பொது விஞ்ஞானம்

IV ஆம் புத்தகம்

அயன மண்டல பாடசாலைகட்குரியது

ஆக்கியோன்

எபு. தானியல்

1963

அரசகரும மொழித் திணைக்களத்து வெளியீட்டுப் பிரிவுப் பிரசுரம்

இலங்கை அரசாங்க அச்சகப் பதிப்பு

GENERAL SCIENCE

For Tropical Schools

by

F. DANIEL

BOOK IV

Translated and published in Ceylon
by arrangement with the Oxford University Press,
London.

இலண்டன் ஒட்சுபோட்டுப் பல்கலைக் கழக அச்சகத்தாரின் இசைவு பெற்று
இலங்கை அரசாங்கத்தாரால் தமிழில் மொழிபெயர்த்து
வெளியிடப்பட்டது.

எல்லா உரிமையும் இலங்கை அரசாங்கத்தார்க்கே

முதற் பதிப்பு 1961

2—R. 6038—2026 (11/59)

முன்னுரை

பொது விஞ்ஞானம் என்னும் பொருள் நுதலிய இந்நூல் அயன மண்டலப் பள்ளிக்கூடங்களுக்கென **எபு. தானியல்** என்பவரால் வெளியிடப்பட்ட முதனூலின் மொழிபெயர்ப்பாகும். பொது விஞ்ஞானம் என்னும் வரிசையில் அவ்வாசிரியர் இயற்றிய ஐந்து நூல்களில் இது நான்காவதாகும். தொடக்கநிலைப்பள்ளிப் பருவத்திலும், உயர்நிலைப்பள்ளித் தொடக்கப் பருவத்திலும் இப்பாடத்தைக் கற்பித்தற்கு அவ்வாசிரியர் வகுத்துக்கொண்ட ஒரு பாடத்திட்டத்திற்கு அமைய இந்நூல் எழுதப் பட்டுளது.

உலகமெங்கணுமுள்ள எல்லா வகையான பள்ளிக்கூடங்களின் பாட விதானத்திலும் இப்போது பொதுவிஞ்ஞானம் ஒரு பாடமாகச் சேர்க்கப் பட்டுளது. இந்த விஞ்ஞான யுகத்திலே, விஞ்ஞானம் பற்றிய அறிவை ஓரளவேனும் நல்காத எவ்விதக் கல்வியும் நிறைவுடையதென்றோ, திருத்தியானதென்றோ கருதப்படமாட்டாது.

பொது விஞ்ஞானம் பரந்த அடிப்படையையுடையதாயிருப்பதோடு, மிக விரைந்து விரிந்தும் வருவதால், வரையறையான ஒரு பாடத்திட்டத்திற்கோ, குறித்த ஒரு கற்பித்தல் முறைக்கோ கட்டுப்பட்டு இப்பாடத்தைக் கற்பித்தல் எளிதன்று. பாடத்திட்டம் பெரும்பாலும் மாணக்கரின் சூழ்நிலையைப் பொறுத்ததாயும், கற்பித்தல் முறை ஆசிரியரின் அறிவுத் திறமையைப் பொறுத்ததாயும் அமைதல் வேண்டும். எனினும், இந்நூல் இலங்கைப் பள்ளிக்கூடங்களிற் பயிலும் மாணக்கர்க்கு ஏற்றவாறு மிகப் பரந்த விஞ்ஞானத் துறைப் பொருள்களை அடக்கியுளது. இன்றியமையா முதன்மை வாய்ந்த இப்பாடத்தை இலங்கையிலுள்ள எம் உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் இன்னுந் திறம்படக் கற்பித்தற்கு இந்நூல் பெரிதும் துணை புரியுமென நம்புகின்றேன்.

நந்ததேவ விசயசேகரா,
பதில் ஆணையாளர்.

அரசகரும மொழித் திணைக்களம்,
வெளியீட்டுப் பிரிவு,
421, புல்லர் வீதி, கொழும்பு 7.

இரண்டாம் பதிப்பிற்கு முன்னுரை

இப்புத்தகங்களை முதன் முதலாகப் பதிப்பிட்டபின் கழிந்த பதினைந்து ஆண்டுக் காலத்தில் பொது விஞ்ஞானப் போதனை விரைவாக விரிவடைந்துளது. இதனுல் இப்புத்தகங்களில் ஐந்து இலச்சம் வரை வெளிநாடுகளில் உபயோகிக்கப்பட்டுள. இப்பதினைந்து வருட காலத்தில் வெளிநாட்டு விஞ்ஞான ஆசிரியர்களின் தகைமையிலும் அனுபவத்திலும், பாடசாலைகளின் விஞ்ஞானத் தளபாடங்களிலும், விஞ்ஞானக் கல்வி பயிலும் (சிறப்பாக ஆங்கிலத்தில்) வெளிநாட்டு மாணவர்களின் பேற்றிலும் ஓர் ஒழுங்கான விருத்தி ஏற்பட்டுள்ளது. இதே காலத்தில் விஞ்ஞானம் முன்னேறியுள்ளது ; புது விஞ்ஞான உண்மைகள் வெளித்தோன்றின ; பழங்கொள்கைகள் திருத்தி அமைக்கப்பட்டுள. முதற் பதிப்பின் தொடர்ச்சியான மறு அச்சீடுகளில் சிறு திருத்தங்கள் செய்யப்பட்டன எனினும் விரிவான திருத்தங்கள் செய்தற்கு இப்புதுப் பதிப்பு ஆயத்தமாகும் வரை காத்திருக்க வேண்டியிருந்தது. முதன் முதல் எழுதப்பட்ட இப்பாடப் புத்தகங்கள் வெளிநாட்டுப் பாடசாலைகளில் விஞ்ஞான போதனையில் மிகவும் பயனுடையனவாயிருந்தன. இப்புதிய பதிப்பும், அதிகரித்துக் கொண்டே வரும் வெளிநாட்டு மாணவர், தம்மை இவ் விஞ்ஞானக் கால வாழ்க்கைக்கு ஆயத்தப்படுத்தற்கு உதவி செய்யுமென நம்புகிறேன்.

எபு. தானியல்

இப்புத்தகத்தைத் தொடர்ந்து வரும் ஆசிரியர் கைப்புத்தகம், இப் பாடப் புத்தகங்களை ஆசிரியர் சிறந்த பயனுடைய முறையில் உபயோகித்தற்கு உதவி செய்யும் முறையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

பாடத்தில், நட்சத்திர அடையாளம் (*) இப்பாடத்திற்கெனவுள்ள நியமச் சொற்களில் அடங்காத, (I ஆம் II ஆம் III ஆம் புத்தகங்களிலும் உபயோகிக்கப்படாத) பொதுச் சொற்கள் முதன் முதலாகத் தோன்றுவதைக் குறிக்கும்.

ஈட்டி அடையாளம் (†) I ஆம் II ஆம் III ஆம் புத்தகங்களில் உபயோகிக்கப்படாத கலைச் சொற்கள் இங்கு முதன் முதல் தோன்றுவதைக் குறிக்கும். இவ்வகைச் சொற்கள் சொல்லடையிலும் (†) அடையாளமிடப்பட்டுள ; எனவே மாணவன் இச் சொற்கள் முதன் முதலாகப் பாடத்தில் எங்கு உபயோகிக்கப்பட்டு விளங்கப்படுத்தப்பட்டுள என்பதை இதனைப் பார்த்து அறிந்து கொள்ளலாம்.

பொருளடக்கம்

நான்காம் புத்தகம்

இரண்டாம் பதிப்புக்கு முகவுரை

பகுதி 1. இரசாயனவியல்

பக்கம்

அதிகாரம் 1.—இரசாயனக் கொள்கை 1

அணுக்கொள்கை—நிறைப்படியான இரசாயனச் சேர்க்கை விதிகள்—சடப்பொருட் காப்பு விதி—நிலே விதிதசம விதி—பலவிகித சம விதி—சேர்நிறை விதி—மூலகங்களின் இரசாயனச் சமவலுக்கள் (சேருநிறைகள் அல்லது சமவலு நிறைகள்)—வலுவளவு—மூலக்கூறுகள்—இரசாயனக் குறிகள்—இரசாயனக் குறியீடுகள்—அணுநிறைகள்—மூலக்கூற்று நிறைகள்—இரசாயனச் சமன்பாடுகள்—இதுவரையுங் கற்ற தாக்கங்களின் இரசாயனச் சமன்பாடுகள்—கேலுசாக்கின் கனவளவு விதி—அவகாதரோவின் விதி—நியமக் கனவளவு (கிராம்-மூலக்கூற்றுக் கனவளவு)—ஆவியடர்த்தி—ஒட்சியேற்றமுந் தாழ்த்தலும்—நீரினது அமைப்பை நிறை பற்றிக் காணல்.

அதிகாரம் 2.—முக்கியமான சில மூலகங்களும் அவற்றின் சேர்வைகளும் 22

நைதரசனின் சேர்வைகள் : *அமோனியா—அமோனியாவின் இயல்புகள்—நைதரசன்சக்கரம்—செயற்கை வளமாக்கிகள் (இரசாயன உரங்கள்)—வளிமண்டல நைதரசனை "நிலேப்படுத்தல்"—நைத்திரிக்கமிலம்—நைதரசன் ஒட்சைட்டுக்கள்—வெடிபொருள்கள்—சிசிலிக் கந்தகத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்—அமெரிக்கநாட்டுக் கந்தகத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்—வேற்றுமையான கந்தக வடிவங்கள்—கந்தகத்தின் உபயோகங்கள்* **கந்தகச் சேர்வைகள் :** *ஐதரசன் சல்பைட்டு (கந்தகஞ்சேரைதரசன்) H_2S—ஐதரசன் சல்பைட்டின் இயல்புகள்—கந்தகவீரொட்*

சைட்டு SO_2—கந்தகவீரொட்சைட்டின் இயல்புகள். சல்பூரிக் கமிலம் : கந்தகமூவொட்சைட்டு SO_3—சல்பூரிக்கமிலத்தை பெரும் அளவில் ஆக்கல்—பழைய ஈயவறை முறை—தொடுகை முறை. **காரங்களைப் பெரும் அளவில் ஆக்கல் :** சோல்வேயின் முறை (அமோணியா சோடாமுறை)—எரிகாரங்கள் (எரிசோடாவும் எரிபொற்றுசும்). **உலோகங்களும் உலோகப் பிரிவியலும் :** அன்றன்றை வாழ்க்கையில் உலோகங்கள—அரிப்பு—கலப்புலோகங்கள்—கனிப்பொருட்டாதுக்கள்—தாதுப்பொருட்களிலிருந்து உலோகங்களைப் பிரித்தெடுத்தலின் பொதுத் தத்துவங்கள். **இரும்பும் உருக்கும் :** இரும்புலோகப்பிரிவியல்—வார்ப்பிரும்பு—தேனிரும்பு—உருக்கு—உருக்கைப் பெரும் அளவில் ஆக்கல்—உருக்கின் இயல்புகள். **அன்றன்றை வாழ்க்கையிற் சிலிக்கன் சேர்வைகள் :** கண்ணடி—கண்ணடியின் இயல்புகள்—களிமண், செங்கல், மட்கலம்—சீமந்து—காபொரண்டம். பொசுபரசு : இயற்கையில் பொசுபரசுச் சக்கரம்—மஞ்சட் பொசுபரசு—செம்பொசுபரசு—தீக்குச்சிகள்—பொசுபரசையொட்சைட்டும் ($P_2 O_5$) பொசு போரிக் கமிலமும் ($H_3 PO_4$).

அதிகாரம் 3.—காபனும் அதன் சேர்வைகள் சிலவும் .. 57

மரக்கரி—சுடர்க்கரி—விலங்குக்கரி. **காபனின் பளிங்குவடிவங்கள் நிலக்கரி—நிலக்கரிவாயு :** நிலக்கரி வாயுவைப் பரும்படியாக ஆக்கும்போது வரும் பக்கவிளைவுகள். **காபன் சேர்வைகள் :** காபனேரொட்சைட்டு—காபனேரொட்சைட்டின் இயல்புகள்—ஆக்கியவாயுவும் நீர்வாயுவும். **ஐதரோகாபன்கள் :** மீதேன்—ஐதரோக்காபன்களின் பரவின் தொடர்—ஐதரோக்காபன்களின் எதிலீன் தொடர்—ஐதரோக்காபன்களின் அசற்றலீன் தொடர்—ஐதரோக்காபன்களின் பென்சீன் தொடர். **பெற்ரோலியம் :** பெற்ரோலியத்தைத் தூய்மைப்படுத்தல். **தகனமுஞ் சுவாலையும் :** மெழுகுவர்த்திச் சுவாலை—பன்சன் சுவாலை—காவல் விளக்கு. **காபோவைதரேற்றுக்கள் :** சிக்கல் வெல்லங்கள் (இருசக்கரைட்டுக்கள்)—எளிதான வெல்லங்கள் (தனிச்சக்கரைட்டுக்கள்)—எளிதான வெல்லங்களோடு (தனிச்சக்கரைட்டுக்கள்) பரிசோத

பக்கம்

னைகள்—சிக்கல் வெல்லங்களோடு (இருசக்கரைட்டுக்கள்) பரிசோதனைகள்—சிக்கற் காபோவைதரேற்றுக்கள் (பல் சக்கரைட்டுக்கள்)—சிக்கற் காபோவைதரேற்றுக்களுடன் (பல் சக்கரைட்டுக்கள்) பரிசோதனைகள்—மாப்பொருளை அதனிலும் எளிதான காபோவைதரேற்றுக்களாக மாற்றுதல்—இனைக்கோசன்—காடிச் சத்து—நொதித்தலால் அற்ககோல் உண்டாதல்—குளுக்கோசு நொதித்து அற்ககோலாதலைக் காட்டல்—விஞக்கிரியும் அசெற்றிக்கமிலமும்—சித்தரிக்கமிலமுந் தாத்தாரிக்கமிலமும்—"சேதன வுறுப்புக்கள்" (எசுத்தர்கள்). **எண்ணெய்களுங் கொழுப்புக்களும் :** கொழுப்புக்களுக்கான சோதனைகள்—சவர்க்காரங்கள்—வன்சவர்க்காரத்தை உண்டாக்குதல்—சவர்க்காரத்துடன் பரிசோதனைகள். **புரதங்கள் :** அமினோவமிலங்கள்—புரதங்களுக்குச் சோதனைகள்—பயூரேத் தாக்கம்—நைத்திரிக்கமிலத் தாக்கம்—வைரசுப் புரதங்கள்.

பகுதி 2. உடற்றொழிலியல்

அதிகாரம் 4.—உயிர்ப் பொருளின் அமைப்பும் தொழிற்பாடுகளும் 102

கலங்கள்—கலவமைப்பு—கலங்களைப் பரிசோதித்தல்—உயிருள்ள முதலுருவின் தொழில்கள்—உயிருள்ளனவற்றிற் போசணையும் சேர்க்கையெறிகையும்.

அதிகாரம் 5.—தாவரங்களின் போசணையும் விலங்குகளின் போசணையும் தாவரங்களில் ஊட்டம் 108

பச்சைத் தாவரங்களில் ஊட்டம்—இலையினமைப்பு—இலையிலே நிகழும் சேர்க்கையெறிகை—தாவரங்களின் சேமிப்புறுப்புக்கள்—செலுலோசும் இலக்கினினும்—பச்சைநிறத்தனவல்லாத தாவரங்களிற் போசணை. **முலையூட்டிகளிற் போசணை :** முலையூட்டிகளிற் போசணை (உ-ம். மனிதன்)—வாயிலே நிகழுகின்ற சமிபாட்டை விளக்கும் பரிசோதனைகள்—உமிழ்நீரின் தாக்கம்—இரைப்பையில் நிகழுஞ் சமிபாடு—இரைப்பையினுள்ளே நிகழுகின்ற சமிபாட்டை விளக்கும் பரிசோதனை ; பெச்சினின் தாக்கம்—இரைப்பைச் சாற்றினல் பால் உறைதல்—பித்தத்தைக் கொண்டு

பக்கம்

பரிசோதனைகள்—குழம்புகளைக் கொண்டு பரிசோதனைகள்—சிறு குடலிலே நிகழுஞ் சமிபாடு—சதையச்சாறு—சதையச் சமிபாட்டை விளங்க வைக்கும் பரிசோதனைகள்—சிறு குடலில் நிகழுஞ் சமிபாடு ; குடற்சாற்றின் தாக்கம்—சமிபாட்டின் இறுதி விளைவு கள்—உறிஞ்சல்—பரவலும் சவ்வூடுபரவலும் கூழ்பளிங்கு வேருக் கலும்—சவ்வூடுபரவலையும் பரவலையும் பற்றிய பரிசோதனைகள்—தன்மயமாக்கல். **மற்றை விலங்குகளிற் போசணை :** பறவைகளில் போசணை (உ–ம். மாடப் புறு)—ஈரூடக வாழ்வனவற்றில் போசணை (உ–ம் தவளை)—மீன்களிற் போசணை—மொலக்காப் பிராணியில் போசணை (உ–ம் நத்தை)—பூச்சிகளில் போசணை (உ–ம். கரப்பான்)—புழுக்களில் போசணை (உ–ம் மண்புழு)—கொட்டும் விலங்குகளில் போசணை (உ–ம் ஐதரா)—தனிக்கல விலங்குகளில் போசணை (உ–ம். பரமீசியமும் அமீபாவும்)—விலங் குகளில் நிகழும் போசணை முறையைச் சுருங்கக்கூறல்.

அதிகாரம் 6.—தாவரங்களும் விலங்குகளுஞ் சுவாசித்தல் இழையச் சுவாசம். விலங்குகளிற் சுவாசப் பொறி நுட்பங்கள் .. 142

அமீபாவிலும் பரமீசியத்திலும் நிகழுஞ் சுவாசம்—ஐதராவில் நிகழுஞ் சுவாசம்—மண்புழுவில் நிகழுஞ் சுவாசம்—பூச்சிகளில் நிகழுஞ் சுவாசம்—நத்தையில் நிகழுஞ் சுவாசம்—மீன்களில் நிகழுஞ் சுவாசம்—தவளையில் நிகழுஞ் சுவாசம்—பறவைகளில் நிகழுஞ் சுவாசம் (உ–ம் மாடப்புறு)—முலையூட்டிகளில் நிகழுஞ் சுவாசம் (உ–ம் மனிதன்)—உடல் வெப்பநிலை (விலங்கு வெப்பம்)—உடல் வெப்பநிலையை மட்டுப் படுத்தல்—வியர்வை—வெப்பக் கழிவைத் தடுத்தல்—உணவுஞ் சத்தியும்—சத்தி விளைவும் உண வுத் தேவைகளும்—உணவுப் பதார்த்தங்களின் சத்திப் பெறு மானங்கள். **தாவரங்களில் நிகழுஞ் சுவாசம் :** பச்சைத் தாவரங் களில் சுவாசம்—நிலத் தாவரங்களிற் சுவாசம்—அமிழ்ந்து கிடக் கும் நீர்த் தாவரங்களிற் சுவாசம்—பச்சை நிறத்தனவல்லாத தாவரங்களிற் சுவாசம்—சுவாசம் பற்றிய பரிசோதனைகள் **குருதி ;** குருதி உறைதல்—இதயத்தையுஞ் சுவாசப் பைகளையும் பரிசோதித்தல்.

பக்கம்

அதிகாரம் 7.—தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் நிகழும் கழிவு 181

விலங்குகளில் நிகழுங் கழிவு—சிறுநீரகத்தைப் பரிசோதித்தல்—பச்சைத் தாவரங்களில் நிகழுங் கழிவு.

அதிகாரம் 8.—உயிருள்ளனவற்றின் இயக்கமும் நடத்தையும் .. 187

தாவரங்களின் இயக்கம்—புவியீர்ப்பின் பேருக நிகழும் இயக்கங்கள்—ஒளித்தாக்கத்தின் பேருக நிகழுந் தாவரவியக்கங்கள்—நீரினது தாக்கத்தின் பேருகத் தாவரங்களில் நிகழும் இயக்கங்கள்—விலங்குகளின் இயக்கம்—எலும்புக்கூடும் இயக்கமும்—பற்கள்—விலங்குகளின் அசைவு வகைகள்—தசைகளும் அவற்றின் தொழிற்பாடும்—உணர்திறனும், உறுத்துணர்வும், இசைவாக்கமும்—" தாவர நடத்தை "—விலங்கு நடத்தை—முள்ளந்தண்டு விலங்குகளின் நரம்புத் தொகுதி—புலனுறுப்புக்கள்—பார்வையும் கண்ணும்—கண்ணைக் கீறியாய்தல்—கேட்டலும் காதும்—கேட்டலைப் பற்றிய பரிசோதனைகள்—சமப்பாடு, நிலை எனும் இரண்டுக்குமுரிய புலன்—அகப் புலனுறுப்புக்கள்—சுவைப்புலனும் மணப்புலனும்—உணர்ச்சி, தொடுகை, வெப்பநிலை, நோவு என்பவற்றுக்குரிய புலன்கள். இரசாயன ஆளுகை : தூண்டுமுட் சுரப்புக்கள்—இயல்பூக்கமும் விவேகமும்.

அதிகாரம் 9.—உயிருள்ளவற்றின் வளர்ச்சியும் இனப்பெருக்கமும் 232

தாவரங்களின் வளர்ச்சி—ஈரமிலா நிறை, நீளம், தடிப்பு ஆகியவற்றில் வளர்ச்சி—வளர்ச்சி அளவீடுகள். தாவரங்களின் இனப்பெருக்கம்—பூக்குந் தாவரங்களிற் பதிய முறையினப் பெருக்கம். கலவிமுறை இனப் பெருக்கம். கீழான விலங்குகளின் இனப்பெருக்கம்—முலையூட்டிகளின் இனப்பெருக்கம். **கலப்பிரிவு ;** பாற் கலங்களின் கலப்பிரிவு—சிறப்பியல்புகளை மரபுரிமையாகப் பெறுதல்.

பகுதி 3. நிலையியக்கவியல்

அதிகாரம் 10.—இயக்கமும் விசையும் 280

இயக்கமும் ஓய்வும்—கதியும் வேகமும்—வேகங்களின் சேர்க்கை—வேகவளர்ச்சி—இயக்கச் சமன்பாடுகள்—விழும் பொருள்கள்—புவியீர்ப்பினுல் உண்டாகும் வேகவளர்ச்சி—நியூற்றனின் முதல்

பக்கம்

இயக்க விதி—சடத்துவம்—விசை—இயக்கத்தை உண்டாக்காத விசைகள்—புவியீர்ப்பு விசை—உராய்வு—விசையை அளத்தல்—விசைகளைக் கூட்டல்—ஒரு புள்ளியிலே தாக்கும் சாய்விசைகள்—விசை முக்கோணம், விசையிணைகரம், விசைப் பல்கோணம்—விசைப் பிரிப்பு—சமாந்தர விசைகள்—சமநிலையும் உறுதிநிலையும்.

அதிகாரம் 11.—சத்தி 310

வேலை—வலு—நிலைப்பண்புச் சத்தி—இயக்கப் பண்புச்சத்தி—நீர்வலு—சத்தி மாற்றங்கள்—சத்திக் காப்பு.

அதிகாரம் 12.—பொறிகள் 322

நெம்புகள்—கப்பிகளும் இழுவைக் கயிறுகளும்—வேலையின் தத்துவம்—வேகவிகிதம்—பொறி முறைநயம்—வினைத்திறன்—கப்பித் தொகுதிகள்—சாதாரண சில்லும் அச்சாணியும்—வேற்றுமைச் சில்லும் அச்சாணியும்—வேற்றுமைக் கப்பித் தொகுதி—சாய்தளம்—திருகாணி.

அதிகாரம் 13.—நேரமும் வெளியும் 343

நேரத்தை அளத்தல்—நீர்க் கடிகாரங்கள்—மணித்தியால மெழுகுதிரிகள்—புழுதிக் குடுவைகள்—சூரிய கடிகாரங்கள்—தனியூசல்—ஊசல்களுடன் கூடிய பரிசோதனைகள்—மணிக் கூடுகளுங் கடிகாரங்களும். **வானவீதியில் பூமி**—வானுலகங்கள்—விண்மீன்கள்—ஞாயிற்றுத் தொகுதி—சந்திரன்—சிறு கோள்களும், வால்வெள்ளிகளும், ஆகாயக்கற்களும்.

பகுதி 4. மின்னியல்

அதிகாரம் 14.—மின் ஏற்றங்களும் மின் ஓட்டங்களும் .. 361

நிலைமின்னியல் : உராய்வினால் ஆக்கப்படும் மின்—நேர், எதிர் ஏற்றங்கள்—கடத்திகளும் கடத்தலிலிகளும்—தனி மின்காட்டிகள்—நிலை மின்றூண்டல்—மின்னல். **ஓட்டமின்னியல்**—எளிதான உவோற்றா மின்கலம்—இலக்கிளாஞ்சிக் கலம்—ஈரமில் கலம்—ஈயமின்சேமிப்புக் கலம்—திருகாணி விதி.

பக்கம்

அதிகாரம் 15.—மின்னேட்டங்களால் உண்டாகும் விளைவுகள் .. 376

மின்னேட்டத்தின் வெப்பமாக்கல் விளைவு—*மின் வெப்பமாக்கிகள்—உருகிகள்—மின்னொளி வழங்கல்—வில் விளக்கு.* **மின்னேட்டத்தின் இரசாயன விளைவுகள்**—*அயன்கள்—செப்புச் சல்பேற்றின் மின்பகுப்பு—மின் முலாம் பூசுதல்—மின்முறைத் தட்டெழுத்துக்கள்—உலோகமின் பிரிப்பியல்—மின் கணியம்.* **மின்னேட்டத்தின் காந்த விளைவுகள்**—*நேரான கடத்தியைச் சூழ்ந்துள்ள காந்த மண்டலம்—வட்ட வடிவமான கடத்தியைச் சூழ்ந்துள்ள காந்த மண்டலம்.*

அதிகாரம் 16.—மின்னை அளத்தல் 394

மின்னேட்டமளக்குங் கருவிகள் : *அசையும் இரும்புக் கருவிகள்—அசையுங் காந்தக் கருவிகள்—அசையுஞ் சுருட் கருவிகள்—வெங் கம்பிக் கருவிகள்.* **மின் அலகுகள் :** *மின்னியக்க விசை—மின் வலு—மின் தடை—ஓமின் விதி—அம்பியர்மானிகளும் உவோற்றுமானிகளும்—தொடராகவுள்ள கடத்திகளுஞ் சமாந்தரமாகவுள்ள கடத்திகளும்.*

அதிகாரம் 17.—மோட்டர்களும், தைனமோக்களும், மின்வலு வழங்கல்களும் 406

*மின்மோட்டர்கள்—மின் காந்தத் தூண்டல்—காந்த-மின்விளைவு—தைனமோக்கள்—தூண்டற் சுருள்—***ஆ. ஓ.** *மாற்றி—மின்வலுவைச் செலுத்தல்—***ஆ. ஓ. ஐ நே. ஓ.** *ஆக மாற்றல்.*

அதிகாரம் 18.—தந்திகளுந் தொலைபன்னிகளும் .. 421

அதிகாரம் 19.—மின்னியல்புஞ் சடப்பொருளின் அமைப்பும் .. 425

மூலகங்களின் அட்டவணை 431

சொல் அட்டவணை 433

அட்டவணை

பகுதி 1

இரசாயனவியல்

அதிகாரம் 1

இரசாயனக் கொள்கை

அணுக் கொள்கை

திண்மங்கள், திரவங்கள், வாயுக்கள் என்பனவற்றின் பொதுவியல்புகளை (இரண்டாம் நூலில் 4 ஆம் அதிகாரத்தில்) படித்த போது, சடப் பொருளானது **மூலக் கூறுகளால்** ஆகியதென்று கொள்வதனுல், அவற்றின் பௌதிகத் தொழிற் பண்புகளை விளக்கலாமெனக் கண்டோம். சடப்பொருள் எதுவும் **அணுக்கள்** என்னும் பகுக்கவியலாத் துணிக்கைகளால் ஆகியதாதலின், அதன் துண்டு ஒன்றை எடுத்து மேலும் மேலும் பகுக்க அத்துண்டின் கூறுகள் மேலும் மேலும் சிறியனவாகி ஈற்றிலே பகா நிலையை எய்துகின்றன என்னும் **அணுக் கொள்கை** இற்றைக்கு 2,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்க் கிரேக்க நாட்டில் நிலவியது. இக் கொள்கையின் உண்மையைப் பரிசோதனைகள் மூலம் கிரேக்கர் திடப்படுத்தி யிலர். ஆதலின் அதனை அவர்களது விவேகத்தாலாய உத்தேசம் எனவே கொள்ளல் வேண்டும்.

சென்ற சிலவாண்டுகட்குள்ளேயே விஞ்ஞானிகளானவர் அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் உண்டென நிறுவி அவற்றின் பருமனையும் நிறையையும் அளந்துள்ளனர். 1808 ஆம் ஆண்டுவரையும் கண்டிருந்த இவ்வணுக் கொள்கை வாழ்க்கைக்குப் பயன்படாது இருந்தது. அவ்வாண்டில் **யோன் தாற்றன்** என்பவர் இரசாயனச் சேர்க்கையின் மருமங்கள் விளங்குமாறு தமது **அணுக் கொள்கையை** எடுத்துக் கூறினர். **தாற்றனது அணுக் கொள்கையின்** முக்கியமான கருத்துக்களாவன :

(1) சடப்பொருளானது அணுக்கள் என்னும் நனிசிறிய துணிக்கைகளால் ஆயது.

(2) அணுக்கள் இரசாயனத் தாக்கத்திஞற் பகுபடா ; அன்றியும் இரசாயன முறைகளினுல் அவற்றை ஆக்கலாதல் அழித்தலாதல் முடியாது.

(3) ஒரே மூலகத்தின் அணுக்கள் யாவும் எவ்வாற்ருனும் முற்ருெப்பானவை ; ஆனுல் அவை வேறு மூலகங்களுடைய அணுக்களோடு வேற்றுமையுடையன.

(4) **இரசாயனச் சேர்வைகளானவை வெவ்வேறு மூலகங்களின் அணுக்கள் இரண்டோ பலவோ ஒன்று சேர்வதனுல் உண்டாகின்றன.**

(5) **1 : 1, 1 : 2, 2 : 3, 3 : 4 போன்ற விகித சமங்களின் அளவாக முழுவணுக்கள் சேர்வதனுல் இரசாயனச் சேர்க்கை நிகழுகின்றது.**

அண்மையில் எழுந்த சில வெளிப்படுத்துகைகளிலிருந்து **தாற்றனின் அணுக் கொள்கையில்** மாற்றங்கள் சில வேண்டுமென்பது காணக் கிடக்கின்றதெனினும், அக்கொள்கையே இன்னும் இரசாயனக் கொள்கைக்கு அடிப்படையாக உள்ளது. இக்கொள்கை நிறைப்படியான இரசாயனச் சேர்க்கை விதிகளை விளக்குமாதலின், ஏற்கக்கூடியதாகக் கொள்ளப்படும்.

நிறைப்படியான இரசாயனச் சேர்க்கை விதிகள்

(1) **சடப்பொருட் காப்பு விதி** (அல்லது சடப்பொருளழியாமை விதி).

(2) **மாறுவமைப்பு விதி** (அல்லது நிலைவிகிதசம விதி).

(3) **பலவிகிதசம விதி.**

(4) **சேர்நிறை விதி** (இது சமவலுவிதி, அல்லது ஒன்றுக்கொன்றுள்ள விகிதசமவிதி எனவும்படும்).

திட்டமான பரிசோதனைகளின் பேறுகளை ஆதாரமாகக் கொண்டுள்ள இவ்விரசாயன விதிகள் எல்லாவற்றையுந் **தாற்றனின் அணுக் கொள்கைப்படி** விளக்கலாம். ஆதலின், அவர் கொள்கை முக்கியமானது.

சடப்பொருட் காப்பு விதி

1774 ஆம் ஆண்டில், **இலவோசியர்** என்னும் பிரான்சிய இரசாயனவறிஞர் தாம் நடத்திய பரிசோதனைகளின் பேருக **இரசாயனத் தாக்கத்தினுற் சடப்பொருளை ஆக்கலோ அழித்தலோ** முடியாது என்னும் முடிபுக்கு வந்தனர். பௌதிக சாத்திரத்தின் அளவியலைப் பொறுத்தமட்டிற் சத்திக்காப்பு விதி அடிப்படையாக இருப்பது போன்று, இரசாயனவியலின் அளவியலுக்குச் சடப்பொருட் காப்பு விதி அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது. ஏனெனில், அதனிலிருந்து, **இரசாயன மாற்றம் எதனிலும் பங்குபெறும் பதார்த்தங்களின் மொத்த நிறையும் அம்மாற்றத்தின் விளைவாகிய பதார்த்தங்களின் மொத்த நிறையும் ஒன்றே என்பது** பெறப்படுமாதலின்.

அணுக்களை இரசாயனத் தாக்கங்களால் ஆக்கலோ அழித்தலோ முடியாது என்றும், அணுக்கள் மாறிமாறிக் கூடுவதனுல் வெவ்வேறு மூலக்கூறுகள் உண்டாவதே இரசாயன மாற்றம் என்றுந் **தாற்றன்** கூறிய யோசனையைக் கொண்டு விதியை எளிதாக விளக்கலாம்.

மாறுவமைப்பு விதி

1800 ஆம் ஆண்டளவிற் **பிரௌத்து** என்னும் பிரான்சிய இரசாயனவிற்பன்னர் அளவறி பரிசோதனைகளைத் தொடராக நடத்தி அதன் பேருக

இரசாயனச் சேர்வை எதுவும் எப்போதும் நிறைப்படி ஒரே விகிதசமமாகச் சேர்ந்த மாறு மூலகங்களால் உண்டாகும் என்று கூறிப்போந்தனர். இதுவே **மாறுவமைப்பு விதி**, அல்லது **நிலைவிகிதசம விதி** எனப்படுவது.

ஒரே மூலகத்தின் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரே நிறை உடையது என்னுந் **தாற்றனது** அனுமானக் குறிப்பைக் கொண்டு தூய்மையான இரசாயனச் சேர்வையொன்று எக்காலத்தும் நிறைப்படி ஒரே அமைப்பு உடையது என்பதை விளக்கலாம். இரசாயனச் சேர்வையொன்றின் ஒவ்வொரு மூலக் கூறும் எப்பொழுதும் ஒரே விதமான ஒரே தொகை அணுக்களால் ஆயதாதலின், ஒவ்வோரணுவும் மாறு நிறை உடைத்தாயின், அச் சேர்வையும் மாறுவமைப்பு உடையதாதல் வேண்டும். உதாரணமாக, தூய நீரை எங்கிருந்து பெற்றாலும் அது தவறாது எப்பொழுதும் நிறைப்படி 8 பங்கு ஒட்சிசனும் 1 பங்கு ஐதரசனும் கொண்டதாய் அமைந்திருத்தலைக் காணலாம். விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியாளர் அறிந்த தூய பதார்த்தம் எதுவும் இந்நியமத்துக்குத் தப்பன்று. உதாரணமாக, கறியுப்பைக் குளோரீனிலே சோடியத்தை எரித்துப் பெற்றாலென், ஐதரோகுளோரிக் கமிலத்தோடு எரிசோடாவைக் கலந்து நடுநிலையாக்கஞ் செய்து பெற்றாலென், ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்திற் சோடியங் காபனேற்றைக் கரைத்துப் பெற்றாலென் அவ்வாறு உண்டான சோடியங் குளோரைட்டு, தவறாது எப்பொழுதும் நிறைப்படி ஒரே விகிதசமமாகச் சோடியமுங் குளோரீனுஞ் சேர்ந்துள்ள பதார்த்தமாகவே இருக்கும். இஃதிவ்வாறுவதற்குக் காரணம், கறியுப்பின் மிகச்சிறிய துணிக்கையாகிய அதன் **மூலக் கூறொன்று, சோடியத்தின் அணு ஒன்றும் குளோரீனின் அணு ஒன்றும்** சேர்ந்து சேர்ந்து உண்டாகும் என்பதே. சோடியத்தின் அணுக்கள் எல்லாம் ஒரே நிறை உடையனவாக இருப்பது போற் குளோரீனின் அணுக்களும் ஒரே நிறை உடையனவாக இருப்பதனாற் சோடியத்துக்கும் குளோரீனுக்கும் உள்ள விகிதசமம் எப்பொழுதும் ஒன்றாகவே இருக்கும். (**காற்றானது** நைதரசனும் ஒட்சிசனுங் கூடிய ஒரு **சேர்வையன்று, கலவையே** என்று கொள்ளுதற்குக் காரணம், இடமும் காலமும் வேறுபடக் காற்றிலுள்ள நைதரசனும் ஒட்சிசனும் விகிதசம அளவில் வேறுபட்டிருத்தலேயாம்.)

பலவிகிதசம விதி

பல சேர்வைகள் உண்டாகுமாறு இரு மூலகங்கள் (A, B) சேருமிடத்து, ஒரு மூலகத்தின் (A இன்) குறித்த ஒரு நிறையளவுடன் சேருகின்ற மற்றை மூலகத்தின் (B இன்) நிறையளவுகள் ஒன்றுக்கொன்று எளிய விகிதங்கொண்டுள்ளனவாகும் என்று 1804 ஆம் ஆண்டளவிலே **தாற்றன்** தம்முடைய அணுக் கொள்கையிலிருந்து முடிபு கொண்டனர்.

பின்பு பெருந்தொகையான சேர்வைகளை விஞ்ஞானிகள் கவனமாய்ப் பாகுபாடு செய்ததன் பயனாக இவ்விதியின் உண்மை உறுதிப் படுத்தப் பட்டது. எளிய முழுவெண்களாகிய தொகை அணுக்களே ஒன்றோடொன்று

சேருவன என்னும் தாற்றனது உத்தேசத்தோடு இவ்விதி ஒவ்வும். மூலகம் A இன் அணுவொன்று மூலகம் B இன் அணுக்கள் இரண்டுடனே மூன்றுடனே இன்னும் பலவுடனே சேருமாதலின் A இன் குறித்தவொரு நிறையளவுடன் B இன் வெவ்வேறு நிறையளவுகள் ஒன்றுக்கொன்று 1:2; 1:3; 2:3; 3:4; போன்ற எளிய விகிதங்கொண்டனவாகும்.

இரு மூலகங்கள் பல சேர்வைகள் உண்டாகுமாறு சேருதலை மலியக் காணலாம். (அ) மட்டான காற்றிற் காபன் எரிவதனுல் உண்டாகும் **காபனேரொட்சைட்டையும்** (ஆ) நிரம்பிய காற்றிற் காபன் எரிவதனுல் உண்டாகும் **காபனீரொட்சைட்டையும்** உதாரணமாகக் கொள்வோம். இவ்வொட்சைட்டுகளிரண்டு பின்வரும் அமைப்புடையன என்பது அவற்றைப் பாகுபாடு செய்வதனுல் அறியக் கிடக்கின்றது.

		காபனேரொட்சைட்டு		காபனீரொட்சைட்டு
காபன்	.. ..	1·000	..	1·000
ஒட்சிசின்	.. ..	1·333	..	2·666

எனவே, குறித்த ஓரளவு காபனுடன் **காபனேரொட்சைட்டிற்** சேர்ந்துள்ள ஒட்சிசனிலும் இருமடங்கு ஒட்சிசன் அதே அளவு காபனுடன் **காபனீரொட்சைட்டிற்** சேர்ந்திருக்கின்றது. அதாவது, காபனின் இரண்டு ஒட்சைட்டுக்களிலும் ஒரே நிறையளவான காபனுடன் சேர்ந்துள்ள ஒட்சிசனின் நிறையளவுகள் ஒன்றுக்கொன்று 1 : 2 என்னும் எளிய விகிதத் தொடர்புடையனவாக அமைந்துள்ளன. இஃதிவ்வாறுய் இருப்பது எக்காரணம் பற்றி எனின், காபனேரொட்சைட்டின் மூலக்கூறு ஒன்றினிற் காபனணுவொன்றும் ஒட்சிசனணுவொன்றுஞ் சேர்ந்திருக்க, காபனீரொட்சைட்டின் மூலக்கூறென்றினிற் காபனணுவொன்றும் ஒட்சிசனணுக்கள் இரண்டும் சேர்ந்துள்ளன என்பதேயாம்.

வேருேருதாரணமாக, கந்தகத்தின் ஒட்சைட்டுக்கள் இரண்டைக் கொள்வோம். (அ) கந்தகங் காற்றில் எரிந்து **கந்தகவீரொட்சைட்டையும்** (இ) கந்தகவீரொட்சைட்டு ஒட்சிசனை எற்று (மேலும் ஒட்சிசனேடு சேர்ந்து) **கந்தகமூவொட்சைட்டையுந்** தரும். இவ்விரு சேர்வைகளும் பின்வரும் அமைப்புடையனவென்று பாகுபாட்டால் அறியக்கிடக்கின்றது.

		கந்தக வீரொட்சைட்டு		கந்தக மூவொட்சைட்டு
கந்தகம்	.. ..	2·000	..	2·000
ஒட்சிசன்	.. ..	2·000	..	3·000

அதாவது, கந்தகத்தின் இரண்டு ஒட்சைட்டுக்களிலுங் குறித்த ஒரு நிறையான கந்தகத்துடன் சேருகின்ற ஒட்சிசனின் நிறைகள் 2 : 3 என்னும்

எளிய விகிதத் தொடர்புடையனவாய் இருக்கின்றன. இதன் காரணம் கந்தகவீரொட்சைட்டின் மூலக்கூறுனது கந்தகவணு ஒன்றும் ஒட்சிசனணுக் கள் இரண்டும் சேர்ந்ததாயும், கந்தகமூவொட்சைட்டின் மூலக் கூறுனது கந்தகவணு ஒன்றும் ஒட்சிசனணுக்கள் மூன்றும் சேர்ந்ததாயும் இருக் கின்றன என்பதேயாம்.

இவ்வாறே, செம்பின் ஒட்சைட்டுக்களும் இரண்டுள. இவையாவன: **குப்பிரசொட்சைட்டு** (பீலிங்கின் கரைசலைக் கொண்டு வெல்லத்தைக் கண்டறியச் சோதனை செய்யும்போது உண்டாகின்ற செவ்வீழ்படிவும்) **குப்பிரிக்கொட்சைட்டும்** (சாதாரணக் கரியவொட்சைட்டும்) என்க. இவ் வொட்சைட்டுக்களிரண்டினதும் அமைப்புப் பின்வருமாறு:

	குப்பிர சொட்சைட்டு	குப்பிரிக் கொட்சைட்டு
செம்பு	1·000 ..	1·000
ஒட்சிசன்	0.126 ..	0.252

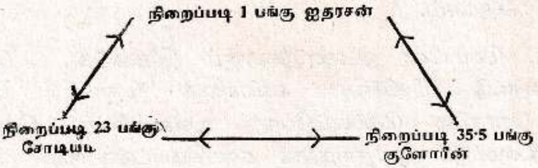
அதாவது, குப்பிரசொட்சைட்டில் உள்ள ஒட்சிசனிலும் இருமடங்கு ஒட்சிசன் குப்பிரிக்கொட்சைட்டில் உண்டு. எனின், ஒரே நிறையளவான செம்புடன் சேருகின்ற ஒட்சிசனின் நிறையளவுகளின் விகிதம் 2 : 1 ஆகும். இதற்குக் காரணம் குப்பிரிக்கொட்சைட்டின் ஒரு மூலக் கூறுனது செம்பின் அணு வொன்றும் ஒட்சிசனணுக்கள் இரண்டும் கொண்டதாயிருக்க, குப்பிரசொட் சைட்டின் மூலக் கூறொன்று செம்பின் அணுக்களிரண்டும் ஒட்சிசனணு ஒன்றும் கொண்டிருப்பதேயாம். (ஒரு மூலகத்தின் பேருடன் ஈற்றில் **அசு** என்னும் அசையைக் கூட்டி அம்மூலகம் சேர்ந்துள்ள சேர்வையில் குறைந்த விகித அளவில் வெறொரு மூலகம் உண்டென்றும், **இக்கு** என்னும் அசையைக் கூட்டிக் கூடிய விகித அளவில் வேறொரு மூலகம் உண்டென்றும் தெரிவிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. உதாரணமாக, குப்பிர சொட்சைட்டு (குப்பிரசு ஒட்சைட்டு) கொண்டுள்ள ஒட்சிசனிலும் குப்பிரிக் கொட்சைட்டு (குப்பிரிக்கு ஒட்சைட்டு) கொண்டுள்ள ஒட்சிசன் கூடிய விகிதத் தில் உள்ளது. இதுபோலவே சல்பூரிக்கமிலம் சல்பூரசமிலத்திலும் கூடிய விகித ஒட்சிசனைக் கொண்டிருக்கின்றது).

சேர்நிறை விதி

மூலகம் C இன் குறித்த ஒரு நிறையளவுடன் சேருகின்ற A, B எனும் மூலகங்களுடைய நிறையளவுகள் ஒன்றில் A, உம் B உம் தம்முள் ஒன்றேடொன்று சேருகின்ற நிறையளவுகளாகும், அல்லது அவற்றின் எளிய மடங்குகளாகும். இவ்விதி மாறுவிகிதசம விதி, பலவிகிதசம விதி எனுமிவற்றின் வழிப்படும் என்பதைத் தாற்றனின் உத்தேசக் குறிப்புக்கள் (3), (4), (5), 1—2 வரையான பக்கங்களில் விளக்குகின்றன.

சில உதாரணங்களால் இவ்விதியைத் தெளிவுறுத்தலாம் :

23 கிராம் **சோடியம்** 1 கிராம் **ஐதரசனுடன்** சேர **சோடியமைதரைட்டு** உண்டாகும்.



உருவம் 1. சமவலுச் சமவிகிதங்கள்

35·5 கிராம் **குளோரீன்** 1 கிராம் **ஐதரசனுடன்** சேர **ஐதரசன் குளோரைட்டு** உண்டாகும்.

23 கிராம் **சோடியம்** 35·5 கிராம் **குளோரீனுடன்** சேர **சோடியங் குளோரைட்டு** உண்டாகும்.

ஆகவே, நிறைப்படி ஒரு பங்கு ஐதரசனுடன் வெவ்வேருகச் சேருகின்ற சோடியத்தின் நிறையும் குளோரீனின் நிறையும் சோடியமுங் குளோரீனுந் தம்முள் ஒன்ருேடொன்று சேருகின்ற நிறைகளாகும்.

இவ்வாறே,

1 கிராம் **ஐதரசன்** 8 கிராம் **ஒட்சிசனுடன்** சேர **நீர்** உண்டாகும்.

1 கிராம் **ஐதரசன்** 3 கிராம் **காபனுடன்** சேர **மீதேன்** உண்டாகும்.

3 கிராம் **காபன்** 8 கிராம் **ஒட்சிசனுடன்** சேர **காபனீரொட்சைட்டு** உண்டாகும்.

ஆகவே, நிறைப்படி ஒரு பங்கு ஐதரசனுடன் சேருகின்ற காபனின் நிறையும் ஒட்சிசனின் நிறையும் காபனும் ஒட்சிசனுந் தம்முள் ஒன்ருேடொன்று சேருகின்ற நிறைகளாகும்.

மூலகங்களின் இரசாயனச் சமவலுக்கள் (சேருநிறைகள் அல்லது சமவலு நிறைகள்).

சேர்நிறை விதியிலிருந்து மூலகம் எதற்குந் திட்டமான **இரசாயனச் சமவலு** வொன்றுண்டு என்னுங் கருத்துப் பிறக்கின்றது. மேற்காட்டிய உதாரணங்களிலிருந்து **1 பங்கு ஐதரசனும் 23 பங்கு சோடியமும் 35·5 பங்கு குளோரீனும் 8 பங்கு ஒட்சிசனும், 3 பங்கு காபனும் சேர்க்கை வலுவளவில் ஒன்றுக்கொன்று சமன்**– அதாவது அவை **இரசாயனச் சமவலுக்களாம்**—என்பது தெளிவு. தக்கவொரு பொருளின் ஒரு நியமநிறையைத் தெரிந்தெடுத்து அதன் சார்பாக எல்லா மூலகங்களின்

(அல்லது சேர்வைகளின்) **இரசாயனச் சமவலுக்களையும் (அல்லது சமவலு நிறைகளையும்)** உணர்த்தலாம். **ஐதரசனின் ஓரலகு நிறையே** இந்நியம வளவாகக் கொள்ளப்படும்.

ஆகவே, சோடியத்தின் **சமவலு நிறை 23** என்று கூறும்போது **23** கிராம் சோடியம் 1 கிராம் ஐதரசனுடன் சேரும், அல்லது ஐதரசனுள்ள சேர்வைகளிலிருந்து 1 கிராம் ஐதரசனைப் பெயர்த்துவிடும் என்பதே கருத்தாம்.

ஒரு மூலகத்தின் இரசாயனச் சமவலு (அல்லது சமவலுநிறை) ஆவது நிறைப்படி ஒருபங்கு ஐதரசனோடு சேருகின்ற, அல்லது அவ்வளவிற்குரிய ஐதரசனின் இடத்தை எடுக்கின்ற அம்மூலகத்தின் நிறைப்படியான பங்காகும்

ஒரு மூலகத்தின் இரசாயனச் சமவலு ஒரு நிறையன்றாய் ஒரு **விகிதத்தைக்** காட்டுமோரெண்ணென்று அறிக.

ஒரு மூலகத்தின் சமவலு நிறையைப் பரிசோதனை வாயிலாக நுட்பமாகக் கண்டறியலாம். இரசாயன வியலின் அளவியலுக்கு இதுவே தோற்று வாயாகவுள்ளது. பொதுவான மூலகங்கள் சிலவற்றின் சமவலுநிறையைக் காணுமாற்றை ஆசிரியர் உமக்குப் பரிசோதனைச் சாலையிற் காட்டுவர்.

இரசாயனச் சமவலுக்கள் (அல்லது **சேருநிறைகள்**) பற்றிய இத்தத்துவ மானது அமிலங்கள், மூலங்கள் போன்ற இரசாயனச் சேர்வைகளுக்கும் ஒக்கப்பொருந்தும். ஓரமிலத்தின் **சமவலுநிறை** (அல்லது **கிராம் சமவலு**) என்பது, உலோகத்தால் மாற்றீடு செய்யத் தக்க ஐதரசன் ஒரு கிராமைக் கொண்டுள்ள, அவ்வமிலத்தின் கிராம் எண்ணிக்கையேயாம். ஒரு மூலத்தின் **சமவலுநிறை** (அல்லது **கிராம் சமவலு**) என்பது, ஓரமிலத்தின் கிராம் சமவலு ஒன்றினை நடுநிலைப்படுத்தத் தேவைப்படுகின்ற, அம் மூலத்தின் கிராம் எண்ணிக்கையேயாம்.

கனவளவறி பகுப்பில் உபயோகிக்கப்படும் **நியமக்கரைசல்களை** ஆக்குதற்குச் சமவலுநிறைபற்றிய அறிவு தேவை. கனவளவறி பகுப்பிலே தாக்கமுறும் பதார்த்தங்களின் **கனவளவுகள்** அளக்கப்படுமேயன்றி, **நிறையறிபகுப்பிற்** போன்று அவற்றின் நிறைகள் அளக்கப்படுவதில்லை. அப்பதார்த்தத்தைக் கரைசலொன்று ஒரு **பதார்த்தத்தை ஓரிலீற்றருக்கு ஒரு கிராம் சமவலு** வீதங் கொண்டுளதாயின், அக்கரைசல் **நேர்க்கரைசல்** எனப்படும். இவ் வழி ஐதரோகுளோரிக்கமில நேர்க்கரைசல் ஓரிலீற்றர், சோடியமைதரொட்சைட்டு நேர்க்கரைசல் ஓரிலீற்றரைச் செப்பமாக நடு நிலைப்படுத்தும். எனவே, பரிசோதனைச் சாலையில் உபயோகிக்கப்படுஞ் சோதனைப்பொருள் ஓரிலீற்றரில் எவ்வளவு சோடியமைதரொட்சைட்டு உளதென்பதை அறிதற்கு அக்கரை சலிற் குறித்த ஒரு கனவளவை (குழாய் கொண்டு) அளந்தெடுத்து, பாசிச் சாயம் போன்ற **காட்டி**யொன்றை இட்டு, அப்பாசிச்சாயம் செவ்வூதா நிறமாகி, திரவம் **நடுநிலை** அடைந்தமையையும், அவ்வழி தாக்கம் முற்றுயான மையையுங் காட்டும் வரை, எம்மிடத்துள்ள ஐதரோகுளோரிக்கமில நியமக்

கரைசலை (**அளவிவாயிலாக**) பெய்திட்டு, சோடியமைதரொட்சைட்டின் **கணி** யம் அறியப்படும். (கனவளவறி பகுப்புப்பற்றிய எண்கணக்குக்களுக்குப் **பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சி நூல் II** இல், 155—7 வரையான பக்கங்களைப் பார்க்க.)

வலுவளவு.

ஒரு மூலகத்தின் வலுவளவு யாதெனின், அம் மூலகம் சேருகின்ற அல்லது பெயர்க்கின்ற ஐதரசன் (அல்லது குளோரீன்) அணுக்களின் தொகையேயாம். உதாரணமாக, சோடியம் அணுவொன்றுனது ஐத ரசணு, அல்லது குளோரீனணு ஒன்றை மாத்திரம் சேர்தல், அல்லது பெயர்த்தல் கூடும்; எனவே, சோடியத்தின் வலுவளவு ஒன்றெனப்படும். நாகத்தின் அணுவொன்று குளோரீனணுக்கள் இரண்டுடன் சேருமாதலின் அதன் வலுவளவு 2 ஆகும். அலுமினியத்தின் அணுவொன்று குளோரீ னணுக்கள் மூன்றுடன் சேருமாதலின் அலுமினியத்தின் வலுவளவு 3 ஆகும். இவ்வாறே, காபனின் வலுவளவு 4 என்றும், பொசபரசின் வலுவளவு 5 என்றும், கந்தகத்தின் வலுவளவு 6 என்றும் கொள்ளப் படும். எட்டினுங் கூடிய வலுவளவு ஒரு மூலகத்துக்கும் இல்லை.

சில மூலகங்கள் பல வலுவளவுகள் உடையனவாக விளங்குவதனுல் அவை களுக்குப் பல சமவலு நிறைகள் உண்டு. உதாரணமாக கந்தகமானது வலுவளவு 4 இனை (ஆதலாற் சமவலு நிறை 8 இனை) கந்தவீரொட்சைட்டி லும், வலுவளவு 6 இனை (ஆதலாற் சமவலு நிறை 5.3 இனை) கந்தகமூ வொட்சைட்டிலும் காட்டிநிற்கும். செம்பானது வலுவளவு 1 இனை (ஆதலால் சமவலு நிறை 63·6 இனை) குப்பிரசொட்சைட்டிலும், வலுவ ளவு 2 இனை (ஆதலால் சமவலு 31·8 இனை) குப்பிரிக்கொட்சைட்டிலும் காட்டி நிற்கும்.

வலுவளவு, சமவலுநிறை, அணு நிறை என்னும் இவை மூன்றும் ஓரெளிய தொடர்புடையனவெனக் காண்போம்.

$$\text{வலுவளவு} = \frac{\text{அணு நிறை}}{\text{சமவலு நிறை}}.$$

இதிலிருந்து **வலுவளவுக்கு** வேறுமொரு வரைவிலக்கணம் எழுகின்றது. **ஒரு மூலகத்தின் அணு நிறையில் அடங்கியுள்ள இரசாயனச் சமவலுக்களின் எண்ணிக்கையே** வலுவளவு என்பதாம்.

இரசாயனக் குறியீடுகளை உபயோகிக்கும் காலம் வரும்பொழுது வலுவள வைப் பற்றிய அறிவு பெரும் உதவியாகும்.

மூலக் கூறுகள்

ஓரிரசாயன மாற்றத்திற் பங்குபெறக்கூடிய மிகச் சிறிய மூலகத் துணிக்கையே அணுவென்பது. தனித்துக் கட்டில்லா நிலையில் இருக்கக்கூடிய அணுக்கள் மிகச் சிலவே. அவைதாமும் சாதாரணமாக ஒன்று சேர்ந்து **மூலக் கூறுகளாகும்.**

மூலக் கூறுவது கட்டில்லா நிலையிலே தனித்து நிலைத்திருக்கக் கூடிய மிகச் சிறிய பதார்த்தத் துணிக்கையாம்.

உதாரணமாக, சோடிய **அணு** வொன்று குளோரீன**அணு**வொன்றுடன் சேர்ந்து கறியுப்பின் **மூலக்கூறு** ஒன்று ஆகும். ஒட்சிசனணுவொன்றும் ஐதரசனணுவிரண்டும் சேர்ந்து நீரின் ஒரு **மூலக்கூறாகும்.** காபனணுவொன்றும் ஒட்சிசனணுவிரண்டுஞ் சேர்ந்து காபனீரொட்சைட்டின் ஒரு **மூலக்கூறாகும்.** ஒரு பதார்த்தத்தின் ஒரு மூலக் கூற்றிலுள்ள அணுக்கள் வெவ்வேறு வகையினவாயின், அப்பதார்த்தம் ஒரு **சேர்வையேயாம்.** ஒரு பதார்த்தத்தின் மூலக் கூற்றிலுள்ள அணுக்களெல்லாம் ஒரேவகையினவாயின், அப்ப தார்த்தம் ஒரு **மூலகமாம்.** உதாரணமாக, ஐதரசன் மூலக்கூறும் ஒட்சிசன் **மூலக்கூறும் இவ்விரண்டு அணுக்களாலானவை.**

இரசாயனக் குறிகள்

ஒவ்வொரு மூலகத்துக்கும் ஒவ்வொரு பெயருண்டு, வசதி நோக்கி ஒவ்வொரு குறியும் உண்டு. ஒரு மூலகத்தின் ஆங்கிலப் பெயரேனும் இலத்தின் பெயரேனுங் கொண்டுள்ள முதலெழுத்தே அம்மூலகத்தின் குறியாய்ப் பொதுவாக வழங்கும். உதாரணமாக, **காபனுக்கு (Carbon) C** உம், **நைதரசனுக்கு (Nitrogen) N** உம், **கந்தகத்திற்கு (Sulphur) S** உம், **ஐதரசனுக்கு (Hydrogen) H** உம், **அயடீனுக்கு (Iodine) I** உம், **ஒட்சிசனுக்கு (Oxygen) O** உம், **பொசுபரசிற்கு (Phosphorus) P** உம், **பொற்றுசியத்திற்கு (Kalium) K** உம் குறிகளாம்.

இனி, பல மூலகங்களின் பெயர்கள் ஒரே எழுத்தொடு தொடங்குமாயின் இரண்டெழுத்துக்கள் உபயோகிக்கப்படும். உதாரணமாக **கல்சியம் (Calcium) Ca, குளோரீன் (Chlorine) Cl, கோபாற்று (Cobalt) Co, மகனீசியம் (Magnesium) Mg, மங்கனீசு (Manganese) Mn, நிக்கல் (Nickel) Ni,** நாகம் **(Zinc) Zn, பிளாற்றினம் (Platinum) Pt, அலுமினியம் (Aluminium) Al, சோடியம் (Natrium) Na, இரும்பு (Ferrum) Fe, செம்பு (Cuprum) Cu வெள்ளி (Argentum) Ag, பொன் (Aurum) Au, அந்திமனி (Stibium) Sb, வெள்ளீயம் (Stannum) Sn, இரசம் (Hydrargyrum) Hg,** என்றவாறும்.

இரசாயனச் சமன்பாடுகளிலேயே இக்குறிகள் உபயோகிக்கத்தக்கன வென்றறிக. அவை மூலகங்களைக் குறிக்குஞ் சுருக்கக் **குறிகளல்ல.** ரூபா 1 என்பது பணத்தை, அல்லது செல்வத்தைக் குறியாதிருப்பது போல், **Pb** என்னுங் குறி, ஈயத்தைக் குறிக்கும் பொதுக் குறியாகாது ; **ஈயவணு வொன்றைக்** குறித்து நிற்கும்.

இரசாயனக் குறியீடுகள்

அடுத்தபடியாக, இக்குறிகளைக் கொண்டு **மூலக் கூறுகளைக்** குறித்தல் **வேண்டும்.** உதாரணமாக, ஒட்சிசனின் ஒரு மூலக் **கூறனது** ஈரணுக்களைக் கொண்டுள்ளதாகையால் அதன் **குறியீடு** O_2என்று **குறிக்கப்படும்.** இவ்வாறே Cl_2 குளோரீன் மூலக்கூறு **ஒன்றனைக்**

குறிக்கும். (சேர்க்கையுருத குளோரீனணுக்கள் இரண்டினை 2Cl குறிக்கும். ஒவ்வொன்றும் ஈரணுக்களாலாய இரு குளோரீன் மூலக் கூறுகளை $2Cl_2$ குறிக்கும்). சோடியவணுவொன்றும் குளோரீனணுவொன்றுஞ் சேர்ந்த சோடியங் குளோரைட்டின் மூலக் கூறொன்றை Nacl குறிக்கும். கல்சியமணுவொன்றுங் காபனணுவொன்றும் ஒட்சிசனணு மூன்றும் சேர்ந்துண்டான கல்சியம் காபனேற்றை $CaCO_3$ குறிக்கும். **காபனேரொட்சைட்டின்** ஒரு மூலக் கூற்றிற் காபனணுவொன்றும் ஒட்சிசனணுவொன்றும் உளவாதலின் அதற்குரிய குறியீடு CO ஆகும். **காபனீரொட்சைட்டின்** மூலக் கூறொன்றனது காபனணுவொன்றும் ஒட்சிசனணுவிரண்டுஞ் சேர்ந்துள்ளதாதலின், அதன் குறியீடு CO_2 ஆகும். இந்நூல் வரிசையில் வழங்கப்படும் சேர்வைகளுக்குக் குறியீடுகள் அமைக்குமாற்றை ஆசிரியர் உமக்கு விளக்குவர்.

அணு நிறைகள்

தாற்றனுடைய அணுக் கொள்கைப்படி ஒரே மூலகத்தின் அணுக்களெல்லாம் ஒரே நிறை உடையனவாயும் நிறையளவில் ஏனை மூலகங்களின் அணுக்களோடு வேறுபட்டனவாயும் உள்ளன. **தனியணு** மிக நுண்ணியதாதலின் அதனுடைய நிறையை அளக்க விஞ்ஞானிகள் முயன்றாரல்லர். ஆயின் மூலகங்களுள் மிக இலேசான **ஐதரசனின் அணுவிலும் மற்றை மூலகங்கள் ஒவ்வோன்றினதும் அணு எத்தனை மடங்கு பாரமானதெனக்** கண்டு, அட் மூலகங்களின் **சார்பணு நிறைகளை** அவர்கள் துணிந்தனர். ஆதலின் ஒரு மூலகத்தின் அணு நிறையானது, அதன் இரசாயனச் சமவலு போன்று, ஒரு **விகிதமே**யாம். அதாவது,

$$\text{அணுநிறை} = \frac{\text{மூலகத்தின் ஓரணுவினது நிறை}}{\text{ஐதரசனின் ஓரணுவினது நிறை}}$$

உதாரணமாக, ஒட்சிசனணு ஒன்றினது நிறை ஐதரசன் அணுவொன்றினது நிறையின் 16 மடங்கு ஆதலின், **ஐதரசனின் அணு நிறை 1** ஆக இருக்க, **ஒட்சிசனின் அணு நிறை 16 ஆகும்.** கந்தகத்தின் அணு நிறை 32 என்று கூறும்போது, கந்தகவணுவொன்றை நிறுத்துவிட்டோம் என்பது கருத்தன்று. கருத்து என்னவெனில், கந்தகவணு ஒன்றினது நிறை ஐதரசணு ஒன்றுடைய நிறையின் 32 மடங்கு அல்லது ஒட்சிசன் அணு ஒன்றினுடைய நிறையின் 2 மடங்கு என்பதேயாம். சாமானிய மூலகங்களின் அணுநிறையட்டவணை ஒன்று 398 ஆம் பக்கத்திற் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

ஒரு மூலகத்தின் ஒரெளிய**வலுவளவு, சமவலுநிறை, அணுநிறை** என்னும் மூன்றும் தொடர்புடையன என்றும், அணு நிறை சமவலு நிறைக்குச் **சமம்,** அன்றேல் அதனெளிய மடங்காகும் என்றுங் கற்றுள்ளோம்.

அதாவது, **அணு நிறை=சமவலு நிறை×வலுவளவு** என்று அறிந்துள்ளோம். ஆனமையினால், செப்பமாகச் சமவலு நிறையை முதலிற் கண்டு, (எப்பொழுதும் 1 இற்கும் 8 இற்கும் இடையிலுள்ள முழு வெண்ணான) வலுவளவையும் பின்னர்க் கண்டு ஒன்றை ஒன்றாற் பெருக்கி அணு நிறையைத் துணிகின்றோம்.

அணு நிறை அட்டவணை

தமிழ்ப் பெயர்	இலத்தீன் பெயர்	குறி	சமவலு நிறை	வலுவளவு	அணுநிறை
1 அலுமினியம்		Al	9	3	27
8 கல்சியம்		Ca	20	2	40
9 காபன்		C	3	4	12
13 செம்பு	குப்பிரம்	Cu	31·8 ; 63·6	1 ; 2	63·6
10 குளோரீன்		Cl	35·5	1	35·5
5 ஐதரசன்		H	1	1	1
3 இரும்பு	பெரம்	Fe	28 ; 18·67	2 ; 3	56
4 ஈயம்	பிளம்பம்	Pb	207 ; 103·5 ; 51·75	1 ; 2 ; 4	207
18 மகனீசியம்		Mg	12·5	2	24·3
2 இரசம்	ஐதராச்சிதம்	Hg	200·6 ; 100·3	1 ; 2	200·6
15 நைதரசன்		N	4·67 ; 2·8	3 ; 5	14
6 ஒட்சிசன்		O	8	2	16
16 பொசுபரசு		P	10·33 ; 6·2	3 ; 5	31
17 பொற்றாசியம்	கேலியம்	K	39	1	39
12 சிலிக்கன்		Si	7·075	4	28·3
14 சோடியம்	நேத்திரியம்	Na	23	1	23
7 கந்தகம்	சம்பர்	S	16 ; 8 ; 5·33	2 ; 4 ; 6	32
19 வெள்ளீயம்	தானம்	Sn	59·5 ; 29·75	2 ; 4	119
11 நாகம்		Z	32·7	2	65·4

மூலக்கூற்று நிறைகள்

ஒரு சேர்வையின் **மூலக்கூற்று நிறை,** அதன் மூலக்கூறு ஒன்றனிலுள்ள அணுக்களுடைய நிறைகளின் கூட்டுத்தொகையேயாம். உதாரணமாக, சோடியத்தின் அணுநிறை 23 உம் குளோரீனின் அணு நிறை 35·5 உம் ஆதலின், சோடியங் குளோரைட்டின் ($NaCl$ இன்) மூலக்கூற்று நிறை $23+35·5=58·5$ என்பதாம். H_2SO_4குறியீடுடைய சல்பூரிக்கமிலத்தின் மூலக் கூற்று நிறை ($H=1$, $S=32$, $O=16$ ஆனமையின்,) $(1\times2)+32+(16\times4)=98$ ஆகும்.

மூலக்கூற்று நிறைக்குப் பிறிதொரு வகையாகவும் விவரணம் கூறலாம். ஒரு சேர்வையின் மூலக்கூறொன்று ஐதரசனணுவொன்றிலும் இத்தனை மடங்கு பாரமானதெனும் எண்ணிக்கையே அச்சேர்வையின் மூலக்கூற்று நிறையாம்.

அதாவது,

$$\text{மூலக்கூற்று நிறை} = \frac{\text{சேர்வையின் மூலக்கூறென்றினது நிறை}}{\text{ஐதரசணணு ஒன்றினது நிறை}}.$$

இரசாயனச் சமன்பாடுகள்

அணுக்களையும் மூலக்கூறுகளையும் குறிக்கக் குறியீடுகளை நாம் உபயோகிப்பதுபோல் **இரசாயன மாற்றங்களையும்** அல்லது **இரசாயனத் தாக்கங்களையும் இரசாயனச் சமன்பாடுகள்** கொண்டு காட்டலாம். உதாரணமாக, ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தில் நாகங் கரையும் போது ஐதரசன் வெளிப்பட, நாகச் சல்பேற்று எஞ்சிநிற்றல் காணலாம். இத்தாக்கத்தைப் பின்வருமாறு காட்டலாம் :

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து நாம் அறியக் கூடியன :

(அ) சமன்பாட்டிலிருந்து கண்டுபிடிக்கவியலாத சில நிபந்தனைகள் நிறைவேறின், நாகமுஞ் சல்பூரிக்கமிலமும் ஒன்றையொன்று தாக்க, நாகச் சல்பேற்றும் ஐதரசனும் உண்டாகும் ;

(ஆ) நாகத்தின் மூலக்கூறு ஒன்றும் சல்பூரிக்கமிலத்தின் மூலக்கூறென்றும் ஒன்றையொன்று தாக்க, நாகச் சல்பேற்று மூலக்கூறென்றும் ஐதரசன் மூலக்கூறென்றும் உண்டாகும் ;

(இ) நாகம், ஐதரசன், ஒட்சிசன், கந்தகம் என்பனவற்றின் அணு நிறைகள் முறையே 65,1,16,32 ஆதலின் 65 கிராம் (இருத்தல், தொன்) நாகமும் 98 கிராம் (இருத்தல், தொன்) சல்பூரிக்கமிலமுஞ் சேர்ந்து 161 கிராம் (இருத்தல், தொன்) நாகச் சல்பேற்றும் 2 கிராம் (இருத்தல், தொன்) ஐதரசனும் உண்டாகுமாறு அவை ஒன்றையொன்று தாக்குகின்றன.

$$\begin{array}{llll} Zn + & H_2SO_4 \rightarrow & ZnSO_4 + & H_2 \\ & 2+32+64 & 65+32+64 & \\ 65 = & 98 & = 161 & 2 \end{array}$$

(எனவே, அணு நிறைகளை அறிவோமேயாயின், இரசாயன மாற்றத்திற் பங்கு பெறும் பதார்த்தங்களின் அளவுகளைக் கணித்தறியலாம்.)

இரசாயனத் தாக்கம் நிகழ்வதற்கு எவ்வெந் நிபந்தனைகள் வேண்டும் என்பதைச் சமன்பாட்டிலிருந்து அறிதல் முடியாது. உதாரணமாக, சூடாக்கல் வேண்டுமோ வேண்டாமோ, அமிலம் செறிந்ததாக இருத்தல் வேண்டுமோ அன்றி ஐதானதாக இருத்தல் வேண்டுமோ, தாக்கத்தின் கதி எவ்வளவு, ஊக்கியொன்று வேண்டுமோ என்பன போன்ற வினுக்களுக்குச் சமன்பாட்டிலிருந்து விடைகள் காண்பது சாத்திய

மன்று. எனவே, இரசாயனத் தாக்கங்களைப் பயிலுகையில், அவற்றுக் குரிய சமன்பாடுகளை மாத்திரம் ஞாபகத்தில் வைத்திருத்தல் போதாது. பலவற்றை அவை எடுத்துக் கூறினும் எல்லாவற்றையும் கூறுவனவல்ல.

இத்தகைய சமன்பாடுகளில் அம்புக்குறியையேனும் (→) சமன் பாட்டுக் குறியையேனும் (=) பயன்படுத்தலாம். அம்புக் குறியானது தாக்க மொன்று வழக்கமாக ஒரு குறித்த திசைநோக்கி நிகழ்ந்து கொண்டிருப்பதைக் காட்டுமாதலின் கூடிய செவ்வைப்படி உடையதென லாம். எனினும் சமன்பாட்டின் இருபுறத்துமுள்ள ஒவ்வொரு மூலகத்தின தும் அணுவெண்ணிக்கைகளுக்கிடையே சமநிலை யொன்று உண்டென் பதைச் சமன்பாட்டுக் குறி வற்புறுத்துவதாதலின் அதனையே மேலான தென்று உபயோகிப்பாரும் உளர்.

இதுவரையுங் கற்ற தாக்கங்களின் சமன்பாடுகள் [1]

சூடாக்கும் போது இரும்பு கந்தகத்துடன் சேருவதைக் காட்டுஞ் சமன் பாடு :

$$Fe + S = FeS$$

காற்றில், அன்றேல் ஒட்சிசனிற் சில மூலகங்கள் எரியும் போது நிகழுகின்ற இரசாயன மாற்றங்களைப் பின்வரும் சமன்பாடுகள் காட்டும் :

$S + O_2 = SO_2$; $C + O_2 = CO_2$; $2Mg + O_2 = 2MgO$; $2Ca + O_2 = 2CaO$; $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$; $3Fe + 2O_2 = Fe_3O_4$

(அயக்காந்தக்கல்)

பொற்றுசியங் குளோரேற்றைச் சூடாக்கி ஒட்சிசனை உண்டாக்குவதைக் காட்டுஞ் சமன்பாடு $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$ என்பதாம். மங்கனீசீ ரொட்சைட்டை ஊக்கியாக உபயோகித்தால் அதைச் சமன்பாட்டிற் காட்ட வேண்டியதில்லை. அது இரசாயனத் தாக்கம் முடிவுற்ற பின்னரும் முன்னிருந்தது போலவே மாற்றமேதும் அடையாதிருப்பதாற் சமன்பாட் டின் இரு பக்கங்களிலும் அதைக் காட்டவேண்டும். ஆனால், அப்படி இருபக்கங்களிலும் அதைக் காட்டுவதனாற் சமன்பாடு விரியுமேயன்றி, வேறு பயன் இன்று.

$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ என்பது நீரின் **பகுப்பைக்** காட்ட, $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ என்பது நீரின் **தொகுப்பைக்** காட்டும். இவ்விரு மாற்றங்களையும் ஒரு சமன் பாட்டிற் காட்டவேண்டுமாயின், அதை $2H_2 + O_2 \rightleftarrows 2H_2O$ என்று எழுதுக. இதன் கருத்து இம்மாற்றம் **மீளத்தக்கது** என்பதே.

பின்வருஞ் சமன்பாடுகள் ஒரு மூலகத்தைப் பிறிதொரு மூலகம் பெயர்த் தலைக் காட்டுவன :

$Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$ (செப்புச்சல்பேற்றிலிருந்து, செம்பை இரும்பு பெயர்த்தல்)

[1] இச்சமன்பாடுகளை முதலாம் இரண்டாம் நூல்களிற் பதிந்துகொள்க.

$Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu$ (செப்புச்சல்பேற்றிலிருந்து, செம்பை நாகம் பெயர்த்தல்)

$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$ (சல்பூரிக்கமிலத்திலிருந்து, ஐதரசனை நாகம் பெயர்த்தல்)

$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$ (சல்பூரிக்கமிலத்திலிருந்து, ஐதரசனை இரும்பு பெயர்த்தல்)

$Mg + H_2SO_4 = MgSo_4 + H_2$ (சல்பூரிக்கமிலத்திலிருந்து, ஐதரசனை மகனீசியம் பெயர்த்தல்)

$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$ (ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்திலிருந்து, ஐதரசனை நாகம் பெயர்த்தல்)

$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2$ (ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்திலிருந்து, ஐதரசனை இரும்பு பெயர்த்தல்)

$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$ (சோடியம் நீரைத் தாக்குதல்)

$2K + 2H_2O = 2KOH + H_2$ (பொற்றுசியம் நீரைத் தாக்குதல்)

$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2$ (கல்சியம் நீரைத் தாக்குதல்)

$Mg + H_2O = MgO + H_2$ (மகனீசியம் கொதி நீராவியைத் தாக்குதல்)

$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$ (செஞ்சூடான இரும்பு கொதி நீராவியைத் தாக்குதல்)

பின்வருஞ் சமன்பாடுகள், இரண்டாம் நூலிற் பயின்ற இரசாயனத் தாக்கங்களைக் காட்டுவன :

$$CaCO_3 = CaO + CO_2 \qquad CaO + H_2O = Ca(OH)_2;$$
$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2;$$
$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftarrows Ca(HCO_3)_2;$$
$$4HCl + MnO_2 = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2;$$
$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O;$$
$$KOH + HNO_3 = KNO_3 + H_2O;$$
$$PbO + 2HNO_3 = Pb(NO_3)_2 + H_2O;$$
$$ZnCO_3 + H_2SO_4 = ZnSO_4 + CO_2 + H_2O;$$
$$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O.$$

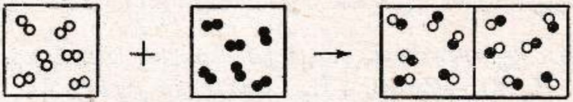
கேலூசாக்கின் கனவளவு விதி

வாயுக்களுக்கிடையே நிகழும் இரசாயனத் தாக்கங்களை நாம் கற்கும்போது, **அவை எப்போதுங் கனவளவுப்படி எளியவிகிதசமமாக ஒன்று சேருதல்** காண்போம். உதாரணமாக, 2 கனவளவு ஐதரசன் ஒரு கனவளவு ஒட்சிசனுடன் சேர்ந்து 2 கனவளவு கொதி நீராவியாகும். 1 கனவளவு

ஐதரசனும் 1 கனவளவு குளோரீனுஞ் சேர்ந்து 2 கனவளவு ஐதரசன் குளோரைட்டு ஆகும். 1 கனவளவு நைதரசன் 3 கனவளவு ஐதரசனுடன் சேர்ந்து 2 கனவளவு அமோனியாவாயு உண்டாகின்றது. இவ்விதமாக வாயுக்கள் எல்லாம் தம்முள் ஒன்றேடொன்று சேருமிடத்து ஒரு கனவளவு வாயு அதே அளவான, அன்றேல் அதன் இரு மடங்கு, மும்மடங்கு, நான்மடங்கு எனுமிவற்றுள் ஒன்றுய அளவான வேறெரு வாயுவுடன் சேருமேயன்றி விகார விகிதமாகச் சேரா. பிரான்சிய இரசாயனவறிஞர் **கேலுசாக்கு** என்பவர் 1808 ஆம் ஆண்டளவில் வாயுக்களுக்கிடையிலே நிகழும் பல தாக்கங்களை ஆராய்ந்தறிந்து கொண்ட முடிபாவது **வாயுக்கள் ஒன்று சேரும்போது கனவளவுப்படி ஒன்றுக்கொன்று எளிய விகிதமாயும் பெறப்படும் வாயு விளைவிற்கு எளிய விகிதமாயுஞ் சேரும்** என்பதாகும்.

அவகாதரோவின் விதி

ஒன்றுசேரும் வாயுக்களின் கனவளவுகளுக்கிடையேயுள்ள எளிய தொடர்பினை அவகாதரோவின் விதி விளங்கவைக்கும். அவ்விதி கூறுவதாவது சமகனவளவான வாயுக்களெல்லாவற்றிலும் (ஒரே வெப்பநிலையிலும் ஒரே அமுக்கத்திலும்) சமவெண்ணிக்கையான மூலக்கூறுகள் உண்டென்பதே 1811 ஆம் ஆண்டளவில் இத்தாலிய இரசாயனவறிஞர் **அவகாதரோ** வெளிப்படுத்திய இக்கொள்கையானது இரசாயனத் தாக்கங்கள் எவ்வாறு நிகழுமென்பதை விளக்குகின்றது. உதாரணமாக, 1 கனவளவு ஐதரசனும் 1 கனவளவு குளோரீனுஞ் சேர்ந்து 2 கனவளவு ஐதரசன் குளோரைட்டாதல் காணலாம். அவகாதரோவின் விதிப்படி, **சமகனவளவான வாயுக்கள் ஒரே எண்ணிக்கையான மூலக்கூறுகளைஉடையனவாதலின்,** ஐதரசன் **மூலக்கூறு ஒன்று** குளோரீன் **மூலக்கூறு ஒன்றுடன்** சேர்ந்து இரண்டு ஐதரசன் குளோரைட்டு மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன (உருவம் 2 இனைப் பார்க்க)



உருவம் 2. வாயுக்கள் ஒன்று சேரும் கனவளவுகள்

ஆகவே, ஐதரசன் குளோரைட்டு மூலக்கூறு ஒன்று ஐதரசன் **மூலக்கூறென்றின் பாதியும்** குளோரீன் **மூலக்கூறென்றின் பாதியுஞ்** சேர்வதாற் பெற்றதெனலாம். எனவே, ஐதரசன் **மூலக்கூறுங்** குளோரீன் **மூலக்கூறுந்** தனித்தனி **இரண்டு அணுக்களையேனுங்** கொண்டனவாதல்வேண்டும். இக்கொள்கை தாற்றனினின் அணுக் கொள்கையையும் கேலுசாக்

3——R 6038 (11/59)

கின் சேர்கனவளவு விதியையுந் தொடர்புறுத்துகின்றது. இவற்றிலிருந்து இரசாயன மாற்றங்களிற் பங்குபெறுகின்ற கனவளவுகளையும் இரசாயனச் சமன்பாடுகள் காட்டுமென்பது புலப்படுகின்றது.

உதாரணமாக :

N_2	+	$3H_2$	→	$2NH_3$
1 கனவளவு		3 கனவளவு		2 கனவளவு
H_2	+	Cl_2	→	$2HCl$
1 கனவளவு		1 கனவளவு		2 கனவளவு
$2H_2$	+	O_2	→	$2H_2O$
2 கனவளவு		1 கனவளவு		2 கனவளவு

நியமக் கனவளவு (கிராம்—மூலக்கூற்றுக் கனவளவு)

சமகனவளவான வாயுக்கள் எல்லாஞ் சமவெண்ணிக்கையான மூலக் கூறுகளைக் கொண்டுளவாதலின், சம கனவளவான அவ்வாயுக்களினுடைய நிறைகள் மூலக்கூற்று நிறைகளுக்கு நேர்விகிதசமமாகும். ஆகவே, **பொது வெப்நிலையமுக்கங்களில்** (0° ச. உம் 760 மி. மீ. இரசமும்) **எவ்வாயு வின் கிராம் மூலக்கூற்று நிறையும் ஒரே கனவளவைக்** (22·2 இலீற்ற ரைக்) **கொண்டதாகும்.**

பொ.வெ.அ. இல் (பொது வெப்பநிலை அமுக்கங்களில்) ஓரிலீற்றர் ஐதர சனினது நிறை 0·09 கிராம் என்று பரிசோதனைகள் காட்டியுள்ளன. ஐதரசனின் மூலக்கூற்று நிறை 2 ஆதலின், 2 கிராம் ஐதரசன் பொ.வெ.அ. இல் $\frac{1 \times 2}{0 \cdot 09} = 22 \cdot 2$ இலீற்றர்க் கனவளவுடையதென்பது பெறப் படுகின்றது.

எனவே, அவகாதரோவின் விதிப்படி **பொ. வெ. அ. இல், யாதும் ஒரு வாயுவின் ஒரு கிராம்** மூலக்கூற்றுக் கனவளவு 22·2 இலீற்றராம்.

இவ்வுண்மை இரசாயனக் கணிப்புக்குப் பெரிதும் பயன்படும். உதாரண மாக, $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$ என்னுந் தாக்கத்தில் 65 கிராம் நாகமும் 98 கிராம் சல்பூரிக்கமிலமும் ஒன்றையொன்று தாக்க 161 கிராம் நாகச்சல்பேற்றும் 2 கிராம் அல்லது **22·2 இலீற்றர் ஐதரசனும்** (பொ.வெ.அ. இல்) உண்டாகின்றன என்பது இவ்வளவில் நன்கு விளங்கும். ஆகவே, **இரசாயனச் சமன்பாடுகள், தாக்கங்களில் பங்குபெறும் (பொ. வெ. அ. இலுள்ள) வாயுக்களின் கனவளவுகளையும் காட்டுகின்றன.**

ஒரு வாயுவின் ஆவியடர்த்தியானது அவ்வாயுவின் குறிக்கப்பட்ட கன வளவின் நிறைக்கும் (அதே வெப்பநிலை அமுக்க நிபந்தனைகளில் அளக் கப்பட்ட) ஐதரசனின் நிறைக்கும் உள்ள விகிதமாகும். இவ்விரு வாயுக் களின் சமகனவளவுகளும் சம எண்ணிக்கையான மூலக்கூறுகளை

யுடையனவாதலின், முதலாவது வாயுவின் வாயுவடர்த்தியானது, அதன் மூலக்கூறு ஐதரசனின் மூலக்கூற்றிலும் எத்தனை மடங்கு பாரமானது என்பதைக் குறிக்கும். ஐதரசனின் மூலக்கூற்று நிறை 2 ஆதலினால் எவ்வாவுவின் மூலக்கூற்று நிறையும் அவ்வாயுவின் ஆவியடர்த்தியின் இருமடங்காகும்.

ஒட்சிசயேற்றமுந் தாழ்த்தலும்.

ஒட்சிசனோடு ஒரு பதார்த்தஞ் சேருவதை **ஒட்சியேற்றம்** என்பர். ஒரு பதார்த்தத்திலிருந்து ஒட்சிசன் அகற்றப்படுதலாகிய இதன் மறுதலையான மாற்றந் தாழ்த்தல் எனப்படும். உதாரணமாக ஈயத்தைக் காற்றில் வைத்துச் சூடாக்க அது ஈயவொட்சைட்டாகும்.

$$2Pb + O_2 \rightarrow 2PbO$$

இங்கு ஈயம் ஈயவொட்சைட்டாகின்றமையால் இச்செய்கை ஒட்சியேற்றமெனப்படும். இதற்குமாறாக ஈயவொட்சைட்டை மரக்கரிக் கட்டி ஒன்றன் மீது வைத்து (ஊது துருத்திச் சுவாலையில்) சூடாக்க அதனில் இருந்து ஒட்சிசன் அகற்றப்பட்டபின், ஈயவுலோகம் எஞ்சிக்கிடக்கும்.

$$PbO + C = Pb + CO$$

இது ஈயவொட்சைட்டை ஈயமாகுமாறு தாழ்த்தல் ஆகும். இங்கு காபன் **தாழ்த்துங் கருவியாகத்** தொழிற்படுகின்றது. பெரும்பாலும் ஐதரசனே தாழ்த்துங் கருவியாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. உதாரணமாக :

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

சிலவகைகளில் ஐதரசன் உள்ளபடி ஒட்சிசனை எடுக்காது மற்றைப் பதார்த்தத்தோடு தான் சேர்ந்து கொள்ளுவதும் உண்டு. அப்படி ஐதரசன் சேருவதுந் **தாழ்த்தலின்** பாற்படும். உதாரணமாக ஐதரசனையுங் கந்தகத்தையும் ஒருங்கு சூடாக்க ஐதரசன் சல்பைட்டு (கந்தகஞ் சேரை தரசன்) உண்டாகின்றது.

$$H_2 + S = H_2S$$

ஒட்சிசன் மலியவுள்ளனவாய் அதனை எளிதிற் கொடுத்துதவும் பதார்த்தங்களே பெரும்பாலும் ஒட்சியேற்றுங் கருவிகளாம். உதாரணங்கள் : பொற்றுசிய நைத்திரேற்று—KNO_3, நைத்திரிக்கமிலம்—HNO_3, மங்கனீசீரொட்சைட்டு—MnO_2, பொற்றுசியம் பரமங்கனேற்று—$KMnO_4$, பொற்றுசியமிருகுரோமேற்று—$K_2Cr_2O_7$, ஐதரசன் பரவொட்சைட்டு—H_2O_2, ஈயம்பரவொட்சைட்டு—PbO_2.

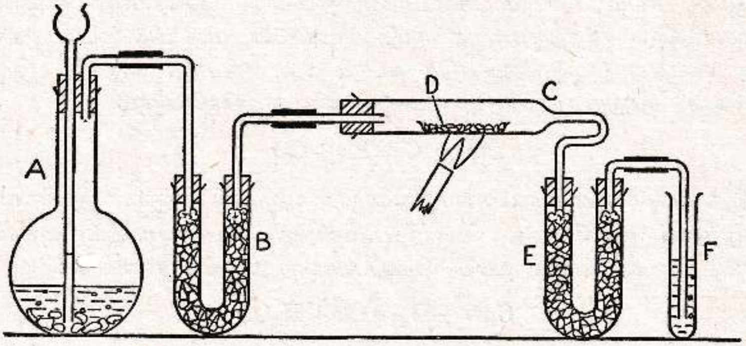
ஒட்சிசன்மாட்டுப் பெருங்கவர்ச்சியுள்ள பதார்த்தங்களே பெரும்பாலுந் தாழ்த்துங் கருவிகளாம். உதாரணங்கள் : ஐதரசன், காபன், காபனோரொட்சைட்டு—CO, கந்தகவீரொட்சைட்டு—SO_2.

ஒட்சியேற்றம் பின்வரும் மூவழிகளுள் ஒன்ருல் நிகழத்தக்கது.

(அ) **ஒரு மூலகத்துக்காயினும் சேர்வைக்காயினும் ஒட்சிசனை நேராகக் கூட்டல்.** உதாரணம் : கந்தகத்தைக் காற்றில் எரித்துக் கந்தகவீரொட்சைட்டாக்கல்.

(இ) **ஐதரசனைக் கொண்டுள்ள சேர்வையிலிருந்து அவ்வைதரசனை அகற்றல்.** உதாரணம் : ஐதரசன்சல்பைட்டினது முற்ருத் தகனத்தின் வழி கந்தகமும் நீராவியும் உண்டாதல் (33–34 ஆம் பக்கங்களைப் பார்க்க).

(உ) **ஒரு மூலகத்தின் வலுவளவை அதிகரிக்கச் செய்தல்** (நேராக ஒட்சிசன் கூட்டல், அன்றேல் ஐதரசனகற்றல் இங்கு நிகழ்வதில்லை ; உதாரணமாக, பெரசுச்சல்பேற்றை ($FeSO_4$ இனை) பெரிக்குச் சல்பேற்ருக $Fe_2(SO_4)_3$ மாற்றும்போது, இரும்பின் வலுவளவு இரண்டிலிருந்து மூன்ருக அதிகரித்தல்.



(அ)

உருவம் 3(a). நீரினது அமைப்பை நிறை பற்றிக் காணல்

ஒட்சியேற்றலுக்கு மறுதலையான **தாழ்த்தலும்** மூவழிகளுள் ஒன்றின் வழி நிகழத்தக்கது.

(அ) **ஒட்சைட்டிலிருந்து ஒட்சிசனை அகற்றல்.** உதாரணம் : மரக்கரித்துண்டத்தின் மீது ஈயவொட்சைட்டைச் சூடாக்கும்போது இது நிகழும்.

(இ) **ஒரு மூலகத்துக்காயினும் சேர்வைக்காயினும் நேராக ஐதரசனைக் கூட்டல்.** உதாரணம் : ஐதரசன் கந்தகத்தோடு நேராகச் சேர்ந்து ஐதரசன் சல்பைட்டாதல்.

(உ) **ஒரு மூலகத்தின் வலுவளவைக் குறைத்தல்.** உதாரணம் : பெரிக்குச் சல்பேற்றை $Fe_2(SO_4)_3$, பெரசுச் சல்பேற்ருக $FeSO_4$ மாற்றும்போது, இரும்பின் வலுவளவு மூன்றிலிருந்து இரண்டாகத் தாழ்த்தப்படும்.

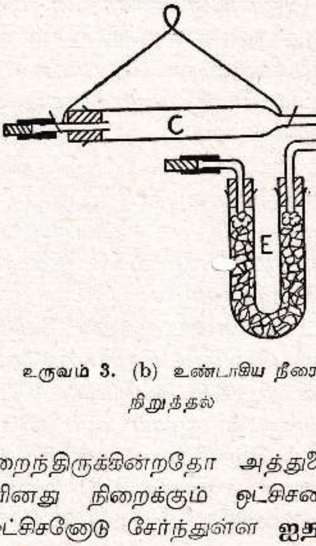
நீரினது அமைப்பை நிறை பற்றிக் காணல்.

கருஞ் செப்பொட்சைட்டுக்கு (குப்பிரிக்கொட்சைட்டுக்கு) ஐதரசனூட்டி வெப்பம் ஏற்றிஞல் அதனிலுள்ள ஒட்சிசன் ஐதரசனேடு சேர்ந்து நீராகமாற,

உலோகச் செம்பு எஞ்சி நிற்கும். அதாவது, ஐதரசனானது செப்பொட்சைட்டைச் செம்பாகத் தாழ்த்த, செப்பொட்சைட்டிலுள்ள ஒட்சிசனானது அவ்வைதரசனுக்கு அது நீராகும்படி ஒட்சியேற்றுகின்றது. இத்தாக்கம் நீரின் அமைப்பை நிறைபற்றிக் கண்டறிதற்கு இசைவான ஒரு வழியைக் காட்டுகின்றது. அன்றியும் அது ஒரே பரிசோதனையால் ஒட்சிசனின் இரசாயனச் சமவலுவையும் (சமவலுநிறையையும்) செம்பினது சமவலுநிறையையுங் கண்டறிய உதவுகின்றது.

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

உருவம் **3** **(a)** காட்டுகின்ற ஆய்கருவியை உபயோகித்து, கலன் **A** இனுள் நாகமுஞ் சல்பூரிக்கமிலமுங் கொண்டு ஐதரசனை உண்டாக்கலாம். இவ்வாறுண்டாகும் ஐதரசனை உருக்கிய கல்சியங் குளோரைட்டுள்ள உலர்த்து குழாய் **B** இனூடாகப் போக்கி உலர்த்துக. இவ்வாறுலர்த்தப்பட்ட ஐதரசனை, நிறுக்கப்பட்ட செப்பொட்சைட்டுக் கொண்ட பீங்கான் வள்ளம் **D** இனுள்ளிருக்கும் வன்கண்ணடிக் குழாய் **C** இனூடு போக்குக. குழாய் **C** இனைச் சூடாக்க வெப்பம் ஏறும். செப்பொட்சைட்டை ஐதரசன் செம்பாகத் தாழ்த்தும். அப்பொழுது உண்டாகும் நீரானது உருக்கிய கல்சியங்குளோரைட்டைக் கொண்ட குழாய் **E** இனுள் அகப்படும். பரிசோதனையின் பேறாகக் குழாய்கள் **C** உம் **E** உம் நிறையில் எத்துணை கூடியிருக்கின்றனவோ அத்துணை நிறையான **நீரே** உண்டாகியிருக்கும்.



உருவம் 3. (b) உண்டாகிய நீரை நிறுத்தல்

வள்ளம் **D** இனது நிறை எத்துணை குறைந்திருக்கின்றதோ அத்துணை நிறையான **ஒட்சிசன்** அந்நீரிலுண்டு. நீரினது நிறைக்கும் ஒட்சிசனது நிறைக்குமுள்ள வித்தியாசம், அந்நீரில் ஒட்சிசனோடு சேர்ந்துள்ள **ஐதரசனின்** நிறையாகும்.

முதற்கண் பீங்கான் வள்ளத்தைப் புடக்குகைக் குறட்டாற் பற்றிப் பிடித்துச் சுவாலையில் உலர்த்துக. உலர்த்தியபின் அதை ஈரமுலர்த்தியினுள் வைத்து ஆறவிட்டு (கிட்டிய 0·001 கிராமுக்கு) நிறுக்க. இந்த நிறையைக் கீழே காணப்படும் (1) இற் குறிக்க. கருஞ்செம்பொட்சைட்டால் வள்ளத்தை அரைவாசிக்கு நிரப்பிச் சில நிமிடங்களுக்கு அதை உலர்த்தி ஈரமுலர்த்தியினுள் ஆறவைத்தெடுத்து நிறுக்க. அவ்வாறு செய்ய நிறையை (2) இற் குறிக்க. குழாய்கள் **C** இனையும் **E** இனையுந் தக்கைகளுங் கண்ணடிக் குழாய்களும் உட்படச் சேர்த்து, தராசிற் கம்பிக் கொளுக்கியாற் தொங்கவைத்து நிறுக்க (உருவம் 3 (b) இந்நிறையைக்

கீழே (7) இற் குறிக்க. குழாயொன்று $\frac{1}{2}$ அங்குல ஆழத்துக்குள்ள செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தைக் கொண்ட சோதனைக் குழாய் **F** இனுள்ளே தாழப் புகுந்திருக்கிறது. இது வளிமண்டலத்திலிருக்கின்ற நீராவியானது உலர்த்துங் குழாய் **E** இனுட் புகாவண்ணம் தடுத்து நிற்கின்றது. இச் சோதனைக் குழாயினுட் குமிழிகள் எழுகின்றதிலிருந்து ஐதரசன் வெளிப்போகும் வேகத்தை அறியலாம். மிகையாகவுள்ள ஐதரசன் நெருப் புப் பிடித்து வெடிக்காமற் பாதுகாக்கவும் இது பயன்படுகின்றது. (**A** இலிருந்து ஐதரசன் எழுந்து கொண்டிருக்க **F** இற் குமிழி தோன்று வாயின், ஆய்கருவியானது காற்றுப்புகாவகை இறுக்கங் கொண்டதன் றெனபதறிக).

ஏறக்குறைய 100 க.ச.மீ. ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தை (6N) (ஊக்கியாகத் தொழிற்படுதற்குச் சிறிதளவான செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலைக் கலந்து) **A** இனுள்ளே நாகத்தின் மீதூற்றுக. அப்பொழுது அங்கிருந்து இடை யறுது ஐதரசன் நெடுநேரம் உண்டாகிக் கொண்டிருக்கும். (வெடித்தல் நிகழக்கூடுமாதலின் பாதுகாப்புக்காகக் கலன் **A** இனையும் உலர்த்துங் குழாய் **B** இனையும் தூசுதுவட்டி ஒன்றினால் மூடுக). ஆய்கருவியினுள் இருக்குங் காற்று முழுவதையும் ஐதரசன் பெயர்த்துவிட்டதென்று உமக் குத் தோன்றும்போது, வெளிவருகின்ற வாயுவைச் சிறு சோதனைக் குழாய் ஒன்றனுள் ஏந்திப் பெற்று அதைக் கொளுத்துக. அமைதியாக அது எரியுமாயின் சுடரடுப்பொன்றைப் பற்றவைத்து அதுகொண்டு வன் கண்ணடிக் குழாய் **C** இனைச் சூடாக்குக. தொடக்கத்திலே தீவிரமாகச் சூடேற்றுதொழிக. இவ்வாறு சூடாக்குந் தோறும் சுவாலையை ஓயாது ஆட்டிக்கொண்டிருத்தல் வேண்டும். கருஞ்செப்பொட்சைட்டு முழுவதும், செங்கபில நிறச் செம்பாகத் தாழ்த்தப்பட்டிருப்பதைக் கண்டதும், சூடாக்கு தலை நிறுத்தி, உண்டான செம்பை, **ஐதரசனேட்டத்திற்** குளிரவிடுக. வன் கண்ணடிக் குழாய் ஆறி விட்டதும் வள்ளத்தை (ஒரு கம்பிக் கொளுக்கி யால்) வெளியே எடுத்து நிறுத்து, அதனுடைய நிறையை (3) இற் குறிக்க. பின்னர், குழாய்கள் **C** இனூடும் **E** இனூடும் காற்றைச் செலுத்தியபின் அவற்றையும் நிறுத்து வந்த நிறையை (8) இற் குறிக்க.

வெறும் வள்ளம் – நிறை	= கிராம் (a)
வள்ளம் + செப்பொட்சைட்டு (பரிசோதனைக்கு **முன்**) – நிறை	= கிராம் (b)
வள்ளம் + உலோகச் செம்பு (பரிசோதனையின் **பின்**) – நிறை	= கிராம் (c)
ஆதலின், செப்பொட்சைட்டு – நிறை $(b-a)$	= கிராம் (d)
ஆதலின், உலோகச்செம்பு – நிறை $(c-a)$	= கிராம் (e)
ஆதலின், ஒட்சிசன் – நிறை $(d-e)$ அல்லது $(b-c)$	= கிராம் (f)
பரிசோதனைக்கு **முன்பு** குழாய்கள் **C** உம் **E** உம் நிறை	= கிராம் (r)
பரிசோதனையின் **பின்பு** குழாய்கள் **C** உம் **E** உம் நிறை	= கிராம் (s)
ஆதலின், உண்டான நீர் – நிறை $(s-r)$	= கிராம் (t)
ஆனல், இந்நீரினுள்ள ஒட்சிசன் – நிறை $(b-c)$	= கிராம் (f)
இந்நீரினுள்ள ஐதரசன் – நிறை $(t-f)$	= கிராம்

எனவே,..........கிராம் நீரில்..........கிராம் ஐதரசனும்........ கிராம் ஒட்சிசனும் உண்டு.

ஆதலின், 100 கிராம் நீரில்..........கிராம் ஐதரசனும்........ கிராம் ஒட்சிசனும் உண்டு[1].

இப்பரிசோதனை..........கிராம் ஒட்சிசன்........கிராம் செம்புடன் சேருகின்றதெனக் காட்டுகின்றது.

ஆதலின், 8 கிராம் ஒட்சிசன்..........கிராம் செம்புடன் சேருகின்றது. 8 கிராம் ஒட்சிசன் 1 கிராம் ஐதரசனுடன் சேருமாதலின் செம்பின் இரசாயனச் சமவலு (ஈடு)..........ஆகும்

(இவ்வதிகாரத்துக்குரிய எண்கணக்குகளுக்கும் பிறபயிற்சிகளுக்குப் **பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சி நூல் 2** இல், 148—57 வரையான பக்கங்களை பார்க்க).

[1] நீரானது 11·1% ஐதரசனையும் 88·9% ஒட்சிசனையுங் கொண்டுள்ளதென, மிகக் கவனமாகச் செய்த பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன. அதாவது 8 கி. ஒட்சிசன். 1 கி. ஐதரசனுடன் சேரும் —எனின், ஒட்சிசனின் இரசாயனச் சமவலு 8 என்பதாம்.

அதிகாரம் 2

முக்கியமான சில மூலகங்களும் அவற்றின் சேர்வைகளும்

புவியோட்டிலே தொண்ணூறுக்கு மேற்பட்ட மூலகங்கள் உள. இவற்றுள் மூன்றிலோர் எண்ணிக்கையானவையேனும் மனிதனுக்கு முக்கியமானவை. எனினும், இத் தொடர்நூலில் இவற்றுட் சிலவற்றைப் பற்றியே—நைதரசன், கந்தகம், காபன் என்பவற்றைப் பற்றியே—விரிவாகக் கற்போம். மற்றை மூலகங்கள், சேர்வைகள் பற்றி இந் நூற்றொடரிற் பிறவிடத்துக் காண்க.

நைதரசனின் சேர்வைகள்

அமோனியா

அமோனியமுப்பொன்றை ஒரு காரத்தோடு கலக்க வருங்கலவையைச் சூடாக்கி அமோனியாவை உண்டாக்கலாம். பரிசோதனைச் சாலைகளிலே பெரும்பாலும் அமோனியங்குளோரைட்டையுங் கல்சியமைதரொட்சைட்டையும் உபயோகிக்கின்றனர்.

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O + 2\ NH_3$$

அமோனியா நீரிற் கரையுமியல்புடைய வாயுவாதலின், அதை நீரின் மேற் சேர்த்தெடுத்தல் இயல்வதன்று. காற்றிலும் அது நொய்தாதலின், கீழ்முகப் பெயர்ச்சியால், உருவம் 4 காட்டுவது போல், அதைச் சேர்த்தெடுக்கலாம். **உலர்வான** அமோனியா வேண்டுமாயின், அதை நீறுத சுண்ணம்பு கொண்ட உலர்த்துங் குழாயினூடு செலுத்திப் பெறல் வேண்டும்.

2 கிராம் அமோனியங் குளோரைட்டை 4 கிராம் நீறிய சுண்ணம்போடு கலந்து, வருங் கலவையை ஒரு சோதனைக் குழாயினுள் இடுக. (**கவனம் !** சோதனைக் குழாயினுட் கலவையைத் திணிக்கலாகாது). சோதனைக் குழாயை ஒரு பிடிகருவியில் வைத்துச் சரிவாகப் பூட்டி மென்மையாக அதற்கு வெப்பமேற்றுக. இன்னொரு சோதனைக் குழாயினுட்செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலத் துளிகள் சில பெய்து, அக் குழாயின் வாயினுக்குக் குறுக்காகப் போக்கு குழாய்க்கு நேரே ஊதுக.

அமோனியா வெளிவரத் தொடங்கும் போது நிகழ்வது என்ன ?

. . . .

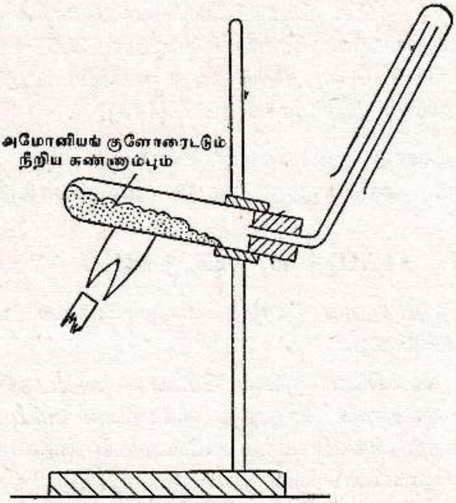
என்ன உண்டாகின்றது ?

. . . .

இத்தாக்கத்துக்குச் சமன்பாடெழுதுக . . . .

உருவம் 4 காட்டுவது போல அமோனியாவைத் தலைகீழாக வுள்ளவொரு சோதனைக் குழாயினுட் சேர்த்தெடுக்க

முதலாங்குழாய். இக்குழாயினுள் அமோனியா நிறைந்தவுடன் (அப்பொழுது போக்கு குழாயின் வாய்க்கருகிற் செம்பாசிச் சாயத்துண்டுத் தாளொன்றைப் பிடிக்க, அது நீலநிறமுடையதாக மாறும்) அதன் வாயைப் பெருவிரலால் மூடுக. அவ்வண்ணமாக அதை நீர்கொண்ட வொரு சிறு கிண்ணத்துட் கவிழ்த்துப் பெருவிரலை நீரினுள்ளிருந்து வெளியே எடுக்க.



உருவம் 4. அமோனியா ஆக்கல்

நிகழ்வதென்ன ? ....

ஏன் ? ....

குழாயினுள்ளிருக்குந் திரவத்தைச் செம்பாசித்தாள்கொண்டு சோதிக்க.

அங்குண்டாகியிருப்பது என்ன ? ....

இரண்டாம் குழாய். இவ் வாயுவைக் கொண்ட குழாயொன்றைப் பற்றவைத்த மரக்குச்சொன்று கொண்டு சோதிக்க.

அமோனியா எரியுமா ? ....

அமோனியா தகனத்துணையாகுமா ? ....

அமோனியாவின் இயல்புகள்

அமோனியாவானது சிறப்பியல்பான காரமான நாற்றமுடையதும் நிறமேதுமில்லாததுமான ஒரு வாயு. காற்றிலும் அது மிக நொய்தானது. நாமறிந்த

வாயுக்களுள் இதுவே நீரிற்கரையுமியல்பு மிக்கது. சாதாரணவளி மண்டல அமுக்கத்தில், 0°.ச. இல் 1 கன ச.மீ. நீர் ஏறக்குறைய 1300 கன ச.மீ. அமோனியாவைக்கரைக்கும். வெப்பநிலை ஏற, எந்த வாயுவுந் தன் கரையுமியல்பிற் குறையுமாதலின், கரைந்துள்ள அமோனியாவைக் கொதிக்கச் செய்வதால் வெளியேற்றலாம். பரிசோதனைச் சாலையிலே சிறிய அளவாக இவ் வாயுவைப் பெறுதற்கு இது எளிமையான முறையாகும். சாதாரண வெப்பநிலையில், அமோனியாவை 7 வளிமண்டல அமுக்கத்தினால் (சதுர அங்குலம் ஒன்றுக்கு 100 இரு. வீதமான அமுக்கத்தினால்) திரவமாக்கலாம். இவ் வமுக்கத்தை ஒரு வளிமண்டலமளவுக்குக் குறைத்தால், திரவவமோனியா (—34°ச. வெப்பநிலையிலே) கொதிக்கும். அதற்குள்ள ஆவியாதல் மறைவெப்பம் கிராம் ஒன்றுக்கு 300 கலோரிகளாதலின், சிலவகைக் குளிர்ச்சிப் பொறிகளில் அது உபயோகப்படுகின்றது. (3ஆம் புத்தகத்தில் முதலாம் அதிகாரத்தைப் பார்க்க).

அமோனியா தகனத் துணையன்று. காற்றில் அது எரியாதெனினும் **ஒட்சிசனில்** எரியும். அப்பொழுது நைதரசனும் கொதிநீராவியும் உண்டாகின்றன.

$$4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$$

நைதரசனும் ஐதரசனும் சேர்ந்தவொரு சேர்வை அமோனியாவென இத்தாக்கம் காட்டுகின்றது.

சூடாக்கப்பட்ட ஊக்கியொன்றன் மேலாக அமோனியாவுங் காற்றுங் கலந்தவொரு கலவையைச் செலுத்த அக்கலவை எரியும். அப்பொழுது, நீரிற் கரைந்து நைத்திரிக்கமிலமாகு மியல்புடைய நைதரசனொட்சைட்டுக்கள் உண்டாகும். ஒன்றன்பின்னொன்றாகத் தொடர்ந்து நிகழுகின்ற தாக்கங்களின் சிக்கலான தொடரின் முதலிரண்டினையுங் காட்டுஞ் சமன்பாடு பின்வருமாறு :

$$NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$$

இதுவே நைத்திரிக்கமிலத்தைப் பெரும்படியாக உண்டாக்குங் கைத்தொழில் முறையொன்றுக்கு ஆதாரமாகவுள்ளது என்பதைப் பின்னர்க் காண்போம்.

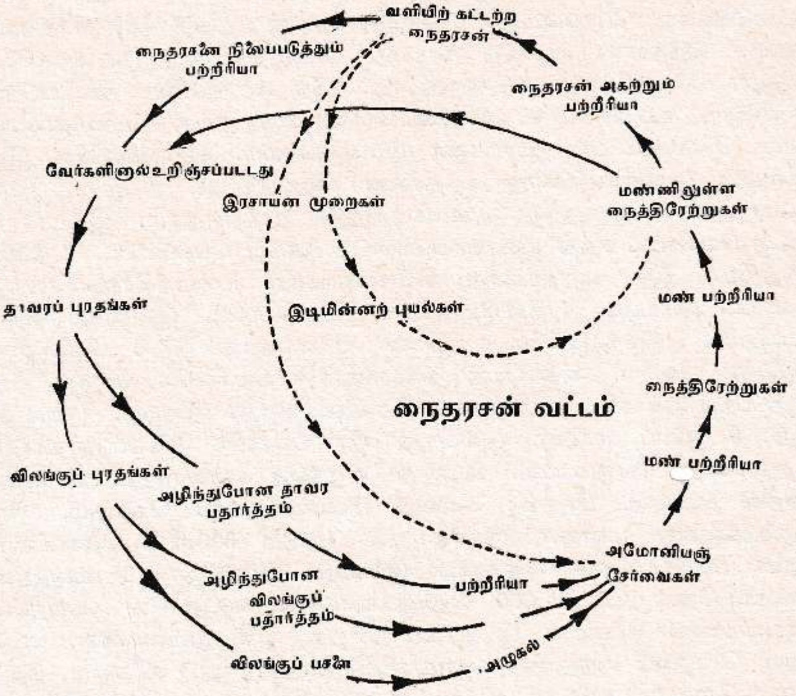
அமோனியாவினது நீர்க்கரைசல் பாசிச்சாயத்தை நீலமாக்கும் ; அமிலங்களோடு தாக்கமுற்று அமோனியமுப்புக்களாகும். ஆதலின், அமோனியாக் கரைசல் ஒரு மூலமாகக் கொள்ளப்படும். அன்றியும், அது அமோனியமைதரொட்சைட்டு NH_4OH, எனுஞ் சேர்வையைக் கொண்டுளதென்றும் அச்சேர்வையில் " அமோனியம் " அணுக்கூட்டமானது (NH_4) உலோகம் போன்று தொழிற்படுமென்றுங் கருதப்படுகின்றது :

$$\underset{\text{மூலம்}}{NH_4OH} + \underset{\text{அமிலம்}}{HCl} \rightarrow \underset{\text{உப்பு}}{NH_4Cl} + \underset{\text{நீர்}}{H_2O}$$

அமோனியா வாயுவையும் அமிலத்தையும் நீர்தோன்றலின்றி நேராகச் சேரவைத்து அமோனியம் உப்புக்களை உண்டாக்கலாம். உதாரணமாக :

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

வர்த்தக அமோனியாவில் ஒரு பகுதி, நிலக்கரி வாயுவைப் பரும்படியாக ஆக்கும்போது பக்கவிளைவாகப் பெறப்படும் (பக்கங்கள் 59—62-இனைப் பார்க்க). ஆயின், இன்று அதன் மூலகங்களைக் கொண்டே அது



உருவம் 5. நைதரசன் சக்கரம்

பெரிதும் ஆக்கப்படும் (ப. 26 இனைப் பார்க்க). அமோனியா சிலவகைக் குளிர்ச்சிப் பொறிகளில் உபயோகிக்கப்படும். ஆயின், வர்த்தக முறையாக ஆக்கப்படும் அமோனியாவிற் பெரும்பாகம் நைத்திரிக்கமிலமாக மாற்றப்படும் ; அல்லது வெடிமருந்துகள், வளமாக்கிகள் ஆகியவற்றைப் பரும்படியாக ஆக்குவதில் உபயோகிக்கப்படும்.

இயற்கையில் நிகழுகின்ற நைதரசன் வட்டத்திலும் அமோனியா பங்கு கொள்ளும்—மண்ணிலுள்ள தாவர விலங்குப் புரதங்கள் பற்றீரியங்களாற் சிதைவடையும்போது அமோனியா தோன்றுவதாதலின். (உரு 5 இனைப் பார்க்க).

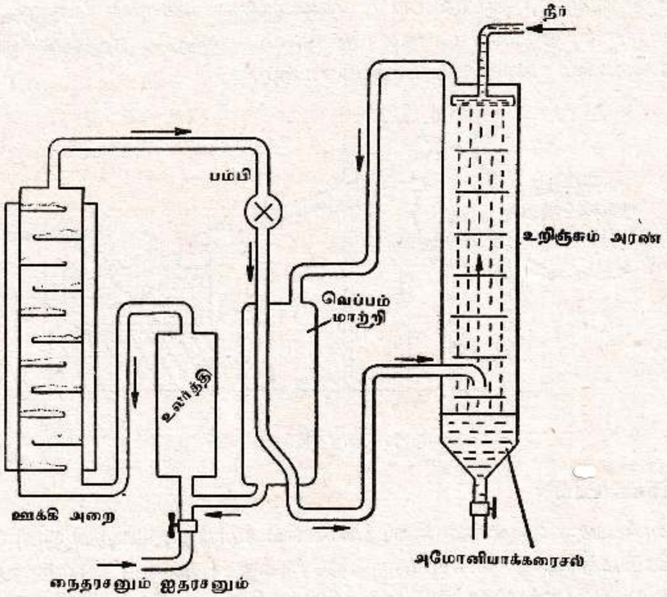
வளிமண்டல நைதரசனை நிலைப்படுத்தல்

சேதனவுயிர்களுக்கு நைதரசன் இன்றியமையாத ஒரு மூலகம். ஆயின், புவியோட்டில் அது அருகியே காணப்படும். தென்னமெரிக்காவில் மழையரிதான சில பாகங்களிலிருந்தே பலவாண்டுகளாக நைத்திரேற்றுக்கள் பெரும்பாலும் பெறப்பட்டன. ஆங்கு பெரும்பெரும் படிவுகளாகச் சோடிய நைத்திரேற்று (சில்லி வெடியுப்பு) காணப்படுகின்றது. இனி, நிலக்கரி வாயுவைப் பரும்படியாக ஆக்கும்போது அமோனியஞ் சல்பேற்று ஒரு பக்கவிளைவாகப் பெறப்பட்டது. இவ்வழி, எமக்கு உதவத்தக்க, சேர்க்கையிலுள்ள நைதரசன் அளவிற் கூடியது. எனினும் குன்றுத அளவிலே நைதரசனை வளிமண்டலங்கொண்டுளது. இந் நைதரசனை நிலைப்படுத்த—எனின், உபயோகமான சேர்வைகளாக மாற்றுதற்கு—வழிவகைகளைக் காண நெடுங்காலமாக இரசாயனர் முயன்றுள்ளார். இயற்கையிலே, இடிமின்னற் புயல்களின்போது நைதரசனை நிலைப்படுத்தல் நிகழும். இங்கு ஒட்சிசனும் நைதரசனுஞ் சேர்க்கையுறுதலே முதற்றுக்கம். இத்தாக்கத்துக்கு வேண்டிய சத்தி மின்னற்பளிச்சீட்டிலிருந்து பெறப்படும். “ நிலைப்படுத்திய ” இந் நைதரசனிற் சிறிதளவானது மழைநீரொடு கலந்து மண்ணை அடையும். (நூல் 2, அதி. 6 இனைப்பார்க்க). இதினுஞ் சிறந்த முறையாக இயற்கையிலே நைதரசன் நிலைப்படுத்தப்படுதல் பிறிதொரு வழியாக நிகழும். அவரையத் தாவரங்களின் வேர்களில் வாழுஞ் சிறு கணுப்பற்றீரியங்களின் தாக்கத்தால் இந்நிலைப்படுத்தல் நிகழும். (நூல் 2, அதி. 6 இனைப் பார்க்க). இவ்வாறு பற்றீரியங்களில் நிலைப்படுத்தப்படும் நைதரசனிற் பெரும்பாகம் விருந்து வழங்கித் தாவரத்துட் சென்று, ஈற்றில் மண்ணுட் சேரும்; அல்லது விலங்குகளுக்குச் செல்லும். சில ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், இங்கிலாந்தில் மட்டும் 600,000 தொன்னளவான, பயன்படத்தக்க நைதரசன் இவ்வழி ஆண்டுதோறும் மண்ணுள் இடப்பட்டதென்றும், 55,000 தொன்னளவான நைதரசனே செயற்கை வளமாக்கிகள் மூலமாக இடப்பட்டதென்றுங் கணித்துள்ளார்கள். எனினும், செயற்கை நைதரசன் வளமாக்கிகள் கமத்தொழில் விளைவை, சிறப்பாக ஐரோப்பாவிலும் அமெரிக்காவிலும் பெரிதுங் கூட்டியுள்ளன. வெடிமருந்துகளை ஆக்குவதிலும் நைதரசன் சேர்வைகள் பெருமளவாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன (ப. 29).

நைதரசனை “ நிலைப்படுத்தற்கு ” இரசாயனர் மூன்று முறைகளைப் புதிது கண்டுள்ளார் :

(1) கல்சியங்காபைட்டை (CaC_2) நைதரசனெடு மின்னுலையிற் சூடாக்க, அது கல்சியஞ்சயனமைட்டு, ஆகும். இதனை நேரே வளமாக்கியாகப் பயன்படுத்தலாம். இச் செய்முறைக்கு மலிவான மின்வலு வேண்டும். எனவே, நயகரா நீர்வீழ்ச்சி போன்றவிடத்து இம்முறை கையாளப்படுகின்றது.

(2) **நோவேயில்** (இங்கு நீர்வலுக்கொண்டு மின்வலுவை மலிவாகப் பெறலாம்) மின்னற் பளிச்சீட்டின் போது இயற்கையாக நைதரசன் "நிலைப் படுத்தப்படுமாற்றைத்" தழுவி, பெரியவொரு மின்வில்லூடாகக் காற்றுச் செலுத்தப்படும். (பக்கம் 351 ஐப் பார்க்க). பெறப்படும் வாயுக்களை விரைவாய்க் குளிரச் செய்யும்போது, அவற்றில் ஏறக்குறைய 1 சத வீத நைத்திரிக்கொட்சைட்டுக் காணப்படும். பின்னர் அவற்றை நெடிய



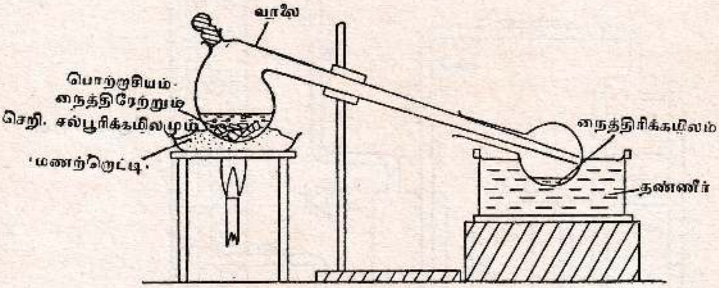
உருவம் 6. வர்த்தக முறை அமோனியாத் தொகுப்பு

அரண்களூடாகச் செலுத்த, அங்கு ஒட்சியேற்றத்தின் வாயிலாக நைதரசன் பரவொட்சைட்டு உண்டாகும். இச்சேர்வை நீரால் உறிஞ்சப்படும்பொழுது நைத்திரிக்கமிலமும் மேலதிகமான நைத்திரிக்கொட்சைட்டும் உண்டாகும். இந்நைத்திரிக்கமிலத்திற் பெரும்பாகம் சுண்ணும்புக் கல்லால் நடுநிலை யாக்கப்பட்டுக் கல்சியநைத்திரேற்றுகும். இது "நோவே வெடியுப்பு" எனும் பெயரொடு விற்கப்படும்.

(3) நைதரசன் சேர்வைகள் இன்று தொகுப்பமோனியாவிலிருந்தே பெரும்பாலும் பெறப்படும். **ஏபர்முறையில்,** நைதரசனையும் ஐதரசனை யும் நேராகச் சேரச் செய்வதால் இத்தொகுப்பமோனியா ஆக்கப்படும். இச்செய்முறைக்கு வேண்டப்படுஞ் சத்தி மிக அற்பமே. ஐரோப்பாவிலும் வட அமெரிக்காவிலும் இம்முறை கையாளப்படுகின்றது. இங்கு, காற்றி லிருந்து நைதரசனும் நீரிலிருந்து ஐதரசனும் பெறப்படும். கவனமாகத்

தூய்தாக்கியபின், இவை சூடாக்கிய ஒருக்கியின் மேலாக (சிற்றளவான வேறுசில பதார்த்தங்களோடு கலந்த இரும்பின் மேலாக), 200 வளி மண்டலவமுக்கத்திற் செலுத்தப்படும். அப்போது நைதரசனும் ஐதரசனும் ஒருங்கு சேர்ந்து அமோனியாவாகும் (உரு. 6 ஐப் பார்க்க).

இத்தொகுப்பமோனியாவிற் பெரும்பாகம் அமோனியஞ் சல்பேற்றாக மாற்றப்படும். நைத்திரேற்றுக்கள் வேண்டுமாயின், அமோனியாவைக் காற்றோடு கலந்து, சூடாக்கப்பட்ட ஒருக்கியின் மேலாகச் செலுத்துவதால் ஒட்சியேற்றி நைத்திரிக்கொட்சைட்டாக்கலாம். இந்த நைத்திரிக் கொட்சைட்டானது நோவே முறைப்படி பரிகரிக்கப்படும்.



உருவம் 7. நைத்திரிக்கமிலம் ஆக்கல்

நைத்திரிக்கமிலம்

பரிசோதனைச் சாலைகளில் (சிலவேளைகளில் வர்த்தகமுறையிலும்) **செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தோடு சோடியநைத்திரேற்றை** (அல்லது பொற்றுசியநைத்திரேற்றை) சூடாக்குவதால் நைத்திரிக்கமிலம் **உண்டாக்கப்படும்.**

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

உயர்ந்த வெப்பநிலைகளிலே சல்பூரிக்கமிலத்திலுள்ள ஐதரசன் முழுவதையுஞ் சோடியம் பெயர்த்துவிட்டு அதனிடத்தைக் கொள்ள, **நேர்ச்சோடியஞ் சல்பேற்றுண்டாகின்றது.**

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HNO_3$$

ஆனால், நைத்திரிக்கமிலத்தின் பெரும்பாகம் இவ்வேற்றமான வெப்பநிலையிற் பிரிகையுறுகின்றது. ஆதலின், மட்டான வெப்பத்தையே உபயோகித்து முதலாம் படியில் தாக்கம் நிறுத்தப்படும். இவ்வாறுக்கப்படுகின்ற சோடியமைதரசன் சல்பேற்றானது ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தையுஞ் சோடியஞ் சல்பேற்றையும் பரும்படியாக ஆக்குவதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

$$NaCl + NaHSO_4 \rightarrow HCl + Na_2SO_4$$

தொகுப்பு முறைப்படி, அதாவது தொகுப்பமோனியாவை ஒட்சியேற்றி, நைத்திரிக்கமிலத்தை ஏராளமாக இக்காலத்தில் உண்டாக்குகின்றனர்.

பரிசோதனைச் சாலைகளிலுள்ள பொருட்களுட் செறிந்த நைத்திரிக்கமிலம் அதி அபாயமானது. ஆதலின், உருவம் **7** இற் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணத்தைக்கொண்டு, வடிகலனுள் **15** கிராம் நைத்திரேற்றையும் **25** க.செ.மீ. செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தையும் வைத்து நைத்திரிக்கமிலத்தை ஆக்குமாற்றை ஆசிரியர் தாமே காட்டுவர்.

நைத்திரிக்கமிலத்தின் இயல்புகளை **2** ஆம் புத்தகத்தின் **3** ஆம் அதிகாரத்தில் ஏலவே விளக்கியுள்ளோம்.

நைதரசன் ஒட்சைட்டுக்கள்

குறைந்தபட்சம் ஐவேறு ஒட்சைட்டுக்கள் நைதரசனிலிருந்து உண்டாகின்றன. நைதரசனும் ஒட்சிசனும் சேர்ந்த இவ்வைந்து சேர்வைகளும் பலவிகிதசம விதிக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுக்களாகின்றன. (பக்கங்கள் **3–5** வரை பார்க்க). அவற்றில் நைதரசனும் ஒட்சிசனுஞ் சேர்ந்துள்ள சார் விகிதசமம் பின்வருமாறு :

		நைதரசன்	ஒட்சிசன்
நைதரசொட்சைட்டு (நைதரசனேரொட்சைட்டு)	N_2O	14	$8=1\times8$
நைத்திரிக்கொட்சைட்டு (நைதரசனீரொட்சைட்டு)	NO	14	$16=2\times8$
நைதரச நீரிலி (நைதரசன் மூவொட்சைட்டு)	N_2O_3	14	$24=3\times8$
நைதரசன் பரவொட்சைட்டு (நைதரசன் நான் கொட்சைட்டு)	N_2O_4	14	$32=4\times8$
நைத்திரிக்கு நீரிலி (நைதரசனையொட்சைட்டு)	N_2O_5	14	$40=5\times8$

இவற்றுள் மிகக் குறைந்த அளவு ஒட்சிசனைக் கொண்ட ஒட்சைட்டை முதலாகக் கொண்டு முறையே நோக்கின் **14 கிராம் நைதரசனேடு சேருகின்ற ஒட்சிசன் எட்டெட்டுக் கிராம் நிறையாக ஏறியேறிப்போகக் காணலாம்.**

<u>**நைதரசொட்சைட்டு**</u>.—உட்சுவாசித்தல் உணர்ச்சியின்மையை உண்டாக்குந் தன்மையுடையதாதலின், நைதரசொட்சைட்டைப் பல்வைத்தியர் ஒரோவழி உபயோகிக்கின்றனர். அமோனிய நைத்திரேற்றைச் சூடாக்குவதால் அது உண்டாக்கப்படுகின்றது ;

$$(NH_4).NO_3 \rightarrow 2H_2O + N_2O$$

இது சற்றே இன்மணமுடைய நிறமற்றவொரு வாயு. ஒட்சிசனைப் போன்று, செஞ்சூடான மரக்குச்சைப் பற்றியெரியச் செய்யும். ஆனால் ஒட்சிசனைப்போன்று நைத்திரிக்கொட்சைட்டுடன் சேர்ந்து கபிலநிறப் புகையினை அது உண்டாக்குவதில்லை (பின்னுற் காண்க).

நைத்திரிக்கொட்சைட்டு.—சம கனவளவான நீர்கலந்துள்ள செறிந்த சாதாரண நைத்திரிக்கமிலங்கொண்டு செம்பைப் பரிகரிப்பதால் நைத்திரிக் கொட்சைட்டைப் பெறலாம் :

$$3\,Cu + 8\,HNO_3 \longrightarrow 3\,Cu(NO_3)_2 + 2\,NO + 4\,H_2O$$

நைத்திரிக்கொட்சைட்டு ஒட்சிசனோடு எளிதாகச் சேர்ந்து நைதரசன்பரவொட் சைட்டென்னும் கபிலநிறப் புகையாகுமொரு நிறமற்ற வாயு :

$$2\,NO + O_2 \rightarrow 2\,NO_2$$

நைதரசன் பரவொட்சைட்டு.—ஈய நைத்திரேற்றைச் சூடாக்குவதால் நைதரசன் பரவொட்சைட்டை மிக எளிதாக உண்டாக்கலாம் :

$$2\,Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2\,PbO + 4NO_2 + O_2$$

நைதரசன் பரவொட்சைட்டை அதனோடு கலந்துள்ள ஒட்சிசனிலிருந்து பிரித்தெடுக்க வேண்டுமாயின், அக்கலவையை உறைகலவையினுட் புதைக் கப்பட்டவோர் குழாயினூடு செலுத்த, நைதரசன் பரவொட்சைட்டுத் திரவ மாக ஒடுங்கும்.

வெடிபொருள்கள்

பிரமாண்டமான அமுக்கத்தோடு தாக்கி வெடிக்கவல்ல வெப்பமேறிய பெருங்கணியமான வாயுக்களை இரசாயனத் தாக்கத்தாற் சடுதியாக உண்டாக்குகின்ற பதார்த்தங்களே வெடிபொருள்கள் எனப்படும் வெடியுப் பெனப்படும்.

பொற்றசியம் நைத்திரேற்றும் கந்தகமும் காபனும் (மரக்கரியுங்) கலந் துள்ளவொரு கலவையாகிய துவக்கு வெடிமருந்தே மிகப் பழைய வெடி பொருளென்றறிக. வெளியான ஓரிடத்தில் வைத்ததற்கு நெருப்பு வைத் தால் பிரபையான சுடர்விட்டு அது எரியும். ஆனால், அடைக்கப்பட்ட வோரிடத்தில் வைத்து அதைக் கொழுத்தினால் அது வெடிக்கும்.

துவக்கு வெடிமருந்துக்குப் பதிலாக இக்காலஞ் சேதனவுறுப்புப் பொருட் களை நைத்திரிக்கமிலங்கொண்டு தாக்கவுண்டாகும் நைத்திரோச் சேர்வை கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. கிளிசரீனை நைத்திரிக்கமிலந் தாக்கவுண்டா கும் நைத்திரோக்கிளிசரீன் இதற்கோர் இனம்வழுவா எடுத்துக்காட்டாகும். நைத்திரோக் கிளிசரீனென்பது சடுதியான அதிர்ச்சி தாக்க, உக்கிரமாக வெடிக்குமோர் எண்ணெய் மயமான வழுவழுத்த திரவமென்றறிக. நுண்டு ளையுள்ள மண்ணுவது நைத்திரோக் கிளிசரீனை உறிஞ்ச உண்டாகுங் கலவையாகிய தைனமைற்று அவ்வளவு அபாயமானதன்று. பஞ்சை நைத் திரிக்கமிலத்தாற்றாக்க உண்டாகும் வீறுள்ள வெடிபொருளை வெடிபஞ்சு என்பர். நைத்திரோக் கிளிசரீனும் வெடிபஞ்சுங் கலந்துள்ள கலவையை தகர்வெடியூன்பசை என்பர். வெடிபஞ்சும் நைத்தரோக் கிளிசரீனும் வசி லினும் (பெற்றேலியக் குழம்பு) கலந்துள்ள கோடைற்று என்னுங் கலவை தோட்டாச் செய்வதற்கு உபயோகிக்கப்படும் அபாயம் அதிகம் இல்லாத வொரு வெடிபொருளாகும்.

பெருந்துவக்குக்களுக்கு உபயோகிக்கப்படுகின்ற வெடிபொருள்கள் இரு வகையின. (1) ஒருவகை, மற்றதனோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்குமளவில், மெல்லவாக எரிந்து துவக்கின் குழாயைப் பிளக்காது குண்டை வெளியே செலுத்துகின்ற துவக்கு மருந்துங் கோடைற்றும் போன்ற உந்தும் வகையாகும். (2) மற்றது, தீவிரமாக எரிந்து குண்டானது இலக்கை அடைந்தவுடன் அதைத் தகர்த்தெறியுந் தன்மையுடைய மு. நை. தொ. (முந்நைத்திரோத் தொலுயீன்) இனைப் போன்ற வீறுடைய வெடியுப்பினமாகும். இவ்வின வெடிபொருள்களுக்கு நெருப்பு மூட்டினுல் அவை வெடிப்பதில்லை. அவை தொழிற்படச் செய்யவேண்டுமாயின் மெல்லிய அதிர்ச்சியைக் கொடுத்தல் வேண்டும்.

கந்தகமும் அதன் சேர்வைகளும்

சிசிலி, இத்தாலி, யப்பான், ஐசுலாந்து போன்ற நாடுகளில், எரிமலைத் தொழிற்பாடுள்ள பிரதேசங்களிற் பூமியின் மேற்பரப்புக்கணித்தாய்க் கீழே கந்தகமுண்டு. அமெரிக்கவைக்கிய நாட்டிலுள்ள உலூசியானு என்னுமூரிற் பூமிக்குள் 700 அடி முதல் 900 அடி வரையான ஆழத்திற் கந்தகப்படிவு இருக்கின்றது. இப்படிவு எரிமலைத் தொழிற்பாட்டால் உண்டாயதென்று கொள்ளுதற் கிடமில்லை.

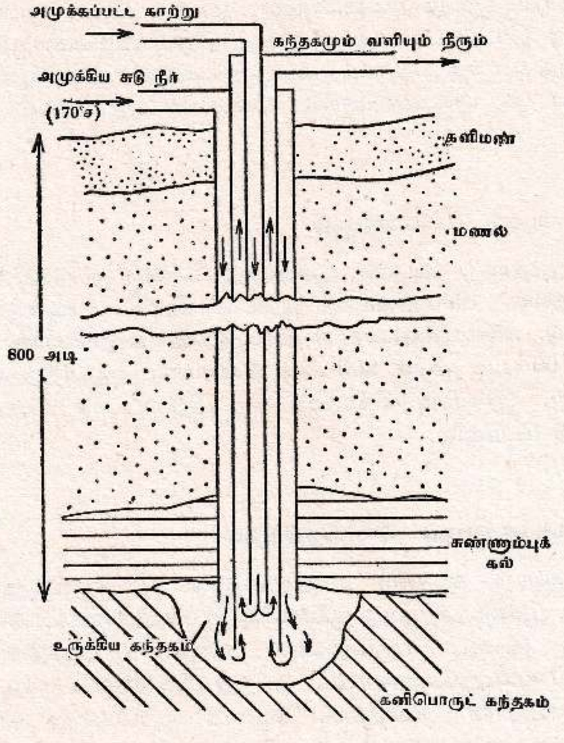
எரிமலைக் கந்தகத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்

சிசிலி நாட்டிற் கந்தகம் மண்ணுடனுங் கற்பாறையுடனுங் கலந்து காணப்படும். இக்கந்தகத்தாது சூளைகளில் இடப்பட்டு உருக்கப்படும்—எரியூட்டி உருக்குதலே இங்குப் பெருவழக்காய் உளது. கந்தகத்தின் ஒருபாகம் (ஏறக்குறைய மூன்றுலொருபாகம்) எரிந்து மிகுதியை உருக்கும். உருகிய கந்தகஞ் சாய்வான தளத்தின் மேலாக ஓடிச்சென்று அதற்கென்று வைக்கப்பட்டிருக்கும் அச்சுக்களுள் விழுந்து திண்மமாகும். இதுவொரு விரயமான முறைபோலத்தோற்றினும் மரக்கரியிலும் விறகிலுஞ் சிசிலி நாட்டிற் கந்தகமே மலிவான எரிபொருளென்றறிக.

எரிபொருள் மலிந்த நாடுகளிலே பண்படுத்தப்படாத கந்தகத்தைக் காய்ச்சிவடித்து மேலுந் தூய்தாக்குவர். அதை இரும்பு வாலைகளில் உருக்கிக் கொதிக்க வைப்பர். அப்பொழுது எழுகின்ற ஆவியைச் செங்கல் அறைகளுட் செலுத்துவர். அவ்வாறு செய்ய, அறை குளிர்ந்திருக்கும் போது மென்மையானவொரு மங்கலான மஞ்சணிறமுள்ள பூக்கந்தகம் என்னுந் தூளாக அது ஒடுங்கிப் படியும். பின்னர், அறை சூடாக அது கந்தகத்திரவமாகும். இத்திரவத்தை அச்சுக்களுட் செலுத்தி உருளை வடிவான கோல்களாக்குவர். இதனை உருளைக்கந்தகம் என்பர்.

அமெரிக்கநாட்டுக் கந்தகத்தைப் பிரித்தெடுத்தல்

பூமியினுள் மிக்க ஆழத்திற் கந்தகங் கிடக்கின்ற நாடாகிய உலூசியானு வில் (பிராசு என்பவராற் புதிது காணப்பட்ட) **பிராசுமுறைப்படி** அக்கந்தகம் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றது. முறையே 1 அங்., 3 அங்., 6 அங்., 10 அங்.

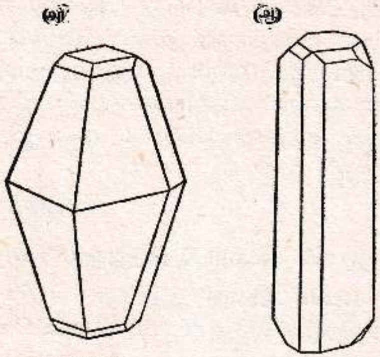


உருவம் 8. கந்தகத்தைப் பிரித்தெடுத்தற்கு பிராசுவின் முறை

விட்டமுள்ள நான்கு குழாய்கள், ஒன்றினுள்ளொன்றாக, நிலத்தினுள்ளே புதைக்கப்படுகின்றன. (உருவம் 8 இனை எளிதாக்கும் பொருட்டு 10 அங். குழாய் அங்கு குறிக்கப்படவில்லை.) கந்தகத்தை உருக்குதற்காகப் புறத்தே யுள்ள இரு குழாய்களினூடே, 170°ச. வரை மிகவெப்பமேற்றப்பெற்ற சுடுநீர் பாய்ச்சப்படுகின்றது. அதன்பின்னர், நடுக்குழாயான 1 அங்குலக் குழாயினூடே, அமுக்கப்பட்ட காற்றை ஊதி உட்போக்குவர். அப்பொழுது வெந்நீருங் கந்தகத்திரவமுங் கொண்ட கலவை 3 அங்குலக் குழாயி னூடு வெளியே தள்ளப்பட்டு வரும். இப்படிப் பிராசு முறைப்படிப் பெறப் படுகின்ற கந்தகம் 99 சதவீதத்துக்கு மேற்பட்ட தூய்மையுடையதாகையால் மேலும் அதைத் தூய்தாக்க வேண்டியதில்லை.

புறவேற்றுமையான கந்தக வடிவங்கள்

கந்தக மூலகமானது பல்வேறு வடிவங்களிற் காணப்படும். இவை புறவேற்றுமைத் திரிவுகள் எனப்படும். உருளைக் கந்தகத்தைக் காபனிரு சல்பைட்டிற் கரைத்து ஆவியாகவிட்டாற் சாதாரணமான கந்தகப் பளிங்குகள் (α – கந்தகம்) உண்டாகும் (உருவம் 9 (அ)). இந்தக் கந்தகமானது கந்தகத்தின் புறவேற்றுமை வடிவங்களுள் ஒன்று. சாதாரணமான வெப்ப நிலையில் அது உறுதியாக நிலைத்துநிற்குந் தன்மையினது. வேற்றுமையான ஏனை வடிவங்களோ சில காலஞ்செல்ல β – கந்தகமாக மாறுந்தன்மையின.



உருவம் 9.—(அ) α–கந்தகப் படிகம் ; (ஆ) β–கந்தகப்படிகம்.

திரவக் கந்தகங் குளிர்ந்து பளிங்காகும்போது, β கந்தகமெனும் **ஊசிக் கந்தகம்** உண்டாகும். உருளைக் கந்தகத்தைப் பெரிய ஒரு புடக்குகையினுள் வைத்துருக்கி, அதன் மேற்பரப்பிற் பொருக்குண்டாகுமட்டும் அதைக் குளிரவிட்டு, கந்தகத்தை ஆசிரியர் உமக்கு ஆக்கிக் காட்டுவர். இப்பொருக்கினூடு இருதுவாரங்களைத் துளைத்து இன்னுந் திரவமாகவே இருக்கின்ற கந்தகத்தை வெளியே ஊற்றிப் பொருக்கை நீக்க, ஒளிபுகவிடுமியல்புள்ள ஊசிவடிவமான β கந்தகப் பளிங்குகள் குகையினுள்ளே நிரையாக நிற்கக் காணலாம். (உருவம் 9 (ஆ) இனைப் பார்க்க.) சில நாட்கள் செல்ல இப் பளிங்குகள் நொறுங்கிச் சிறிய α – கந்தகப் பளிங்குகளாக மாறும்.

பிளாத்திக்குக் கந்தகமென்னும் வேறொரு வடிவக் கந்தகமும் உண்டு. கந்தகத்தை அதன் கொதிநிலையாகிய 444°ச. இனை அணுகுமாறு வெப்பமேற்ற, சூடான திரவக் கந்தகம் உண்டாகும். இதனைக் குளிர்ந்த நீரினுள்ளே தாரையாக ஊற்ற, கைவிரல்களாற் பிசையக்கூடிய நீள் சத்தியுள்ள பிளாத்திக்குக் கந்தகத்தின் இழைகள் உண்டாகும். இவ் வடிவக் கந்தகம் உறுதிநிலையற்றது ; அது நொறுங்குந் தன்மையும் வன்மையும் அடைந்து மெல்ல மெல்ல α கந்தகமாக மாறும்.

கந்தகத்தின் உபயோகங்கள்

அன்றன்றை வாழ்க்கையிற் கந்தகமென்னும் மூலகம் முக்கியமான வோரிடம் பெறுகின்றது. எளிதாக எரியுந் தன்மையுடையதாதலின், வாணங்கள், துவக்கு வெடிமருந்து, தீக்குச்சு என்பனவற்றை உண்டாக்க அது உபயோகப்படுகின்றது. இறப்பரை வற்கனேற்றுச் செய்ய (வன்மை

யுடையதாக்க) பெருமளவான கந்தகம் உபயோகப்படுகின்றது. பண்படுத்தா இறப்பரையுங் கந்தகத்தையும் கலந்து சூடாக்கக் கந்தகம் எவ்வளவு கூடவிருக்கின்றதோ, அவ்வளவு கடினமான இறுதி விளைவும் மாறும். இவ்வாறு, 30 சதவீதக் கந்தகத்தைக்கொண்டு கடினமாக்கப்பெற்ற இறப்பரை வற்கனைற்று (அல்லது எபனைற்று) என்பர். பங்கசின் வளர்ச்சியால் உண்டாகுந் தாவர நோய்களுக்கு (மனிதனுடைய உடற்றோலில் உண்டாகும் நோய்களுக்குத்தானும்) பங்கசு கொல்லி மருந்தாகக் கந்தகம் ஏராளமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. சில தாவர விலங்குப் புரதங்களிலுங் கந்தகம் உண்டு: இவ்வழி, அது உயிர்வாழ்க்கைக்கும் அவசியமாதல் காண்க.

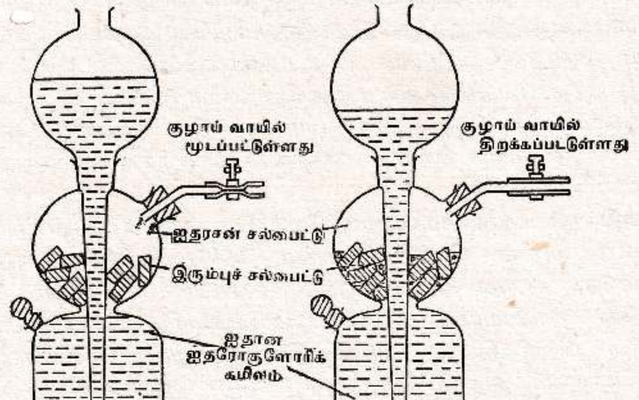
கந்தகச் சேர்வைகள்

ஐதரசன் சல்பைட்டு (கந்தகஞ்சேரைதரசன்) H_2S

சல்பைட்டுக்களை ஐதான அமிலத்தாற்றுக்கப் பழுதுபட்ட முட்டையின் நாற்றமுள்ள ஐதரசன் சல்பைட்டென்னும் நச்சுவாயு உண்டாகும். உதாரணமாக:

$$FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S$$

கந்தகங்கொண்ட புரதங்கள் பற்றீரியத்தாக்கத்தாற் சிதைவுறும்போதும் ஐதரசன் சல்பைட்டு உண்டாகின்றது.



உருவம் 10. கிப்பின் ஆய்கருவி

மேற்காட்டிய சமன்பாட்டின்படி இரும்புச் சல்பைட்டை ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தாற் றுக்கிப் பரிசோதனைச் சாலைகளிற் சாதாரணமாக ஐதரசன் சல்பைட்டு உண்டாக்கப்படுகின்றது.

அருவருப்பான இந்த நச்சு வாயு வெளியே வருவதைக் கட்டுப்படுத்து தற்குக் கிப்பின் ஆய்கருவி (உருவம் 10) பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படு கின்றது.

இரும்புச் சல்பைட்டுக் கட்டிகளை நடுக் குமிழியினுள் வைத்து, மேலிருந்து அமிலத்தை ஊற்றுக. அடிக்குமிழியை நிரப்பி அமிலம் மேலெழுந்து நடுக் குமிழியினுள்ளிருக்கும் இரும்புச் சல்பைட்டை மூடுமட்டும் ஊற்றுக. நடுக் குமிழியின் பக்கக் குழாயை மூட எழுகின்ற வாயுவின் அமுக்கம் சல்பைட்டுக்குக் கீழே அமிலத்தைத் தள்ளும். அமிலம் இவ்வாறு அகலத் தாக்கம் நின்றுவிடும். குழாயைத் திறக்க வாயு வெளியே வரும். அப்பொழுது அமுக்கங் குறையும். அமுக்கங் குறைய அமிலம் மேலெழுந்து சல்பைட்டை முன்போல மூடித் தாக்க, வாயு மீட்டும் உண்டாகும்.

ஐதரசன் சல்பைட்டின் இயல்புகள்

ஐதரசன் சல்பைட்டு அருவருப்பான, நிறமற்ற ஒரு வாயு. அது காற்றி னுஞ் சற்றே அடர்த்தி கூடியது; நீரில் மட்டாகக் கரையுமியல்பினது. கொஞ்சமாக அதைச் சுவாசித்தால் தலைவலியும் அதிகமாகச் சுவாசித் தால் மரணமும் வந்தெய்தும். காற்றில் எரியும்போது நீலநிறச் சுவாலை விட்டெரியும். மட்டான காற்றில், அதாவது ஒரு குழாயினுள் அன்றேல் ஒரு சாடியினுள், அது எரியக் கந்தகம் விடுதலையாகும்.

$$2\,H_2S + O_2 = 2\,H_2O + 2\,S$$

போதுமான காற்றை, அன்றேல் ஒட்சிசனைக் கொடுத்து அதை எரித்தால், அதாவது கூர்நுனிக் குழாயினூடு செலுத்தி வெளிவரும்போது எரித்தால், கந்தகமும் எரிந்து கந்தகவீரொட்சைட்டாகும்.

$$2\,H_2S + 3\,O_2 \rightarrow 2\,H_2O + 2\,SO_2$$

உலோகவுப்புக்களி கரைசல்களூடாக ஐதரசன் சல்பைட்டைச் செலுத்த உண்டாகும் உலோகச் சல்பைட்டுக்கள் கரையாவியல்பின; ஆதலின், அவை படிவு வீழும். இக்காரணம்பற்றி ஐதரசன் சல்பைட்டானது பண்பறி பகுப்பில் முக்கியமான ஒரு சோதனைப்பொருளாக உளது.

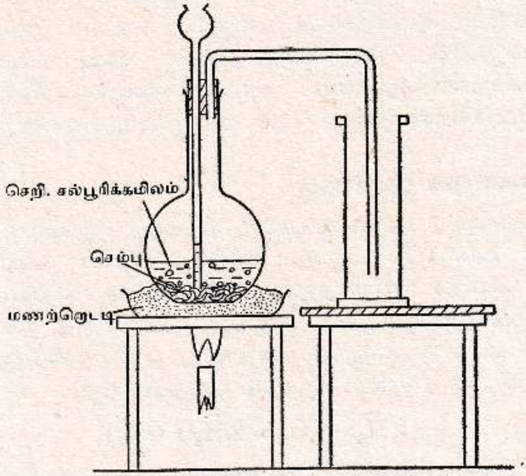
கந்தகவீரொட்சைட்டு—SO_2

காற்றில், அல்லது ஒட்சிசனிற் கந்தகம் எரியும்போது கந்தகவீரொட்சைட்டு உண்டாகுமென்று அறிந்துள்ளோம்.

$$S + O_2 = SO_2$$

பரிசோதனைச் சாலைகளில், சூடான செறிந்த சல்பூரிக்கமிலங்கொண்டு உலோகங்களைத் தாக்கி அது உண்டாக்கப்படும். பொதுவாக உருவம் 11 காட்டுகின்ற ஆய்கருவியினுள் செம்புச் சீவலை இட்டு உபயோகிக்கின்றனர். குடுவையைச் சூடாக்க உண்டாகும் வாயு மேன்முகப் பெயர்ச்சியினூற் சேர்த்தெடுக்கப்படும். இவ்வாயு எரிகின்ற கந்தகத்தின் சுவையையும் மணத்

தையும் உடையது. இவ்வாயுவுள்ள ஒரு குழாயை நீரினுட் கவிழ்த்தால் அக் குழாயினுள் நீரெழும். ஏனெனில், இவ்வாயு நீரினிற் கரையும் இயல்புடையதென்க. இக்கரைசல் நீலப்பாசிச்சாயத்தைச் செந்நிறமாக்கு மாதலின் ஓரமிலம் உண்டாயிற்றென்று விளங்கக் கிடக்கின்றது. அவ் வமிலத்தின் பெயர் சல்பூரசவமிலம். கந்தகவீரொட்சைட்டுள்ள ஒரு சாடி யினுள் ஏதேனுமொரு நிறப்பூவை வைத்தால், அது வெளிறிவிடும்.



உருவம் 11. இரசாயன சாலையில் கந்தகவீரொட்சைட்டு ஆக்கல்.

கந்தகவீரொட்சைட்டின் இயல்புகள்

கந்தகவீரொட்சைட்டு மூச்சடைப்புண்டாக்க வல்ல சிறப்பியல்பான நாற்ற முடைய நிறமற்றவொரு வாயு. காற்றிலும் ஏறக்குறைய இரண்டரை மடங்கு பாரமுள்ளது. அள்வுக்கதிகமாக அதைச் சுவாசித்தால் அது நஞ்சாகும். தொற்றுநோயாளரின் அறைகளைச் சுத்தஞ் செய்யுந் தொற்று நீக்கியாக அது பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நீரில் விரைவாகக் கரைந்து **சல்பூரசமில**மெனும் மெல்லமிலமாகும்.

$$H_2O + SO_2 \rightleftarrows H_2SO_3$$

இக்கரைசலைக் கொதிக்கவைத்தால் கந்தகவீரொட்சைட்டு மீட்டும் பிரிந்து வெளியேறும். சல்பூரசமிலம் மெல்லமெல்லக் காற்றிலிருந்து ஒட்சிசனைத் தன்னகத்தே எடுத்துச் **சல்பூரிக்சமிலமாக** மாறும்:

$$2\,H_2SO_3 + O_2 \rightarrow 2\,H_2SO_4$$

கந்தகவீரொட்சைட்டை எளிதாகத் திரவமாக்கலாம். பெலமான கண்ணா டிப் போத்தல்களிலே திரவக் கந்தகவீரொட்சைட்டை விட்டடைத்து விற்

பார்கள். திரவக் கந்தகவீரொட்சைட்டு திரவவமோனியாவைப் போலச் சில குளிர்ப்பொறிகளில் உபயோகிக்கப்படும். குளோரீனுல் நிறநீக்கம் பெறின் சேதமுறும் பட்டு, கம்பளி, வைக்கோல் (தொப்பி செய்ய உபயோகிக்கப் படும்), சிலிர், (பல் விளக்குந் தூரிகை செய்ய உபயோகிக்கப்படும்), கடற் பஞ்சு என்பனவற்றின் நிறங்களை நீக்கவும் உதவும். குளோரீன் ஒட்சி யேற்றல் வாயிலாக நிறமுள்ள மூலக் கூறுகளைப் பிரித்து நிறநீக்கஞ் செய்யும். கந்தகவீரொட்சைட்டோ தாழ்த்தல் வாயிலாக நிறநீக்கஞ் செய்யும். கந்தகவீரொட்சைட்டினுல் நிறநீக்கஞ் செய்யப்பட்ட பொருட் களைக் காற்றுப்பட வைப்பின் அவை மெல்ல மெல்ல மீட்டும் அதனதன் நிறத்தைப் பெறுகின்றன. உதாரணமாக, புதினப் பத்திரிகைக் கடதாசி, கந்தவீரொட்சைட்டினுல் நிறநீக்கஞ் செய்யப்பட்ட மரக் கூழினுலாக்கப் பட்டதாதலின், படிப்படியாக அது மஞ்சணிறத்தை அடையக் காணலாம். கந்தகவீரொட்சைட்டு எரிவதில்லை. கொழுத்தப்பட்ட மெழுகுதிரியை எரிய வும் விடாது. ஆனுல், வீறுடன் எரிகின்ற மகனீசியம் போன்ற பதார்த் தங்கள் அதனில் எரிந்து கந்தகத்தை விடுதலையாக்கும்.

$$2Mg + SO_2 \rightarrow 2MgO + S$$

கந்தகவீரொட்சைட்டிற் கந்தகம் இருக்கின்றதென்று இது நிரூபிக்கின்றது இச்சந்தர்ப்பத்தில், இதுபோல மகனீசியத்தைக் காபனீரொட்சைட்டில் எரித்த வொரு பரிசோதனை நினைவுக்கு வரும் :

$$2Mg + CO_2 \rightarrow 2\,MgO + C$$

சல்பூரிக்கமிலம்

கந்தகமூவொட்சைட்டு, SO_3

உலர்ந்த கந்தகவீரொட்சைட்டையும் ஒட்சிசனையுங் கலந்து நுண்கூறு களாக்கப்பட்ட பிளாற்றினங்கொண்ட சூடான ஒரு குழாயினூடு செலுத்தக் கந்தகமூவொட்சைட்டு உண்டாகும். இங்கே பிளாற்றினம் ஊக்கி ஆகத்* தொழிற்படுகின்றது :

$$2\,SO_2 + O_2 \rightarrow 2\,SO_3$$

கந்தகமூவொட்சைட்டு நீண்ட, பசுந்தான ஊசிவடிவப் பளிங்குகளா கின்ற வெண்ணிறமான ஒரு திண்மம். அது நீரிடத்து மிக்க கவர்ச்சி யுடையது ; சீறுமொலியுடன் நீரிற் கரைந்து, அது சல்பூரிக்கமிலமாகும் :

$$H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$$

ஆதலின், சல்பூரிக்கமிலத்தை உண்டாக்குதற்குக் கந்தகமூவொட்சைட்டை ஆக்கி அதை நீரிற் கரைத்தலே அதி நேரான முறை.

---

*வாயுத்தாக்கம் திண்ம ஊக்கியின் மேற்பரப்பில் நடைபெறுதலாற் குறைந்த கனவளவு ஊக்கி ஆகக்கூடிய மேற்பரப்பைக் கொடுப்பதற்கு நுண்மையாகப் பிரிக்கப்பட்டு உபயோகிக்கப் பட வேண்டியது பிரதானமாகும்.

சல்பூரிக்கமிலத்தைப் பெரும் அளவில் ஆக்கல்

வர்த்தகத்திற் பயன்படும் இரசாயனப் பொருட்களுள் சல்பூரிக்கமிலமே மிக முக்கியமானது. இலட்சக்கணக்கான தொன் நிறையுள்ள சல்பூரிக் கமிலம் ஆண்டுதோறும் உண்டாக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படும். அதனை உண்டாக்கும் பிரதானமான முறைகள் இரண்டுண்டு. அவையாவன :

(அ) பழைய **ஈயவறை முறை**

(ஆ) புதிய **தொடுகை முறை**

பழைய ஈயவறை முறை

கந்தகவீரொட்சைட்டையும் நைதரசன் ஒட்சைட்டுக்களோடு கூடிய காற்றையுங் கொண்டவொரு கலவையுடன் நீர்த்தாரையை அன்றேற் கொதி நீராவியைப் பெரிய ஈயவறைகளுட் செலுத்துவர். நைதரசன் ஒட்சைட்டுக் கள் கந்தகவீரொட்சைட்டுக்கு ஒட்சியேற்றி அதைக் கந்தகமூவொட்சைட் டாக்குந் தாக்கத்தில் ஊக்கியாகத் தொழிற்படுகின்றன. பின்வரும் சமன் பாடுகள் இங்கு நிகழும் பிரதானமான மாற்றங்களைக் காட்டுகின்றன :

$$H_2O + SO_2 + NO_2 \rightarrow H_2SO_4 + NO$$

$$NO + \text{காற்றிலுள்ள ஒட்சிசன்} \rightarrow NO_2$$

நைத்திரிக்சொட்சைட்டு (NO) காற்றிலுள்ள ஒட்சிசனையேற்று **நைதரசன் பரவொட்சைட்டு (NO_2)** ஆகி அவ்வொட்சிசனைக் கந்தக வீரொட்சைட்டுக்குக் கொடுக்கின்றது. ஆகவே, ஒட்சிசன்—காவியாக நைத்திரிக்கொட்சைட்டு தொழிற்படுகின்றது.

இவ்வாறு ஈயவறைகளுள் உண்டாகின்ற அமிலம் 65% செறிவு மாத்திர முடையது ; அதனை ஆவியாக்கிச் செறிவு கூட்டியபின்னர் வர்த்தகச் சல்பூரிக்கமிலமாக அது விற்கப்படும். இவ்வறையமிலம் மிக்க மலிவானது ; ஆனால், மாசுடையது. ஆதலின், விவசாயத் தொழிலுக் குரிய பரும்படியான இரசாயனப் பொருட்களையும் வளமாக்கிகளையும் உண் டாக்க மாத்திரம் அது பயன்படுத்தப்படும்.

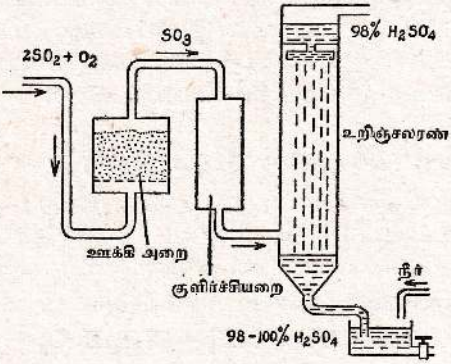
தொடுகை முறை

ஈயவறை முறையிற் கந்தகவீரொட்சைட்டை ஒட்சிசனோடு சேரச் செய்து அதைக் கந்தகமூவொட்சைட்டாக்குவதில் நைத்திரிக்கொட்சைட்டு ஊக்கி யாக உபயோகிக்கப்படும். தொடுகை முறையில் நைத்திரிக்கொட்சைட்டுக்குப் பதிலாக நுண்கூறுகளாக்கப்பட்ட வனேதியமையொட்சைட்டு ஊக்கியாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. சாரமளவில் கந்தகமூவொட்சைட்டை ஆக்கும் முறையும் இங்கு கூறிய முறையும் ஒன்றே.

உலர்ந்த கந்தகவீரொட்சைட்டுங் காற்றும் " ஊக்கியறையின் " அகத்துள்ள, சூடாக்கிய ஊக்கியின் மேலாகச் செலுத்தக் **கந்தகமூவொட்சைட்டு** உண்டாகும். உருவம் 12 ஐப் பார்க்க.

$$2\,SO_2 + O_2 = 2\,SO_3$$

கந்தகமூவொட்சைட்டை நீரிற் கரையச் செய்தால், வெறுப்பைத் தரும் புகையுண்டாகுமாதலின், அதை உறிஞ்சுதற்கு 98% செறிவுள்ள சல்பூரிக்



உருவம் 12. தொடுகை முறை (வரிவடிவமாக).

கமிலம் உபயோகிக்கப்படும். படிப்படியாக நீரையூற்ற, உறிஞ்சப்பட்ட கந்தகமூவொட்சைட்டுக் கரைந்து சல்பூரிக்கமிலமாகும். இதனால் அமிலத்தின் செறிவு 98% அளவில் நிலையாக நிற்கின்றது.

ஈயவறை முறைப்படி உண்டாக்கப்படும் சல்பூரிக்கமிலத்திலும் தொடுகை முறைப்படி உண்டாக்கப்படுஞ் சல்பூரிக்கமிலம் தூய்மை மிக்கது ; ஆயின், ஆக்கச்செலவு கூடியது. தொடுகை முறையினால் உண்டாக்கப்படுஞ் சல்பூரிக்கமிலத்தின் விலையைக் குறைக்க முடியுமானால், ஈயவறைமுறை நின்று பிடிக்க மாட்டாது. செறிந்த அமிலம் வேண்டியவிடத்துத் தொடுகைமுறையே மிகவும் வாய்ப்புடைத்து ; ஆனால், ஐதானவமிலம் வேண்டிய விடத்து செலவுச் சுருக்கம் வாய்ந்த ஈயவறைமுறை போதுமானது.

தூய்மையிற் கூடிய சல்பூரிக்கமிலம் மின்சேமிப்புக்கலங்களுக்கும் (மின் கலவடுக்கு) இரசாயன மென்பொருட்களையும் சாயச் சரக்கு வகைகளையும் உண்டாக்கவும் உணவுப் பொருட்களைப் பண்படுத்தற்கான சில முறைகளுக்கும் உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

சல்பூரிக்கமிலத்தின் இயல்புகளை முன்னர் (இரண்டாம் நூல், அதி. 3 இல்) ஆராய்ந்துள்ளோம்.

காரங்களைப் பெரும் அளவில் ஆக்கல்

சல்பூரிக்கமிலத்தைப் பரும்படியாக ஆக்கல் எத்துணை முக்கியமானதோ, அத்துணை முக்கியமானது காரங்களை ஆக்கல் எனலாம். வர்த்தகக் காரங்களுள் மிக முக்கியமானவை சலவைச் சோடா (சோடியங் காபனேற்று), எரிசோடா (சோடியமைதரொட்சைட்டு), எரிபொற்றுசு (பொற்றுசியமைதரொட்சைட்டு) என்பனவாகும்.

சவர்க்காரத்தையுங் கண்ணாடியையுமுண்டாக்குதற்கு வேண்டிய காரங்கள் 18 ஆம் நூற்றுண்டினிறுதி வரை தாவரச் சாம்பரிலிருந்து மாத்திரம் எடுக்கப்பட்டன. 1791 ஆம் ஆண்டில் **இலப்பிளாங்கு** என்னும் பிரான்சிய விஞ்ஞானி கறியுப்பிலிருந்து சலவைச் சோடாவை உண்டாக்கும் அனுகூலமான முறையொன்றை முதன்முதற் கண்டுபிடித்தார்.

சோல்வேயின் முறை (அமோனியா சோடா முறை)

இம்முறை இலப்பிளாங்கின் முறையிலும் புதியது; எளிமையானது. அமோனியா நிரம்பவூட்டப்பெற்ற கடனீருட் காபனீரொட்சைட்டுச் செலுத்தப்படும். நீர், அமோனியா, காபனீரொட்சைட்டு ஆகியவற்றிலிருந்து அமோனியமிருகாபனேற்று முதலில் உண்டாகும்.

$$H_2O + CO_2 + NH_3 \rightarrow (NH_4)HCO_3$$

அப்பால், இந்த அமோனியமிருகாபனேற்று கடனீரிலுள்ள சோடியங்குளோரைட்டைத் தாக்கிச் சோடியமிருகாபனேற்றை (அப்பச் சோடாவை) உண்டாக்குகின்றது. அப்பச் சோடா அதனோடாங்குள்ள மற்றைப் பதார்த்தங்களினும் நீரிற் கரையுமியல்பு குறைவாகவுடையதாதலின் திரவத்தினின்றும் பிரிந்து படியும்:

$$NaCl + (NH_4)\,HCO_3 \rightarrow (NH_4)\,Cl + NaHCO_3$$

இந்தச் சோடியமிருகாபனேற்றைச் சூடாக்க **நீரற்ற** சோடியங்காபனேற்றாக (சோடாச் சாம்பராக) அது மாறும்.

$$2\,NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

எரிகாரங்கள் (எரிசோடாவும் எரிபொற்றுசும்)

எரிசோடாவைப் பரும்படியாக ஆக்குதற்கு வர்த்தகமுறைகள் இரண்டுள:

(அ) சோடியங்காபனேற்றையுஞ் சுண்ணும்பையுந் தாக்கமுறச் செய்தல்.

(ஆ) உப்புநீரை மின்னு பகுத்தல். இன்று உற்பத்தியாக்கப்படும் எரிசோடாவிற் பெரும்பாகம் முதலிற் கூறிய முறையின்படியே ஆக்கப்படும்.

(அ) 10 சதவீதச் சோடியங்காபனேற்றுக் கரைசல் பெரிய இரும்புக் கலனுட் கொதிக்கவைக்கப்படும்; நீருத சுண்ணும்பைக் கொண்ட இரும்புக் கூடொன்று இக்கரைசலுளே தோய்ந்திருக்கத்தக்கவாறு வைக்கப்

படும். சோடியங்காபனேற்றிற் பெரும்பாகம் சோடியமைதரொட்சைட்டாக மாற்றப்படக் கல்சியங்காபனேற்றுப் படிவு விழும் :

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NaOH + CaCO_3$$

சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசல் வடித்தெடுக்கப்பட்டுத் தாழ்த்திய அமுக்கத்தில் ஆவியாக்கலாற் செறிவாக்கப்படும். ஈற்றில், செறிந்த இக் கரைசல் வார்ப்பிரும்புக்கலன்களில் உலரும்வரை ஆவியாக்கப்பட, உருகிய சோடியமைதரொட்சைட்டு எஞ்சிநிற்கும்.

(ஆ) சோடியங்குளோரைட்டுக் கரைசலை மின்னூற் பகுத்துச் சோடியமைதரொட்சைட்டை (எரிசோடாவை)ப் பெறுதல் எளிதேயென முதலிற் றோன்றும்.

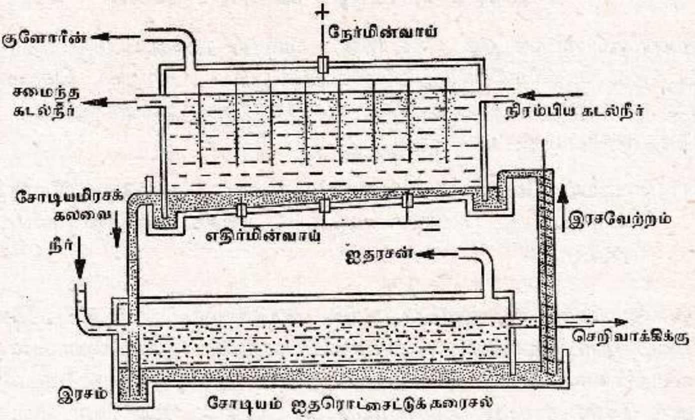
உலோகச் சோடியமெதிர்மின்வாயில் விடுதலையாகப்பட்டு அதே நேரத்தில் அது நீரைத்தாக்க எரிசோடாவுண்டாகுமென்றும், நேர்மின்வாயில் குளோரீன் விடுதலையாக்கப்பட்டு வெளிப்போகுமென்றும் எதிர்நோக்குவதே இக் கருத்துத் தோன்றுதற்கு ஆதாரமாகும். ஆனால், தக்க முற்காப்புக்களைக் கைக்கொண்டு தடுக்காவிடில், இக்குளோரீன் எரிசோடாவோடு சேர்ந்துவிடும். சேராது தடுப்பதற்குப் பல வழிகளுண்டு. அவற்றுள் மிக்க வெளிதான வொன்றாகிய **காசுத்தன்-கெல்லுனர் முறையை** மாத்திரம் இங்கெடுத்து விளக்குவோம்.

இம்முறையில், செவ்வகத்தொட்டியொன்றின் ஒரு புறத்துள், நிரம்பல் பெற்ற உப்புநீர் மெதுவாக ஓடவிடப்படும் (உருவம் 13.) இத்தொட்டியின் தளம் மற்றைப்புறம் நோக்கிச் சற்றே சாய்வாக அமைந்திருக்கும். இச்சாய்வின் மேலாக, மெல்லென இரசம் பாயவிடப்படும். இவ்விரசமே எதிர்மின்வாயாகத் தொழிற்படும் ; உப்பு நீரினுட் காபனாலாய நேர்மின்வாய்கள் தோய்ந்தவாறு நிற்கும்.

மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த உப்புநீர் பகுக்கப்படும். அப்பொழுது நேர்மின்வாய்களிடத்துக் குளோரீன் விடுதலையாகித் தொட்டியின் மேற்றளத்திலுள்ள குழாய்கள் வழியாக வெளியெடுக்கப்படும். எதிர்மின்வாயாகத் தொழிற்படுகின்ற இரசத்தின் மேற்பரப்பில் விடுதலையாகும் உலோகச் சோடியம் இரசத்திற் கரையும். இக்கரைசல் (சோடியமிரசக் கலவை) நீரைக் கொண்ட பதிவான ஒரு தொட்டிக்குப் பாயவிடப்படும் ; அங்கு நீரொடு அது தாக்கமுற்றுச் சோடியமைதரொட்சைட்டும் ஐதரசனுமாகும். அப்பால் இவ்வாறுண்டான சோடியமைதரொட்சைட்டு ஆவியாக்கப்படும்.

விலையுயர்ந்த பக்கவிளைவாகிய வெளிப்போகுங் குளோரீன் நிறநீக்குதூளை உண்டாக்குதற்கு உபயோகிக்கப்படும். (நூல் 2, அதி. 2 இனைப் பார்க்க.) கீழறையிலிருந்து வெளிப்போகும் ஐதரசனைக் குளோரீனில்

எரித்து ஐதரசன் குளோரைட்டைப் பெறுதலுமுண்டு. இவ்வைதரசன் குளோரைட்டைக் காய்ச்சி வடித்த நீரிற் கரைத்துத் தூய ஐதரோகுளோரிக்கமிலமாக விற்பர்.



உருவம் 13.—காசுத்தன்—கெல்லுனர் செய்முறை (வரிவடிவமான)

உலோகங்களும் உலோகமல்லாதனவும்

மூலகங்களை உலோகங்கள் என்றும் உலோகங்களல்லாதன என்றும் இரு வகுப்புக்களாக வகுத்தல் இயைபுடைத்து. ஒரு வகுப்பிலிருந்து மற்றையதைப் பிரித்துக் காட்டும் முக்கியமான இரசாயனவியல்பு என்னவெனில், உலோகங்களிலிருந்து மூலவொட்சைட்டுக்கள் உண்டாகுமேயன்றி, உலோகங்களல்லாதனவற்றிலிருந்து அவை உண்டாவதில்லை யென்பதே. இன்னும் உலோகமல்லாதவற்றுட் பெரும்பாலானவை அமிலவொட்சைட்டுக்களையே உண்டாகும்.

உலோகமொன்றின் மிக முக்கியமான பௌதிகவியல்பு அதன் உரப்பே. உலோகங்கள் வன்மையானவை ; உரப்பானவை ; (கண்ணுடி போல) அவை எளிதாக நொருங்குவதில்லை. பலமான இழுப்புவிசையையும் ஒடிதலின்றி அவை தாங்குமாகையால், அன்றன்றை வாழ்க்கையில் அவற்றைப் பெரிதும் பயன்படுத்துகிறேம். இத்தகை உரப்பையுடையனவாய் இருத்தலொடு அவற்றைக் காய்ச்சியடித்து மெல்லிய தகடுகளாக்கலாம் ; பல்வேறு வடிவங்களாக அழுத்தலாம் ; நுண்ணிய கம்பிகளாக இழுக்கலாம். அவை (உலோக மல்லாதனபோலன்றி) உயர்ந்த அடர்த்தியும் உயர்ந்த உருகுநிலையும் உடையவை. அன்றியும், இரசந் தவிர்ந்த ஏனையுலோகங்கள் சாதாரண வெப்பநிலைகளிலே திண்மமாயுள. உலோகமல்லாதன போலன்றி, பெரும்பாலான உலோகங்களை மினுக்கலாம். வெப்பத்தை

யும் மின்னையும் எளிதிற் கடத்துமியல்பினவாகையால், அவை இவ்வகை யானும் உலோகமல்லாதவற்றிலிருந்து வேறுபடும். இவ்வழி, அவற்றின் அன்றன்றைப் பயனுங் கூடும்.

உலோகங்கள் யாவும் உலோகமல்லாதவற்றுட் பலவும் பளிங்குருவின. பல உலோகங்களின் புறத்தோற்றத்தில் இவ்வியல்பு புலனுகாது, அவற்றின் பளிங்குகள் நுண்ணருவினவாதலின். ஆயினும், உலோகங்களின் இயல் புகளுட் பல, அவ்வுலோகங்களின் பளிங்குருவமைப்போடு தொடர்புடையன.

அன்றன்றை வாழ்க்கையில் உலோகங்கள்—அரிப்பு.

அன்றன்றை வாழ்க்கையிற் பயன்படக்கூடிய உலோகமானது காற்று லும் நீராலும் வருந் தாக்கத்தை எதிர்க்குந் தன்மையுடையதாக விருத் தல் வேண்டும். தண்ணீரொடு தாக்கமுறுவனவும் தாக்குமியல்பு மிக்கன வுமான பொற்றுசியமுஞ் சோடியமுங் கல்சியமுமாகிய உலோகங்களைப் பரி சோதனைச் சாலைகளில் மாத்திரம் இரசாயனத் தாக்கங்களுக்கு உபயோகிக் கலாம். மகனீசியமும் நாளாந்த பிரயோகங்களுக்கு உதவக்கூடிய அளவைக் கடந்த தாக்கவியல்புடையது. ஆனல், அது மிகக் குறைந்த அடர்த்தியுடையதாதலின் (தன்னீர்ப்பு 1·7) அலுமினியம் போன்ற உலோகங்களோடு கலந்து ஆகாயவிமானப் பாகங்களை உண்டாக்குதற்கு உபயோகிக்கப்படும். காற்றிலே துருப்பிடியாதனவாய் வழக்கமாக உபயோ கப்படுத்தப்படுகின்ற உலோகங்களாவன **அலுமினியம், செம்பு, நிக்கல், வெள்ளீயம், நாகம், ஈயம், வெள்ளி, பொன், இரசம்** என்பன. பொன், வெள்ளி, நிக்கல் இம்மூன்றும் காற்றினுலும் நீரினுலும் பாதிக்கப்படா. அலுமினியம், நாகம், ஈயம் இம்மூன்றினதும் புறத்தில் ஒட்சைட்டுப் படலம் ஒட்டிக்கிடந்து அதன் கீழுள்ள உலோகத்தைத் துருப்பிடியாது பாதுகாக் கின்றமையினுல் துருப்பிடித்தல் புறத்தோடு நின்றுவிடும். (மகனீசியத்தி லும் ஓரளவிற்கு இவ்வாறு நிகழும்—மகனீசிய நாடாவை உபயோகிக்கும் போது இதனைக் காணலாம்.)

இரும்பு மற்றெல்லா வர்த்தகவுலோகங்களிலும் மலிவானது. ஆனல், ஈரமான காற்றில் விரைவாகத் துருப்பிடிக்கும். அதன் மேற்பரப்பில் உண்டாகிப் படிகின்ற ஒட்சைட்டு ஒட்டிக்கிடவாது கழன்று விழுந்து போகப் புது மேற்பரப்பு வெளித்தோன்றும். ஒட்சைட்டுப் படலம் விழுவதும் புது மேற்பரப்பு வெளியாவதும் மாறிமாறி நிகழ்ந்து ஈற்றில் இரும்பு முழுவதும் துருவாகிவிடும். ஆதலின், இரும்புப் பொருட்களைத் துருப்பிடியாது பாது காத்தல் வேண்டும். பாதுகாப்பதற்கு நிறப்பூச்சிடல் அல்லது வெள்ளீயம் (வெள்ளீயமுலாம்), நாகம் (நாகம்பூசிய இரும்பு), வெள்ளி (வெள்ளி முலாம்), நிக்கல் (நிக்கல் முலாம்), குரோமியம் (குரோமிய முலாம்) என்பன வற்றுற் பூச்சுக் கொடுத்தல் வேண்டும்.

கலப்புலோகங்கள்

"இரசாயனமுறைப்படி தூய்மையான" உலோகங்கள் கைத்தொழிற்களில் உபயோகிக்கப்படுவதில்லை. ஒரே உலோக மூலகமொன்றை 99 சதவீதத்திற்கு மேற்படக் கொண்டுள்ள "இரசாயன முறைப்படி தூய்மையான" உலோகங்கள் சிலவேளை சிறப்பான சில நோக்கங்களுக்கு உபயோகிக்கப்படுதல் உண்டு. ஆயின், பிறிது மூலகம் ஒன்றுயினும் பலவாயினும் உருக்கிய அவ்வுலோகத்தோடு கலக்கப்பட்டுக் கலப்புலோகமாக உபயோகிக்கப்படுதலே பொது வழக்காய் உளது. இவ்வாறு கலப்பது சிறப்பான சில இயல்புகளைப் பெறுதற்கே. உதாரணமாக, செம்பும் நாகமுங் கூடிய கலப்புலோகமாகிய பித்தளையானது அவ்விரண்டு உலோகங்களின் பயன் மிக்க இயல்புகளையுந் தன்மாட்டுக் கொண்டுளது. தெளிவான மாற்றங்களை ஈற்றில் உண்டாக்குதற்கு, கலக்கப்படும் மூலகத்தைச் சிறுவிகிதமாகவே இடுதல் பெரும்பாலும் போதுமானது. கலக்கப்படும் இம் மூலகம் பெரும்பாலும் பிறிதோர் உலோகமே; எனினும், உருக்கிலே காபன் போன்று, ஒரோவழி உலோகமல்லாதனவுங் கலக்கப்படுதல் காண்க. தூய உலோகங்களிலுங் கலப்புலோகங்கள் பொதுவாக வன்மை கூடியவை; உரங்குறைந்தவை; மின், வெப்பமாகியவற்றைக் கடத்துவதிலும் திறன் குறைந்தவை. உதாரணமாக, 99·98 சதவீதத் தூய்மையுடைய செம்பு மின்கம்பி செய்தலில் உபயோகிக்கப்படும்; ஆயின், மிக்க மிருதுவானதாதலின், நாணய மடிக்கப் பயன்படாது. 95 சதவீதச் செம்பையும் 5 சதவீத வெள்ளீயத்தையும் (அன்றேல் நாகத்தையும்) கொண்ட கலப்புலோகம் "செப்பு" நாணயங்கள் அடிக்க உபயோகிக்கப்படும். இக்கலப்புலோகம் தூய செம்பினுங் கடினமானதாதலின். செம்பையும் வெள்ளீயத்தையும் கலந்து வருங் கலப்புலோகங்களே துவக்குலோகமும் வெண்கலமும். பியூற்றரும் பற்றுசும் வெள்ளீயத்தையும் ஈயத்தையுங் கலந்து பெறுங் கலப்புலோகங்கள். செம்பும் நாகமும் நிக்கலுங் கலந்துள்ளது சேமன் வெள்ளி. ஈயம், வெள்ளீயம், அந்திமனியாகிய மூன்றையும் ஒருவிகிதமாகக் கலந்து அச்சுலோகமும் வேறு விகிதமாகக் கலந்து தாங்குலோகமும் (முராணுராய்வு உலோகமும்) உண்டாக்கப்படுகின்றன.

பாரத்தை எவ்வளவுக்குக் குறைத்தல் நலமோ அவ்வளவுக்குக் குறைக்க வேண்டிய கருமங்களுக்குப் பல இலேசான கலப்புலோகங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக, ஆகாயவிமான உறுப்புக்கள் மோட்டர் எஞ்சினின் சுழலுறைகள் செய்வதற்கு அவை வேண்டும். மகனேசியமும் தூரலுமினும் (தன்னீர்ப்பு = 2·7) பெரும்பாகம் அலுமினியமும் சிறுபாகஞ் செம்பு, நாகம், மங்கனீசு, சிலிக்கன் இவை நான்குமாகக் கலந்துள்ள கலப்புலோகங்களாகும். 90% மகனீசியமும் எஞ்சிய பாகஞ் செம்பு, நாகம், மங்கனீசு, சிலிக்கன் என்பனவுமாகக் கலந்தாக்கப்படுந் தன்னீர்ப்பு 1·8 உள்ள இலத்துரோன் இக்கலப்புலோகங்களுள் மிக்க இலேசானவொன்று.

விஞ்ஞானப் பாடங்களில் நாம் படித்த பிற கலப்புலோகங்களாவன 65% இரும்பும் 35% நிக்கலுங் கொண்ட இன்வாரும், 60% நிக்கலும் 15% குரோமியமும் 25% இரும்புங்கொண்ட நிக்குரோமுமாகும்.

கனிப்பொருட்டாதுக்கள்

புவியோட்டில் இயல்பாகக் காணப்படும் உலோகங்களாவன பொன்னும் பிளாற்றினமும் போன்ற இரசாயனத் தாக்கங் குறைந்த சிலவேயாம். பெரும்பாலான உலோக மூலகங்கள், உலோகமல்லா மூலகங்களோடு சேர்ந்த கனிப்பொருள்களாகக் காணப்படும். இக்கனிப்பொருட்டாதுக்களிலிருந்து உலோகத்தினைப் பிரித்தெடுத்தல் பெரும்பாலும் எளிது. உதாரணமாக, அலுமினியங்கொண்ட உலோகங்கள் புவியோட்டிலே, களிமண் வகைகளிலும் பெரும்பான்மையான பாறைகளிலுஞ் சாதாரணமாகக் காணப்படும். ஆயினும், சற்று அரிதாகவுள்ள போட்சைற்று எனுங் கனிப்பொருட்டாதிலிருந்தே இன்று இவ்வுலோகத்தைப் பிரித்தெடுக்கக் கூடியதாக இருக்கின்றது. இரும்பு வெள்ளித் தாதுக்கள் பெரும்பாலும் ஒட்சைட்டுக்களாகவும் செம்பு, நாகம், ஈயம், இரசம் என்பவற்றின் தாதுக்கள் சல்பைட்டுக்களாகவும் காணப்படும். தாதுப் பொருட்களிலிருந்து உலோகங்களை வேருக்கியெடுத்தல் உலோகப் பிரிப்பியலின் ஒரு கிளையாகும். இவ்வியலினுக்குரிய முறையானது வெவ்வேறு தாதுப்பொருட்களைப் பொறுத்தமட்டில் வெவ்வெருகவும் சிக்கலாகவுமிருக்கும். ஆதலின், இங்கே தாதுப்பொருட்களிலிருந்து உலோகங்களைப் பிரித்தெடுத்தலுக்கு ஆதாரமாகவுள்ள பொதுத்தத்துவங்களை மாத்திரம் ஆராய்வாம்.

தாதுப் பொருட்களிலிருந்து உலோகங்களைப் பிரித்தெடுத்தலின் பொதுத் தத்துவங்கள்

தாதுவானது புவிக்கீழிருந்து சுரங்கமறுத்துப் பெறப்படும். அப்பால் அது "செப்பஞ் செய்யப்படும்". தாதுப் பொருளைச் செப்பஞ் செய்தல் என்பது பயன்மிக்க கனிப்பொருள்களைப் பிறவற்றிலிருந்து விடுதலையாக்கி, வேருக்கும் பொருட்டு, அத்தாதினை நெரித்தும் அரைத்தும் செறிவாக்கியும் தொடக்கத்திற் பண்படுத்தலைக் குறிக்கும். பயன்மிக்க தாதினைக் காந்த முறையாகவேனும் ஈர்ப்புமுறையாகவேனும் மிதப்பு முறையாகவேனுஞ் செறிவாக்கலாம். ஈற்றிற் கூறிய முறையில், தாதிலுள்ள கனிப்பொருள் வகைகளுள் ஒன்றன்மீது ஒட்டி அதனை மற்றையவற்றிலிருந்து வேருக்கி மிதக்கச் செய்யுமோர் இரசாயனச் சேர்வையொடு அத் தாதுப் பொருள் நீரில் இட்டுக் கலக்கப்படும். தாதினைச் செப்பஞ் செய்யும்போது இரசாயன மாற்றம் யாதும் நிகழ்வதில்லை. இவ்வாறு செப்பஞ் செய்த தாதினின்றும் உலோகத்தைப் பிரித்தெடுத்தற்குப் பின்வரும் முறைகளு ளொன்று கையாளப்படும்.

(அ) கரைத்தல் (அல்லது நீர்முறையரித்தல்).—இங்கு தாதுவானது நீர்க் கரைசலிற் கரைக்கப்படும் ; அப்பால், இக்கரைசலிலிருந்து உலோ

கம் மீட்கப்படும். உதாரணமாக, சோடியஞ்சயனைட்டுக் கரைசல் கொண்டு தரங்குறைந்த தாதினைக் கரைத்து, அதினின்றும் பொன்பிரித்தெடுக்கப்படுமாற்றைக் காண்க.

(ஆ) தாதுக்கரைசலை மின்னூற் பகுத்தல்.—உதாரணமாக, செப்புச் சல் பேற்றுக் கரைசலை மின்பகுப்புறுத்தலாற் செம்பு தூய்தாக்கப்படும். (பக்கங்கள் 384—6 வரை பார்க்க.)

(இ) வெப்ப மேற்றல்.—உலோகங்களை அவற்றின் காபனேற்றுக்களாகக் கொண்டுள்ள தாதுக்கள் முதலிற் கடுமையாகச் சூடாக்கப்படும்; இவ்வழி காபனீரொட்சைட்டு வெளியேற, அக்காபனேற்றுக்கள் ஒட்சைட்டுக்களாக மாற்றப்படும். இவ்வாறே கந்தகத்தாதினைக் காற் றோட்டத்திற் பலமாய்ச் சூடாக்க, கந்தகமானது கந்தகவீரொட்சைட் டாகவும் உலோகமானது அதன் ஒட்சைட்டாகவும் மாற்றப்படும். இவ்வாறு ஒட்சைட்டுக் கிடைத்தபின்னர் காபனோடு கூட்டி அதனைச் சூடாக்க அது தாழ்த்தப்பட்டு உலோகமாகும். அரிதாகவே இதற்கு விலக்குண்டு. (ஈயவொட்சைட்டை மரக்கரித் துண்டமொன்றில் வைத்து ஊதுகுருத்தியால் அதனைச் சூடாக்கிச் சிற்றளவாக இம்முறைப்படி செய்துபார்க்கலாம்.) உலோ கத் தாதுப் பொருட்கள் கிட்டத்தட்ட எல்லாம் மண்பொருளோடு கலந்திருக் கும். ஒட்சிசனைக் காபன் கொண்டுதாழ்த்தும் **(உருக்கியெடுக்கும்)** போது சோக்கை, அல்லது சுண்ணும்புக் கல்லைக் கூட்டுவது வழக்கம். இவ்வழி உண்டாகும் நீறுத சுண்ணும்பு மண்பொருளோடு சேர்ந்து திரவக் கழிவுப் பொருளாகிக் கீழே திரவமாகக் கிடக்கும் உலோகத்தின் மீது மிதந்திருக்குமாதலால் அதைவேருக்கலாம்.

இரும்பும் உருக்கும்

உலோகங்கள் எல்லாவற்றுள்ளும் இரும்பே மிக்க உபயோகமுள்ளதும் முக்கியமானதும். பெரும்பாலும் இரும்பொட்சைட்டும் இரும்புக் காபனேற் றுங் கலந்துள்ள தாதுப்பொருளாகக் காணப்படும்.

இரும்புலோகப் பிரிவியல்.

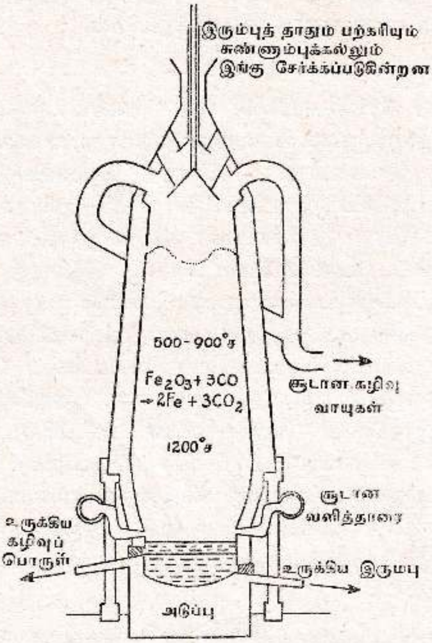
இரும்புள்ள தாதுப்பொருட்களிலிருந்து காபனீரொட்சைட்டையும் நீரை யும் போக்குதற்கு அப்பொருள் சூடாக்கப்படும் எஞ்சியிருக்கும் பெரிக் கொட்சைட்டு (Fe_2O_3) காபனோடு (கற்கரியோடு) கலந்து ஊதுலையில் உருக்கி யெடுக்கப்படும். மண்மாசுகளைத் திரவக் கழிவுப் பொருளாக மாற்றுதற்குச் சுண்ணும்புக்கல் கூட்டப்படும்.

ஊதுலையானது உள்ளுறையாகச் செங்கல்லடுக்கியமைக்கப்பெற்ற, 50—100 உயரமுள்ள ஓராணுகும். இரும்புத் தாதுப்பொருளுங் கற்கரியுஞ் சுண்ணும்புக் கல்லுங் கொண்ட கலவை மேலே வைக்கப்படும். கீழே திரவவிரும்புங் கழிவும் வந்தடைகின்ற (உருவம் 14 ஐப் பார்க்க) அடுப் புண்டு. அடுப்புக்குச் சற்று மேலே தாரைவாய்களையுடைய வளையம் உண்டு. இத்தாரைவாய்களுக்கூடாக உலையினுட் சுடுகாற்றூதப்படும். கற்கரி எரிவ

தனுலுண்டாகுங் காபனோரொட்சைட்டு தாழ்த்துங் கருவியாகத் தொழிற்பட்டு, பெரிக்கொட்சைட்டைத் தாழ்த்தி உலோக இரும்பாக்கும் :

$$Fe_2O_3 + 3\,CO \rightarrow 3\,CO_2 + 2\,Fe$$

திரவவிரும்புங் கழிவும் முறையே கீழும் மேலுமாக ஊதுலையின் அடியிலுள்ள அடுப்பினுள் அடையும். கீழேயுள்ள துவாரத்தின் வழியாக



உருவம் 14.—ஊதுலை (வரிவடிவமான).

இரும்பும் மேலேயுள்ள துவாரத்தின் வழியாகக் கழிவுப் பொருளும் இடையிடை வெளியே எடுக்கப்படும். இவ்வாறுக ஊதுலையைத் தொடர்ந்து தொழிற்படச் செய்யலாம்.

வார்ப்பிரும்பு

ஊதுலையிலிருந்து திரவ இரும்பை ஒடுக்கமான நீண்ட அச்சுக்களுள் ஓடி விழச்செய்ய அது திண்மமாகிப் "**பன்றியிரும்பாகும்**". இவ்வகையான இரும்பில் 92% இற்கு மேற்பட இரும்பு காணப்படாது. எஞ்சிய பாகங் காபனுஞ் சிலிக்கனுமே. மாசுள்ள "இப்பன்றியிரும்பு" சிறியவோர் உலையிற் கற்கரியோடுஞ் சுண்ணும்போடுங் கூட்டி மீண்டும் உருக்கியெடுக்கப்படும். உருக்கிய இவ்விரும்பானது வளையல் விசையையோ, சடுதியான அதிர்ச்சியையோ தாக்குந் திறனற்றது. ஆதலின், இவையிரண்டும் தேவைப்படாத, பாரப் பொருள்களை ஆக்குதற்கு மாத்திரம் அது பயன்படும். உதாரணமாக,

4—R 6038 (11/59)

பரிசோதனைச் சாலைகளில் உபயோகிக்கப்படும் வாலைத்தாளின் அடியானது இதனாலே ஆக்கப்படுகின்றது. வேண்டுமான வடிவமுள்ளதாய் அதனை வார்த்தெடுப்பதற்கு மண்ணாற் செய்யப்பட்ட அவ்வடிவமான அச்சுக்கள் உபயோகிக்கப்படும். அச்சின் வடிவம் எதுவோ அதை வார்ப்பிரும்பு எடுக்கும். வார்ப்பிரும்பில் மாசுகள் இருத்தலால், அது கடினமாக விருப்பினும் எளிதாக நொறுங்குந் தன்மையது ; சுத்தியலால் அடித்தால், அல்லது வளைத்தால், அது எளிதாக ஒடிந்துவிடும்.

தேனிரும்பு

வார்ப்பிரும்பானது 1,100—1,150° ச. வரையான வெப்பநிலைக்கண் உருகும். உருகிய இவ்விரும்பைக் காற்றுப்படுமாறு வைப்பின், அதிலுள்ள சில மாசுகள் ஒட்சியேற்றமடையும் ; உருகுநிலையும் உயரும். இரும்பொட்சைட்டை அகத்தே பூசப்பெற்ற உலையிலே தேனிரும்பு உண்டாக்கப்படும் ; இவ்வுலையில், விளைவினை இறுதிக்கட்டங்களில் உருக்குமளவினதாக வெப்பநிலை உயராது—எனின், உருகிய வார்ப்பிரும்பு நெகிழுந் தன்மையடைய, மாசுகள் (அதாவது, கழிவுப் பொருள்) வெளியேறுது இரும்பினகத்துத் தங்கிநிற்கும். இவ்விரும்பு ஆறும்போது, (கழிவுப்பொருள் இழையுருவில் இருத்தல் காரணமாக) ஒருவகை நாரமைப்பைப் பெறும். இதனை வார்ப்புக்கள் செய்தற்குப் பயன்படுத்த முடியாது. தேனிரும்பு உரப்பாகவும் மென்மையாகவும் இருக்கும். (பரிசோதனைச் சாலையில் உபயோகிக்கப்படும் வடிகலனின் தண்டு தேனிரும்பாற் செய்யப்படும்). தேனிரும்பை நுண்கம்பியாக நீட்டலாம் ; அடித்து மென்றகடாக்கலாம். தேனிரும்பு உருகுமுன்னர் இளகுவதாதலின், செஞ்சூடாக இருக்கும் போது அதனைச் சுத்தியலால் அடித்து வேண்டும் வடிவிற்குக் கொண்டு வரலாம் ; அல்லது காய்ச்சியிணைக்கலாம்.

வர்த்தகச் சிறப்புள்ள இரும்பு வகைகளுள் மிகத் தூயது தேனிரும்பே ; அது 0·5 சதவீதத்தினுங் குறைந்த மாசுகளையுடையது. (இம் மாசில் அரைவாசிக்குக் குறைவாகவே காபன் உண்டு). எனினும், அதன் சிறப்பான இயல்புகளுக்குக் காரணம் அதன் தூய்மையன்று ; ஆக்கு முறையே என்க.

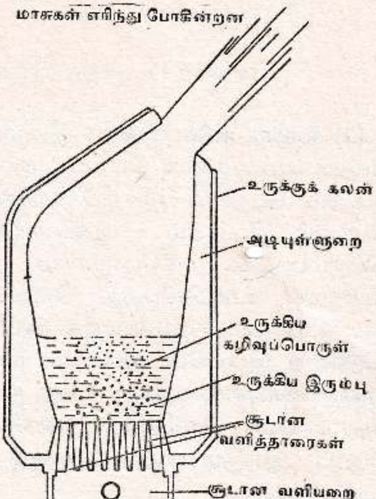
உருக்கு

வார்ப்பிரும்பினின்றும் மாசுகளை ஒட்சியேற்றி அகற்றுவதாலேயே பெரும்பாலான உருக்கு வகைகள் செய்யப்படும். தேனிரும்பை உண்டாக்குதற்கு உபயோகிக்கப்படும் வெப்பநிலையினுங் கூடிய வெப்பநிலையைத் தரக்கூடிய உலைகளிலே உருக்குச் செய்யப்படும். இவ்வுயர்ந்த வெப்ப நிலையில் வார்ப்பிரும்பானது நெகிழுந் தன்மையடைவதோடு நிற்காது, உருகித் திரவமாக, கழிவுப்பொருள் மேற்பரப்பிற்கு எழும். அப்பால், உருக்கு வார்க்கப்படும். உருக்கானது 0·1 ச.வீ. முதல் 1·5 ச. வீ. வரையான காபனைக் கொண்டிருத்தல் வழக்கம்—எனினும், பெரும்பான்மையான உருக்கு உற்பத்தியில் 0·1—0·4 ச.வீ. வரையான காபன் காணப்படும்.

சவரக் கத்திகளையும் வெட்டாயுதங்களையும் உண்டாக்குதற்குச் சிறந்த உருக்கே உபயோகிக்கப்படும். இவ்வகையுருக்கு புடக்குகை முறைப்படி தேனிரும்போடு காபனைக் கலந்துண்டாக்கப்படும். இம்முறை அதிகஞ் செலவுள்ளது. சாதாரணமான மலிந்த உருக்குப் பெசமர் முறைப்படி, அல்லது திறந்த அடுப்பு முறைப்படி உண்டாக்கப்படுகின்றது. இவ்விரு முறைகளிலும் வார்ப்பிரும்பிலுள்ள காபனில் ஒரு பாகம் நீக்கப்படும். உலகம் முழுவதிலும் ஆண்டுதோறும் ஏறக்குறைய 200,000,000 தொன் நிறையுள்ள உருக்கு உண்டாக்கப்படுகின்றது.

உருக்கைப் பெரும் அளவில் ஆக்கல்

(1) பெசமர் முறை : இம்முறைப்படி, பெசமர் மாற்றியினுள்ளிருக்குந் திரவ வார்ப்பிரும்பினூடு சுடுகாற்றைச் செலுத்த அவ்வார்ப்பிரும்பிலுள்ள மேலதிகமான காபன் நீக்கப்படும். (உருவம் 15). பெசமர் மாற்றியானது தீப்பற்றுத உள்ளுறையுடைய பெரிய வோர் இரும்புப் பாத்திரமாகும். பல தொன் நிறையுள்ள உருக்கிய வார்ப்பிரும்பினுல் மாற்றியை அரைவாசிக்கு நிரப்பி, அவ்விரும்பினூடாக அதன் மாசின் பெரும்பாகம் எரிந்து நீங்குமட்டுஞ் சுடுகாற்றுச் செலுத்தப் படும். பின்பு, தேவையான காபனைத் திரவ உலோகத்தோடு கூட்டி, மாற்றியைக் கிடையான சுழற்சித் தானங்கள் மீதிருக்கச் சரித்து, உருக்கு அச்சுக்களுள் வார்த்தெடுக்கப்படும்.

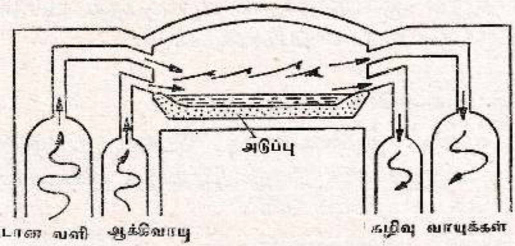


(வரிவடிவமான)

உருவம் 15.—பெசமர் மாற்றி.

பெசமர் முறையின் சிறப்பியல்பு அதன் விரைவேயாம். இக்காலத்து மாற்றியொன்றில் 10 தொன் வார்ப்பிரும்பை 10 நிமிடத்தில் உருக்காக மாற்றலாம். இன்னும், வார்ப்பிரும்பிலுள்ள மாசுகளே இங்கு எரிபொருளாகவும் பயன்படும்.—பிற எரிபொருள்கள் தேவைப்படா. இம்முறைக்கு 1,500° ச. வரையான வெப்பநிலை வேண்டும். அன்றியும், ஒட்சியேற்றம் மிக விரைவாக நிகழ்ந்தாலன்றிக் கழிவு வாயுக்களுட் சேருவதாலும் கதிர்வீசலாலும் பெருமளவான வெப்பம் விரயமாதலும் உண்டு. இம்முறைப்படி அனுபவம் மிக்க தொழிலாளரைக் கொண்டு நல்ல வகையான உருக்கை உண்டாக்கலாமெனினும், மிக்க கதியொடு தாக்கம் நிகழ்வதால் இரசாயன முறையாக அதனைக் கட்டுப்படுத்தல் (அ-து., காபன் அடக்கத்தைச் செவ்வையாக மட்டுப்படுத்தல்) இயல்வதன்று. இங்கிலாந்

தில் இம்முறை அருகிவர, திறந்த அடுப்புறை பெரிதும் கைக்கொள்ளப் பட்டு வருகிறது. எனினும், சுருங்கிய செலவில் உருக்குச் செய்யும் முறையை முதன்முதலாக எமக்கு அளித்தது பெசமர் கண்ட முறையேயாம் (1856). அன்றியும், கடந்த நூற்றாண்டிற் கைத்தொழில் விரைவாக வளர்ந்த மைக்கும் அதுவே தலையாய காரணமாயிற்று.



உருவம் 16. மீளுந் திறந்த அடுப்பு உலை (வரிவடிவமானது)

(2) திறந்த அடுப்புமுறை: இம்முறையிலே திரவவார்ப்பிரும்பும் இரும்புத் தாதும் கழிவுருக்குங் கொண்ட கலவையானது திறந்தவடுப்புலையிற் சூடாக் கப்படும் (உருவம் 16 ஐப் பார்க்க). இம்முறையிற் புறத்திருந்தே எரி பொருள் இடப்படும் —ஆக்கிவாயுவே (பக்கங்கள் 63–65 வரை பார்க்க) பெரும்பாலும் எரிபொருளாக இங்கு உபயோகிக்கப்படும். இவ்வெரி பொருள், உலையிலிருந்து வெளிவருங் கழிவு வாயுக்களால் முன்னரே சூடாக்கப்படும். இவ்வுயர்ந்த வெப்பநிலையில், கழிவுப்பொருளிற் கரைத்து விடுகின்ற இரும்பொட்சைட்டால் மாசுகள் யாவும் ஒட்சியேற்றப்படும். இம் முறை விரைவானதன்று (அது முடிவடைதற்குப் பெரும்பாலும் 10 மணி நேரம் வரை செல்லும்). எனவே, கட்டுப்படுத்தற்கு இது பெசமர்முறை யினும் இலகுவானது. இவ்வழி திட்டமான அமைப்புடைய உருக்கை உண்டாக்கலாம்.

உருக்கின் இயல்புகள்

உருக்கின் இயல்புகள் இரண்டு முக்கியமான காரணிகளிலே தங்கியிருக் கின்றன. அவை, (அ) உருக்கிலுள்ள காபனின் சதவீதமும் (ஆ) வார்ப் புருக்கு வெப்பமேற்றப் பெறும் பான்மையுமாகும். உருக்கிலே காபனின் சதவீதம் 0·05 தொடங்கி 2.0% வரை வேறுபடும். காபனை 0·3 சத வீதத்தினுங் குறைவாகக் கொண்ட உருக்கை, (அதாவது மெல்லுருக்கை) ஏனையுருக்கு வகைகளோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கின், அது மிருதுவாக விருக்கக் காணலாம். காபனின் விகிதங் கூட உருக்கின் வன்மையுங் கூடும். பாலங் களிலும் உருக்குச் சட்டங்களைக் கொண்ட கட்டடங்களிலும் உபயோகிக்கப்படு கின்ற அமைப்புருக்கானது ஓரளவு மிருதுவானது; பொறிகளின் பாகங் களுக்குத் தேவையான உருக்கு 0·2 ச. வீ. முதல் 0·6 ச. வீ. வரையான

காபனைக் கொண்டிருக்கும் — இதனால் அது வன்மை கூடியதாகவும் இருக்கும். கருவியுருக்கெனப்படும் உயர் காபனுருக்கு 1·0 ச. வீ. முதல் 1·5 ச. வீ. வரையான காபனையுடையது — இவ்வகையுருக்கு மிக வன்மை யானது. மங்கனீசையுங் குரோமியத்தையுஞ் சிறிய அளவுகளிற் கொண்ட, சிறப்பாக வன்மையாக்கப்பட்ட உருக்குக்கலப்புலோகங்கள் இன்று விருத்தி யாக்கப்பட்டுள.

செஞ்சூடான உருக்கைக் குளிர்ந்த நீரிற்போட அதன் வன்மை கூடும். ஆனால், நொறுங்குந் தன்மையதற்கதிகமாக உண்டாகும். இவ்வுருக்குக்கு மீட்டும் மிக்க கவனமாகச் சூடேற்றினால் அதன் வன்மை குறைந்து பலங்கூடும். இவ்விதமாக உருக்கைக் காய்ச்சுவதனால் வேண்டிய அள வுக்கு அதற்கு வன்மையும் பலமுங் கொடுக்கலாம். வெப்பமேற்றுமிந்த முறையைத் தோய்த்தல் என்பர்.

அன்றன்றை வாழ்க்கையிற் சிலிக்கின் சேர்வைகள்

ஒட்சிசனுக்கு அடுத்ததாகப் பெரும்பான்மையாய்ப் புவியோட்டிற் காணப் படுகின்ற மூலகம் சிலிக்கனே. இதன் சேர்வைகள் பொருளாதாரச் சிறப்பு மெத்தவும் வாய்ந்தவை. சிலிக்கனீரொட்சைட்டானது (சிலிக்கா SiO_2) இயற்கையிலே மணல், தீக்கல், படிகமெனும் பல்வேறு வடிவங்களிற் காணப்படுகின்றது. களிமண் பெரும்பான்மையும் அலுமினியஞ் சிலிக் கேற்றே. கண்ணாடி, மட்பாண்டம், செங்கல், சீமந்து என்பனவும் பெரும் பான்மையுஞ் சிலிக்கன் சேர்வைகளால் ஆயவையே.

சிலிக்காவின் ஒரு தூயவடிவமான படிகக்கல், கண்ணாடியைக் கீறக் கூடியதும் உருக்கினாற் கீறப்படாததுமான வன்மை வாய்ந்தது. அது மிக வுயர்ந்த உருகுநிலை உடையது (1,500 ச.); எனினும், ஒட்சியைதரசன் சுவாலையில் அதனை உருக்கலாம். இவ்வாறு உருக்கி, பரிசோதனைச் சாலைகளுக்கு வேண்டிய சிறப்பான சில உபகரணங்களைச் செய்வர்.

படிகக்கல் மிகக் குறைந்த விரிவுக் குணகத்தை உடையதாதலின் (பத்திலட்சத்துக்கு 0·5) படிகவுபகரணங்களை விரைவாகச் சூடாக்கிக் குளிரச் செய்யினும் அவை வெடிக்கமாட்டா.

சிலிக்காவை (உதாரணமாகப் படிக மணலை)ச் சோடியங் கபனேற்றொடு உருக்கின், அது சோடியஞ்சிலிக்கேற்று, Na_2SiO_3 ஆகும். இந்தச் சிலிக் கேற்றின் செறிந்த கரைசல் "நீர்க்கண்ணாடி" எனப்படும். முட்டைகளைப் பேணு தற்கும் கொங்கிறீற்றுத் தரைகளை வலியுறுத்தற்கும் துணிகளை நீர்புகாத் தன்மையினவாக்குதற்கும் கன்னார்த் தகடுகள் செய்தற்கும் பொருள்களை ஒருங்கு ஒட்டுதற்கும் இக்கரைசலை உபயோகிக்கலாம்.

கண்ணாடி

சோடாச் சாம்பருடன் மணலையுருக்க "நீர்க்கண்ணாடி" உண்டாகும். சோடாச் சாம்பரையுஞ் (சீரற்ற சோடியங்காபனேற்றையுஞ்) சுண்ணாம்பை யும் மணலோடு கலந்துருக்கச் சாதாரண போத்தற் கண்ணாடி அல்லது

சாளரக் கண்ணுடி உண்டாகும். சிலிக்கேற்றுக்களின் கலவையே கண்ணுடியாகும். சாதாரண கண்ணுடியானது படிக மணலையுஞ் சுண்ணும்புக் கல்லையுஞ் சோடாச்சாம்பரையுங் கலந்துருக்கி உண்டாக்கப்படும். கடுஞ் சூட்டுக்கும் உருகாத வன்கண்ணுடியை அல்லது பொற்றுசுக் கண்ணுடியை அதே முறைப்படி சோடாச் சாம்பருக்குப் பதிலாகப் பொற்றுசை உபயோகித்து ஆக்குவர். உயர்ந்த முறிவுக்குணகமுள்ள தீக்கற்கண்ணுடி அல்லது ஈயக்கண்ணுடி என்னுமோர் இலங்கு கண்ணுடியை மணல், சுண்ணும்புக்கல், சோடாச்சாம்பர், ஈயவொட்சைட்டு என்னுமிவை நான்கையுங் கொண்டாக்கலாம். தீக்கற் கண்ணுடியினுற் கண்ணுடிவில்லைகளும் பட்டம் வெட்டிய கண்ணுடிப் பொருட்களுஞ் செய்யப்படும். கண்ணுடியிலுள்ள சிலிக்காவின் ஒரு பாகத்தின் இடத்தைப் போரணெட்சைட்டும் அலுமினியமொட்சைட்டும் எடுக்குமாயின், சடுதியான வெப்பமாற்றங்களைத்தாங்கி உடையாதிருக்குந் தன்மையுடைய 'போரோசிலுக்கேற்றுக் கண்ணுடி' உண்டாகும். இவ்வியல்பு அதற்குண்டாதலின் பொருட்களை வைத்து வெப்பமேற்றுதற்கு உபயோகிக்கப்படும் பாத்திரங்களைச் சாதாரண கண்ணுடியினுற் செய்வதினுந் தடிப்பாகவும் பலமுள்ளதாகவும் அதைக் கொண்டு செய்யலாம். பல்வேறு உலோகவொட்சைட்டுக்களைச் சிறிது சிறிதாகத் திரவக் கண்ணுடியிற் கரைத்து நிறக்கண்ணுடிகள் உண்டாக்கலாம். உதாரணமாக, கோபாற்றெட்சைட்டை நுண்ணளவுக்குத் திரவக் கண்ணுடியிற் கரைத்தால், அது நீலநிறங்கொள்ளும்.

கண்ணுடியின் இயல்புகள்

கண்ணுடியின் பிரதானமான இயல்புகளாவன, (அ) ஒளி புகுந்தன்மையும் (ஆ) இரசாயனச் சேர்வைகள் பலவற்றுல் தாக்கப்படாமையும் (இ) வளைத்திழுத்து வேலை செய்யத்தக்கதாக உருகுமுன் மெல்ல மெல்ல நெகிழுந் தன்மையுமே. ஏனைத் திண்மங்களுட் பெரும்பான்மையானவை இவ்வாறு நெகிழுந் நிலைக்கு வராது சடுதியாக உருகுந் தன்மையுடையவை. கண்ணுடியைத் தாக்கக்கூடிய இரசாயனப் பொருட்களுள் அதிமுக்கியமானது ஐதரசன் புளோரைட்டு (ஐதரோபுளோரிக்கமிலம்) ஆகும். ஆதலின், அதைக் கொண்டு கண்ணுடியிற் குறிகளும் அடையாளங்களும் இடலாம். கண்ணுடியுபகரணங்களில் அளவுகோடுகளிடுதல் இதற்கோர் உதாரணமாகும். கண்ணுடியின் விசேடவியல்புகள் காரணமாக அது இன்று மனித வாழ்க்கைக்கு அதிமுக்கியமான பொருளாக விளங்குகிறது. கண்ணுடியின்றேல் விஞ்ஞானப் பரிசோதனைச் சாலைகளை நிறுவுவது எத்துணைகடினமாக இருக்கும் ?

களிமண், செங்கல், மட்கலம்

களிக்கல்லையும் மைக்காவையுங் கொண்ட பாறைகள் வானிலையால் அழிவடையும்போது உண்டாகும் ஒரு விளைவே களிமண்ணென நூல் 2 இல் அதிகாரம் 6 இற் கற்றேம். களிமண் வகைகள் யாவும் அலுமினியஞ்

சிலிக்கேற்றுக்களொடு முற்றுகப் பிரிகையுருத கனிப்பொருட்டுணிக்கைகளை யுங் கொண்டுள்ளன. களிமண்ணைச் செஞ்சூடாகும்வரை வேகவைப்ப தாற் செங்கற்கள் செய்யப்படும். இவ்வுயர்ந்த வெப்பநிலையிற் சிலிக் கேற்றுக்களுட் சில உருகி மற்றைத் துணிக்கைகளைப் பிணித்துக் கடின மான ஒரு திணிவாக்கும். இங்கு சூடாக்கலின் விளைவு மீளாவியல் பினது. இதனுல், செங்கற்றாள் ஈரமாயிருப்பினும் வேகாத களிமண்ணின் சிறப்பியல்பான நெகிழுந்தன்மையைக் காட்டாது. மட்கலம், சீனக்களி, பீங்கான் என்பனவும் இதே முறையின்படி—உயர்ந்த வெப்பநிலைவரை "சுடுவதால்" ஆக்கப்படும். ஆயின், இங்கு தகவாகத் தேர்ந்தெடுத்த களிமண், பருந்துணிக்கைகளை அகற்றுதற்காக முதலிற் கழுவப்படும். மேற் கூறியாங்கு வேகவைத்த பொருள் இன்னமும் நுண்டுகளைத் தன்மை யுடையதாதலின், அதற்கு "மெருகிடல்" வேண்டும். எனவே, சிலிக் காவையுங் களிக்கல்லையும் கொண்ட ஒருவகைப் பசை (இஃது ருவகைப் பொற்ருசியமலுமினியஞ் சிலிக்கேற்றே) அதன்மேற் பூசப்படும்; பூசியபின், அதனைச் சூளையில் வைத்து முன்போலச் "சுட", அதன் மேற்பரப்பின் மீது மெல்லிய ஒரு கண்ணுடிப்படலம் உண்டாகும். இனி, மாதிரியுருவங்களை வரைதற்கு மெருகிடுதற்கு முன்னர், உலோகவொட்சைட்டுக்களைக் கொண்டு நிறப்பூச்சிடப்படும்.

சீமந்து

சுண்ணும்புக் கல்லையுங் களிமண்ணையுங் கலந்துவருங் கலவைக்கு நன்ருகச் சூடேற்றினுல், நீரில் வைப்பினும் வன்மை பெறுஞ் சுண்ணச் சாந்துண்டாகுமென்று **உரோமர்** கண்டனர். "**நீரியக்கவியற்** சுண்ணச் சாந் தினுல்" அவர்கள் கட்டியெழுப்பிய கட்டடங்களை இன்றுங் காணலாம். நீரிலுங் காற்றிலும் வன்மை பெறக்கூடிய இத்தகைய சுண்ணச் சாந்தை "நீரியக்கவியற் சீமந்து" என்பர்.

சீமந்து வகைகளுள் மிகப் பிரதானமானது போட்டுலாந்துச் சீமந்து எனப்படும். ஆதியிலே உண்டாக்கப்பட்ட இவ்விதமான சீமந்து கட்டடங் களைக் கட்டுவதற்கு "மிகச்சிறந்த போட்டுலாந்துக் கல்லிற்குச் சமான மாக"ப் பயன்பட்டதாதலின், இப்பெயர் அதற்குக் கொடுக்கப்பட்டது. சுண் ணும்புக் கல்லையுங் களிமண்ணையுங் கலந்து தூளாக்க வருங் கலவைக்குச் சரிந்து நின்று சுழலுகின்ற உலையில் 1,500° ச. வரை வெப்பமேற்றி அச் சீமந்து உண்டாக்கப்படும். இக்கலவையினெரு பாகம் உருகி நீருத சுண் ணும்புங் கல்சியஞ்சிலிக்கேற்றுங் கல்சியமலுமினேற்றுங் கொண்டவொரு வண்ணமையான திணிவுப் பொருளாகும். இதை அரைத்து மாவாக்கிக் காற்று நுளையாத அடக்கிகளுள் அடைத்து வைப்பர்.

ஆண்டுக்காண்டு சீமந்தின் முக்கியம் கூடிக்கொண்டே வருகின்றது. கல்லாலுஞ் செங்கல்லாலுங் கட்டப்படுங் கட்டடங்களுக்குச் சுண்ணும்புச் சாந்துக்குப் பதிலாகச் சீமந்துச் சாந்து பெரிதும் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. சீமந்தை மணலோடும் பரற் கல்லோடும் கலந்து நீர்விட்டுக் குழைக்க

வரும் கலவையைக் கொங்கிறீற்று என்பர். குழைத்தபின் கொஞ்சநேரத்தில் இக்கலவை திண்மமாக இறுகி விடும். கட்டடங்கள் கட்டுவதற்கும் முன்பு மரத்தாலும் இரும்பாலுங் கல்லாலுஞ் செய்யப்பட்ட பொருட்களைச் செய்வதற்கும் ஓயாது கூடுகின்ற அளவிற் சிமந்து உபயோகிக்கப்படுகின்றது. உருக்குச் சட்டங்களையுங் கம்பிகளையுங் கொங்கிறீற்றினுட் புதைத்து அவற்றின் பெலத்தைக் கூட்டலாம். இவ்வாறு பெலமேற்றுப் பெற்ற கொங்கிறீற்று, "வலியுறுத்திய கொங்கிறீற்று" எனப்படும்.

அரைத்திரவப் பதமான நெகிழ்நிலையில் உள்ளபோது கொங்கிறீற்றை இசைவான வடிவங்களாக்கலாம்—இதுவே கொங்கிறீற்றின் பயன்பாட்டுக்குக் காரணமாகும். திண்மத்தின் மிகப் பிரதானமான சிறப்பியல்பு அதன் விறைப்புத் தன்மையென்றும் அதன் வடிவத்தை மாற்றுதல் சங்கடமென்றும் முன்பு கற்றுள்ளோம். திரவமோ இதற்கு மாறாக, விறைப்பென்பது இல்லாததாய் அதனைக் கொண்டுள்ள பாத்திரத்தின் வடிவத்தை எடுக்கும் இயல்புடையது. திரவக் கொங்கிறீற்றை அவ்வப்பொழுது வேண்டிய வடிவமுள்ள அச்சினுள்ளூற்ற அவ்வச்சின் வடிவமாகித் திண்மமாக உறைந்திறுகிய பின்னரும் அவ்வடிவத்தையே அது கொண்டிருக்கும்.

காபொரண்டம்

மணலையுங் கற்கரியையுங் கொண்ட கலவையை மின்னுலையிற் பலமாகச் சூடாக்கின் சிலிக்கன்காபைட்டு (SiC) உண்டாகும்.

காபொரண்டம் எனப் பொதுமையில் வழங்கும் இப்பதார்த்தம் மிகமிகக் கடினமானது ; உருக்காலாய வெட்டாயுதங்களைக் கூர்மையாக்க அது உபயோகிக்கப்படும்.

பொசுபரசும் அதன் சேர்வைகள் சிலவும்

பொசுபரசென்னும் மூலகம் சிற்றளவாகப் பலவிடத்துங் காணப்படும். எனினும், தடிப்பான பாறைப் பொசுபேற்று (கல்சியம் பொசுபேற்று)ப் படிவுகள் வட அமெரிக்காவிலும் வட ஆபிரிக்காவிலும் சில பசுபிக்குத் தீவுகளிலுங் காணப்படுகின்றன (இதுபற்றி ப. 171 ஐயும் பார்க்க). கமத்தொழிலில் வளமாக்கியாகப் பயன்படும் கல்சியம்பொசுபேற்று இப்பாறைப் பொசுபேற்றுக்களிலிருந்தே பெரும்பான்மையும் பெறப்படுகின்றது.

உயிர்ப்பொருள்கள் யாவற்றிலும் பொசுபரசுச் சேர்வைகள் உண்டு. நிலத்திலிருந்து பொசுபேற்றுக்களைத் தாவரங்களும் தாவரங்கள் தொகுத்து வைத்திருக்குஞ் சில புரதங்களுளிலிருந்து பொசுபரசை விலங்குகளும் பெறுகின்றன. பொசுபரசு என்னும் மூலகம் முதன்முதல் விலங்குகளின் எலும்பிலிருந்து எடுக்கப்பட்டது. எலும்பில் 50% கல்சியம் பொசுபேற்ருகும். எலும்புக்கரியைக் காற்றுள்ள விடத்தில் வைத்துச் சூடாக்க அதிலுள்ள காபன் முழுவதும் எரிந்தொழியும். எஞ்சியிருக்கும் எலும்புச் சாம்பரிற் பெரும் பாகங் கல்சியம்பொசுபேற்றே. எலும்புச் சாம்பரைச் சல்பூரிக்கமிலத்தாற்றுக்கப் பொசுபோரிக்கமிலமென்னும் ஒட்டு

மியல்புடைய தடித்த திரவமொன்றுண்டாகும். இத்திரவத்தோடு மரகரி யைக் கலந்து காற்றில்லாத விடத்தில் வைத்து அதனை வெண்சூடாக்கப் பொசுபரசு ஆவியாகி மேலெழும்பும். அப்பொழுது அதை நீரின்கீழ் ஒடுக்கியெடுக்கலாம். கல்சியம் பொசுபேற்றுடன் படிகத்தையுங் கற்கரியை யுங் கலந்து வருங்கலவையை மின்னுலையிற் சூடாக்கிப் பொசுபரசைப் பெறுவது புதியவொரு முறையாகும். படிகத்திலுள்ள சிலிக்கா கல்சியஞ் சிலிக்கேற்றாகிப் பொசுபரசையொட்சைட்டைப் பெயர்த்தகற்றும். அகற்றப் பட்ட பொசுபரசையொட்சைட்டைக் காபன் தாழ்த்தப் பொசுபரசு தனித் திருக்கும்.

கந்தகத்தையுங் காபனையும் போன்று பொசுபரசு புறவேற்றுமையான வடிவங் கொள்ளும். இவ்வடிவங்களுள் மஞ்சட் பொசுபரசும் செம்பொசு பரசும் மிகச் சாமானியமான இரு வடிவங்களாம்.

மஞ்சட் பொசுபரசு

வெண் பொசுபரசென்றுஞ் சொல்லப்படுகின்ற மஞ்சட் பொசுபரசானது தேன்மெழுகைப் போன்ற தோற்றமுடைய ஒளி கசிகின்ற ஒரு திண்மம். புதிதாய் உண்டாக்கப்பட்டவுடன் வெண்ணிறமுடையதாக விருக்கும். ஒளி படப்பட அதன் வெண்ணிறம் மெல்ல மெல்ல மஞ்சணிறமாகும். மஞ்சட் பொசுபரசின் எரிபற்றுநிலை மிகத் தாழ்ந்தது. காற்றிலே 30° ச. இல் (—86° ப.) அது எரியும். ஆதலின், பிரதானமாக அயனமண்டல நாடு களில் மிகக்கவனமாகவதைக் கைபரிமாறுதல் அத்தியாவசியம். பரிசோ தனைச் சாலைகளில் நீரினுள் அதை வைத்திருப்பதே முறை. இவ்வகைப் பொசுபரசு தீவிரமானவொரு நஞ்சு. ஒரு மனிதனைக் கொல்லுதற்கு 0·1 கிராமளவு போதுமானது. அதனிலிருந்து நச்சாவியொன்று கிளம் பிக்கொண்டேயிருக்கும். கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அந்த நச்சாவியை நாளாந்தம் உட்சுவாசித்துக் கொண்டுவர தாடையெலும்புகள் தொடக்க மாக மற்றெல்லா எலும்புகளும் உக்கியழிகின்றதான நோயொன்றுண்டா கும். ஒரு காலத்தில் தீக்குச்சிகளை உண்டாக்குந் தொழிற்சாலைகளின் தொழிலாளர் இந்நோயாற் பெரிதும் பீடிக்கப்பட்டனர். ஆதலின், பெரும் பான்மையான நாடுகளில் தீக்குச்சிகளை உண்டாக்குதற்கு மஞ்சட் பொசு பரசை உபயோகிக்கப்படாதென்ற சட்டம் விதிக்கப்பட்டுள்ளது.

செம்பொசுபரசு

250° ச. அளவில் மஞ்சட் பொசுபரசைக் காற்றில்லாதிருக்கச் சூடாக்கினால், அது செம்பொசுபரசென்று சொல்லப்படுஞ் கடுஞ் சிவப்பு நிறமுள்ள தூளாகும். பொசுபரசென்னும் மூலகத்தின் புறவேற்றுமையான பிறிதொரு வடிவமே செம்பொசுபரசு. அதனிலிருந்து நச்சுத் தன்மையுள்ள ஆவி உண்டாவதில்லை; 250° ச. இற்குக் கீழே அது நெருப்புப் பற்றாது; உள்ளபடி அது வீறு மிகக் குறைந்த வடிவமாகும்.

பொசுபரசின் இவ்விரு வடிவங்களும் இரசாயனமுற்றொப்பு உடையன வென்று, சமநிறையுள்ள மஞ்சட் பொசுபரசையும் செம்பொசுபரசையும்

வேறுகக் காற்றில் அல்லது ஒட்சிசனில் எரித்து நிரூபிக்கலாம். ஏனெனில், அப்படி எரித்தால் சமநிறையான விளைவாகிய பொசுபரசையொட்சைட்டு இரு வகைகளிலும் உண்டாகுமென்க.

தீக்குச்சிகள்

ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாக மனிதன் மரக்கிலங்களை ஒன்ருேடொன்று தேய்த்து அல்லது தீக்கல்லையும் உருக்கையுங் கொண்டு நெருப்பை உண்டாக்கி வந்திருக்கிருன். சென்ற சில நூற்ருண்டுகளாகத்தான் தீக்குச்சிகள் உபயோகத்துக்கு வந்திருக்கின்றன.

முற்காலத்தில் மஞ்சட்பொசுபரசையும் ஈயப்பரவொட்சைட்டையும் வச்சிரப் பசையையுங் கலந்துண்டாக்கிய பசையினுள் மரக்குச்சிகளைத் தோய்த்தெடுத் துத் தீக்குச்சிகளை உண்டாக்கினர். மஞ்சட் பொசுபரசை உபயோகித்தல் தடுக்கப்பட்டபோது, அதற்குப் பதிலாகப் பொசுபரசுச் சல்பைட்டொன்றை உபயோகித்தனர். முறடான புறப்பரப்பு எதனிலும் இவ்விதமான தீக்குச்சியைத் தட்டிஞல் அதன் நுனியிலுள்ள கலவை தீப்பற்றக்கூடிய அளவுக்கு வேண்டிய சூடு உராய்விஞல் உண்டாக அது எரியும்.

இக்காலம் வழங்குகின்ற காவற்றீக்குச்சிகளின் நுனியிற் பொசுபரசில்லை. ஆனல், செம்பொசுபரசுப் பூசப்பெற்ற கடதாசித் துண்டு தீப்பெட்டியின் பக்கத்தில் ஒட்டப்பட்டிருக்கும். தீக்குச்சிகளின் நுனிகளிற் பொற்ருசியங் குளோரேற்று அல்லது பொற்ருசியம் நைத்திரேற்று அல்லது செவ்வீயம் போன்ற ஓர் ஒட்சியேற்றுங் கருவியோடு வச்சிரப்பசை கலந்துள்ளவொரு கலவையுண்டு. தீக்குச்சியின் நுனியைத் தீப்பெட்டியின் பக்கத்திற்றட்ட, ஆங்குள்ள பொசுபரசினெரு நுண்பாகம் உராய்விஞற் றீப்பற்றித் தீக்குச்சி யின் எளிதிற் றீப்பற்றுந் தன்மையுடைய நுனிக்குத் தீ மூட்டும். இத்தீ யானது தீக்குச்சியின் மரக்கோலுக்குத் தீ மூட்டும்.

பொசுபரசையொட்சைட்டும் (P_2O_5) பொசுபோரிக்கமிலமும் (H_3PO_4)

பொசுபரசை உலர்ந்த காற்றில் அல்லது ஒட்சிசனில் எரியச் செய்தாற் பொசுபரசையொட்சைட்டுப் புகைப்படலமொன்றெழும். நேரம்போக அது வொரு வெண்டூளாகப் படியும். நீரிலதற்கு இரசாயன நாட்டம் மிக உண்டாதலின், அதிகஞ் சூடுண்டாக நீரிற் கரைந்து பொசுபோரிக்கமில மாகும். நீரிலதற்குள்ள பெருநாட்டங் காரணமாக யாமறிந்த உலர்த்து கருவிகள் எல்லாவற்றுள்ளும் மிகச்சிறந்ததாக விளங்குகின்றது. வாயுக் களில் நீராவி சற்றேனுமில்லாதிருக்க வேண்டுமாயின் பொசுபரசையொட் சைட்டே உலர்த்து கருவியாக உபயோகிக்கப்படும்.

பொசுபோரிக்கமிலத்தின் உப்புக்களான பொசுபேற்றுக்கள் சிறந்த வள மாக்கிகளென்று முன்பு கற்றுள்ளோம். கல்சியம் பொசுபேற்றும் அமோனி யம் பொசுபேற்றும் அவற்றுக்கு உதாரணங்களாம்.

அதிகாரம் 3

காபனும் அதன் சேர்வைகள் சிலவும்

வேறெந்த மூலகத்திலும் அதிகமாகக் காபனுனது சேர்வைகளிற் சேரு கின்றது. காபன் சேர்வைகளுக்கென்று இரசாயனவியலிற் புறம்பான ஒரு பிரிவுண்டு. அதனைச் **சேதனவுறுப்பிரசாயனவியல்** என்பர். "**சேதன வுறுப்பு**" என்னும் பகுபதம் உயிருள்ளனவற்றிலிருந்து பெறப்படுஞ் சேர்வை களைக் குறிப்பதெனினும், அச்சேர்வைகளுட் பல பரிசோதனைச் சாலைகளில் இன்று உண்டாக்கத்தக்கவை; சில இயற்கையிற் காணப்படுவதுமில்லை.

கந்தகத்தைப் போன்று காபன் மூலகமும் **புறவேற்றுமையான வடிவங்** களிற் காணப்படுகின்றது. அவையாவன, (1) **பளிங்குருவற்ற காபனும்** உதாரணம் : வெல்லக்கரி, (2) **பளிங்குருவக் காபனும்**, அதாவது பென்சிற் கரியும் வைரமும் என்பனவே. வைரமும், பென்சிற்கரியும், மரக்கரியு மாகிய இவை மூன்றும் இரசாயனவியற்படி ஒன்றேயென்பது விந்தையே. ஆனல், அவை மூன்றினதுஞ் சமநிறையான கணியங்களை ஒட்சிசனில் எரிக்கக் காபனீரொட்சைட்டாகிய ஒரே விளைவு ஒரே நிறையினதாக உண் டாகுதல் இவ்வுண்மையை நிரூபிக்கின்றது. எனவே, வெளித்தோற்றத் தளவில் வைரமும், பென்சிற்கரியும், மரக்கரியும் வேற்றுமை மிக்குடைய வாயினும், அவை ஒரே மூலகத்தின் அதாவது காபனின், வெவ்வேறு வடிவங்களேயாகும்.

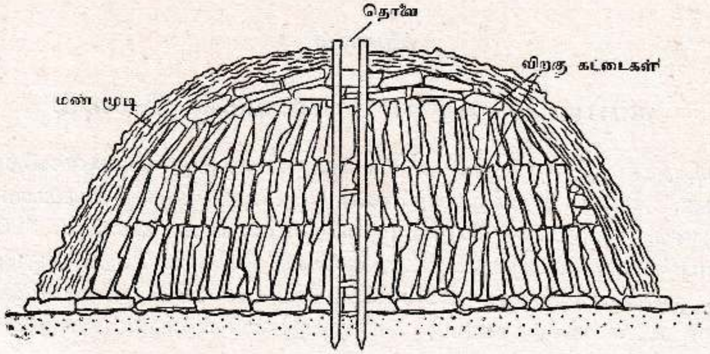
காபனின் பளிங்குருவற்ற, மாசுள்ள சாமானிய வகைகள் பலவுண்டு. அவையாவன, (அ) **மரக்கரி**, (இ) **சுடர்க்கரி** அல்லது **புகைக்கரி**, (உ) **விலங் குக்கரி** அல்லது **எலும்புக்கரி**, (எ) **கற்கரி** என்பனவே.

மரக்கரி

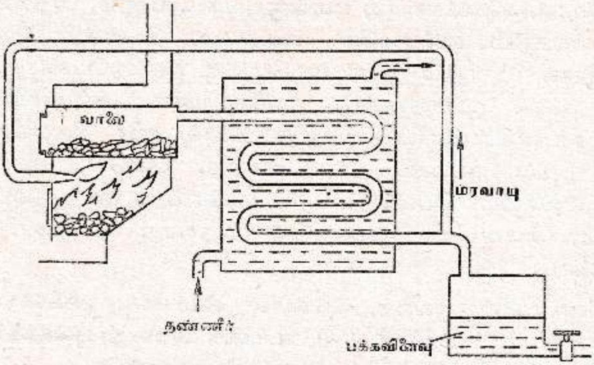
பழைய முறைப்படி விறகைக் குவித்து மண்ணினல் மூடி எரித்து (உருவம் 17) அல்லது புதிய முறைப்படி, மூடப்பட்டுள்ள அடுப்பில் அன்றேல் வடிகலனில் விறகை வைத்துச் சூடாக்கி (உருவம் 18) **அழியக் காய்ச்சி வடித்து** (அதாவது, சுடரின்றிப் பிரியச் செய்து) மரக்கரியைப் பெறலாம். பின்னை முறையைப் பின்பற்றும்போது பக்கவிளைவுகளாகி **அசற்றிக்கமிலம், மீதைலற்ககோல் அசற்ரேன், மரத்தார்,** (மீதேனைப் பெரும்பாகமாகக் கொண்டுள்ள) மரவாயு என்பனவுண்டாகும்.

பழம் முறையை உபயோகிக்கும்போது, இப்பதார்த்தங்கள் புகையுடன், வெளியே போய்க் காற்றுடன் கலந்து கொள்ளுகின்றன.

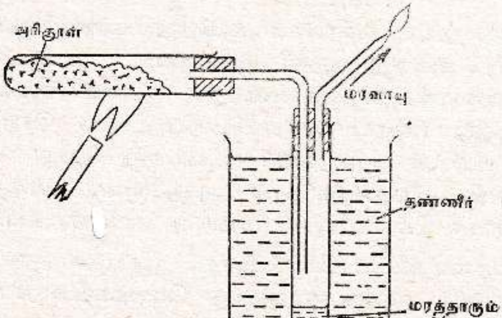
மரக்கரியானது நுண்டுளைத் தன்மையுடைய, அடர்த்தி மிகக் குறைந்த கரிய ஒரு பொருள், நுண்டுளையமைப்பு உடையதாதலின் தன்னிலும்



உருவம் 17.—மரக்கரியை எரித்துண்டாக்குதல்.



உருவம் 18.—மூடப்பட்டுள்ள வடிகலனில் மரத்தைக் காய்ச்சி வடித்தெடுத்தல்.



உருவம் 19.—மரத்தைக் காய்ச்சி வடித்தல்.

பன்மடங்கு கனவளவுள்ள வாயுவை அது உறிஞ்சும். புது மரக்கரியானது வாயுக்களை மாத்திரமன்றித் திண்மங்களையுந் திரவங்களையும் உறிஞ்சும். ஆனதனால் பண்படுத்தாத பழுப்புச் சீனியையும், தூயதாக்கி நிறநீக்கஞ் செய்து உணவுப்பொருட்களாக உபயோகித்தற்குரிய சீனிபோன்ற வேறு பதார்த்தங்களையும் நிற நீக்குதற்கு மரக்கரி உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

(1) உருவம் 19 இற் போன்று உபகரணத்தை நிறுவுக. வன்கண்ணாடிக் குழாயினுள் மரவரிநூலை வைத்து, தொடக்கத்தில் மென்மையாகவும் பின்னர் வன்மையாகவுஞ் சூடாக்குக. கூர்நுனிக் குழாயிலிருந்து மரவாயு வெளிப்போகும் வேளையில் அதற்குத் தீ மூட்டிச் சிற்றளவான மரப்பொருளி லிருந்து பெருமளவாக மரவாயு வெளிப்போவதை அவதானிக்க. மாற்றம் நிகழாது நின்றவுடன் உபகரணத்தை ஆறவிட்டு, வடிபொருளை ஆராய்க. நீர்மயமான பாகத்தைப் பாசிச்சாயத்தாள்கொண்டு சோதிக்க. மரத்தாரை உற்று நோக்கி ஆராய்ந்து அதற்குச் சிறப்பாகவுள்ள நாற்றத்தைக் கவனிக்க. (சாமானியமான மரப்புகையில் மரத்தாருண்டு).

(2) ஒரு சோதனைக் குழாயை எடுத்து அதன் அரைவாசி நிரம்புமட்டும் கொடுக்கப்பட்டுள்ள நிறத் திரவத்தை (இயோசின் அல்லது மெதிலீ னீலத்தின் 0·01 கரைசலை) ஊற்றுக. புதிதாக மரக்கரியை உண்டாக்கி, அதிற் சில கிராம் எடுத்துத் திரவத்துள் இட்டுச் சில நிமிடங்களுக்குப் பலமாகக் குலுக்குக. பின்பு வடிகட்டி வடிந்த திரவம் நிறமில்லா திருக்கக் காண்க. வடித்து முடிந்தபின்பு, சில கன. ச.மீ. அளவான அற்ககோலை (மெதனோல்சேர் மதுசாரத்தை) வடிதாளின்மீதுள்ள மரக் கரியின் மேலூற்றி வடிதாளுக்கூடாக நிறங்கொண்ட திரவம் வருவதைக் காண்க.

சுடர்க்கரி

காற்றானது மட்டாகவுள்ள இடத்தில் காபன் மிக்குள்ள பதார்த்தங்களை (உதாரணம் : எண்ணெய்க் கிணறுகளிலிருந்து வரும் " இயற்கைவாயு ") எரிக்க வருகின்ற, மிகநுண்ணிய கூறுகளாலாய புகைக்கரியே சுடர்க்கரி எனப்படும். நிறப் பூச்சுக்கள், அச்சு மை, இந்திய மை, காபன் தாள், தட்டெழுத்துப் பொறி நாடாக்கள், பதிவு பன்னித் தட்டுக்கள் என்பன வற்றை உண்டாக்குவதற்குச் சுடர்க்கரி உபயோகிக்கப்படுகின்றது. இறப் பரைச் சுடர்க்கரியோடு கலந்தால், அது வாயுத்தயர்களைச் செய்தற்கு மெத்தவும் வாய்ப்பானதாகும். உலகில் உண்டாக்கப்படுஞ் சுடர்க்கரியிற் பெரும்பாகம் மோட்டர்த் தயர்க் கைத்தொழிலிலேயே இன்று பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

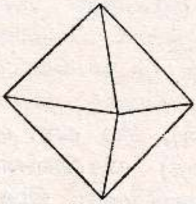
விலங்குக்கரி

இரும்பு வடிகலன்களில் எலும்பைக் காய்ச்சி வடித்தலால் விலங்குக்கரி உண்டாக்கப்படும். அப்படி உண்டாக்கும்பொழுது அமோனியாவும் என்

பெண்ணெயும் வெளிப்போக, எலும்பின் பெருங் கூறுகிய கல்சியம் பொசுபேற்று 90% அளவாகக் கலந்துள்ள காபன் மீதியாகக் கிடக்கும். இந்தக் கனிப்பொருளை அமிலத்திற் கரைத்தகற்ற, அதி மிக நுண்ணிய கூறுகளாலாய கரி (என்புக் கருங்கல்) எஞ்சிக் கிடக்கும். விலங்குக்கரி சிறந்த நிறநீக்கியாகும். ப. 57 இலுள்ள பரிசோதனை (ii) ஐ விலங்குக் கரிகொண்டு மீண்டும் நடத்துக.

காபனின் பளிங்குவடிவங்கள்

பென்சிற் கரியானது "ஈயப்" பென்சில் உண்டாக்க உபயோகிக்கப்படுகின்றது. அதைக் "காரீயம்" என்றுஞ் சொல்லுவதுண்டு. ஏனெனில், ஈயம் அதிலுண்டென்று முன்னொரு காலத்தில் எண்ணினர். இலங்கை, சைபீரியா, போலந்து, வட அமெரிக்கா என்னும் நாடுகளில் இயற்கைப் பென்சிற் கரி உண்டு. நயகரா நீர் வீழ்ச்சிக் கணித்தாய்க் கற்கரியை அல்லது அந்திரசைற்றை மின்னுலையிற் காற்றின்றிச் சூடாக்கி மிக்க மிருதுவான தூய செயற்கைப் பென்சிற்கரி உண்டாக்கப்படுகின்றது.



வைரம்

பென்சிற்கரி

உருவம் 20.—காபன் பளிங்குகள்.

வழுவழுப்பான தன்மையுடைய மென்மையான தட்டைத் தகட்டு வடிவங்களிற் பென்சிற்கரி பளிங்காகும். ஆதலின், பாரமான எந்திரங்களில **உராய்வு நீக்குதற்கு** அது உபயோகிக்கப்படுகின்றது. பென்சிற் கரியைக் களி மண்ணோடு தக்க விகிதசமத்திற் கலந்து சூடாக்குவதால் ஈயப்பென்சிலுக்கு வேண்டிய உள்ளீடுகள் உண்டாக்கப்படும். "மென்மையான" பென்சிலிற் கூடிய விகிதசமம் பென்சிற் கரியாகவும் "கடினமான" பென்சிலிற் கூடிய விகிதசமம் களிமண்ணாகவும் இருக்கும்.

வைரங்கள் பொதுவாக உலகின் பல பாகங்களிலும், பிரதானமாகத் தென்னாபிரிக்காவிலும், தென்னமெரிக்காவிலும் இந்தியாவிலுங் காணப்படுகின்றன. இயன்றமட்டும் ஒளியைத் தெறிக்கச் செய்யுமாறு இயற்கையான வைரங்களைப் பட்டம் வெட்டி மினுக்கி ஆபரணங்கள் செய்வதற்கு உபயோகிப்பர். யாமறிந்த பதார்த்தங்கள் யாவற்றுள்ளும் அதி வன்மையுடையது வைரமே. ஆபரணங்கள் செய்வதற்கு வைரங்களைப் பட்டம் வெட்டும்போது உண்டாகின்ற வைரச் சிம்புகளைக் கண்ணாடி வெட்டுதற்குப்

பயன்படுத்துவர். கருநிற வைரங்களும் நிறமாறிய ஈனை வைரங்களும் ஆபரணங்கள் செய்வதற்கு உதவாவாதலின், எண்ணெய் அல்லது நீரின் பொருட்டு நிலந்துளைக்கப் பயன்படும் பாறைத் துறப்பணங்களின் முகப்பில் அவை பதிக்கப்படும். உலகில் ஆண்டுதோறும் உண்டாக்கப்படும் வைரத்தில் 80 சத வீதம்வரை கைத்தொழிலின் பொருட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்னுலேயில் 3,000 ச. வரை சூடாக்கிய திரவ இரும்பிற் காபனைக் கரைத்துச் சடுதியாகக் குளிரச்செய்தபோது செயற்கை வைரங்கள் உண்டாயின வென்று கூறுகின்றனர். குளிர்ந்த பின்னர் இரும்பை அமிலங்கொண்டு கரைத்து நீக்கியபோது மிகவுஞ் சிறியதான வைரங்கள் எஞ்சிக் கிடந்தனவாம். அவற்றுள் மிகப் பெரியதன் விட்டம் ஏறக்குறைய 0·5 மி.மீ. அளவாக இருந்தது. இச்செய்முறை வர்த்தகப் பயன் அற்றதாயினும், விஞ்ஞானச் சிறப்பு மெத்தவும் வாய்ந்தது.

நிலக்கரி

முன்னொரு காலத்தில் அடர்சேற்று நிலங்களில் வளர்ந்த தாவரங்கள் இறந்துவீழ, அவற்றின் மீதிகள் ஓரளவு பிரிகையுற்றுப் பெரும் அமுக்கத்துக்குள்ளாயின. இத்தகைய தாவர மீதிகள் ஈற்றில் இறுகிச் சேதனப் பொருளடையற் பாறைகளாயின. இப்பாறைகளே புவியினடியில் நிலக்கரியாகக் காணக்கிடப்பன. இன்று பெரும்பான்மையும் புவியின் கீழ் அமிழ்ந்திக்கிடக்கும் நிலக்கரிப் படுக்கைகள் ஒரு காலத்திற் புவிமேற்பரப்பில் அடர்சேற்று நிலங்களாக இருந்தனவென்பது எம்மனோர் கருத்து. இவ்வடர்சேற்று நிலங்களில் மரங்கள் பெருங் காடுகளாக வளர்ந்து நின்றன. இவற்றுட் சிலவற்றின் பாரைகளும் வேர்களும் நிலக்கரிப் படுக்கைகளில் உயிர்ச் சுவடுகளாக இன்றுங் காணக்கிடக்கின்றன. இத்தாவரங்கள் காலப் போக்கில் இறந்துபட்டு, நீருள் வீழ்ந்தன. ஆங்கு ஒட்சிசன் இல்லாமையால், அவை மெதுவாகவே உக்கிச் சிதைவுற்றன. காலகதியில் முற்றுய் நிலக்கரிப்படுக்கை இவ்வாறு உண்டாயது. அப்பால், புவியோட்டின் அசைவு காரணமாக, வானிலேயால் அழிவுற்ற பாறைத் துண்டுகள் ஆழமான ஒரு படையாக இந்த முற்றுநிலக்கரிப் படுக்கையை மூடின. காலஞ் செல்ல, முற்றுநிலக்கரியும் அதன்மீது வந்து படிந்த மண்டியும் (அதாவது சேறும்) அமுக்கப்பட்டுத் **திட்பமடைந்து** பாறையாயின.

சாமானியமான கருநிலக்கரியினுங் குறைந்த அளவாக அமுக்கப்பட்ட நிலக்கரிவகை **பழுப்பு நிலக்கரி** எனப்படும். அது சாமானிய நிலக்கரியினுங் குறைந்த அளவாகப் பிரிகையுற்றது ; அன்றியும், குறைந்த அளவான "நிலைப்படுத்திய" காபனையும் கூடிய அளவான நீரையுங் கொண்டது.

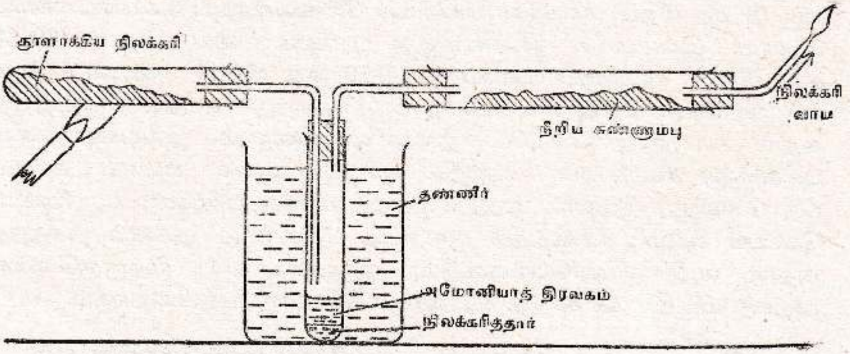
மென்னிலக்கரி (அதாவது புகைமிகு நிலக்கரி) என்பது மினுக்கு மியல்புள்ள, கருமையான, எளிதிணுெறுங்கும் ஒரு திண்மம். அது ஒளிர் சுவாலையோடு, புகைமிகக் கக்கி எரியும். வன்னிலக்கரி என்பது பிறிதொரு வகை ; இது நீராவி நிலக்கரி, அல்லது "அனல்மிகு நிலக்கரி" எனவும் படும். இது அடர்த்திமிக்க பாறைபோன்ற கடிய ஒரு திண்மம் ; இது சுவாலையும் புகையுமின்றி மெதுவாக எரியும் ; எரிந்தபின், சொற்ப சாம் பரே எஞ்சும். வெவ்வேருன இக்காபன் வகைகள் வெவ்வேறளவான காபனைக் கொண்டவை. உதாரணமாக, பழுப்பு நிலக்கரி 60–75 சதவீதம் வரையான காபனைக் கொண்டது ; மென்னிலக்கரி 75–90 சத வீதம் வரையான காபனுடையது ; வன்னிலக்கரி 90–93 சதவீதமளவான காப னைக் கொண்டுள்ளது.

நிலக்கரி வாயு

உருவம் 21 இற் காட்டியவாறு உபகரணத்தை அமைக்க. 3 அங். $\times \frac{1}{2}$ அங். அளவான வன்கண்ணுடிக் குழாயொன்றை அரைவாசியளவிற்குத் தூளாக் கிய நிலக்கரியால் நிரப்பி, இவ்வுபகரணத்திற் பயன்படுத்துக. பலமாகச் சூடாக்கி, ஒடுக்கியையுந் தூய்தாக்கியையும் இணைக்கு முன்னர், தூய்மை யற்ற வாயுவிற்கு முதலில் எரியூட்டுக. புகைக்குஞ் சுவாலையைக் கவனிக்க. அப்பால், உபகரணத்தை ஒடுக்கியோடுந் தூய்தாக்கியோடும் இணைத்து, தூய் தாக்கிய வாயுவிற்கு எரியூட்டுக. மேற்கொண்டு வாயு யாதும் வெளிப்படாத போது, சூடாக்கலை நிறுத்தி, உபகரணத்தை ஆறவிடுக. ஆறியதும், நீர்மயமான வடிந்த திரவத்தைப் பாசிச்சாயத்தாள் கொண்டு சோதிக்க. வன்கண்ணுடிக் குழாயிலுள்ள மீதியைக் குலுக்கி வெளியெடுத்து, கற்கரியாகிய அம்மீதியைச் சோதித்துப் பார்க்க.

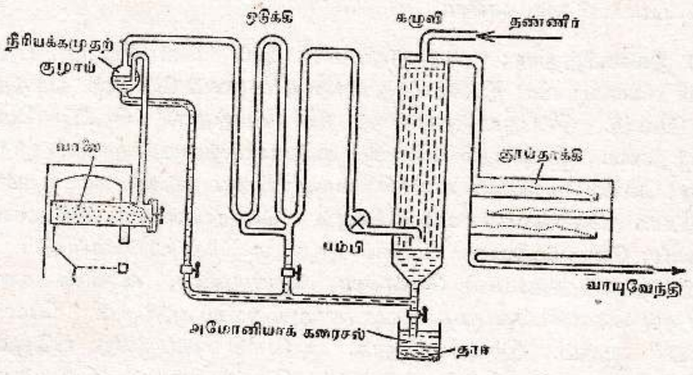
பல நாடுகளில் நிலக்கரி வாயுவை வெப்பமும் வெளிச்சமும் உண்டாக்க உபயோகிக்கின்றனர். வாயுத் தொழிற்சாலையில் (உருவம் 22) தீக்களி மண்ணுற் செய்யப்பட்ட வாலைகளில் நிலக்கரியை அழியக் காய்ச்சி வடித்து நிலக்கரி வாயு உண்டாக்கப்படுகின்றது. எனின், நிலக்கரியைக் காற்றின் றிப் பலமாகச் சூடாக்குவதால் அது உண்டாக்கப்படுகின்றது. பல மாசுள்ள பதார்த்தங்களுடன் கலந்துள்ள இந்த நிலக்கரிவாயுவானது குழாய்கள் வழியாக **நீரியக்கமுதற் குழாயினுட்** போகின்றது. வாயுவைக் குளிரச் செய்து அதிலுள்ள மாசுப் பதார்த்தங்களுட் சிலவற்றை நீக்கும் நீர் கொண்ட வாய்க்கால் போன்றதே இந்த நீரியக்கமுதற் குழாய். இக் குழாயானது வாலையொன்றைத் திறந்தவுடன் வாயு வெளிப்போய் வீணு

காமற் றடுக்கும் ஒரு வாயிலாகவுந் தொழிற்படுகின்றது. காபனின் நுண்டு வாரமுள்ளவொரு வடிவமான கற்கரியானது வாலேகளுள்ளே கிடக்க, **நிலக்கரித்தார், அமோனியா, கந்தகச் சேர்வைகள்** என்பனவுள்ள பண்



உருவம் **21.** நிலக்கரியின் வடிமுறை.

படுத்தாத வாயுவானது தூய்மையாக்கும் பல படிகளை ஒவ்வொன்ருகக் கடந்து செல்லும். முதலாவதாகத் **தாரும் அமோனியா**ரைந்துள்ள நீரும் வாயுவிலிருந்து நீக்கப்படுகின்ற ஒடுக்கிகளுக்கூடாக அது போகின்றது. அதன் பின்னர் எஞ்சியிருக்கும் அமோனியாவைக் கரைத்து நீக்கு



உருவம் **22.** நிலக்கரி வாயுவேந்தி.

கின்ற நீருள்ள கழுவிக்கூடாக நிலக்கரிவாயு செல்லுகின்றது. தூய்தாக்கியினுக்கூடாக அதைச் செல்லவிட்டுக் கந்தகம் நீக்கப்படுகின்றது. இத் தூய்தாக்கியினுள்ளிருக்கும் இரும்பொட்சைட்டுடன் அல்லது நீறிய சுண்ணும்புடன் கந்தகச் சேர்வைகள் சேருகின்றன. இவ்வாறு தூய்தாக்கப் பட்ட நிலக்கரி வாயுவானது பின்னர் **வாயுவேந்தி**யினுட் போகும். போய்,

உபயோகிப்பவர்களுக்குக் குழாய்கள் வழியாக அனுப்புவதற்கு ஆயத்த மாகவிருக்கும்.

நிலக்கரிவாயுவானது ஐதரசனையும் (40–50 சத வீதம்) நைதரசனை யும் (8 சத வீதம்) காபனின் சிலவாயுச் சேர்வைகளையுங் கொண்ட கலவை யேயாம். இக்காபனின் சேர்வைகளுள் முக்கியமானவை மீதேன் (30–33 சத வீதம்) காபனோரொட்சைட்டும் (5–10 சத வீதம்) என்பன. நிலக் கரிவாயு மிக்க நச்சுத்தன்மையினதாக இருத்தற்குக் காரணம் இறுதியிற் கூறிய காபனோரொட்சைட்டே. நிலக்கரிவாயுவெனும் இவ்வாயுக்கலவை புகைக்குஞ் சுவாலையுடன் காற்றில் எரியும். ஆயின் பன்சன் சுடரடுப் பிற் போன்று, இவ்வாயுவோடு காற்றைக் கலந்து எரிக்கின், சுவாலையின் வெப்பங் கூடும் ; புகைத்தல் குறையும். (அதாவது தகனம் நிகழ்ந்து அதன் வழி காபனீரொட்சைட்டும் நீருமுண்டாதல் முற்றுகுமென்க) காற்றை மிகுதியாகக் கலந்தால், கலவை வெடிக்குமியல்பினதாகும்.

நிலக்கரி வாயுவைப் பரும்படியாக ஆக்கும்போது வரும் பக்கவிளைவுகள்

(1) **கற்கரி:** வடிகலன்களில் எஞ்சி நிற்குங் கற்கரி ஏறக்குறைய 80 சதவீதக் காபனுடையது. அது மலிவான எரிபொருளாக உபயோகிக்கப் படும். ஆக்கிவாயுவையும் நீர்வாயுவையும் ஆக்குதற்கும் அது உப யோகிக்கப்படும் ; அன்றியும், தாதுப்பொருள்களைத் தாழ்த்தி அவற்றி லுள்ள உலோகங்களைப் பிரித்தெடுத்தற்கும் அது பிரயோகிக்கப்படும். ஊதுலையில் இரும்பைப் பரும்படியாக ஆக்குதற்கு இவ்வாறு அது சிறப் பாகப் பயன்படுதல் காண்க.

(2) **நிலக்கரித்தார் :** குறைந்தபட்சம் 200 வெவ்வேறு பதார்த்தங் களின் கலவையாகிய நிலக்கரித்தாரானது தைலம் போன்ற தடித்தவொரு கருந்திரவம். இப்பதார்த்தங்களுட் சில வர்த்தகச் சிறப்பு மெத்தவும் வாய்ந்தவை. இவற்றுள் விலையிற் கூடியனவற்றைத் தாரிலிருந்து வெவ் வேறு வெப்பநிலைகளிற் காய்ச்சி வருமாவியை ஒடுக்கி வடித்துச் சேர்த் தெடுப்பர். **தொகுப்புச் சாயங்களையும் மென்மையான சேதனவுறுப்பிர சாயனப் பொருட்களையும்** உண்டாக்குதற்கு உபயோகிக்கப்படும் பக்குவ மான பதார்த்தங்களான **பென்சீன், தொலுவீன், சைலீன்** என்னுமிம் மூன்றுங் கொண்டதே முதலாவதாக ஆவியாகிய ஒடுங்கும் " மென்னெண் ணெய் " ஆகும். இரண்டாவதாக, ஆவியாகி ஒடுங்குவது **பினோல் (காப லிக்கமிலம்), நத்தலீன்** என்னும் இரண்டினையும் பெரும்பாகமாகக் கொண்டுள்ள " இடையெண்ணெய் " ஆகும். பற்றீரியங்களெனும் நுண் கிருமிகளுக்குக் கடும் நஞ்சாகிய காபலிக்கமிலம் தொற்றுநீக்கியாக உப யோகிக்கப்படுகின்றது. பூச்சிகளை ஒட்டுதற்குப் " பூச்சி உருண்டைகள் " ஆக உபயோகிக்கப்படுதல் நத்தலீனின் உபயோகங்களுள் ஒன்றாகும். அடுத்த படியாக ஆவியாகி ஒடுங்கும் பகுதியானது மரத்தைப் பாதுகாப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படுங் " கனத்த எண்ணெய் " ஆகும். தொகுப்புச் சாயங்களை

உண்டாக்க உபயோகிக்கப்படும் பக்குவமாகாத இன்னொரு பதார்த்தமாகிய அந்திரசீனைத் தருகின்ற "அந்திரசீன் எண்ணெய்" ஈற்றில் வடியும். வடிகலனுட் கிடக்கின்ற மீதியான பாகங் கரிப்பிசின் ஆகும்.

(3) **அமோனியா :** கழுவிகளிலிருந்து வருகின்ற திரவத்திலுள்ள அமோனியா விடுதலையாக்கப்பட்டுச் சல்பூரிக்கமிலத்தால் உறிஞ்சப்பட்டு அமோனியஞ் சல்பேற்றுகின்றது. சேர்வைகளிற் சேர்ந்துள்ள நைதரசனைப் பயிர்களுக்குக் கொடுப்பதற்கு அமோனியஞ் சல்பேற்று ஒரு வளமாக்கியாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. ஒரு தொன்னளவான மென்னிலக்கரி அண்ணளவாக 11,000 கனவடி நிலக்கரிவாயுவையும், 100 இரு. நிலக்கரித் தாரையும் 20–40 இரு. அமோனியஞ் சல்பேற்றையும் 1,500 இரு. கற்கரியையும் பயக்கும்.

சில காபன் சேர்வைகள்

காபனோரொட்சைட்டு

இரண்டாம் நூலில் அதிகாரம் 1 இல் காபனீரொட்சைட்டை (CO_2) பற்றி படித்தோம். என்றாலும், அதுவொன்று மாத்திரங் காபனின் ஒட்சைட்டன்று காபனையும் ஒட்சிசனையுங் கொண்ட பிறிதொரு முக்கியமான சேர்வையும் உண்டு. அது **காபனோரொட்சைட்டென்பது** (CO) இச்சேர்வையுமோர் வாயுவே. காபனீரொட்சைட்டைப் போன்று இதுவும் நிறமும் நாற்றமுமற்றதெனினும், எளிதில் தீப்பற்றுந் தன்மையும் நச்சுத்தன்மையும் இதற்குண்டு.

மட்டான காற்றோட்டத்திற் காபனை எரித்தாற் காபனோரொட்சைட்டு உண்டாகும். சிவக்கக் காய்ச்சிய காபனைக் கொண்ட ஒரு குழாயினூடு காபனீரொட்சைட்டைச் செலுத்தக் காபனோரொட்சைட்டு உண்டாகும்.

$$C + CO_2 \rightarrow 2\,CO$$

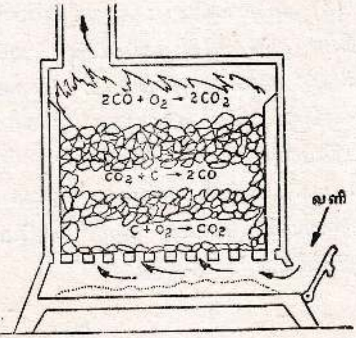
இந்தக் காபனீரொட்சைட்டானது சிவக்கக் காய்ச்சப்பட்ட காபனின் மேலாகச் சென்றபின்னர், காபனால் தாழ்த்தப்படாதிருக்குஞ் சிறிதளவு காபனீரொட்சைட்டை நீக்குதற்காகச் சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலூடாகச் செலுத்தப்பட்டு, அப்பால் நீரின்மேற் சேர்த்தெடுக்கப்படுகின்றது. மரக்கரித்தீயிலுங் கற்கரித்தீயிலும் இதே தாக்கம் நிகழுகின்றது. (உருவம் 23 இனைப் பார்க்க) இங்கு, தீயினடியில் உண்டாகுங் காபனீரொட்சைட்டானது தீயின் நடுவிலே தாழ்த்தப்பட்டுக் காபனோரொட்சைட்டாகும்; இக்காபனோரொட்சைட்டு தீக்கு மேலுள்ள மிகையான ஒட்சிசனோடு சேர்ந்து காபனீரொட்சைட்டாகும்.

காபனோரொட்சைட்டின் இயல்புகள்

காபனோரொட்சைட்டு ஒரு வாயு ; அதற்கு நிறம், சுவை, மணம் ஆகிய மூன்றும் இல்லை. அது காற்றிலுஞ் சற்று இலேசானது ; நீரிற் பெரும்பாண்மையுங் கரையாது. அதற்குச் சிறப்பாகவுள்ள நீலநிறச் சுவாலை விட்டுக் காற்றில் எளிதாக அது எரியும். எரியும்போது காபனீரொட்சைட்டு உண்டாகும் :

$$2\,CO + O_2 \rightarrow 2\,CO_2$$

(இந்த நீலநிறச் சுவாலையை மரக்கரி எரியும்போது சகசமாகக் காணலாம்.) ஒட்சிசனோடு தாமதமின்றிச்சேருந் தன்மை அதற்குளதாதலால், **தாழ்த்துங் கருவியாக** அது அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. உதாரணமாக, ஊதுலையிற் பின்வருந் தாக்கம் நிகழுகின்றது :



உருவம் 23. கற்கரி அல்லது மரக்கரித் தீயில் (இரசாயனத்) தாக்கங்கள்.

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$$

காபனோரொட்சைட்டு மிக்க நச்சுத்தன்மையுடையவோர் வாயு

ஒரு கனவளவான காபனோரொட்சைட்டை அதன் 100,000 மடங்கு காற்றோடு கலந்திருக்க நாமதைச் சுவாசிப்போமேயானால் கடுமையான சுகவீனத்துக்கு ஆளாவோம். காற்றில் 1% காபனோரொட்சைட்டிருக்க அதைச் சுவாசிப்போமேயானால் ஒருசில நிமிடங்களுள் இறக்க நேரிடும். ஏனெனில், செங்குருதிக்கலங்களிலுள்ள குருதி நிறச்சத்தானது ஒட்சிசனை வழக்கம்போல் எடுக்காது காபனோரொட்சைட்டையே விரும்பி எடுத்துக்கொள்ளும். மோட்டர் எஞ்சின்கள் செறிப்பான கலவையில் (உதாரணமாக, அவை வேலைசெய்யத் தொடங்கும் போது) ஓடிக்கொண்டிருக்கும்போது, காபனோரொட்சைட்டு உண்டாகின்றது. ஆதலின், காற்றோட்டம் இல்லாத கட்டத்துள் மோட்டர் எஞ்சினை ஓட்டிச்சென்று, பின் வெளிப்போக்கு குழாயின் வழியாக வரும் வாயுக்களைச் சுவாசித்தல் அபாயத்துக்கிடமாகும்.

ஆக்கியவாயுவும் நீர்வாயுவும்

மரக்கரி எரியும்போது காற்றுக் குறைவற வழங்கப்படின், அம்மரக்கரி முற்றுகத் தாழ்த்தப்பட்டுக் காபனீரொட்சைட்டாகும் (பக். 64 இல் சமன்பாட்டினைப்பார்க்க). ஆயின் செஞ்சூடான ஒரு மரக்கரிக் குவியலுக்கு ஓரிடத்தில் மாத்திரம் காற்று வழங்கினால் அங்கு உண்டாகுங் காபனீ

ரொட்சைட்டானது மரக்கரிக்கூடாகச் செல்ல நேரிடும். அவ்வாறு செல்லும் போது அது தாழ்த்தப்பட்டுக் காபஞேரொட்சைட்டாகும் (உருவம் 23 இனையும் கீழ்க்காணுஞ் சமன்பாடு 2 இனையும் பார்க்க).

(1) உம் (2) உம் ஆகிய இருதாக்கங்களும் வெப்பத்தை வெளிவிடுக்கும்.

(1) $C + O_2 \rightarrow CO_2$

(2) $CO_2 + C \rightarrow 2\ CO$

இங்கு, காற்றேடு உட்செல்லும் நைதரசன் மாற்றம் யாதும் அடையாது ஊடே செல்லும். உலையிலிருந்து, காபஞேரொட்சைட்டும் நைதரசனுங் கலந்துவருங் கலவை ஆக்கிவாயு எனப்படும். இக்கலவையிலுள்ள காபஞேரொட்சைட்டு சூடான சுவாலைவிட்டு எரியும் (சமன்பாடு 3 இனைப் பார்க்க). எளிதிற்றீப்பற்றுகின்ற இந்த ஆக்கிவாயு சில மோட்டர்க்கார் எஞ்சின்களிற் பெற்ரேலாவிக்குப் பதிலாக உபயோகிக்கப்பட்டுளது.

(3) $2\ CO + O_2 \rightarrow 2\ CO_2$

வர்த்தகமரக்கரியிற் சிறிதளவு **நீரும்** இருப்பது இயல்பாதலின், பிறிதொரு தாக்கம் (சமன்பாடு 4) நிகழ்ந்து, காபஞேரொட்சைட்டையும் ஐதரசனையுந் தரும்.

(4) $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$

இக்கலவை நீர்வாயு எனப்படும். இது எரியும் போது (சமன்பாடுகள் 3 இனையும் 5 இனையும் பார்க்க) ஆக்கிவாயு தருவதினும் மும்மடங்கான வெப்பம் பெறப்படும் சில "வாயுவாக்கிகளில்" உலையின் வாயினுக்கு அண்மையாக வெப்பத்தட்டொன்றின்மீது நீர் சிந்தப்படும். இவ்வாறு, நீர் வாயுவும் ஆக்கிவாயுவுங் கலந்த கலவையொன்று உண்டாகும்.

(5) $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

இவ்வாறு நீரிடுவதில் நயம் இரண்டுண்டு : ஒன்று, தாக்கம் (4) இன்வழி நீரிலிருந்தே வேண்டிய ஐதரசன் பெறப்படுவதால், பிறிது எரிபொருள் தேவைப்படாது. மற்றையது வெப்பத்தை வெளிவிடுக்குந் தாக்ககங்கள் (1) உம் (2) உம் போலன்றித் தாக்கம் (4) ஆனது வெப்பத்தை உட்கொள்வதாதலின் தீயின், வெப்பந் தணிக்கப்படும்.

மோட்டர் வாகனங்களில் இத்தகைய "வாயுவாக்கியை" இணைத்து, பெற்ரேலுக்குப் பதிலாக மரக்கரியையும் பயன்படுத்தலாம். இங்கு, அடுப்பொன்றுள் மரக்கரிக்கு எரியூட்டப்படும் ; இவ் வரியினூடாக எஞ்சினனது காற்றைத் தொடர்ச்சியாக உள்ளிழுக்கும் ; இங்கு, எஞ்சினை முறுக்கி விடுதற்குப் பெற்ரேலைப் பயன்படுத்துவதே வழக்கு. இவ்வாறு உண்டாகும் ஆக்கிவாயு அடையலறை யொன்றுட் செல்ல, ஆங்குத் திண்மமாசுகள் அகற்றப்படும். அப்பால், ஆக்கிவாயு குளிர்த்தப்பட்டு, தரப்படுத்திய சீலைத்திரைகளினூடாக வடிக்கப்படும். பின்னர், பெற்ரேற் காபன்சேர்

கருவிக்குப் பதிலாகவுள்ள ஒரு வாயிலொன்றுள், தக்க அளவான காற்றெடு இவ்வாயு கலக்கப்படும். அப்பால், எஞ்சினுருளைகளுக்குள் இக்கலவை வழமைபோல் வெடிக்கப்படும். ஆக்கிவாயுவானது தாக்குமியல்பற்ற நைதரசனை மிகுதியாகக் கொண்டுளது ; நீர்வாயுவைக் கலந்து சிறக்கச் செய்யினும், அது பெற்றேல் தருமளவிற்கு வலுவைப் பயக்காது.

ஆக்கிவாயுவும் நீர்வாயுவுங் கைத்தொழிலிலும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இங்கு அவை பெரும்பாலுங் கற்கரியிலிருந்தே ஆக்கப்படும் ; மரக்கரியிலிருந்து ஆக்குவது வழக்கமன்று. சிலவேளை ஆக்கிவாயுவோடும் நீர்வாயுவோடும் நிலக்கரிவாயுவைக் கலந்து உயர்ந்த கலோரிப் பெறுமானமுள்ள கைத்தொழில் எரிபொருளொன்றை ஆக்குவர். கைத்தொழிலிற் பயன்படும் ஐதரசனிற் பெரும்பாகம் நீர்வாயுவிலிருந்தே பெறப்படும்.

ஐதரோகாபன்கள்

காபனும் ஐதரசனும் மாத்திரஞ் சேர்ந்துள்ள பல சேர்வைகளுண்டு. அவற்றை **ஐதரோ காபன்கள் என்பர்.** அவையெல்லாம் வெப்பமும் வெளிச்சமுந் தந்து நின்று தாமதமின்றி எரியுந் தன்மையுடையன.

மீதேன்

மீதேன் என்னும் சேற்றுவாயுவே ஐதரோக் காபன்களுள் மிக எளியது. சேதனவுறுப்புப் பொருளைக் காற்றில்லா நிலையில் உதாரணமாக நீரின்கீழ்—பற்றீரியங்கள் தாக்கும்போது மீதேன் இயற்கையாக உண்டாகும். இப்பற்றீரியங்கள் சிலவகை நொதிச்சத்துக்களை உண்டாக்க இந்நொதிச்சத்துக்கள் செலுலோசை நீர்ப்பகுப்புச் செய்து (ப. 76 ஐப் பார்க்க) மீதேனையுங் காபனீரொட்சைட்டையும் உண்டாக்கும்.

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow 3nCH_4 + 3nCO_2$$

சேறுள்ள குட்டைகளிற் கீழிருந்து மேற்பரப்பிற்கு மீதேன் குமிழிகள் எழுந்து வரக் காணலாம். நிலக்கரிச் சுரங்கங்களிலுள்ள பிளவுகளுக்கூடாகவும் மீதேன் வெளிவருவதுண்டு. சுரங்க வேலையாளர் அதனைக் " கொள்ளிவாயு " என்பர். மீதேனுங் காற்றுங் கலந்துள்ள கலவையிலே தீப்பற்றின் அது பலமாக வெடித்து அபாயத்துக்கு ஏதுவாகும். இத்தகைய அபாயம் சுரங்கங்களில் ஏற்படுவதுண்டு.

$$CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$$

காற்றிலுள்ள ஒட்சிசன் ஐந்திலொரு பாகமாதலின், குறித்தவொரு கனவளவு மீதேன் அதன் பத்துமடங்கு கன அளவான காற்றிலுள்ள ஒட்சிசனோடு சேர்ந்து காபனீரொட்சைட்டாகின்றது. ஆதலின், நிலக்கரிச் சுரங்கங்களிற் கொள்ளிவாயு வெடித்து ஒட்சிசனிற் பெரும்பாகத்தை அகற்றியபின், காபனீரொட்சைட்டால் மூச்சடக்கம் ன்னும்ள அபாயத்துக்கு இடமுண்டு.

இவ்வபாயத்தைச் சுரங்கவேலையாளர் " பின்னீரம் " என்பர். மீதேனனது தரைக்கீழுள்ள பெற்றோலியப் படிவுகளின்மீது திரளும் இயற்கை வாயுவிலுங் காணப்படும் (உருவம் 25 ஐப் பார்க்க). பற்றீரியத் தாக்கத்தாற் கழிவுப்பொருள் பிரிகையுறும்போதும் மீதேன் உண்டாகும் (நூல் III அ. இல் அதிகாரம் 8 ஐப் பார்க்க)

ஐதரோக் காபன்களின் பரவின் தொடர்

மீதேனைப் போன்ற ஐதரோக் காபன்களில் நீண்டவொரு தொடருண்டு. அவையாவன : **மீதேன்**—CH_4, **ஈதேன்**—C_2H_6, **புரப்பேன்**—C_3H_8, **பியூற்றேன்**—C_4H_{10}, **பெந்தேன்**—C_5H_{12}, **எட்சேன்**—C_6H_{14} என்பனவும் இன்னோரன்ன பிறவுமாம். இந்த ஐதரோக் காபன் தொடர் **பரவின் தொடர்** எனப்படும். இத்தொடரிலுள்ள சேர்வைகளின் பொதுக் குறியீடு $C_nH_{2n}+2$ ஆகும். அதன் கீழ்ப்படியில் CH_4 தொடங்கி C_4H_{10} ஈறுகவுள்ள சேர்வைகள் சாதாரண வெப்ப நிலைகளில் வாயுக்களாக உள. C_5H_{12} தொடங்கி $C_{17}H_{36}$ ஈறுகவுள்ளவை திரவங்களாகவோ அரைத் திண்மங்களாகவோ உள்ளன. $C_{18}H_{38}$ தொடங்கி அப்பாலுள்ளனவெல்லாந்திண்மங்களாகும். உதாரணமாக, பரவின் மெழுகானது மிகப்பெரிய மூலக்கூறுகளையுடைய திண்மப் பரவின்களின் கலவையே.

சில பரவின ஐதரோக்காபன்கள் இயற்கை வாயுவிற் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, அமெரிக்க எண்ணெய் வயல் வாயுவின் சாதாரண மாதிரியில் ஏறக்குறைய 35 சதவீத மீதேனும் 30 சதவீத ஈதேனும் 22 சதவீதப் புரப்பேனும் உண்டு. இவையெல்லாம் சிறந்த எரி பொருள்கள் ; எனவே, எண்ணெய் வயல்களிலிருந்து இந்த இயற்கை வாயுவைப் பல நூறு மைல்களுக்கு அப்பாலுள்ள பட்டினங்களுக்குப் பெருங் குழாய்கள் எடுத்துச் செல்லும். இத்தகைய குழாய் வசதி கிட்டாத இடங்களுக்கு " போத்தலிலடைத்த வாயு " வழங்கலாம். இதுவும் இயற்கை வாயுவைக் கொண்டே ஆக்கப்பட்டு உருக்குருளைகளில் அமுக்கித் திரவமாக்கப்படும்.

ஐதரோக்காபன்களின் எதிலீன் தொடர்

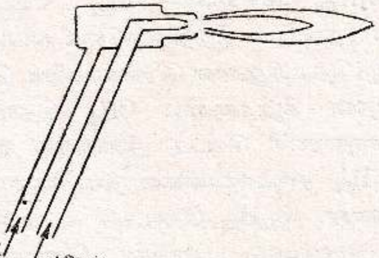
எதிலீன் தொடரென்று சொல்லப்படுகின்ற இன்னொரு தொடரின் மிகவும் எளிதான உறுப்பு **எதிலீன்** (C_2H_4) எனப்படும். புகையும் ஒளிர்வுமுள்ள சுவாலை விட்டு நிலக்கரிவாயு எரியும்போது அச்சுவாலையில் எதிலீன் உண்டு. இத்தொடரின் பொதுக் குறியீடு C_nH_{2n} என்பது எதிலீன் தொடரிலுள்ள ஐதரோக் காபன்கள் எல்லாம் அவ்வவற்றுக்கு ஒத்த பரவின்களிலுங் கூடுதலாகப் புகையும் ஒளியும் விட்டெரியும். ஏனெனில், அவற்றிற் பரவின்களிலும் கூடிய விகிதசமமாகக் காபனுண்டு.

ஐதரோக் காபன்களின் அசற்றலீன் தொடர்

அசிற்றலீன் தொடரென்று சொல்லப்படுகின்ற பிறிதொரு தொடரின் முதலாம் உறுப்பு அசற்றலீன் (C_2H_2) என்பது. இத்தொடரின் பொதுக் குறியீடு C_nH_{2n-2} ஆகும். கல்சியங் காபைட்டின்மீது நீர்த்துளிகளைப் பெய்து அசற்றலீனை உண்டாக்கலாம். இம்முறை சில விளக்குக்களில் உபயோகிக்கப் படுகின்றது :

$$CaC_2 + 2\,H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

அசிற்றலீனானது நிறமேதுமில்லாத, அருவருப்பான நாற்றமுடையவொரு வாயு. காற்றிலே அது மிக்க புகையும் ஒளிர்வுமுள்ள சுவாலை விட்டெரியும்



உருவம் 24.—ஒட்சி–அசற்றலீன் ஊதுகுழாய் (வரிவடிவமான).

புகையில்லாமலும் பிரபையான வெள்ளொளியுடனும் அசற்றலீனை எரிக்கக் கூடிய விசேடமான சுடரடுப்புக்கள் இன்று உண்டாக்கப்படுகின்றன. காற்றுடன், அல்லது ஒட்சிசனுடன் அசற்றலீனைக் கலந்து வருங் கலவையைப் பற்றவைத்தால் அது மிக்க வீறுகொண்டு வெடிக்கும். ஆதலின் இதைப் பரிசோதனை செய்து பார்ப்பது ஆபத்தான செயலாகும். நாமறிந்துள்ள சுவாலைகள் எல்லாவற்றுள்ளும் அதி வெப்பமான (3,000° ச. இற்கு மேற்பட்ட) சுவாலையுண்டாகுமாறு அசிற்றலீனை ஒட்சிசனில் ஒட்சி–அசிற்றலீன் ஊது குருத்தி எரிக்கும். உருக்கை அது எளிதாக ஊடற வெட்டும். முதலில் உலோகமானது ஒட்சியேற்றமடைய உண்டாகும். ஒட்சைட்டு உருகிப் "பொருக்காக" வீழ்ந்துவிடும். இரும்பையும் உருக்கையுங் காய்ச்சி இணைத் தற்கும் ஒட்சியசற்றலீன் சுவாலை உபயோகிக்கப்படும் (உருவம் 24 ஐப் பார்க்க).

ஐதரோக் காபன்களின் பென்சீன் தொடர்

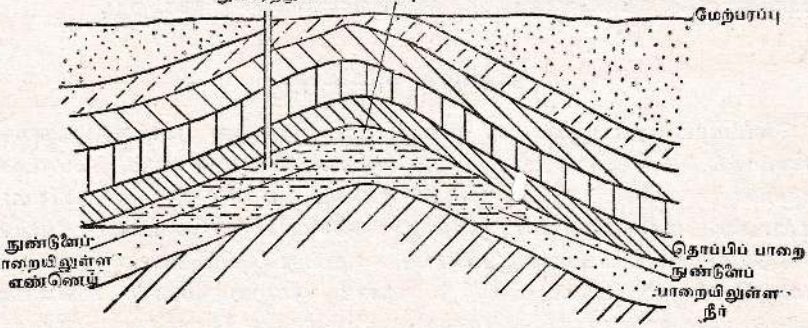
பென்சீன் தொடரென்று சொல்லப்படுகின்ற பிறிதோர் ஐதரோக் காபன் தொடரின் முதலாம் உறுப்புப் **பென்சீன்** (C_6H_6) என்பது. இத் தொடரின் மேற்படியிலுள்ள உறுப்புக்களாகிய தொலுவீனும் சைலீனும் நிலக்கரித்தாரிற் பென்சீனோடு ஒருங்கே காணப்படும். (ந. க. பென்சீனும் பென்சைனும் ஒன்றேயென மலையாதீர்.)

காபனும் ஐதரசனுஞ் சேர்ந்துண்டாகுஞ் சேர்வைகளின் எண்ணிக்கை மிகப் பெரிதென்பது மேற்கூறிய குறிப்புரைகளின் வாயிலாகப் புலப்படும். ஆயினும், இத்தொடர்கள் சிலவே யென்பதாலும் ஒரேதொடரின் சேர்வைகள் யாவும் நனியொத்த இயல்புகளை உடையனவென்பதாலும் இவ்வைதரோக்காபன்களைக் கற்றல் ஓரளவு எளிதாகின்றது.

பெற்ரேலியம்

பெற்ரேலியம் (கனிப்பொருளெண்ணெய், அல்லது **கற்பாறையெண்ணெய்)** என்பது பல்வேறு ஐதரோக்காபன்களின் இயற்கையான கலவையே. வட அமெரிக்கா, இரசியா, உரூமேனியா, பாரசீகம், இராக்கு, திரினிடாட்டு, தென்கிழக்காசியா முதலிய பல நாடுகளில் அது காணப்படுகின்றது. அமெரிக்க நாட்டுப் பெற்ரேலியம் பிரதானமாகப் பரவின்களால், அதாவது மீதேன் தொடரைச் சேர்ந்த ஐதரோ காபன்களால் ஆனது. இராக்கு நாட்டுப் பெற்ரேலியமோ பென்சீன் தொடர்க்குரிய ஐதரோக் காபன்களாலானது.

பூமியினுட் பெற்ரேலியம் இருக்குமிடம்வரை துவாரந் துளைத்துப் பெற்ரேலியம் எடுக்கப்படும் (உருவம் 25). சாதாரணமாகத் தொடக்கத்தில் அது தனது அமுக்கத்தினாலேயே கெம்பியெழுந்து வெளிப்பாயும். ஆனால், அமுக்கம் படிப்படியாகக் குறைந்துகொண்டு போக பெற்ரேலியத்தைப் பம்பிகொண்டு வெளியேற்றவேண்டும். பன்னூற்றுக் காணக்கான வெவ்வேறு ஐதரோக் காபன்களாலான பண்படுத்தாப் பெற்ரேலியமானது சற்றே பச்சைநிறஞ் சார்ந்த கபில நிறத்துக்கும் கரு நிறத்துக்குமிடையே வேறுபடுகின்ற நிறமுடையதும், தடிப்புங் கனமுமுள்ளதுமானவொரு திரவமாகும். பண்படுத்தாத இப்பெற்ரேலியத்தையும் அதன் விளைவுகளையும் தூய்மையாக்குதல் இக்காலத்தே ஒரு பெரிய தொழிலாக விளங்கி 200 இற்கு மேலான வியாபாரப் பொருட்களைத் தருகின்றது.



உருவம் 25.—எண்ணெய்க் கிணற்றின் வெட்டுமுகம் (வரிவடிவமானது).

பெற்றேலியத்தைத் தூய்மைப்படுத்தல்

பெற்றேலியத்திலுள்ள பதார்த்தங்கள் பகுதிபடக் காய்ச்சி வடித்தலாற் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. அப்பதார்த்தங்கள் ஒவ்வொன்றினதுங் கொதிநிலை வெவ்வேருதலின் அவ்வவற்றுக்குரிய திட்டமான வெப்பநிலையில் அவை ஆவியாகி ஒடுங்கும். பண்படுத்தப்படாத பெற்றேலியமானது பெரும் வாலைகளினுள் ஓடவிடப்பட்டு மெல்லமெல்லக் காய்ச்சப்படும். மிகவும் குறைந்த கொதிநிலையுள்ள பதார்த்தம் முதலாவதாக ஆவியாகி ஒடுங்கும். இதிலிருந்தே **பெற்றேல்** (அல்லது காசலீன்) பெரும்பான்மையும் பெறப்படும். அடுத்து ஆவியாகி ஒடுங்கும். விளைவாகிய **கெரோசின்** (அல்லது பரவின் எண்ணெய்) ஆனது பெற்றேலியத்திலும் உயர்ந்த கொதிநிலையுடையது. தீப்பற்றுந் தன்மை குறைவாகவுடையது. இன்னும் ஏற்றமான வெப்பநிலையில் "வாயு எண்ணெய்" எனப்படுகின்ற தடிப்பும் பாரமும் மிக்க எண்ணெய் பெருங்கணியமாக ஆவியாகி ஒடுங்கும். இந்த எண்ணெயானது எண்ணெயெந்திரங்களுக்கு (உதாரணமாகத் தீசல் எந்திரங்களுக்கு) உபயோகிக்கப்படுவதுமன்றி "வெடிக்கச் செய்தல்" என்னுஞ் செய்முறைப்படி பெற்றேலாகவும் மாற்றப்படும். (இச்செய்முறையில் வாயு எண்ணெய் உயர்ந்த அமுக்க நிலையிற் செஞ்சூடான ஒரு குழாயினூடு செலுத்தப்படும். அப்பொழுது உயர்வான மூலக்கூற்று நிறையுங் கொதி நிலையுமுடைய "பாரமான" ஐதரோக் காபன்கள் குறைவான மூலக்கூற்று நிறையுங் கொதி நிலையுமுடைய "இலேசான" ஐதரோக் காபன்களாகப் பிரிகின்றன. இக்காலம் உலகில் உண்டாக்கப்படுகின்ற பெற்றேல் முழுவதிலும் ஏறக்குறைய அரைப்பங்கு "பாரமான" எண்ணெய்களை "வெடிக்கச் செய்து" உண்டாக்கப்படுகின்றது.) இன்னும் மேலான வெப்பநிலையில் **உராய்வு நீக்கும் எண்ணெய்களையும், வசிலீனையும்** (பெற்றேலியக் குழம்பு) **பரவின் மெழுகையுந்** தருகின்ற மிகவுந் தடிப்பான எண்ணெய் ஆவியாகி ஒடுங்கும். **கரிப்பிசினுஞ்** சிறிதளவு **கற்கரியும்** வாலையினுள் எஞ்சிக் கிடக்கும். அமரிக்க நாட்டுப் பெற்றேல் சாதாரணமாக 4% வாயுவையும், 25% பெற்றேலையும், 15% கெரோசீனையும், 40% வாயு எண்ணெயையும், 12% உராய்வு நீக்கி எண்ணெயையும், 4% கற்கரியையுந் தருகின்றது.

தகனமுஞ் சுவாலையும்

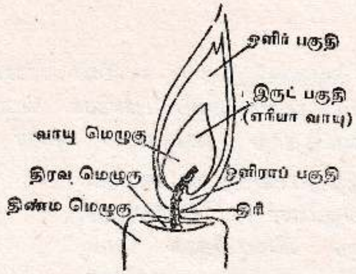
வெப்பமும் ஒளியுமுண்டாக நிகழுகின்ற இரசாயன மாற்றந் தகனம் எனப்படும். புகையிரத எஞ்சினுள் நிலக்கரியின் தகனம், மோட்டர் எஞ்சினது உருளையுட் பெற்றேலின் தகனம் (அதாவது, அகத்தகனம்), ஒட்சிசனில் மகனீசியத்தின் தகனம், குளோரினிற் செம்பின் தகனம் என்றிவ்வாறு நாம் சொல்லும்போது கருதுவது இவ்விதமான இரசாயன மாற்றமேயாகும். சுவாலையின்றித் தகனம் நிகழ்வதுமுண்டு. உள்ளபடி சுவாலையானது தகனத்தின் இன்றியமையாத ஒரு பேறன்று. உதாரணமாக, இரும்புங் கந்தகமுஞ் சேரும்போது சுவாலை உண்டாகாதிருக்கக்

கலவை வெண்சூடாக மாத்திரம் வரும். **சூடாக்கும்போது வாயுக்களைத் தருகின்ற பதார்த்தங்கள் சுவாலை விட்டெரியும். மரத்தை, அல்லது எண்ணெய் எரிதல்** இதற்கு உதாரணமாகும்.

இருவேறு வகையான சுவாலைகளுண்டு. மெழுகுவர்த்திச் சுவாலையைப் போன்று ஒளிதருகின்ற **ஒளிர் சுவாலை** ஒரு வகை. ஒளியை மட்டாகத் தருகின்ற, அல்லது ஒளிதராத **ஒளிராச் சுவாலை** மற்ற வகை. ஒளிராச் சுவாலைக்கு ஐதரசன் அல்லது அற்ககோல் எரித்தலும், நன்றுக ஒழுங்கு படுத்தப்பெற்ற பன்சன் சுவாலையும் உதாரணங்களாகும்.

மெழுகுவர்த்திச் சுவாலை

மெழுகுவர்த்தியின் மெழுகானது வாயுநிலை அடைந்தாலன்றி எரிய மாட்டாது. மெழுகை வாயுவாக்குவதே திரியின் தொழில். திண்மமான மெழுகிற் சிறிதைச் சுவாலையின் வெப்பம் திரவமாக்க, மயிர்த்துளைத் தன்மையால் திரிவழியே அத்திரவம் மேலெழுந்து சுவாலையினுள் வந்து



உருவம் 26.—மெழுகுவர்த்திச் சுவாலை.

அங்கே வாயுவாக மாறுகின்றது. மெழுகின் கூறுகளான ஐதரோக் காபன்கள் சுவாலையின் வெப்பத்தாற் பிரிக்கப்படுகின்றன. அப்பொழுது காபனின் நுண்ணிய துணிக்கைகள் விடுதலையாகி, எரிந்து கொதிநீராவியாகின்ற ஐதரசனுல் வெப்பமேற்றப்பெற்று வெண்சூடாகின்றன. காற்று நன்றுக வழங்கப்படின் சுவாலையின் வெளிப் புறத்துக்கணித்தாயுள்ள காபன் காற்றிலுள்ள ஒட்சிசனில் எரிந்து காபனீரொட்சைட்டாகும். காற்றுப் போதாவிடின், காபனின் ஒரு பாகம் எரியாது கரும்புகை (புகைக்கரி) யாக வெளிப்போகும்.

இருண்ட ஓர் அறையில் வைத்து உற்றுநோக்கின், மெழுகுவர்த்திச் சுவாலை (உருவம் 26) பின்வரும் உறுப்புக்களைக் கொண்டிருக்கக் காணலாம். (1) எரியாத வாயுவினுலான இருண்ட ஓர் உட்பகுதியும், (2) காபனின் வெண்சூடான நுண்டுணிக்கைகளைக் கொண்ட ஒளிர் பகுதியும், (3) ஒளிராப் புறப்பகுதியுமாம். (சோடியஞ் சுவாலைச் சோதனையைச் செய்யும்போது இப்பகுதியைத் தெளிவாகக் காணலாம்.)

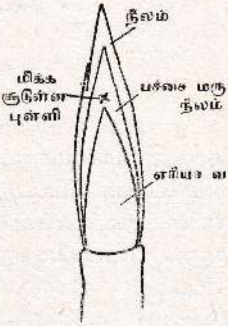
மெழுகுவர்த்திச் சுவாலைக்குக் குறுக்கே இடையாகவொரு கடதாசித்தாளைப் பிடித்து அது தீப்பற்று முன்னர் இழுத்தெடுக்க. சுவாலையின் நடுப் பகுதியானது குளிர்ந்திருக்கின்றதென்றும் எரியாவாயுவினாலானதென்றுங் காட்டுகின்ற கருகிய வளையத்தை நோக்குக. இவ்வாறே சுவாலையின் "குத்துவெட்டுமுகமொன்றையும்" பெறுக.

உடைந்த பீங்கான்துண்டொன்றை மெழுகுவர்த்திச் சுவாலையிற் பிடிக்க. புகைக்கரி படுதலால் அது கறுத்துவிடும். சுவாலையின் ஒளிர் பாகத்தி லுள்ள வெண்சூடான காபன் துணிக்கைகள் ஆறிப் படிவதாலேயே இப்புகைக்கரி தோன்றிற்று.

கொளுத்திய மெழுகுவர்த்தியை ஊதி நூர்த்து, **விரைவாக** ஒரு சுவாலை யைத் திரிக்கு அரையங்குலம் மேலாகப் பிடிக்க. சூடான திரியிலிருந்து எழுகின்றவாயு தீப்பற்றியெரியும்.

பன்சன் சுவாலை

புகைக்கரியிடாததும் சூடுள்ளதுமான சுவாலை பரிசோதனைச் சாலைகளுக்கு வேண்டும். அத்தகைய சுவாலையைப் பன்சன் சுடரடுப்புத் தருகின்றது. காற்றேட்டைகளை அடைத்தாற் புகையுள்ள ஒளிர் சுவாலையுண்டாகும். காற்றேட்டைகளைத் திறந்து வைத்தால், சுடரடுப்புக் குழாயின் அடியிலுள்ள கூர் நுனியினூடு வாயுவோடி வருகின்ற விரைவினால் அவ் வோட்டைகளின் வழியே காற்று உள்ளிழுக் கப்பட்டு அடுப்புக் குழாயினுள்ளிருக்கும் வாயு வோடு கலக்கின்றது. சரியளவான காற்றுண் டேல் வாயுவிலுள்ள காபன் முழுவதும், காற்றேட்டைகள் அடைபட்டிருக்கும்போது வெண்சூடான துணிக்கைகளாகப் பிரிவதுபோற் பிரியாது, உடனே எரிந்து காபனீரொட்சைட் டாகும். எனவே, காற்றெழுங்காக்கி சரியள வான காற்றைஉட்செல்ல விடுமாயின் நிலக் கரியானது தூயதும் பச்சை மருவிய நீல



உருவம் 27.—பன்சன் சுவாலை.

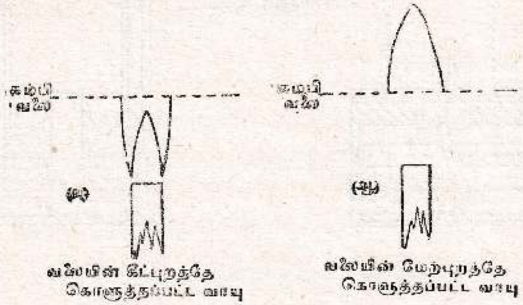
நிறமுள்ளதுமான சுவாலை விட்டெரியும். இச்சுவாலை **பன்சன் சுவாலை** எனப்படும். காற்றின் விகிதத்தைக் கூட்டினால் வெடிக்குந் தன்மையுடைய கலவையொன்று உண்டாகும். அப்பொழுது, குழாயின் வழியே சுவாலை கீழ்நோக்கிப் "பின்னடித்துக்" கூர் நுனியில்[1] எரியும். அடுப்புக் குழா

[1] என்றாலும், பெற்றோலியம் வாயுவை உபயோகித்தாற் சாமானியமாகச் சுவாலையானது, அளவுக்கதிகமாகக் காற்றை உள்ளே வரவிட்டால், "விளம்பி மிதந்துபோகும்."

யின் உச்சியைக் கம்பிவலைகொண்டு மூடி, இப் "பின்னடித்தல்" நிகழா திருக்கச் செய்யலாம். அடுத்து இங்கு விளக்கப்படுஞ் சுரங்கவூழியரின் காவல் விளக்கின் தத்துவமும் இதன் தத்துவமும் ஒன்றே.

உள்ளிருக்கும் எரியாத வாயுக் கூம்பும் அதைச் சுற்றி எரிகின்ற வாயுப் பகுதியுமென இருபகுதிகளால் ஆயது பன்சன் சுவாலை (உருவம் 27). சுவாலைக்குக் குறுக்கே கிடையாக ஒரு கடதாசித் துண்டைக் கணப்பொழுது பிடித்தால் கருகிய வளையமொன்று அதிற் காணப்படும். இதனிலிருந்து சுவாலையின் உட்பகுதி எரியாது குளிர்ந்திருக்கும் வாயுவென்பது புலப்படும். இவ்வாறே வாயு வருமிடத்தில் அகன்ற ஒரு குழாயைத் தொடுத்து அதன் நுனியை ஒரு கம்பிவலை கொண்டு மூடி அவ்வலையின் மத்தியில் துவக்கு வெடி மருந்துச் சிறு குவியலொன்றை வைத்து வாயுவைக் கொளுத்த அதில் தீப்பற்றுது. இதிலிருந்து இச்சுவாலை குழாய் போன்ற தென்று நன்கு புலப்படும்.

பன்சன் சுவாலையின் உட்பகுதியின் நிறம் பச்சை, அன்றேல் நீலமாம். இப்பகுதியில் வாயுவிலுள்ள ஐதரோக் காபன்களின் ஒரு பாகம் எரிந்து காபனோரொட்சைட்டுங் கொதி நீராவியுமாகும். சுவாலையின் புறப்பகுதி நீல நிறமானது. உட்கூம்பிலுண்டாகுங் காபனோரொட்சைட்டு புறப்பகுதிக்கு வந்து ஆங்கெரிந்து காபனீரொட்சைட்டாகும்.



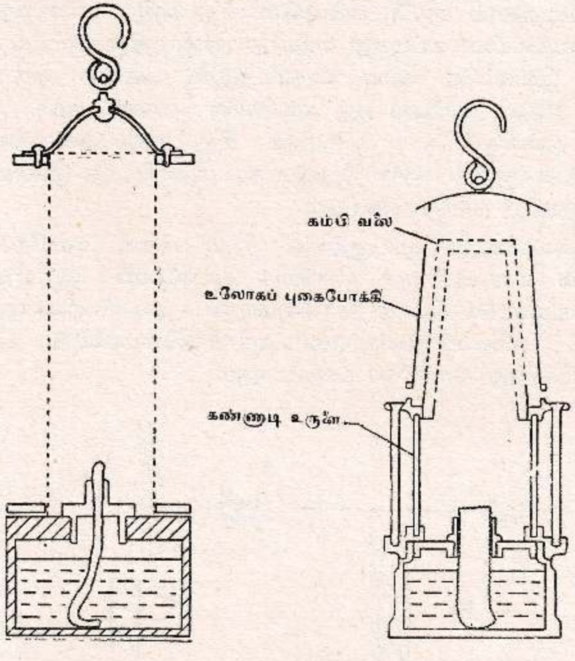
உருவம் 28. சுவாலைச் சல்லடைகள்.

வெப்பத்தை மிகுதியாகவும் ஒளியைச் சிறிதாகவும் பன்சன் சுவாலை தருகின்றது. ஒளி வேண்டுமாயின், தோரியமொட்சைட்டும் (99%) சீரிய மொட்சைட்டு (1%)ங் கொண்ட வாயுச் சுடர்வலையைப் பன்சன் சுவாலையிற் சூடாக்கி வெப்பச் சத்தியை ஒளிச் சத்தியாக மாற்றியெடுக்கலாம். இந்த ஒட்சைட்டுக்களைச் சூடாக்க அவை வெண்சூடாகும். அப்பொழுது, வலை பிரபையான வெள்ளொளியைத் தரும்.

காவல் விளக்கு

நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில் மெழுகுவர்த்திகள் உபயோகிக்கப்பட்ட காலத்தில் "தீயீர" (மீதேன்) வெடிகள் வழக்கமாக நிகழ்ந்து பலர் இறப்ப

தற்கு ஏதுவாகவிருந்தன. 1815 ஆம் ஆண்டில் **சேர் அம்பிரிதேவி** என்பவர் இவ்விடையூறுகளின் காரணங்களையும் அவற்றைத் தடுக்கும் வழிவகைகளையும் ஆராய்ந்தனர். எளிதிற் றீப்பற்றுகின்ற வாயுக்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு வெப்பநிலைக்குக் கீழே எரிபற்றுவாதலின் சுவாலையைக் குளிரச்செய்தால் அது அணைந்துபோகுமெனக் கண்டனர். இந்த வெப்பநிலை "எரிபற்று வெப்பநிலை" எனப்படும். மீதேனின்



உருவம் 29·—காவல் விளக்கின் தத்துவம்.

எரிபற்று நிலை ஓரளவு உயர்வானதாதலின் செஞ்சூடான பொருளால் அதற்கு எரியூட்டமுடியாது. அதினும் வெப்பங் கூடிய பொருளாற்றான் அதற்கு எரியூட்டலாம். ஒரு சுவாலையின்மேற் கம்பி வலையொன்றைப் பிடித்தால் வலையின் கீழே மாத்திரஞ் சுவாலை எரியுமெனவுந் தேவி கண்டனர் (உருவம் 29 அ). சுவாலையானது வலையின் மேற்புறத்துக்குச் செல்லாதிருப்பதற்கு நியாயம் என்னவெனில் உலோகமானது வெப்பத்தை வெளியே கடத்துகின்றபடியால் வலைக்கூடாக மேற்செல்லுகின்ற வாயுவுக்கு எரியூட்டக்கூடிய அளவுக்கு அந்த உலோகம் சூடாகாதென்பதேயாகும். எனினும், சுவாலையின் மேற் கம்பிவலை நெடும்பொழுது வைக்கப்படின் அவ்வலைமீதுள்ள வாயுவை எரியூட்டுமளவிற்கு அது சூடாகிவிடலாம். இதற்கு மறுதலையாக, கம்பிவலையொன்றைக் கொளுத்தப்படாதவொரு

சுடரடுப்பின் மேற் பிடித்தால் வாயுவை வலேயின் **மேற் புறத்தே** கொழுத்தலாமாயினும் வலேயின் கீழ்ப்புறத்தே சுவாலே சென்று அங்கே சுடரடுப்புக் குழாயின் நுனியிலுள்ள வாயுவுக்குத் தீமூட்டாது (உருவம் 28ஆ). வாயு, காற்று, ஒளி இம்மூன்றையும் போக விடுவதுஞ் சுவாலேயைப் போக விடாததுமான கம்பி வலேயைச் **" சுவாலேச் சல்லடை "** யாக உபயோகிக்கலாமென்னுங் கருத்தைத் தேவி என்பவர் இப்பரிசோதனைகளிலிருந்து கொள்வாராயினர். **" தேவியின் காவல் விளக்கு "** என்பது எண்ணெய் விளக்கே (உருவம் 29). " தீயீரமுள்ள " காற்றில் அதை வைத்தால் வலேயினுக்கூடாக மீதேன் சென்று, வெளியேயிருக்கும் வெடிக்குந் தன்மையுடைய கலவைக்கு எரியூட்டாது, வலேயினுள்ளிருந்து எரியும்.

பிற்காலத்துத் திருத்தியமைக்கப்பட்ட தேவி விளக்குக்களில் வலிய ஒரு கண்ணுடியுருளே விளக்கின் அடிப்பாகத்தை மூடியிருக்க, மேற் புறத்தே கம்பிவலே மாட்டப்பட்டிருக்கும் (உருவம் 29). இதனுல், உள்ளிருந்து ஒளி கூடுதலாக வெளியே வருதலும் வலேக்கூடாகச் சுவாலே காற்றினுல் ஊதப்படாதிருத்தலுஞ் சாத்தியமாயிற்று. (இக்கால நிலக்கரிச் சுரங்கங்களிற் புதுக்காற்றை விரைவாகச் செலுத்த, அது மீதேனெடு மிகுதியாகக் கலக்க, அம்மீதேன் வெடிக்குமியல்பு அற்றதாகும்.)

காபோவைதரேற்றுக்கள்

காபோவைதரேற்றுக்களானவை ஐதரசனும் ஒட்சிசனும் நீரிலுள்ள சார்பு விகிதமாகக் காபனேடு சேர்ந்துள்ள நடுநிலேச் சேர்வைகளே. அதாவது, ஒட்சிசன் அணு ஒவ்வொன்றேடும் ஐதரசன் அணு 2 சேர்ந்திருக்குமென்பதே. தாவர சங்கமத்தின் வாழ்க்கையில் முக்கியமான பங்கு பெறுகின்ற காபோவைதரேற்றுக்களே (1) வெல்லங்கள், (2) மாப்பொருள்கள், (3) செலுலோசுகள் என மூன்று வகுப்புக்களாக வகுக்கலாம். அன்றேல் இரசாயன நோக்கம் பற்றி (அ) எளிதான வெல்லங்கள் (குளுக்கோசு, பிரற்றேசு போன்ற தனிச் சக்கரைட்டுக்கள்) (இ) சிக்கலான வெல்லங்கள் (சுக்குரோசு, இலற்றேசு, மோற்றேசு போன்ற இரு சக்கரைட்டுக்கள்), (உ) சிக்கலான காபோவைதரேற்றுக்கள் (மாப்பொருள், தெத்திரின், கிளேக்கோசன், செலுலோசு போன்றவை) எனவும் வகுக்கலாம்.

எளிதான வெல்லங்கள்—தனிச்சக்கரைட்டுக்கள்

குளுக்கோசு ($C_6H_{12}O_6$ **திராட்சை வெல்லம்** அல்லது **தெக்குரோசு**) எளிதான வெல்லங்களுள் மிக முக்கியமானது. பச்சைத் தாவரங்களில் ஒளித்தொகுப்பு நிகழும்போது முதலுண்டாகுங் காபோவைதிரேற்று அதுவே போலும். தாவரக் கலங்களில் அது எப்போதும் உண்டு ; ஆங்கு அது புரதங்களே உண்டாக்குதற்குஞ் சுவாசத்திற்கும் பயன்படுவதாகலாம். சில பழவகைகளிலும் அதுவுண்டென்பதற்குத் திராட்சைப் பழம் (திராட்சைப்

பழ வற்றலில் கடினமான குளுக்கோசுப் பளிங்குகளுண்டு) உதாரண மாகும். மிருகவுடலிற் காபோவைதிரேற்றுக்கள் சீரணமாகும் போதுண் டாகும். ஈற்று விளைவும் அதுவே. குருதியில் எப்போதுஞ் சிறுகணிய மாகக் குளுக்கோசு உண்டு. ஒட்சியேற்றப்பெற்றுச் சத்தியை உடலுக்குக் கொடுப்பதற்காக அது உடற் கலங்களுக்குக் கொண்டுபோகப்படுகின்றது. மிகவும் ஐதான அமிலங்களோடு மாப்பொருளைக் கலந்து அமுக்கநிலையில் அதைக் கொதிக்கச்செய்து குளுக்கோசை வியாபாரத்துக்காக உண்டாக்குவர். பழப் பாணியையும் இனிப்புப் பண்டங்களையும் மலிவாக இனிமையாக்கு தற்கு இந்தக் குளுக்கோசு உபயோகிக்கப்படுகிறது.

குளுக்கோசொடு நெருங்கிய தொடர்புடைய, பிறிதோர் எளிமையான வெல்லம் பிரற்ருேசு என்பது. அது பழங்களினும் பூக்களின் அமுக்கத்தி லும் பொதுவாகக் காணப்படும்.

எளிதான வெல்லங்களெல்லாம் நீரிற் கரையுமியல்புடைய இனிமையான பளிங்குருவப் பதார்த்தங்கள். அவற்றை இன்னும் எளிதான காபோ வைதரேற்றுக்களாகப் பிரிக்க முடியாதெனினும் இலேசாக அவற்றுக்கு ஒட்சியேற்றலாமாதலின் அவை சிறந்த தாழ்த்துங் கருவிகளாகும்.

பேலிங்கின் சோதனை. ஒரு சதவீதக் குளுக்கோசுக் கரைசலில் **2–3** கன. ச. மீ. ($\frac{5}{8}$ அங். சோதனைக் குழாயில் **1** அங்குலமளவாக) எடுத்து சம கனவளவான, ஐதாக்கிய ($\frac{1}{5}$) பேலிங்கின் கரைசலை அதனோடு கூட்டுக. (உரோச்சலுப்பு எனப் பெயரிய சோடியமைதரசன் தாக்கத்திரேத்தைக் கொண்டுள்ளதும், காரமாக்கப்பட்டதுமான செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலே பேலிங்கின் கரைசலெனக.) அடுத்து, கொதிக்கும் நீர்த்தொட்டியொன்றினுட் சோதனைக் குழாயை வைக்க. குப்பிரசொட்சைட்டுச் செவ்வீழ்படிவு தாழ்த்தும் வெல்லமொன்றிருப்பதைக் காட்டும்.

சிக்கல் வெல்லங்கள் —இரு சக்கரைட்டுக்கள்

வீடுகளில் வழக்கமாக உபயோகிக்கும் "வெல்லம்" சுக்குரோசாம் (**அல்** லது கரும்பு வெல்லமாம்). அது கரும்பு, வெல்ல-பீற்று, இனிய "சோர்கம் கரும்பு" அல்லது வெல்ல "மரங்கள்" இவைகளிலிருந்து பெறப்படும். கரும்புச் சாற்றை வேருக்குவதற்கு, கரும்பு, இரும்புருளைகளிடையே நெரிக் கப்படும். 20 சதவீதம் வெல்லமுடைய இச்சாறு, சுத்திகரிக்கப்பட்டு, வடி கட்டி ஆவியாக்கப்படும்; இம்மீதித்திரவத்திலிருந்து (பாணி அல்லது வெல்லப்பாகிலிருந்து) "பண்படா வெல்லப்" பளிங்குகள் அகற்றப்படும். கபில நிறமுடைய பண்படா இவ்வெல்லப் பளிங்குகள் கழுவப்பட்டு, வெந் நீரில் கரைத்துத் தூய்மையாக்கப்படும். இக்கபில நிறத்திரவம் வடிகட்டப் பட்டு (எலும்புக்) கரியினுல் நிறநீக்கம் செய்யப்படும். வீடுகளில் சாதாரண மாக உபயோகிக்கும் வெள்ளை வெல்லப்பளிங்குகள் பெறுவதற்கு இத் திரவம் குறைந்த அமுக்கத்திலும் தாழ்ந்த வெப்பநிலையிலும் ஆவியாக்

கப்படும். வெல்லபீற்றுக்களை ஒரு கூழாக நெரித்து அதிலுள்ள வெல்லம் நீரால் வேருக்கப்படும். கரும்பிலிருந்து பரும்படியாக வெல்லம் செய் முறையைப் போலவே இக்கரைசல் சுத்திகரித்து ஆவியாக்கப்படும். " வெல்ல மரங்களில் " இருந்து வெல்லம் பெறுவதற்கு அதன் பாளைகளைச் சீவி அதிலிருந்து ஊறும் சாரத்தை ஆவியாக்க வேண்டும். மேற்கூறிய ஒவ் வொரு முறையிலுமிருந்து பெறும் வெல்லம் சுக்குரோசாம்.

சுக்குரோசு, $C_{12}H_{22}O_{11}$ நீர்த்த சல்பூரிக்கமிலத்துடன் கொதிக்க வைப்பதால், அல்லது சில நொதிச்சத்துக்களின் தாக்கத்தால், இரண்டு எளிதான வெல்லங்களாகப் பிரிகையுறுவதால் சுக்குரோசு ஒரு சிக்கல் வெல்லமாகும் (இது சக்கரைட்டாகும் (பக்கம் 107) ஒரு சுக்குரோசு மூலக் கூறு ஒரு குளுக்கோசு மூலக்கூருகவும், ஒரு பிறற்ருேசு மூலக்கூருகவும் பிரிகையும்

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 \text{ (குளுக்கோசு)} + C_6H_{12}O_6 \text{ (பிறற்ருேசு)}$$

(இது நீர்ப்பகுப்பிற்கு ஒரு உதாரணமாகும் ; ஒரு பொருள் நீரினுல் இரசா யனப் பிரிகையுறுவது நீரும் பிரிகையுறுவது நீர்ப்பகுப்பாகும்). சுக்கு ரோசை நீர்த்த அமிலத்துடன் கொதிக்கச் செய்வதால் உண்டாகும் குளுக் கோசும் பிறற்ருேசும் கொண்ட கலவை நேர்மாறு வெல்லம் எனப்படும் ; இது சுக்குரோசிலும் பார்க்க மிக விரைவில் சமிக்கக்கூடியது. தேன், நேர்மாறு வெல்லத்தின் ஒரு இயற்கை மாதிரியாகும். பழம்பாகு (முக்கிய மாக வீட்டில் செய்யப்பட்ட பழம்பாகு) மிக அதிக அளவில் நேர்மாறு வெல்லத்தையுடையது ; இது ஆரம்பத்தில் உள்ள சுக்குரோசை அமிலத் தன்மையுடைய பழச்சாற்றுடன் கொதிக்கச் செய்யும்போது உண்டாகிறது.

இலற்ருேசு (அல்லது பால்–வெல்லம்) இன்னெரு சிக்கல் வெல்லமாகும். இது மாட்டுப்பாலில் 5 சதவீதம் வரையில் உண்டு. சுக்குரோசைப் போன்று இதனையும் இரு எளிதான வெல்லங்களாக நீர்ப்பகுக்காலம் ; ஒரு இலற் ருேசு மூலக்கூறு ஒரு குளுக்கோசு மூலக்கூற்றையும் ஒரு கலத்தோசு மூலக்கூற்றையும் கொடுக்கும். இலற்ருேசு, சுக்குரோசைப் போல் இனிப் புடையதல்ல ; அது கிட்டத்த சுவையற்றதாகும்.

மோற்ருேசு (அல்லது மோற்று–வெல்லம்) இன்னெரு சிக்கல் வெல்ல மாகும். இது விதைகள் முளைக்கும்போது, உணவுப் பொருளாக ஒதுக்கிச் சேர்த்து வைக்கப்பட்டுள்ள மாப்பொருளின் மேல் தயற்றேசு என்னும் நொதிச் சத்தின் தாக்கத்தால், உண்டாகிறது. (எச்சிலில் உள்ள தியாலின் என்னும் நொதிச்சத்தும் மாப்பொருளை மோற்ருேசாக நீர்ப்பகுக்கும்) வாற்கோதுமைத் தானியங்களைச் சிறிதளவு தயற்றேசு உண்டாகும்வரையில் முளைக்க விடுவதால் வியாபாரத் தொழில் முறையில் வாற்கோதுமையில் இருந்து மோற்று தயாரிக்கப்படும். முளைக்கும் வாற்கோதுமையைச் சூடாக்கு வதால் முளைத்தல் தடுக்கப்படும். பின்பு மோற்றுற்ற வாற்கோதுமை

5—R 6038 (11/59)

நீரினுல் வேருக்கப்பட்டு "மோற்றுச்சத்து" பெறப்படும். இது மோற்ரேசையும் தயற்றேசையும் உடையது. மோற்ரேசு, சுக்குரோசையும், இலற்ரேசையும் போன்று நீர்த்த அமிலங்களினுல் அல்லது பொருத்தமான நொதிச்சத்தினுல் (உ-ம். மனிதனின் சிறுகுடலில் உள்ள மோற்றேசினுல்) இலகுவில் நீர்ப்பகுப்புற்று இரண்டு குளுக்கோசு மூலக்கூறுகளைக் கொடுக்கும்.

சிக்கல் வெல்லங்களோடு பரிசோதனைகள்

இரு சக்கரைட்டுக்கள்

இரு சக்கரைட்டுக்கள் இரு வகையின. அவையான, செப்புக் கரைசலை (அ) தாழ்த்துவனவும் (உதாரணமாக, மோற்ரேசும் இலற்ரேசும்), (இ) தாழ்த்தாதனவுமாம். (உதாரணமாகச் சுக்குரோசு) என்றுலும், குளுக்கோசு, புருற்ரேசு இரண்டும் மோற்ரேசு, இலற்ரேசு இரண்டிலுங் கூடுதலான தாழ்த்துந் திறனுடையன.

மோற்ரேசு, இலற்ரேசு, சுக்குரோசு என்பவற்ரேடு பீலிங்கின் பரிசோதனையை மீட்டுஞ் செய்து அவற்றின் தாழ்த்துந் திறனைக் குளுக்கோசு, பிரற்ரேசு என்பவற்றின் தாழ்த்து திறனேடு பின்வருமாறு ஒப்பிடுக: ஒவ்வொன்றும் 2–3 க. ச. மீ. ஐதான பீலிங் கரைசல் ($\frac{1}{5}$) கொண்ட ஐந்து சோதனைக் குழாய்கள், அ. இ. உ. எ. ஒ எடுக்க. அ இனுள் 1% குளுக்கோசுக் கரைசல் 1 க. ச. மீ. உம், இ உள் 1% பிரற்ரேசுக் கரைசல் 1 க. ச. மீ. உம், உ இனுள் 1% இலற்ரேசுக் கரைசல் 1 க. ச. மீ. உம், ஒ இனுள் 1% சுக்குரோசுக் கரைசல் 1 க. ச.மீ. உம், ஊற்றுக. கொதிக்கின்ற நீர்த்தொட்டியினுள் ஐந்து குழாய்களையும் வைத்து அவற்றுட் குப்பிரசொட்சைட்டுப் படிவுவீழ்வதை நோக்குக. முதலாவதாக அ (குளுக்கோசு) இலும் இ (பிரற்ரேசு) இலும், சற்றுப் பின்னர் உ (மோற்ரேசு) இலும் எ (இலற்ரேசு) இலும் அது படிவதைக் காணலாம். ஒ (சுக்குரோசு) இனுள் வீழ்படிவு தோன்ருதிருப்பதை அவதானிக்க. சுக்குரோசானது தாழ்த்துந் தாக்கம் அற்றது. அன்றியும் குளுக்கோசு புருற்ரேசு இரண்டும் மோற்ரேசும் இலற்ரேசு இரண்டிலுங் கூடுதலான தாழ்த்துந் திறனுடையன.

சிக்கல் வெல்லங்களை எளிதான வெல்லங்களாக மாற்றுதல்

(அ) 1% சுக்குரோசுக் கரைசலையும், (இ) 1% மோற்ரேசுக் கரைசலையும், (உ) 1% இலற்ரேசுக் கரைசலையும் எடுத்து ஒவ்வொரு குழாயினுள்ளும் 1 க. ச. மீ. ஐதான ஈதரோகுளோரிக்கமிலம் (2 நேர்) ஊற்றி 2 நிமிடங்களுக்குக் கொதிக்கச் செய்க. அதன் பின்னர் குளிரவைத்து ஐதான சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசல் (2 நேர்) 1 க. ச. மீ. கொண்டு நடுநிலைப்படுத்துக. நான்கு சோதனைக் குழாய்கள், அ, இ, உ, எ

எடுத்து அவை ஒவ்வொன்றினுள்ளும் 2-3 க. ச. மீ. ஐதான பீலிங்கின் கரைசலை ஊற்றுக. அ இனுள் 2 க. ச. மீ. கொதிக்கவைத்த சுக்கு ரோசுக் கரைசலையும், இ இனுள் 2 க. ச. மீ. கொதிக்கவைத்த மோற் றேசுக் கரைசலையும், உ இனுள் 2 க. ச. மீ. கொதிக்க வைத்த இலற் றேசுக் கரைசலையும், எ இனுள் கொதிக்க வைக்காத 1% குளுக்கோசுக் கரைசல் 2 க. ச. மீ ஐயும் ஊற்றுக. குழாய்கள் நான்கினையுங் கொதிக் கின்ற நீர்த் தொட்டியினுள் வைத்து ஒவ்வொன்றினுள்ளுங் குப்பிரசொட் சைட்டாகத் தாழ்த்துதல் விரைவாக நிகழுவதை நோக்குக. இதனிலிருந்து சிக்கல் வெல்லங்களாகிய சுக்குரோசும், இலற்றேசும், மோற்றேசும் எளி தான வெல்லங்களாக, கூடிய தாழ்ந்துந் திறனோடு[1] நீர்ப் பகுப்புச் செய்யப் பட்டனவென்பது புலனாகின்றது.

சிக்கற் காபோவைதரேற்றுக்கள்—பல் சக்கரைட்டுக்கள்

சிக்கலான காபோவைதிரேற்றுக்களுள் மிகவுஞ் சாமானியமாய் முக்கிய மாய் உள்ளவற்றுள் ஒன்று $(C_6H_{10}O_5)n$ மாப்பொருள். தாவரங்களின் தலையாய ஒதுக்கவுணவுப்பொருள் அதுவே ; அவற்றிற் காபோவைதரேற்றுக் கள் குளுக்கோசு வடிவத்தில் இலைகளிலே ஆக்கப்பட்டு கரையுமியல்புடைய சுக்குரோசாகக் கொண்டு செல்லப்பட்டு, கரையாவியல்புடைய மாப்பொரு ளாகச் சேமித்து வைக்கப்படும்.

தாவரங்களில் முதலுருவின் அடர்த்திமிக்க சிறப்பான பாகங்களாகிய உருமணிகளில் மாப்பொருளானது திண்மமணிகளாக எப்போதும் உண்டாக் கப்படும். இலைகளில் இம்மாப்பொருள் மணிகள் பச்சை நிறத்தன ; ஆங்குப் பகலில் நுண்மணிகளாக உண்டாக்கப்படும் மாப்பொருள் இரவில் வெல்லமாக மாற்றப்படுவதால் மறைந்துவிடும்.

மாப்பொருள் மணிகள் கூழ்த்திண்மப் பதத்தின ; அவை நீரிற் கரையா வியல்பின. ஆயின் அவற்றைச் சூடாக்கின், அல்லது நொதிச்சத்தின் தாக்கத்துக்கு உட்படுத்தின், அவை சிறிய துணிக்கைகளாகப் பிரிந்து நீரிலே தொங்கலாகி (உண்மையான கரைசலாகாது) ஒளிக்கின்ற பச்சை யாகும். இந்த மாப்பொருட் பசையை அமிலத்தோடு சூடாக்கினால், அல்லது தயற்றேசு, தயலின் எனும் நொதிச் சத்துக்களுள் ஒன்றோடு கலந்து வைத்தால் மாப்பொருளானது நீர்ப்பகுப்படைந்து குளுக்கோசு ஆகும்.

$$(C_6H_{10}O_5)_n + NH_2O \rightarrow NC_6H_{12}O_6$$

---

[1] இரசாயன உடனலவியலை விளக்குதற்குத் தெரிவு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகள் மட்டும் இப்புத்தகத்தில் தரப்பட்டுள்ளன. மேலும் பரிசோதனைகள் ஆசிரியர் கைப்புத்தகத்தில் தரப் பட்டுள்ளன. இத்துடன் சோதனைக் கரைசல்களினதும் சோதனைப் பொருட்களினதும் தயாரிப் பும் அமைப்பும் பற்றிய முழு விவரங்களும் தரப்பட்டுள்ளன.

தெக்கிரின் என்பது மாப்பொருளை 200% ச. வரை வேகவைக்க உண்டாகுஞ் சிக்கலான இன்னெரு காபோவைதரேற்ருகும். மாப்பொருளை அமிலத்தோடு சூடாக்கும்போது அல்லது தயலின் போன்ற நொதிகொண்டு அதைத் தாக்கும்போதும் இடைவிளைவாகத் தெக்கிரின் உண்டாகும். அது நீரிற் கரையுந் தன்மையுடைய மஞ்சள் அல்லது கபில நிறமானவொரு திண்மம். வியாபாரத்துக்காக அதைப் பிசின் செய்ய உபயோகிப்பர். உதாரணமாக, இதனுற் செய்யப்படும் பிசின் தபால் முத்திரைகளுக்குப் பூச உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

“ **விலங்கு மாப்பொருள்** ” என்றுஞ் சிலவேளைகளிற் சொல்லப்படுகின்ற **கிளைக்கோசனுனது** பெரும்பான்மையாக விலங்குகளின் கல்லீரலிலும் தசைகளிலுங் காணப்படும் காபோவைதரேற்றுச் சேமிப்பாகும். (நல்லூட்டமுள்ள ஒருவனது உடலில், கல்லீரலின் கண்ணே 200 கி. கிளைக்கோசனும், தசைகளில் 350 கி. கிளைக்கோசனுங் காணப்படும்.)

விலங்கு இறந்தவுடன் அதனுடலிலுள்ள கிளைக்கோசன் மிக்க விரைவாக வெல்லமாக மாறுமாதலால், கல்லீரலிலும் தசையிலுமிருந்து அதை பிரித்தெடுப்பதரிது. சிப்பியிலும் மொலக்காப் பிராணிகளிலுமிருந்து கிளைக்கோசனை மிக்கவிலேசாக எடுக்கலாம். கிளைக்கோசன் நீரிற் கரைந்து ஒளி கசியுங் கரைசலாகும்.

செலுலோசு என்னும் பெயர் தாவரங்களின் கலச்சுவர்களை உண்டாக்குஞ் சிக்கலான பல காபோவைதரேற்றுக்களுக்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. (ப. 98 ஐயும் பார்க்க.) பருத்திப் பஞ்சு, பட்டுச்சணல், தாள் இவை மூன்றும் ஏறக்குறையத் தூய்மையான செலுலோசால் ஆனவை. பல்வேறு வடிவங்களாக விளங்குகின்ற செலுலோசு மனிதனுக்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. பலவிதமான கருமங்களுக்கு ஏராளமாக உபயோகிக்கப் படுகின்ற மரத்தின் பிரதானமான கூறுகளுட் செலுலோசும் ஒன்று. கடதாசியும் பெரும்பான்மையும் செலுலோசால் ஆனதே. மிகவும் மலிந்த கடதாசியை (அச்சுத்தாளை) இரசாயனப் பொருட்களோடு மரக்கூழைக் கலந்து சூடாக்க எஞ்சிக் கிடக்குஞ் செலுலோசாற் செய்வர். மரக்கூழோடு சீனக் களியை, அல்லது அதுபோன்ற வேறேதும் “ நிரப்பி ” யைக் கலந்து தாள்களாக உருட்டி அச்சுத்தாளிலுஞ் சிறந்த கடதாசி செய்யப்படுகின்றது. அதி சிறந்த கடதாசி பழைய சணற்றுணியினுற் செய்யப்படுகின்றது. சணற்றுணியிலுள்ள செலுலோசு நார்கள் மரக்கூழிலுள்ள செலுலோசு நார்களிலும் நீளத்திற் கூடியவையாதலின் சணற்றுணியினுற் செய்யப்படுங் கடதாசி உரம் மிக்கது. செறிந்த சல்பூரிக் கமிலத்துக்கூடாகக் கடதாசியை விரைவாகச் செலுத்தியெடுத்தால் அது நீர்சுவாருத (தோற் கடதாசி) தாளாகும்.

சிக்கற் காபோவைதரேற்றுக்களுடன் பரிசோதனைகள்—பல்சக்கரைட்டுக்கள்

மாப்பொருள். (1) 1 க. ச. மீ. அளவான 1% மாப்பொருட் கரைசலை ஒரு சோதனைக் குழாயினுள்ளெடுத்து ஒரு சொட்டு அயடீன் கரைசலை $\left(\text{பொற்றுசியம் அயடைட்டில் } \frac{\text{நேர்}}{20}\right)$ விடுக. உண்டாகுங் கடுநீலக்-கறுப்பு நிறத்தைக் கவனிக்க. சோதனைக் குழாயை நீரினால் நிரப்பி நிறமின்னுங் கடுநீலமாக இருப்பதைக் கவனிக்க.

(2) 1 க. ச. மீ. அளவான 1% மாப்பொருட் கரைசலை எடுத்து ஒரு சொட்டு அயடீன் கரைசலையும் 5 க. ச. மீ. நீரையும் விட்டுக் கொதிக்கச் செய்க. நீல நிறம் அற்றுப் போவதைக் கவனிக்க. நீர்க் குழாயின் கீழ் ஓடும் நீரிற் குளிரச் செய்க. குளிர, மீட்டும் நீல நிறந் தோற்று வதைக் கவனிக்க. (நன்கு கவனிக்க—இவ்வயடீன் பரிசோதனை சூடான கரைசல்களோடு பலிக்காது.)

(3) 1 க. ச. மீ. அளவான 1% மாப்பொருட் கரைசலை எடுத்துச் சோடியங் காபனேற்றுக் கரைசல் கொண்டு அதைப் பாசிச் சாயத்துக்குக் காரமானதாக்குக. பின்பு ஒரு துளி அயடீன் கரைசலை விடுக. நீலநிறந் தோன்றாது. ஐதான ஐதரோ குளோரிக்கமிலங் கொண்டு அமில மாக்கப்பட்ட 1 க. ச. மீ. மாப்பொருட் கரைசலோடு இப்பரிசோதனையை மறுபடி செய்க. அப்பொழுது வழக்கமான நீல நிறத்தை அயடீன் தரும். (நன்கு கவனிக்க—அயடீன் பரிசோதனை காரக்கரைசலோடு பலிக்காது; நடுநிலையுடைய அல்லது அமிலத்தன்மையுடைய கரைசலோடு மாத்திரம் பலிக்கும்.)

(4) உலர்ந்த சோற்று மாப்பொருளைச் சிறு கணியமாக எடுத்து ஒரு சோதனைக் குழாயினுள்ளிட்டு 5 க. ச. மீ. குளிர்ந்த நீரை விடுக. விட்டுப் பலமாகக் குலுக்குக. கலவையின் அரைவாசியை வடித்தெடுத்து ஒரு துளி அயடீன் கரைசலை வடித்த திரவத்துள் விடுக. மாப்பொருள் குளிர்ந்த நீரிற் கரையாதென்பதை நீலநிறந் தோன்றாதிருத்தல் காட்டு கின்றது. மற்றையரைவாசிக் கலவையைக் கொதிக்க வைத்து வடிக்க. குளிர்ந்திருக்கும் வடிந்த திரவத்துள் ஒரு துளி அயடீனை விடுக, உடனே நீலநிறம் உண்டாவதைக் கவனிக்க. வென்னீரில் மாப்பொருள் கரையு மென்பதை இது காட்டுகின்றது.

தெக்கிரின் : 2–3 க. ச. மீ. அளவான 1% தெக்கிரின் கரைசலை எடுத்து ஒரு துளி அயடீன் கரைசலை அதற்குள் விடுக. செங்கபில நிறமுண்டா வதைக் கவனிக்க. (இந்நிறத்தை 2–3 க. ச. மீ. நீரினுள் ஒரு துளி அயடீனை விடவுண்டாகும் நிறத்தோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்க.) தெக்கிரினும் அயடீனுங் கலந்துண்டான கலவையைச் சூடாக்குக. செங்கபில நிறம் அற்றுப்போகும். நீர்க் குழாயின் கீழ் குளிரவைக்க, நிறம் மீட்டுந் தோற்றுவதைக் கவனிக்க.

கிளேக்கோசன். இரு சோதனைக் குழாய்கள், அ, இ எடுக்க. அ இனுட் கொடுக்கப்பட்டுள்ள கிளேக்கோசன் கரைசல் 5. க. ச. மீ. உம், இ. உள் 5 க. ச. மீ. நீரும் வார்க்க. ஒவ்வொரு குழாயினுள்ளும் சமவளவான அயடீன் கரைசலைத் துளிதுளியாக விடுக. அ இற் செங்கபில நிறந் தோன்றுதற்கு காரணங் கிளேக்கோசன் ஆங்குண்டென்பதே. (நன்கு கவனிக்க—தெக்கிரினுடனும் கிளேக்கோசனுடனும் அயடீன் பரிசோதனை ஒத்த பேற்றைத் தருமென்றுலும், தெக்கிரின் கரைசல் தெளிவாகவும் ஒளிபுகக்கூடியதாகவுமிருக்க, கிளேக்கோசன் கரைசலோ ஒளிகசிகின்றதாக விருக்கும்.)

செலுலோசு. வடிதாளொன்றில் ஒரு துளி அயடீனை இடுக. நீல நிறந் தோன்றுது. ஒரு துளி 50% சல்பூரிக்கமிலத்தை முன்னர் துளி விழுந்த அதேயிடத்தில் இடுக ; நீலக் கறை தோன்றும்.

மாப்பொருளை அதனிலும் எளிதான காபோவைதரேற்றுக்களாக மாற்றுதல்

(1) முதலாவதாக, தாழ்த்துந் தாக்கம் மாப்பொருளுக்கில்லை யென்று நிரூபிக்க. 2–3 க. ச. மீ., அளவான 1% மாப்பொருட் கரைசலை எடுத்து அதனோடு அதே கன அளவான ஐதாக்கிய பீலிங்கின் கரைசலைக் கூட்டிக் கொதிக்கின்ற தொட்டியொன்றில் வைக்க. குப்பிரசொட்சைட்டு உண்டாகாது. இதிலிருந்து மாப்பொருளானது பீலிங்கின் கரைசலைத் தாழ்த்தாதென்பது புலனுகின்றது.

(2) ஏறக்குறையப் 10 க. ச. மீ. அளவான 1% மாப்பொருட் கரைசலை சோதனைக் குழாய் ஒன்றனுள் எடுத்து 1 க. ச. மீ. செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தைக் கூட்டி, நேரத்தைக் குறித்துக்கொண்டு, கொதிக்கின்ற நீர்த்தொட்டியினுள் வைக்க. வெள்ளோடொன்றில் (அல்லது வெண் கடதாசியின்மேல் வைக்கப்பட்டுள்ள கண்ணுடித் தட்டில்) 12 துளி அயடீன் கரைசலை இடுக. ஒவ்வொரு நிமிடமுங் கழிய மாப்பொருட் கரைசலைச் சுத்தமான கண்ணுடிக் கோல்கொண்டு விரைவாகக் கலக்கி, கரைசலில் ஒரு துளியை எடுத்து, அதை வெள்ளோட்டின்மீது அயடீன் ஒருதுளியோடு கலந்து பரிசோதிக்க. (ஒவ்வொரு சோதனைக்குப் பின்னரும் கண்ணுடிக்கோலைக் குழாயடியிற் கழுவுக.) நீலநிறம் (மாப் பொருள்) செவ்வூதாவாகிப் பின் செங்கபில நிறமாக (தெக்கிரின்) மாறுவதைக் கவனிக்க. ஈற்றிற் கரைசல் நிறமற்றதாகும். எஞ்சியுள்ள கரைசலில் 2–3 க. ச. மீற்றரை ஒரு சோதனைக் குழாயினுள் வார்த்து 1 க. ச. மீ. சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசல் (2 நேர்) கொண்டு நடுநிலைப்படுத்துக. பின்னர், அதே கனவளவான ஐதாக்கிய பீலிங்கின் கரைசலைக் கூட்டி கொதிக்கின்ற நீர்த் தொட்டியினுள் வைத்துச் சூடாக்குக. குப்பிரசொட்சைட்டின் சிவந்த வீழ்படிவு உண்டாகும். தாழ்த்தும் வெல்லம் (இம் முறை குளுக்கோசு) அங்குண்டானதென்று இது காட்டுகின்றது.

(3) மாப்பொருளை அமிலங்கள் நீர்ப் பகுப்புச் செய்வதையும் நொதிச் சத்து நீர்ப் பகுப்புச் செய்வதையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல் விநோதமாக விருக்கும். 2–3 க. ச. மீ. அளவான 1% மாப்பொருட் கரைசலை ஒரு சோதனைக் குழாயினுள்ளொடுத்து அதற்கு உமிழ்நீர் சிறிது கூட்டுக. அதைக் குலுக்கி 37° ச. வெப்ப நிலையிலுள்ள நீர்த் தொட்டியினுட் சில நிமிடங்களுக்கு நிறுத்துக. பின்பு அதே கனவளவான, ஐதாக்கிய பீலிங்கின் கரைசலை ஊற்றிக் கொதிக்கின்ற நீர்த்தொட்டியினுள் வைத்துச் சூடாக்குக. குப்பிரசொட்சைட்டின் சிவந்த வீழ்படிவு உண்டாகிய ஆங்குத் தாழ்த்தும் வெல்லமொன்றுண்டாயிற்றென்று காட்டும்.

கிளைக்கோசனை எளிதான காபோவைதரேற்றுக்களாக மாற்றல்

(1) ஏறக்குறைய 5 க. ச. மீ. கிளைக்கோசன் கரைசலை எடுத்து அதற்குச் செறிந்த ஐதரோக் குளோரிக்கமிலத் துளிகள் சிலவற்றைக் கூட்டுக. கொதிக்கின்ற நீர்த்தொட்டியினுள் 10 நிமிடங்களுக்கு வைத்துச் சூடாக்கிய பின் நீர்க்குழாயின் கீழ் வைத்து அதன்மேல் நீரோடவிட்டுக் குளிரச் செய்க. குளிர்ந்தபின், அ, இ என்னும் இரு பகுதிகளாக அதைப் பிரிக்க. அ இற்கு இரண்டு அல்லது மூன்று அயடீன் கரைசற்றுளிகளைக் கூட்டுக. அப்பொழுது, செங்கபில நிறம் உண்டாகாதிருப்பதனாற் கிளைக் கோசன் மறைந்து போயிற்றென்று தெரியவரும். இ இனைச் சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசல் கொண்டு நடுநிலைப்படுத்தி அதே கனவளவான ஐதாக்கிய பேலிங்கின் கரைசலைக் கூட்டிக் கொதிக்கின்ற நீர்த் தொட்டியினுள் வைத்துச் சூடாக்குக. சிவந்த (அல்லது மஞ்சள் நிறமான) வீழ்படிவு உண்டாகித் தாழ்த்தும் வெல்லமாக (இம்முறை குளுக் கோசாகக்) கிளைக்கோசன் மாற்றப்பட்டுள்ளதென்று காட்டும்.

(5) நேரமிருப்பின் கிளைக்கோசனோடு உமிழ்நீரின் தாக்கத்தைப் பரிசோதிக்க (மேலே (3) ஐப் பார்க்க).

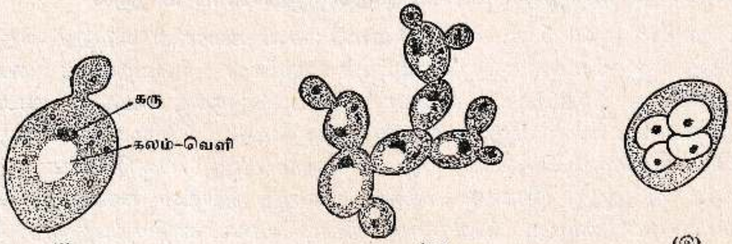
நொதித்தலால் அற்ககோல் உண்டாதல்

முந்திரிகைப் பழச் சாற்றை அல்லது வேறேதும் ஐதான வெல்லக் கரைசலைக் காற்றுப்பட வைத்தால் இனிமையை அது இழந்து உறைப்புச் சுவையைப் பெற்று வெறிக்கச்செய்யுந் தன்மையை அடையுமென்பது பல நூற்றாண்டுகளாக உலகறிந்ததே. வெல்லமானது நொதித்து ஈதைலற்ககோலாக மாற அம்மாற்றத்தின் பேறாகக் காபனீரொட்சைட்டாகி வெளியேபோகும் :

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$$

பச்சை நிறமில்லாததும் கண்ணுக்குத் தெரியாததும், தனியொரு கலத்தால் ஆயதுமான நுணுக்குத் தாவரமாகிய காடிச்சத்தே இந்த நொதித்தலுக்குக் காரணமாகும் (உருவம் 30). ஏனைப் **பங்கசுகளைப்** போன்று காடிச்சத்துத் தாவரமும் வித்துக்களுக்குப் பதிலாக இனப்பெருக்கஞ் செய்ய வல்ல வித்திகளை உண்டாக்கும். இவ்வித்திகள் மிகவுஞ் சிறியனவும்

இலேசானவுமாதலால் காற்றிலே மிதந்து செல்லும் வெல்லக்கரைசலைக் காற்றுப்பட வைத்தால் அவை விரைவில் அதனுட் புகுந்து, வளர்ந்து, பெருகி நொதித்தலை விளைக்கும். **உயிருள்ள வித்துகளைப்** புகவிடாது தடுத்தால் நொதித்தல் நிகழாது. நொதித்தலில் நிகழுகின்ற இரசாயன மாற்றமானது காடிச்சத்தின் கலங்களிலுள்ள **சைமேசு** என்னுமொரு **நொதிச்சத்தினாலேயே** உண்டாகின்றது. ஈண்டு இச்சைமேசு சேதன ஊக்கியாகத் தொழிற்படுகின்றது. சுவாசித்தால் விடுக்கப்படுஞ் சத்தியை நாம் பயன்படுத்துவதுபோன்று நொதித்தலாற் பெறப்படுஞ் சத்தியைக் காடிச் சத்துப் பயன்படுத்தும்.



(அ) (ஆ) (இ)

உருவம் 30.—காடிச்சத்து.

அ. மொட்டுடைய ஒரு காடிச்சத்துத் தாவரம் (×2,500)
ஆ. காடிச்சத்துத் தாவரங்கள் மொட்டுவிட்டு இனம் பெருகல்.
இ. ஓய்வு கலமொன்றுள் நான்கு காடிச் சத்து வித்துகள்.

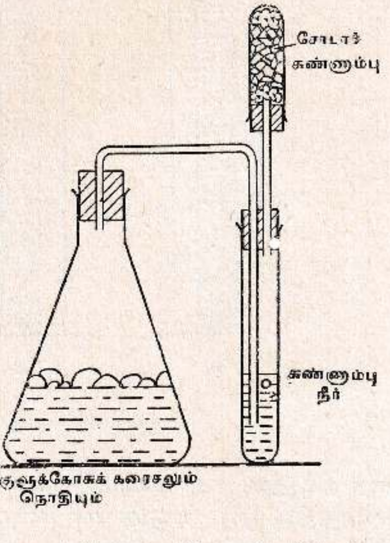
கரைசலில் ஏறக்குறைய 14% அற்ககோல் உண்டான அளவில் நொதித்தல் நின்றுவிடும். இந்த ஐதான அற்ககோலைப் பகுதிபடக் காய்ச்சி வடித்து இதனினும் பலங்கூடிய அற்ககோலைப் பெறலாம். நீரினது கொதிநிலையினுந் தாழ்ந்த கொதிநிலையுடைய அற்ககோல் முதல் வடியும். அற்ககோல்களுள் மிக்க வன்மையுந் தூய்மையும் வாய்ந்த அற்ககோல் தனியற்ககோல் எனப்படும். 99% உக்கு மேல் ஈதலற்ககோல் அதிலுண்டு. கைத்தொழிலுபயோகத்துக்கென்று விற்கப்படும் மலிவான அற்ககோலை மனிதர் பருகுவதைத் தவிர்த்தற் பொருட்டு அதனோடு பண்படுத்தப்படாத மரவற்ககோலையும் (மீதைலற்ககோலையும்), பரவினையும், எலும்பெண்ணெயையுஞ் சாயங்களையுங் கலந்து விற்பர். இக்கலவை **மெதனேல் சேர் மதுசாரம்** எனப்படும். வாணிசு உண்டாக்குதற்குக் கரைதிரவமாகப் பெருமளவில் ஈதைலற்ககோல் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. ஈதைலற்ககோலைப் பெற்றோலுடன் கலந்து மோட்டர் வண்டியின் எரிபொருளாகவும் உபயோகிக்கலாம்.

ஐதரோ காபன்களின் (மீதேன்—CH_4, ஈதேன்—C_2H_6, இன்னும் இவைபோல்வன) **பரவின்தொடர்** என்றொன்று இருப்பதுபோன்று **எளிதான அற்ககோல்களின் (மீதைல் அற்ககோல்—CH_3OH, ஈதைலற்க**

கோல்—C_2H_5OH இன்னும் இவைபோல்வன) ஒத்த தொடரொன்றுண்டு. அன்றன்றை வாழ்க்கையில் "அற்ககோல்" என்று நாம் சொல்லும்போது மிகச் சாமானியமான அற்ககோலான "ஈதைலற்ககோல்" என்பதையே கருதுகின்றோம். "மரவற்ககோல்" என்பது "மீதைலற்ககோலே". கடும் நச்சுத்தன்மையுடையவொரு பதார்த்தம் அதுவென்றறிக.

குளூக்கோசு நொதித்து அற்ககோலாதலைக் காட்டல்

(செய்துகாட்டல்) 500 க. ச. மீ. அளவான கொதிகுடுவையினுள் 250 க. ச. மீ. அளவான 10% குளூக்கோசுக் கரைசலை ஊற்றி 5 கிராம் உலர்ந்த காடிச்சத்தைக் கூட்டுக. உருவம் 31 இற் காட்டியிருப்பதுபோல், தெளிந்த சுண்ணும்புநீர் கொண்ட குழாயொன்றனுட் போகுங் கண்ணடிக் குழாயொன்றைத் தாங்குந் தக்கையொன்றைப் பொருத்துக. சுண்ணும்பு நீர்க்குழாயானது இரண்டு துவாரங்களுள்ள தக்கையால் காற்றிலிருக்குங் காபனீரொட்சைட்டு உட்புகாமல், மூடப்படல் வேண்டும். மற்றைத் துவாரத்தை ஒரு சோடாச் சுண்ணும்புக் குழாயினுல் மூடுக. 24 மணி நேரம் 37° ச. வெப்பநிலையிற் குடுவையை வைக்க. (இது சாத்தியமன்றுயின் குடுவை இந்த வெப்பநிலைக்கு வருமட்டும் முதலில் அதனைச் சூடாக்கி அதன் பின்னர் வெப்பமான ஓரறையிற் குறைந்தபட்சம் 24 மணி நேரத்துக்கு வைக்க) சுண்ணும்பு நீரைச் சோக்குக் கலங்கல் போன்றதாக்கி அதனூடாகச் சென்று ஏராளமான வாயு வெளிப்போகும். ஆனுல், காபனீரொட்சைட்டு ஏராளமாக எழுந்து போகின்றமையால் (நூல் 2, அதிகாரம் I)[1] இச்சுண்ணும்பு நீர் பின்பு தெளிந்துவிடும்.

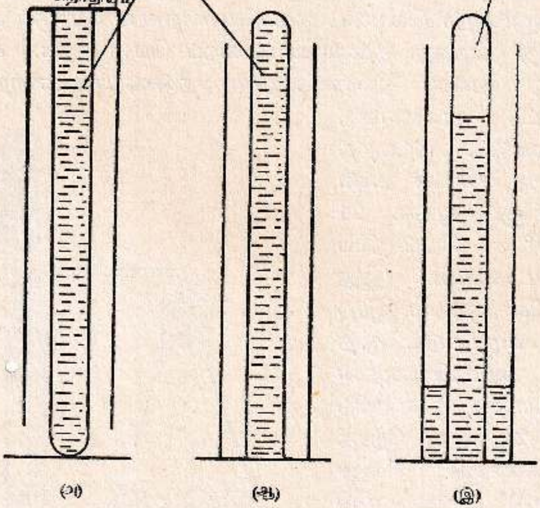


உருவம் 31. குளூக்கோசு நொதித்தல்.

இரண்டொரு நாட்சென்றபின்னர், குடுவையினுள்ளிருப்பதை காய்ச்சி வடிக்குங் குடுவையொன்றுள் வடித்தெடுத்து, சுவாலையிற் காய்ச்சி வடித்து முதல் வருகின்ற 25 க. ச. மீ. ஐயுஞ் சேர்த்தெடுக்க. காய்ச்சி வடித்தெடுத்த இந்தத் திரவத்தில் 5 க. ச. மீ. இனைச் சோதனைக் குழாய் ஒன்றனுள்

[1] சுண்ணும்பு நீருக்குப்பதிலாக "பரிற்றுநீர்" பேரியம் ஐதரொட்சைட்டுக் கரைசல் உபயோகிக்கலாம். இதற்கூடாக அதிகநேரம் காபனீரொட்சைட்டுச் செலுத்தினுல் மீண்டும் தெளிவாக வரமாட்டாது.

எடுத்துச் சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலிற் (2 நேர்) சில துளி களைக் கூட்டுக. அப்பால், அயடீன் கரைசலைத் துளிதுளியாக, கலவை மென்கபில நிறமாகும்வரை இடுக. பின்பு அதற்கு மென்சூடு காட்டி எழுகின்ற அதன் பிரத்தியேக மணத்தை அவதானிக்க. ஈதைலற்க கோலிற் சில துளிகளை எடுத்து இப்பரிசோதனையை மீட்டும் நடத்துக. அதே மணம் உண்டாகக் காணலாம். அற்ககோலைக் காரமும் அயடீனுந் தாக்க உண்டாகும் அயடபோமே இம்மணத்துக்குக் காரணம். சில க. ச. மீ. அளவான 10% குளுக்கோசுக் கரைசலுடன் இப்பரிசோதனையை இன்னொரு



உருவம் 32.—குளுக்கோசு நொதித்தல்.

முறை நடத்துக. அயடபோமின் மணம் இம்முறை உண்டாகாது. ஆகவே, வெல்லத்தில் ஒரு பகுதியைக் காடிச்சத்து அற்ககோலாக மாற்றி காபனீரொட்சைட்டை விடுதலையாக்கிற்று. குடுவையுள்ளிருக்குந் திரவத்தில் ஒரு துளியெடுத்து, உருப்பெருக்கும் வலிமிக்க நுணுக்குக் காட்டியில் ஆராய்ந்தால், 24 மணிநேரத்துக்கு மேற்பட, தகவாகக் காடிச்சத்திற்கு உணவு கிடைத்தவிடத்து, அக்காடிச்சத்து "அரும்புவதை"—அதாவது படுப்பாற் பெருகுவதை—காணலாம்.

காடிச்சத்தின் உபயோகங்கள்

உவைன் வகைகள், பியர், மதுசாரவகைகள் என்பவற்றை ஆக்குவதிலும் பாண் சுடுவதிலும் பன்னெடுங் காலமாகக் காடிச்சத்து உபயோகிக்கப்பட்டுளது.

முந்திரிகைப்பழங்களின் இனிய சாற்றை அப்பழங்களை உட்கொண்டு வாழும் பல்வேறு காடிச்சத்தின் உதவிகொண்டு நொதிக்கச் செய்வதால் உவைன் உண்டாக்கப்படும். நொதித்தலின் பயனாக ஈதைலற்ககோல் உண்டாகும். பல்வேறு உவைன் வகைகள், ஆக்குமுறைகளுக்கு ஏற்பவும் முந்திரிகையின்வகை, மண், பருவம் முதலியவற்றுக்கு ஏற்பவும் வேற்றுமைப்படும். மோற்றேசை நொதிக்கச் செய்வதாற் பியர் உண்டாக்கப்படும். வாற்கோதுமை முளைக்கும்போது அதன் மாப்பொருளிலிருந்து உண்டாகும் வெல்லமே மோற்றேசென முன்னர்க் கற்றேம் (ப. 76). இங்கு உபயோகிக்கப்படும் காடிச்சத்து, வடிப்போனல் ஆண்டாண்டு தோறும் பேணி வைக்கப்படும் "மனைப்படுத்திய" காடிச்சத்தேயாம். மதுசார வகைகளிற் பியர், உவைன் என்பவற்றிலுங் கூடிய அற்ககோல் உண்டு. சிலவகை நொதித்த வெல்லங்களைக் காய்ச்சி வடிப்பதால் அவற்றை ஆக்குவர். உதாரணமாக, நொதித்த வாற்கோதுமை அல்லது உருளைக் கிழங்கிலிருந்து விசுக்கியும், உவைனிலிருந்து விறண்டியும் நொதித்த கருப்பம் பாணியிலிருந்து இறமும் பெறப்படும்.

பாண் சுடுவதில் "வடிப்பாளன் நொதி" எனுஞ் சிறப்பான ஒருவகை நொதி குழையன் மாவிற் சிறிதளவாக இடப்படும். பின்னர் அந்த மா மென் சூடாக்கப்படும். நொதிப்பால் உண்டாகுங் காபனீரொட்சைட்டானது மாவகத்தே பெருங் குமிழிகளாகிப் பாணினை "இலேசாக்கும்". காடிச்சத்துக்கு வேண்டிய வெல்லம், மாவினுள்ள மாப்பொருளின் நீர்ப் பகுப்பாற் பெறப்படும். இச்செய் முறைக்கண் உண்டாகும் அற்ககோல் பாணைச் சுடும்போது ஆவியாக வெளியேறும்.

அற்ககோல் நொதிப்புண்டாவதைக் காட்டற்கு ஒரு சிறு திட்டப் பரிசோதனை.

உலர்த்திய காடிச்சத்து 1·5 கிராமை எடுத்து உரலில் இட்டு 15 க. ச. மீ. அளவான 20% குளுக்கோசுக் கரைசலைக் கொஞ்சங் கொஞ்சமாகக் கூட்டிக் கூட்டி நன்றாக அரைக்க. பின்பு, 6 அங். நீளமும் $\frac{1}{2}$ அங். விட்டமுமுள்ள சோதனைக் குழாய் ஒன்றை இக்கலவையால் முட்ட நிரப்புக. நிரப்பிய பின்னர் கவிழ்க்கப்பட்ட தட்டையடிக் குழாய் (மாதிரிக் குழாய்) ஒன்றனுள் உருவம் 32 அ காட்டுவதுபோற் சோதனைக் குழாயின் வாயை மற்றைக் குழாயின் தட்டையான அடி மூடுமட்டுஞ் சோதனைக் குழாயைப் புகுத்துக. சோதனைக் குழாயிலிருந்து கரைசல் கொஞ்சமேனும் வெளிப் போகாமலும், வெளியேயிருந்து காற்று உட்போகாமலும் (உருவம் 32ஆ) இவ்வுபகரணத்தைக் கவிழ்க்கலாம். (என்றாலும், சிறியவொரு காற்றுக் குமிழியிருந்தாலும் அதைப் பொருட்படுத்த வேண்டியதில்லை). கவிழ்த்த பின்னர் உபகரணத்தை 37 ச. வெப்பநிலையிலுள்ள நீர்த்தொட்டியினுள் வைக்க. கொஞ்சநேரஞ் சென்றபின் புறக்குழாயினுள் திரவத்தை உந்திக்கொண்டு (உருவம் 32 இ) வாயுக் குமிழிகள் சோதனைக் குழாயினுள் எழுந்து அதன் உச்சிக்குப் போகத் தொடங்கும். ஏறக்குறைய அரைமணி

நேரஞ் சென்றபின் சோதனைக் குழாயினுள் வாயு நிரம்பிவிடும். இந்த நிலைமை வந்தெய்தியவுடன் சோதனைக் குழாயின் வாயை மாதிரிக் குழாயின் தட்டையடி மூடியிருக்க, உபகரணத்தைத் தொட்டியிலிருந்து வெளியே எடுக்க. எடுத்து அதனுட் பெயர்க்கப்பட்ட திரவத்தை இன்னொரு சோதனைக் குழாயினுள் ஊற்றி அதில் அற்ககோல் உண்டோவெனப் பின்பு பரிசோதித்தற்கு அதனை ஒரு புறத்தில் வைக்க. புறத்தேயுள்ள மாதிரிக் குழாயினுள் ஏறத்தாழ 15 க. ச. மீ. சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலை (2 நேர்) ஊற்றி உட்குழாயை மெல்ல ஆட்டுக. காபனீரொட்சைட்டு உறிஞ்சப்படச் சோதனைக் குழாயினுட் காரம் மேல் எழும்பும். இதனற் சோதனைக் குழாயினுள்ளிருந்த வாயு முழுதுங் காபனீரொட்சைட்டென்று தெரிகின்றது.

இப்பரிசோதனையிற் சோதனைக் குழாயிலிருந்தெடுத்த திரவம் 10 க. ச. மீற்றரில் அயடீன் கரைசல் 10 துளி இட்டு, குலுக்கிக் கலக்குக. அயடீனின் கபில நிறம் மறைந்து விடும். மெல்ல வெப்பமேற்றி, ஈதைல் அற்ககோல் ஆங்குண்டென்று காட்டும் அயடபோமின் சிறப்பியல்பான மணத்தை அவதானிக்க.

விளுக்கிரியும் அசெற்றிக்கமிலமும்

நொதித்த வெல்லக்கரைசலைக் காற்றுப்படவைக்க அசற்றிக்கமிலம் உண்டாகுமாதலால் அது புளிப்புக் கொள்ளும். அசற்றிக்குப் பற்றீரியங்களால் நிகழுகின்ற வேறொரு நொதித்தல் முறையினுல் இந்த அசற்றிக்கமிலம் உண்டாகின்றது. இப் பற்றீரியங்களின் வித்திகள் காற்றிலே எப்பொழுதும் மிதந்து திரிந்துகொண்டிருக்கும். வெல்லக்கரைசல் நொதிக்க உண்டாகின்ற ஈதைலற்ககோல் ஒட்சியேற்றப்பெற்று அசற்றிக்கமிலமாகின்றது :

$$C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$$

அசற்றிக்கமிலமானது (CH_3COOH) முக்கியமான மற்றொரு சேதனவுறுப்புச் சேர்வைத் தொடரின் மிக்க எளிதானவொரு சேர்வையே. இச் சேர்வைகளைக் **கொழுப்பமிலங்கள்** என்பர். ஏனெனில், அத்தொடரின் மேற்படியிலுள்ள சேர்வைகள் கொழுப்புக்கள் பலவற்றிற் கிளிசரீனுடன் சேர்ந்திருக்கக் காணலாம். நொதித்த வெல்லக்கரைசலை மேலும் நொதிக்கச் செய்தலால் உண்டாகும் விளுக்கிரியில் அசற்றிக்கமிலம் உண்டு. எனினும், மூடப்பட்டுள்ள வடிகலனுள் வைத்து மரப்பொருளைச் சூடாக்க வடிகின்ற நீர்போன்ற திரவத்திலிருந்தே செறிந்த அசற்றிக்கமிலம் உண்டாக்கப்படுகின்றது (ப. 55). அசற்றேற்றுக்களானவை அசற்றிக்கமிலத்தின் உப்புக்களாம்.

சித்தரிக்கமிலமுந் தாத்தாரிக்கமிலமும் முக்கியமான இரு சேதனவுறுப் பமிலங்களாம். (ஆயின் அவை கொழுப்பமிலத்தொடரின் பாற்படா) அவையிரண்டும் பளிங்குருவத் திண்மங்கள். எலுமிச்சை, இலெமன், தோடை போன்ற சித்தரசுப்பழங்களின் சாற்றிற் சித்தரிக்கமிலம் உண்டு. அது

விரும்பத்தக்க புளிச்சுவையுடையது. போத்தலில் அடைத்து வரும் பழப் பானங்களை ஆக்குதற்கு அது உபயோகிக்கப்படும். இனி, உவைன் செய்வதில் ஒரு புடைவிளைவாகத் தாத்தாரிக்கமிலம் பெறப்படும். அதனைச் சோடியமிரு காபனேற்றோடு கலந்து அப்பச்சோடா ஆக்குவர். இங்கு, இக்கலவையை ஈரமாக்கும் வரை, அமிலமும் காரமுந் தாக்கமுறா. ஈரமாக்கின் சோடியமிருகாபனேற்றிலிருந்து காபனீரொட்சைட்டைத் தாத்தாரிக்கமிலம் விடுதலை செய்யும்.

சேதனவுறுப்புக்கள்—எசுத்தர்கள்

அசேதனவுறுப்பிரசாயனவியலில் நாம் கற்றுள்ள மூலங்களைப் போன்று சேதனவுறுப்பிரசாயனவியலில் அற்ககோல்களுண்டு. அசேதனவுறுப்பிரசாயனவியலில் **அமிலமும், உப்புமூலமுஞ்** சேர்ந்து **உப்பும் நீரு**மாவது போற் சேதனவுறுப்பியலில் கொழுப்பமிலமும் அற்ககோலுஞ் சேர்ந்து **சேதனவுறுப்பும் நீரு**மாகும். இச் "சேதனவுறுப்புக்களை" **எசுத்தர்கள்** என்பர். பெரும்பான்மையான எசுத்தர்கள், நன்மணமுடைய திரவங்கள் சிலவகை உணவுகளையும் பானங்களையும் பழச்சுவைப் படுத்தற்குச் சில எசுத்தர்களை உபயோகிப்பர். **ஈதைலசெற்றேற்றும் நீரும்** உண்டாக அசற்றிக்கமிலமும் ஈதைலற்ககோலும் ஒன்றையொன்று தாக்குதல் **எசுத்தர் உண்டாதற்கு** உதாரணமாகும்.

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

சோதனைக் குழாய் ஒன்றில் ஏறக்குறைய 1 க. ச. மீ. செறிந்த அசற்றிக்கமிலத்தையும் ஈதைலற்ககோலையும் (தாக்கம் நிகழும்போது உண்டாகும் நீரை உறிஞ்சி அகற்றுவதற்காக) சல்பூரிக்கமிலத்தையுங் கலந்து மெல்ல மெல்லச் சூடாக்கி ஈதைலசற்றேற்றின் " பழமணத்தை " அவதானிக்க.

எண்ணெய்களுங் கொழுப்புக்களும்

தெண்னை, தாலம், சோயா, ஒலிவு, சோயா அவரை போன்ற தாவரங்கள் பல, மாப்பொருளுக்குப் பதிலாக எண்ணெயை ஒதுக்கவுணவுப் பொருளாகச் சேமித்து வைக்கின்றன. மீன்களும் ஏனைக் கடல்வாழ் குளிரிரத்தப் பிராணிகளும் நெய்களை உண்டுபண்ணுகின்றன. வெப்பவிரத்தப் பிராணிகளும் நெய்கள் போன்ற பதார்த்தங்களைச் சேமித்து வைக்கின்றனவெனினும், ஏற்றமான உருகுநிலையுடையவப் பதார்த்தங்கள் சாதாரண வளிமண்டல வெப்ப நிலைகளில் திண்மங்களாகவேயிருக்கும். இத்திண்ம நெய்களைக் **கொழுப்புக்கள்** என்கிறோம். (தெங்கு நெய்யும் தால நெய்யும் அயனமண்டலங்களில் **திரவநெய்களாகவும்** ஏனையிடங்களில் திண்மக் கொழுப்புக்களாகவும் இருக்கும்.)

இவ்விதமான நெய்களுங் கொழுப்புக்களும் பெற்றோலியம் போன்று ஐதரோ **காபன்களன்று.** எனினும், **காபன், ஐதரசன், ஒட்சிசன்** என்னும்

மூலகங்கள் அவற்றிலுண்டு. ஐதரசனும் ஒட்சிசனும் நீரிலுள்ள விகித மாக அவற்றில் இல்லாமையினால் அவை காபோவைதரேற்றுக்களாகா. குறித்தவோரளவு ஐதரசனோடு சேர்ந்து காபோவைதரேற்றுக்களிலுள்ள ஒட்சிசனிலுங் குறைவாகவே கொழுப்புக்களில் ஒட்சிசனுண்டு; எனவே, கொழுப்புக்கள் காபோவைதரேற்றுக்களினும் உயர்ந்த கலோரிப் பெறு மானம் உடையவை; அன்றியும் அவற்றுக்குக் கூடிய ஒட்சியேற்றமும் வேண் டப்படும். சேதனவுறுப்புப்பு மூலமான கிளிசரீனும் (அல்லது அதுவொரு அற்ககோலாதலின் "**கிளிசரோலும்**") எற்றமான மூலக்கூற்று நிறை யுடைய கொழுப்பமிலங்களுஞ் சேர்ந்த சேர்வைகளாய (**கிளிசரைட்டுக்களாய**) கொழுப்புக்களைச் "சேதனவுறுப்புக்கள்" அல்லது **எசுத்தர்கள்** என்பர். கிளிசரீனின் மூலக்கூறென்று கொழுப்பமிலக்கூறு மூன்றுடன் (கிளிசரீனில் மூன்று (OH) கூட்டங்களுளவாதலின்) சேருகின்றது. உதாரணமாக, ஒலிவு நெய்யின் பெரும்பாகம் **ஒலிக்கமிலத்தின்** கிளிசரைட்டே; தால நெய்யின் பெரும்பாகம் **பாமிற்றிக்கமிலத்தின்** கிளிசரைட்டே; ஆட்டிறைச்சிக் கொழுப்பில் **தியரிக்கமிலத்தின்** கிளிசரைட்டுண்டு. வெண்ணெயிற் **பியூத் திரிக்கமிலத்தின்** கிளிசரைட்டு மிகவுண்டு.

கொழுப்புக்களுக்கான சோதனைகள்

வடிதாளின் துண்டொன்றில் ஒருதுளி தாவர நெய்யை வைத்தால் ஒளிகசிகின்ற நிரந்தரமானவொரு நெய்ப்பொட்டு உண்டாகும். இந்த நெய்ப்பொட்டானது, நீரினாலேனும் அல்லது ஆவியாகும் வேறெந்தத் திரவத்தாலேனும் உண்டாகின்ற ஒளி கசியும் பொட்டைப் போலல்லாது, அப்படியேயிருக்காவிட்டாலும் மறையாது. நீரினால் அதைக் கழுவி நீக்க வும் முடியாது. கொஞ்சங் கூடுதலான கணியமாகக் கொழுப்புக்கள் உண் டெனில் அவற்றுக்கொரு பிரயோசனமான சோதனையாகும்.

(1) வடிதாளின் துண்டொன்றெடுத்து அதன்மீது ஒரு துளி தேங்காய் நெய்யை வைத்து ஒளிகசிகின்ற நிரந்தரமான நெய்ப்பொட்டொன்று உண்டாவதை அவதானிக்க. (வடிதாளின் இத்துண்டு பரிசோதனை V இற்கு வேண்டுமாதலால் அதைப் பேணிவைக்க.)

(2) (அ) நீர், (இ) அற்ககோல், (உ) பெற்றோல், (எ) கிளிசரீன் என்னு மிவை நான்கிலும் ஒவ்வொரு துளியை வெவ்வேறு துண்டு வடிதாளில் வைக்க. ஒவ்வொரு துண்டு வடிதாளிலும் ஒளி கசியும் ஒவ்வொரு பொட்டு உண்டாவதையும், நீரும் அற்ககோலும் பெற்றோலும் விரைவில் ஆவியாகி இருந்த இடமும் தெரியாமற் போவதையும் அவதானிக்க. ஆனால் கிளிசரீனோ ஆவியாகாது. நான்காம் (கிளிசரீன்) தாளை நீர்க் குழாயின் கீழே பிடித்துக் கழுவி உலரவைக்க. உலர்ந்தபின் அதனில் ஒளிகசியும் பொட்டில்லையென்பதை அவதானிக்க.

(3) சோதனைக்கெடுத்துக்கொண்ட பதார்த்தத்திற் கொழுப்பு மிகவுங் குறைவாக உண்டெனில், நெய்களுங் கொழுப்புக்களும் பெற்றேலிற் கரையுமென்னுந் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தலாம். சோதனைக் குழா யொன்றில் நெரிக்கப்பட்ட சோயா அவரை விதை அன்றேல் நிலக்கடலை 1 கிராம் எடுத்து அதற்குப் பெற்றேலை 5 க. ச. மீ. வரை (சுவாலைக்கு எட்டநின்று) கூட்டுக. பெருவிரலாற் குழாயின் வாயை மூடிக்கொண்டு சில நிமிடங்களுக்குப் பலமாகக் குழாயைக் குலுக்கிப் பின் திண்மத்தை அடைய விடுக. ஒடுக்கமான ஒரு கண்ணாடிக்குழாய் கொண்டு பெற்றேலை எடுத்து ஒருதுண்டு வடிதாளில் அதைத் துளி துளியாக விழவிடுக. ஒரு துளி ஆவியான பின்பே அடுத்த துளியை விழவிடுக. பெற்றேல் ஆவி யாகிப்போக, நிரந்தர நெய்ப்பொட்டுண்டாகியிருப்பதை அவதானிக்க. (இவ் வடிதாளை 5 ஆம் பரிசோதனையில் உபயோகிப்பதற்குப் பேணி வைக்க.)

(4) சோதனைக்கெடுத்துக்கொண்ட பதார்த்தத்திற் கொழுப்பு அதிகமாக உண்டெனில் அதை நொருக்கி வடிதாளில் வைத்து மெல்லச் சூடாக்க, நெய்ப்பொட்டு உண்டாகும். இச்சோதனையை ஆமணக்கு விதைபோன்ற நெய்தரும் விதைகளைக்கொண்டு செய்து பார்க்க.

(5) பரிசோதனைகள் (1), (2), (3) என்னும் மூன்றிலுமிருந்து பெற்ற துண்டு வடிதாட்களை எடுத்துச் சோதனைக் குழாய் ஒன்றனுட்போட்டுச் சில க. ச. மீ. சூடான 3 கரைசலைக் கூட்டிக் குலுக்குக. குலுக்கிச் சில நிமிடங்களுக்குக் குழாயை நிறுத்துக. பின்பு, துண்டுகளை வெளியே எடுத்து நீர்க்குழாயின் கீழே பிடித்துக் கழுவுக. நெய்ப் பொட்டுக்கள் செம்பொற் செந்நிறமாவதை அவதானிக்க. நெய்ப் பொட்டுச் சோதனைக்கு எளிதில் இடங்கொடாத பதார்த்தங்களைப் பரிசோதனை செய்ய இக்கறை படுதற் பரிசோதனை உதவும்.

சவர்க்காரங்கள்

ஐதரோக் காபன்களின் பரவின் தொடருக்கொப்பாகக் கொழுப்பமிலங் களின் தொடர் ஒன்றுண்டு. அதன் மிக்கவெளிதான சேர்வைகளுள் அசெற்றிக்கமிலம் ஒன்று. தியரிக்கமிலமும் பாமிற்றிக்கமிலமும் இத் தொடரில் உயர்ந்தபடியிலுள்ள சேர்வைகளாம் ; ஒலீக்கமிலமும் இவற் றேடு நெருங்கிய தொடர்புடையதே. காரங்கள் கொண்டு கொழுப் பமிலங்களை நடுநிலைப்படுத்தினல் உப்புக்கள் உண்டாகும். உதாரணமாக, அசற்றிக்கமிலத்தைச் சோடியமைதரொட்சைட்டுக்கொண்டு நடுநிலைப்படுத்தச் சோடியமசெற்றேற்று உண்டாகும் :

$$CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O$$

கொழுப்பமிலம் எதனையும் உப்புமூலங்கொண்டு நடுநிலைப்படுத்த இத் தகைய உப்புக்கள் உண்டாகும். ஆனல், உயர்ந்த கொழுப்பமிலங்களின் சோடியமுப்புக்களுக்கும் பொற்றசியமுப்புக்களுக்குஞ் சிறப்பான சில

இயல்புகள் உண்டு. இவ்வுப்புக்களே சவர்க்காரங்கள் எனப்படுவன. உயர்ந்த **கொழுப்பமிலங்களின் சோடியமுப்புக்களானவை "வன்சவர்க்காரங்களும்" அவ்வவற்றுக்கொத்த பொற்ருசியமுப்புக்களானவை" மென்சவர்க்காரங்** களுமாகும்.

வர்த்தகமுறையிலே கொழுப்பமிலங்களைக் காரங்கள் கொண்டு நேராக நடுநிலைப்படுத்திச் சவர்க்காரங்களை உண்டாக்காது, எரிகாரங்களுடன் கொழுப்புக்களைக் கலந்து கொதிக்கச் செய்துண்டாக்குவர். அப்பொழுது, சவர்க்காரமுங் கிளிசரீனுங் கலந்துகொள்ளவொரு கலவை உண்டாகும். **கொழுப்பு + காரம் = சவர்க்காரம் + கிளிசரீன்.** கொழுப்புக்களை அல்லது நெய்களை எரிசோடாவுடன் கலக்க வருங் கலவையைக் கொதிநீராவிச் சுருளிகளால் அல்லது அதற்கூடாகக் கொதிநீராவியை ஊதிச் செலுத்துவதாற் சூடாக்குவர். கொஞ்ச நேரத்துக்கு வெப்பமேறச் கொழுப்பெல்லாஞ் சவர்க்காரமாக மாறிவிடும். அப்பொழுது உப்பைக் கூட்ட, உப்புக் கரைசலிற் கரையுந் தன்மையில்லாத சவர்க்காரந் திண்மமாகப் பிரிந்தெழுந்து மேற்பரப்புக்கு வரக் கிளிசரீன் அதன்கீழே கரைசலாகக் கிடக்கும். இச்சவர்க்காரத்தை எடுத்துத் தூயதாக்கி அச்சுக்களுட் போட்டு அமுத்துவர். ஆங்கது குளிர்ந்து இறுகும். கிளிசரீனனது விலையுயர்ந்த பக்க விளைவாதலின் காய்ச்சி வடித்தெடுக்கப்படுகின்றது. பிரதானமாக அது வெடிபொருள்களை உண்டாக்கவும் மருத்துவக் கருமங்களுக்கும் உபயோகிக்கப்படும்.

சோடியச் சவர்க்காரமும் பொற்ருசியச் சவர்க்காரமுமே நீரிற் கரையுந் தன்மையுடையன. ஏனையுலோகங்களின் திறியரேற்றுக்களும் ஒலியேற்றுக்களும் பாமிற்றேற்றுக்களும் **கரையுந்தன்மையில்லாத** சவர்க்காரங்கள். ஆகவே, சவர்க்காரத்துக்குக் கல்சியத்தினதும் மகனீசியத்தினதும் உப்புக்களுள்ள வன்னீரைக் கூட்டிஞல், தொடக்கத்தில் நுரையுண்டாகாது. கல்சியம், மகனீசியமென்பவற்றின் நீரிற்கரையாத சவர்க்காரங்கள் உண்டாகி மேற்பரப்பிற் படையாகத்தோன்றும், உதாரணமாக:

$$\frac{\text{சோடியந்தியரேற்று} + \text{கல்சியஞ் சல்பேற்று}}{(\text{கரையுந்தன்மையுடைய சவர்க்காரம்})} = \frac{\text{கல்சியந்தியரேற்று} + \text{சோடியஞ்சல்பேற்று}}{(\text{கரையுந்தன்மையில்லாத சவர்க்காரம்})}$$

ஆகவே, நிரந்தரமாக நுரையை உண்டாக்குதற்கு வேண்டிய சவர்க்காரத்தின் கணியமானது சோதனைக்கு எடுத்துக்கொண்ட நீரின் வன்மைக் கோரளவையாகும் (நூல் II அதி. I.)

வன்சவர்க்காரத்தை உண்டாக்குதல்

(செய்து காட்டல்.) நீண்டகன்ற (4–5 அடி நீளமான) கண்ணுடிக் குழாயைத் தாங்குந் தக்கையால் மூடப்பட்டுள்ள 250 க.ச.மீ. குடுவை

யொன்றை எடுக்க. அதனுள் 25 க. ச. மீ. தெங்கு நெய்யை ஊற்றி அற்ககோல்சேர் சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசல் 100 க. ச. மீற்றரை (நேர் = 100 க. ச. மீ. அற்ககோலில் அல்லது மெதனோல் சேர் மதுசாரத்தில் 4 கிராம் NaOH) கூட்டுக. கூட்டுதற்காக வெளியே எடுத்த தக்கையைப் பொருத்திக் குடுவையை நீர்த் தொட்டியின் மேலே வைத்துச் சூடாக்குக. அற்ககோலிற் கரைத்த எரிகாரத்தை உபயோகிப்பதால் தாக்கம் மிக்க விரைவாக நிகழும். நெய்யானது அற்ககோலிற் கரைந்து காரத்தொடு தாக்கமுறுமாதலின் கொதித்து ஆவியாகின்ற அற்ககோல் அவ்வளவும் நீண்ட குழாயினுள் ஒடுங்கிக் குடுவைக்கு மீளும். இவ்வாறு 10 நிமிடங்கள் சென்ற பின்னர் ஆங்குள்ள தெளிவான கரைசலின் துளிகள் சிலவற்றை நீர்கொண்ட சோதனைக் குழாயொன்றினுள் விரைவாக உகுத்துக் குடுவையை முன்போல நீர்த்தொட்டியின் மேலே வைக்க. சோதனைக் குழாயினுள்ளிருக்கும் நீரில் நெய்த்துளிகள் பிரிந்து காணப்படுமாயின் தாக்கம் முடிவுற நிகழவில்லையென்று அறிக. கரைசல் தெளிவாகவிருப்பின் நெய் முழுவதுங் கரையுந் தன்மையுடைய சவர்க்காரமாக மாறிவிட்டதென்றறிக. தாக்கம் பூரணமாக நிகழ்ந்தபின்பு சூடாகவிருக்கும் அக்கரைசலை ஒரு கிண்ணத்தினுள் ஊற்றிக் குளிரவிடுக. ஆங்குள்ள அற்ககோலானது விரைவில் ஆவியாகிப் போகச் சவர்க்காரத்தின் திண்மத் திணிவு எஞ்சிக் கிடக்கும். இத்திணிவில் இன்னமுங் கொஞ்சக் கிளிசரீன் உண்டு.

(வகுப்புப் பரிசோதனைகள்.) (அ) 100 க. ச. மீ. அல்லது 4 திரவ அவுன்சளவான சிறியதொரு அடைப்புப் போத்தலை எடுத்து அதனுள் 25 க. ச. மீ. தெங்கு நெய்யை ஊற்றுக. 20 க. ச. மீ. அளவான 20% சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலை அளவுருளையொன்றில் எடுத்து அதனில் 1 க. ச. மீற்றரை நெய்யோடு கூட்டுக. போத்தலை 2 நிமிடங்களுக்கு (நெய்யைச் சின்னஞ் சிறிய திவலைகளாக்கி நெய்யுங் காரமும் ஒன்றோடொன்று முட்டுகின்ற பரப்பினைக் கூட்டுதற்காக) பலமாய்க் குலுக்குக. அதன் பின்பு 5. க. ச. மீ. எரி சோடாவைக் கூட்டி 1 நிமிடத்துக்குக் குலுக்கி மேலும் அவ்வாறே காரம் முழுவதும் முடியுமட்டுந் தொடர்ந்து செய்க. கலவையில் அரைவாசியை 100 க. ச. மீ. முகவையினுள் ஊற்றி, பின் வருகின்ற பரிசோதனைகளை எஞ்சிய சவர்க்காரத்தோடு நடத்துகையில், ஒரு புறத்தே அதை நிறுத்திவைக்க.

காரத்தைத் தொடக்கத்திலே மிகவும் மெல்லமெல்லவாகக் கூட்டிப் பலமாகக் குலுக்குதலில் இம்முறையின் சித்தி தங்கியிருக்கின்றது. தெங்கு நெய்யின் சில மாதிரிகள் மற்றையவற்றிலும் இப்பரிசோதனைக்கு வாய்ப்பாகவிருக்கும். பின்வரும் பரிசோதனை பிறிதொரு முறையைக் காட்டுகின்றது.

(ஆ) 4 கிராம் திண்மச் சோடியமைதரொட்சைட்டை ஆவியாக்கற் கிண்ண மொன்றில் நிறுத்தெடுத்து, 10 க. ச. மீ. நீரும் 5 க. ச. மீ. அற்க கோலுங் கொண்டுள்ள கலவையிற் கரைக்க. பின்பு, 25 க. ச. மீ. தெங்கு நெய்யும் 5 க. ச. மீ. அற்ககோலுங் கொண்டுள்ள கலவையை, கண்ணாடிக் கோலினாற் கலக்கிக்கொண்டு, மெல்ல மெல்லக் கூட்டி முடிந்த பின், கொதிக்கின்ற நீர்த் தொட்டியின் மேலே வைத்து அதனைச் சூடாக்குக. இவ்வாறு சூடாக்கும் பொழுதுங் கலவை தடிப்பாகுமட்டும் (10–15 நிமிடங்களுக்கு) ஓயாது கலக்குதல் வேண்டும். கலவை தடிப் பாதல் தாக்கம் முடிவுற்றமையைக் காட்டும்.

சவர்க்காரத்துடன் பரிசோதனைகள்

(1) (ஆ) பரிசோதனையில் உபயோகித்த அடைப்புப் போத்தலை அரை வாசிக்கு வெந்நீரால் நிரப்பிச் சவர்க்காரங் கரையுமாறு பலமாகக் குலுக் குக. சவர்க்காரத்துக்குச் சிறப்பாகவுள்ள நுரையை—சவர்க்காரப் படலத் தால் ஒவ்வொன்றுஞ் சூழப்பட்ட காற்றுக் குமிழிகளின் தொகையை— அவதானிக்க. பின்னரும் பரிசோதனைகளுக்கு இக்கரைசல் பயன்படுமாத லால் அதைப் பேணி ஒருபுறம் வைக்க.

(2) நிரம்பல்பெற்ற உப்புநீர் 25 க. ச. மீற்றரை 100 க. ச. மீ. முகவையினுள் எடுத்து அதே அளவு சவர்க்காரக் கரைசலை வார்க்க. சவர்க்காரமானது "உப்பினால் வெளியேற்றப்பட்டு" மேற்பரப்புக்கெழுந்து வருவதைக் காண்க.

(3) 10 க. ச. மீ. சவர்க்கார இளஞ்சூடான கரைசலைச் சோதனைக் குழாய் ஒன்றனுள் எடுத்து 1 க. ச. மீ. செறிந்த ஐதரோ குளோரிக்கமிலத்தைக் கூட்டிக் குலுக்குக. கொழுப்பமிலங்கள் விடுதலையாக்கப்பட்டுப் பாலனைய தொங்கலாகும். அப்படியே குழாயை வைத்தாற் கொஞ்ச நேரஞ் செல்லக் கொழுப்பமிலங்கள் மேற்பரப்புக்கெழுந்து தைலமயமான புறம்பான ஒரு படையாகும். இப்படையானது குளிரத் திண்மமாகும்.

(4) **குழம்புகள் : அ, இ, உ** என்னும் மூன்று சோதனைக்குழாய்களை எடுக்க. அவை ஒவ்வொன்றினுள்ளும் 10 துளி தெங்கு நெய்யை இடுக. **அ** இனுள் 10 க. ச.மீ. நீரையும், **இ** இனுள் 10 க. ச. மீ. நீருடன் சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசற்றுளிகள் சிலவற்றையும், **உ** இனுள் 5 க. ச.மீ. நீரையும் 5 க.ச.மீ. சவர்க்காரக் கரைசலையும் உகுத்துக. குழாய்கள் மூன்றையும் பலமாகக் குலுக்கிச் சோதனைக் குழாய் தாங்கியில் வைக்க. பலமாகக் குலுக்குவதனால் குழாய்களிலுள்ள நெய்யானது அதி நுண்மையான துளிகளாகப் பிரிக்கப்படும். இத்துளிகள் குழம்பு வடிவ மாகத் திரவத்திலே தொங்கிக் கிடக்கும். என்றாலுஞ் சொற்ப நேரஞ்செல்ல **அ** இலுள்ள துளிகள் ஒன்று கூடி மேற்பரப்புக்கெழுந்து புறம்பான வொரு படையாகும். ஆதலின் இக்குழம்பு உறுதியற்றதென்று அறிக.

இ இலுள்ள குழம்பானது உறுதியுள்ளது. ஏனெனிற் சிறிதளவான காரமானது சிறிது நெய்யுடன் சேர்ந்து ஒவ்வொரு நுண்டுளியையுஞ் சூழ்ந்து அதனதன் காப்புப்படலமாகின்றது. உ இனுள்ளிருக்குங் குழம்பும் அதே காரணத்தினுல் உறுதியுள்ளது.

இவ்வாறே, நெய்த்தன்மையான பொருள்களைச் சவர்க்காரத்தாற் கழுவச் சவர்க்காரக் கரைசல் நெய்யைக் **குழம்பாக்குகின்றது**. இக்குழம்பை இலேசாக நீரினுற் கழுவி நீக்கலாம்.

(5) (அ) சொற்ப சுடர்க்கரியை (நுண்கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட காபனை) சோதனைக் குழாய் ஒன்றினுள்ளெடுத்து 10 க.ச.மீ. நீரை அதனுள் உகுத்திப் பலமாக அதைக் குலுக்குக. தொங்கலில் அரைவாசியை வடித்தெடுத்துக்கொண்டு மிகுதியை ஒருபுறத்தே வைக்க. திண்மத் துணிக்கைகளெல்லாம் வடிதாளிற் படிந்திருக்க, வடிந்த திரவம் நிறமற்றதாகவிருக்கும்; சற்று நேரஞ்செல்லத் திண்மத் துணிக்கைகளானவை தொங்கலினின்றும் பிரிந்துபடியும்.

(இ) வேறொரு சோதனைக் குழாயினுள் முன்னெடுத்த அளவு மட்டிலே சுடர்க்கரியை எடுத்து 5 க. ச. மீ. நீரையும் 5 க.ச.மீ. சவர்க்காரக் கரைசலையும் ஊற்றுக. கலவையில் அரைவாசியை முன்போல வடிக்க. சுடர்க் கரித்தனிக் துணிக்கைகளைச் சவர்க்காரப் படலஞ் சூழ்ந்திருப்பதனுல் அவை வடிதாளினூடாக இறங்கும். அவை அவ்வாறு இறங்க வடிதிரவங் கருநிறமாவதை அவதானிக்க. மிகுதிக் கலவையைச் சொற்பநேரம் அப்படியே வைக்கச் சுடர்க்கரி தொங்கியிருக்கக் காணலாம். அழுக்கைக் கழுவச் சவர்க்காரம் எவ்வாறு உதவுகின்றதென்று இப்பரிசோதனை விளங்கப்படுத்துகின்றது. அழுக்குத் துணிக்கை ஒவ்வொன்றுஞ் சவர்க்காரப் படலத்தால் மூடப்படுமாதலால் அவற்றை நீராற் கழுவி எளிதாக நீக்க முடியும்.

புரதங்கள்

காபோவைதரேற்றுக்களோடுங் கொழும்புக்களோடும் தாவரம் விலங்குகளிலுள்ள சேதனவுறுப்புச் சேர்வைகளின் மூன்றும் பேரினம் **புரதங்களாகும்**. வித்துக்களிற் புரதங்கள் மிகவுண்டு. வேர்கள், தண்டுகள், இலைகளிலுஞ் சிறு கணியமாக அதுவுண்டு. தாவரங்களிலுள்ள புரதங்களின் விகிதத்திலும் விலங்குகளின் உடலிலுள்ள புரதங்களின் விகிதம் எப்பொழுதும் கூடியதாகவே இருக்கும். முதற்கண் விலங்குப் புரதங்களெல்லாம் தாவரப் புரதங்களிலிருந்தே பெறப்படுகின்றன. வெல்லங்கள், நைத்திரேற்றுக்கள், அமோனியஞ் சேர்வைகள் என்பன போன்ற எளிதான பொருள்களிலிருந்து தாவரங்கள் புரதங்களைத் தொகுத்துச் சேர்க்கின்றன.

புரதங்களில் எப்பொழுதும் **நைதரசனேடு** காபனும் ஐதரசனும் ஒட்சிசனும் உண்டு. ஏறக்குறையப் புரதங்கள் எல்லாவற்றிலுங் **கந்தகமும்,** பலவற்றிற் **பொசுபரசும்** உண்டு. புரதங்களானவை பெருந்தொகையான அணுக்களாலான மிகப் பெரும் மூலக்கூறுகளைக் கொண்ட இரசாயனச் சேர்வைகளுள் மிகவுஞ் சிக்கலானவை. உதாரணமாக, குருதிநிறச் சத்துமூலக்கூறுனது $C_{3032}H_{4816}O_{872}N_{780}S_8Fe_4$ எனுங் குறியீட்டை உடையதென்பர். பொதுவிஞ்ஞானப் பாடவிதானத்திற் புரதங்களைப்பற்றிய இரசாயனவியலைப் பொழிப்பாகவன்றி விரிவாகக் கூறமுடியாது. உயிருள்ள எல்லாவற்றினதும் இன்றியமையாக் கூறுகளாகவும் உணவுப் பொருள்களாகவும் புரதங்கள் அமைந்து எங்கள் அன்றன்றை வாழ்க்கையிற் பிரதானமான இடத்தைப் பெற்று விளங்குகின்றனவாதலின் அவற்றை முற்றுக ஒதுக்கிவைக்கவும் முடியாது.

அமினேவமிலங்கள்

புரதங்களை அமிலங்களோடு கலந்து நெடுநேரங் கொதிக்கச் செய்தால் அப்புரதங்கள் அவற்றிலும் எளிதான சேர்வைகளாக நீர்ப்பகுப்படையும். இச்சேர்வைகளை **அமினேவமிலங்கள்** என்பர். புரத மூலக்கூறுனது அமினேவமிலங்களாலான நீண்டவொரு சங்கிலியாக உள்ளபடி அமைந்திருப்பது போலத் தோற்றுகின்றது. இந்தச் சங்கிலியின் வளையங்களான அமினேவமில மூலக் கூறுகளின் தொகை 50 தொடங்கி 500 வரையிருக்கக்கூடும், இந்த அமினேவமில "வளையங்களை" அமிலங்களோடு அல்லது **புரதம் பிளக்கவல்ல நொதிச் சத்துக்களோடு** கலந்து சூடாக்கி (பல் சக்கரைட்டுக்களையும் இரு சக்கரைட்டுக்களையும் ஒரு சக்கரைட்டுக்களாக நீர்ப்பகுப்புச் செய்வது போல) கட்டவிழ்க்கலாம். இன்னேருபமானத்தால் விளக்குமிடத்து புரதங்களாகிய கட்டடங்களைக் கட்டியெழுப்புதற்கு வேண்டிய "அலகுகள்" அல்லது "செங்கற்களே" அமினேவமிலங்களெனக் கூறலாம்.

இயற்கைப் புரதங்களில் இவ்வமினேவமிலங்களுள் ஏறக்குறைய 20 உண்டு. புரதங்கள் ஒன்றுக்கொன்று வேறுபடுதல் அவற்றின் கூறுகளான அமினேவமிலங்களின் தொகையையும் ஒழுங்குபாட்டையும் பொறுத்தது.

அமினேவமிலங்களுள் மிகவும் எளிதானவை **கிளேசீன்** என்பர். அது இனிய சுவையுடையது. வச்சிரப்பசையை அல்லது ஊன் பசையை அமிலங்களோடு கலந்து கொதிக்கச் செய்து ஆதியிலுண்டாக்கப்பட்டது. (CH_3COOH) அசற்றிக்கமிலத்திலிருந்து பெறப்படுவதால் அமினேவசிற்றிக்கமிலம் என்னும் இரசாயனப் பெயராற் கிளேசீன் வழங்கப்படுகின்றது. (CH_3) என்னுங் கூட்டத்திலுள்ள ஐதரசன் அணுவொன்று, (NH_2) அமினேக்கூட்டத்தினல் மாற்றீடு செய்யப்பட்டு $CH_2(NH_2)\ COOH$ என்பதைத் தருகின்றது. இது போலவே அமினேவமிலங்கள் எல்லாம் கொழுப்பமிலங்களிலும் அமோனியாவிலுமிருந்து பெறப்படுகின்றனவெனலாம்.

புரதங்களானவை உணவுப் பொருள்களாகப் பயன்படுதற்கும் இதற்கும் முக்கியமான தொடர்புண்டு. விலங்குகளால் உணவாக உட்கொள்ளப்படுகின்ற புரதங்களும் அவற்றின் உடலிலுள்ள இழையங்களும் மிக்கவரிதாகவே ஒன்றையொன்று ஒத்திருக்கும். புரதங்கள் சமித்தலின் தனிப்பயன் என்னவெனில் உணவுப் புரதன்களானவற்றை அவற்றின் கூறுகளாகிய அமினோவமிலங்களாக இரத்தோட்டத்தினுட் புகுமுன்னர் அவற்றைப் பிரித்தலே என்க. வளர்ச்சிக்கும் உடலைச் சீராக்குதற்கும் வேண்டிய இனத்தைச் சேர்ந்த உடற் புரதங்களைப் படிப்படியாக உண்டு பண்ணுதற்கேற்ற அமினோவமிலங்களை உடற்கலங்கள் தெரிந்தெடுக்கின்றன. இவ்வாறு பயன் படுத்தப்படாத அமினோவமிலங்கள் சத்தி வழங்கும் எரிபொருளாகப் பயன் படுகின்றன. அதிகஞ் சிக்கலான புரதங்கள் சமிபாட்டின் படிப்படியாகச் சிதைக்கப்படுகின்றன :

புரதங்கள் → புரத்தியோசுக்கள் →

பெற்றோன்கள் → பல்பெற்றைட்டுக்கள் → அமினோவமிலங்கள்.

இம்மாற்றங்களைப் பற்றிப் பின்னர் விரிவாகப் படிப்போம்.

புரதங்களெல்லாம் ஒரே உணவுப் பெறுமானம் உடையனவல்ல ஏனெனில், இன்றியமையாத அமினோவமிலங்கள் எல்லாம் புரதங்கள் எல்லாவற்றிலும் பொருத்தமான விகிதத்தில் இல்லை. மானிடவுயிரைத் தாங்குதற்கு வேண்டிய விகிதத்தில் இன்றியமையாத அமினோவமிலங்களுள்ள புரதம் நிறைவுள்ள (அல்லது முதநிலைப்) புரதம் எனப்படும். உத்தம உயிராதாரத் திறம்படைத்த புரதம் என்று அது சொல்லப்படுவதுமுண்டு. இன்றியமையாத அமினோவமிலங்கள் இல்லாத புரதங்கள் நிறைவில் (அல்லது இரண்டாந்நிலைப்) புரதம் எனப்படும். உயிராதாரப் பெறுமானங் குறைந்த புரதமென்றும் அது சொல்லப்படும். செலற்றின் தவிர்ந்த விலங்குப் புரதங்கள் எல்லாம் நிறைவுள் புரதங்கள் ; தாவரப் புரதங்கள் எல்லாம் நிறைவில் புரதங்கள். விலங்குப் புரதங்களுக்குக் கொழுப்பற்ற தசையிறைச்சி (மாட்டிறைச்சி, ஆட்டிறைச்சி, மீன், பறவைகளின் இறைச்சி), முட்டை, பால், பாற்கட்டி என்பன உதாரணங்களாகும். இவையெல்லாம் விலையுயர்ந்த உணவுப் பொருள்கள். தாவரப் புரதங்களைத் தரும் உணவுப்பொருள்களுக்கு நானுவித அவரையங்கள் (பயறு, அவரை, துவரை, சோயா-அவரை போன்ற உறையங்களுடைய பயிர்கள்) உதாரணங்களாகும். இத்தாவரப் புரதங்கள் விலங்குப் புரதங்களிலும் மலிவானவை.

புரதங்களுக்குச் சோதனைகள்

புரதங்களுக்குள்ள பரிசோதனைகளுட் பெரும்பாலானவை அவற்றின் கூறுகளாகிய அமினோவமிலங்கள் தருந் தாக்கங்களிலே தங்கியிருக்கின்றன. ஆகவே, புரதங்கள் யாவும் நிறமாற்றத் தாக்கங்கள் எல்லாவற்றையுந்

தரா. ஆதலின், புரதம் உண்டோ இல்லேயோவென்று நிச்சயப்படுத்தப் பல சோதனைகளைச் செய்து பார்த்தல் அவசியமாகின்றது. முட்டையின் வெண்கருக் கரைசலோடு பின்வருஞ் சோதனைகளைச் செய்து பார்க்க.

பயூரேத் தாக்கம்: புரதம்–செம்புச் சோதனை

அமினேவமிலங்கள் ஒன்றேடொன்று இணைக்கப்பட்டுக் கோவையாக அமைந்துள்ள புரதங்களெல்லாம் இச்சோதனைக்கு இணங்கும். ஆனால், அமினேவமிலங்கள் தனித்தனியே அதற்கிணங்கா. 2–3 க.ச.மீ. சோதனைக் கரைசலைக் சோதனைக்குழாய் ஒன்றினுள் எடுத்து அதே அளவு சோடியமைத ரொட்சைட்டுக் கரைசலைக் (2 நேர்–8%) கூட்டுக. கூட்டிப்பின், ஒரு சதவீதச் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசல் இருதுளி விட்டு மூன்று திரவங்களுங் கலக்கு மாறு மெல்லக் குலுக்குக. வெப்பமேற்றப்படாதிருக்க, புரதங்கள் உடனே ஊதா நிறத்தைக் காட்டும். (சிக்கல் குறைவாகவுள்ள புரதத்தியோசுக்களும் பெப்ரேன்களும் சற்றுச் சிவந்த நிறத்தை அல்லது இளஞ்சிவப்பான நிறத்தைக் காட்டும்). ஐயத்துக்கிடம் இருப்பின், 2–3 க.ச.மீ. நீரும், அதே அளவு சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலும், ஒரு சதவீதச் செம்புச் சல்பேற்றுக் கரைசல் இரண்டு துளியுங் கொண்டவொரு கட்டுப்பாட்டுக் குழாயை உபயோகித்து அதனுள் இருக்குந் திரவத்தின் நிறத்தோடு சோதனைக் கரைசல் காட்டும் நிறத்தை ஒப்பிட்டுப் பார்க்க.

புரதங்களுக்குரிய நைத்திரிக்கமிலத் தாக்கம்

பெரும்பாலான அமினேவமிலங்கள் (புரதத்தின் அவை தனித்தனி யாக உள்ள போதென் ஒன்றேடொன்றவை சேர்ந்துள்ள போது) இத்தாக்கத் தைத் தரும். 2–3 க.ச.மீ. சோதனைக் கரைசலை எடுத்து அதற்கு 1 க.ச.மீ. சோதனைக் கரைசலை எடுத்து அதற்கு 1 க.ச.மீ. அளவான செறிந்த நைத் திரிக்கமிலத்தைக் கூட்டுக. மேற்காணும் அமினேவமிலங்களில் யாதாயினும் ஒன்று உண்டேல் மஞ்சள் நிறமாக மாறும் வீழ்படிவுண்டாகும். மென் சூடாக்க அப்படிவு கொஞ்சங் கரையும். நீர்க் குழாயின் கீழ்ப்பிடித்து நீரோடவிட்டதைக் குளிரச்செய்து அமோனியாவை மிகுதியாகக் கூட்டுக. (கவனம்!) அப்பொழுது மஞ்சள் நிறம் செம்மஞ்சணிறமாக மாறும், தற் செயலாக நைத்திரிக்கமிலம் எமது தோலிற் பட்டவிடத்து மஞ்சட்கறை தோன்றுதற்குக் காரணம் யாதென உமக்கு இப்போது தெளிவாகும்,

வைரசுப் புரதங்கள்

உயிருள்ளனவும் உயிரில்லாதனவுமாய இருவகைப் பொருள்களுக்கு மிடையே தெளிவான பேதமுண்டென்று இதுகாறும் இந்நூலிற் கூறப்பட்டு வந்தது. ஆயின், உயிர்ப் பண்புடைய சில தூயவிரசாயனப் பொருள்கள் அண்மைக் காலத்திற் கண்டறியப்பட்டுள. இவை வைரசுப் புரதங்கள்

எனப்படும். பற்றீரிய நோய்களை நிகர்த்துள்ள வேறுசில நோய்கள் தாவரங் களிலும் விலங்குகளுளிங் காணப்படுகின்றன. தொற்று நோயுற்ற ஒரு தாவரம் அல்லது விலங்கிலிருந்து நோயற்ற பிறிதொன்றுக்குத் தொற்றற் பொருள் மூலமாக இந்நோய்கள் பரவுமெனுங் காரணம் பற்றியே இவை பற்றீரிய நோய்களை ஒத்துள்ளனவென்கிறோம். ஆயின் இத்தொற்றற் பொருளை நுணுக்குக் காட்டியிற் பரிசோதித்தால், ஆங்குக் " கலம் யாதும் " காணப்படாது ; எனவே, இத்தகைய நோய்களை விளைப்பவை பற்றீரியங்க ளாகவோ பிற தனிக்கலவுயிர்களாகவோ இருக்க முடியாது. இத்தகைய நோய்களுள் ஒன்று—புகையிலைச் சித்திர நோய் எனப்படுவது—தொற்று நோயுற்ற புகையிலைச் செடியின் இலைகளிற் குறித்த ஒழுங்கில் ஒரு வகைச் சித்திர வடிவினை உண்டாக்கும். இவ்வாறு, தொற்று நோயுற்ற இலைகளைப் பிழிந்து சாறெடுத்து, நுட்பமான வடிகளூடாக வடித்தெடுப்பி னும் அவ்வடிந்த சாறு நோயற்ற பிற இலைகளுக்கும் அந்நோயைப் பரப்பும். இத்தகைய நோய் விளைக்குங் காரணி " வைரசு " " அல்லது வடிக்கத்தக்க வரைசு " எனப்படும்.

புகையிலையிற் சித்திர நோயை உண்டாக்கும் வைரசு ஒருவகைப் புரதமே யென நிறுவியுள்ளார். அன்றியும் தொற்று நோயுற்ற தாவரத்தின் சாற்றிலிருந்து இப்புரதத்தின் திண்மப்பளிங்குகளையும் (இவை தூய இரசாய னப் பொருள்களே) பெற்றுள்ளார். தூய இரசாயனப் பொருள்கள் பிறவற்றைப் போன்று வைரசுப் புரதப் பளிங்குகளையும் உயிருண்மைக் குரிய குறிகள் தோன்றுதிருக்கச் சேமித்து வைக்கலாம்; ஆயின், வைரசுப் புரதப்பளிங்கொன்றை நன்னிலையிலுள்ள புகையிலையின்மீது வைத்தால், அது சித்திரநோயை விளைக்க அந்நோய் இலையடங்கலும் பரவும். இவ்வாற் றால் மற்றை உயிர்களைப்போன்ற வைரசுப் புரதமும் வளர்ந்து தனது இனம் பெருக்குமென்பது புலனாகின்றது.

ஆகவே, உயிருளுள்ளவற்றையும் உயிரில்லாவற்றையும் இணைக்கும் ஒரு பாலம் போன்று இவ்வைரசுப் புரதங்கள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய மிகச் சிக்கலான இரசாயனச் சேர்வைகளிலிருந்து இன்னுஞ் சிக்கல்கூடிய உயிர்க் கலங்கள் தோன்றியிருக்கலாமெனுங் கருத்து இன்று நிலவுகின்றது. இவ்வுயிர்க் கலங்களே பெரும்பான்மையான உயிர்ப் பொருள்களின் அமைப் பலகுகளாமென்பதை இங்கு குறிப்பிடல் வேண்டும். ஆயின் வைரசுப் புரதங்கள் உயிரற்றவை. (உதாரணமாகச் சோதனைக் குழாயிற் சேமித்து வைத்துளபோது) அவை உயிரில்லாப் பொருள்களாக இருக்கும். தக்க உயிர்க் கலங்களோடு தொடர்புறும்போதே அவை உயிர்பெற்று ஒட்டுண்ணிகளாக வாழத்தலைப்படும். மனிதவுடலில் வைரசுகள் விளைக்கும் நோய்கள் நூல் 3, அ, இல் ஆராயப்பட்டுள.

(இவ்வதிகாரம் பற்றிய பயிற்சிகளுக்குப் " பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சி நூ. 2 இல் ", 144–8 வரையான பக்கங்களைப் பார்க்க.)

பகுதி 2

உடற்றொழிலியல்

அதிகாரம் 4

உயிர்ப் பொருளின் அமைப்பும் தொழிற்பாடுகளும்

கலங்கள்

உரோபேட்டு ஊக்கு என்பவர் 1665 ஆம் ஆண்டில், போத்தற்றக்கையின் (தக்கை–ஒக்கு மரப்பட்டையின்) மெல்லிய சீவல்களைப் புதிதாக ஆக்கப்பட்ட நுணுக்குக் காட்டி கொண்டு பரிசோதிக்க அவை உருப்பெருக்கப்பட்டன. அப்போது, நெருக்கமாகப் பொருந்தியுள்ள சிறுபெட்டிகள் பலவற்றுலாகித் தேன் கூட்டை அச்சீவல்கள் பெரிதும் ஒத்திருக்கக் கண்டார். அப்பெட்டி களுக்குக் " **கலம்** " என்னும் பொருளுடைய " **செல்** " என்னும் பெயரை அவரிட்டனர். அவர் ஆராய்ந்த தக்கைக் கலங்கள் இறந்துபோன கலங்களே. கலங்களின் உண்மையான இயற்கையைப் பற்றிய தெளிவான விளக்கத்தையும், **ஒரு கலத்தின் அதி முக்கியமான பாகம், அதன் இறந்துபட்ட கலச் சுவர்களல்லாமல், உயிருள்ள உள்ளீடே**யாகுமென்பதையும் உலகு அதன் பின் ஏறக்குறைய 200 ஆண்டுகள் செல்லுமட்டும் அறிந்திலது.

உயிருள்ள பொருளெதுவும், அது தாவரவினமாயினென் விலங்கின மாயினென், **கலங்கள்** என்று சொல்லப்படுகின்ற இந்நுண்ணிய அலகு களாலாயதே. அமீபா போன்ற மிக வெளிதான உயிர்ப் பொருள்கள் சில தனியொரு கலத்தினுலானவை. " மேலான " தாவரம், அல்லது விலங்கு கோடிக்கணக்கான இக்கலவலகுகளாலானதுவாகும். கலங்களெல்லாம் வெவ்வேறு தொழிலைச் செய்ய வேண்டியனவாதலின், ஒன்றையொன்று ஒத்தனவல்ல. உதாரணமாக, இலையொன்றின் தோலிலுள்ள கலங்களும் அதன் நடுப்பகுதியிலுள்ள கலங்களும் வேற்றுமையுடையன; விலங்குத் தசையின் கலங்களும் நரம்புக்கலங்களும் வேற்றுமையுடையன; பிறவு மிவ்வாறே. ஒத்த தொழில் செய்யும் ஒத்த கலங்களின் கூட்டங்களை **இழையம்** என்பர். உதாரணமாக, மேலான தாவரங்களில், **பலப் படுத்துமிழையமாகின்ற** கலம் ஒரு வகையும், இலைகளிலிருந்து தாவரத்தின் ஏனைப் பாகங்களுக்குப் பதப்படுத்திய உணவுப் பொருள்கள் செல்லுகின்ற வழியாகிய **கடத்துமிழையமாகின்ற** கலம் வேறொருவகையும் உண்டு. ' மேலான ' விலங்குகளில், தோலிழையம், நரம்பிழையம், தசையிழையம், என்பிழையம், சுரப்பியிழையம் என்பனவும், இன்னோரன்ன பிறவு

முண்டு. அவையெல்லாம் வெவ்வேறு விதமானவையும் வெவ்வேறு தொழிலைச் செய்வனவுமாகும். ஆதலின், **கலங்களானவை தாவரங்களும் விலங்குகளுமாகின்ற உயிருள்ள நுண்ணிய அலகுகளேயாம்.**

கலவமைப்பு

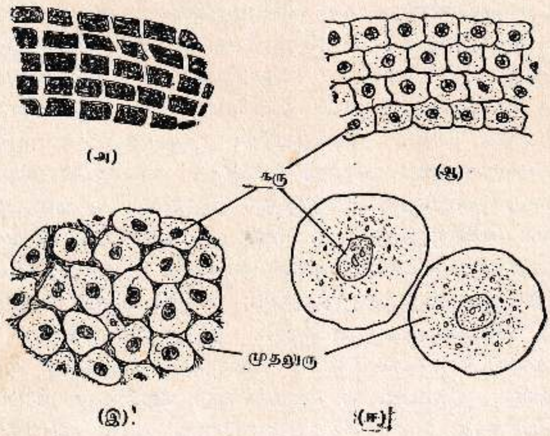
இளந்தாவரக் கலமானது **செலுலோசு** எனுங் காபோவைதரேற்றுலாய மெல்லிய கலச்சுவரையுடைய நுண் "பெட்டி" யாகும். உயிரற்ற இந்தக் கலச் சுவரானது, விலக்கிலாது, எல்லா உயிர்க்கும் அடிப்படையாகவுள்ள **முதலுரு**[1] எனப்படும் உயிருள்ள சடப்பொருளே மூடியிருக்கும். முதலுருவானது பச்சை முட்டையின் வெண்கருவை ஒரளவுக்கொத்து, சிக்கலான இரசாயன வமைப்பை யுடையதாய், குழம்பு போன்றதாய், பெரும்பான்மையும் ஒளி புக விடுமியல்பினதாய் நிறமில்லாததாய் இருக்கும். கலத்தின் தொழிற் பாட்டை ஆட்சி செய்கின்றதாகத் தோற்றுகின்ற **கரு** எனப்படும் அடர்த் தியான உருண்டபாகத்தை ஏறக்குறையக் கலம் எல்லாவற்றினதும் முத லுரு தன்னுளடக்கியிருக்கும். உதாரணமாக, அமீபாவை இரண்டாக வெட்டினுல், கருவுடைய பாகம் உயிரோடிருந்து இயல்பாக வளர, கரு விலாத மற்றைப் பாகம் இறந்துபடும். முதலுருவின் நுண்ணிழைகள், கலச் சுவரின் நுண்டுவாரங்களூடு சென்று, அணித்தாயுள்ள கலங்களின் முதலுருவோடு, தாவரத்தின் ஓரந்தந் தொடங்கி மற்றையந்தம் மட்டும், தொடர்ச்சியாக இணைந்திருக்கும். மிக்க விளந்தாவரக் கலங்களில், உதார ணமாகத் தண்டின் அல்லது வேரின் வளரும் முனையிலுள்ள கலங்களில் முழுக் கலத்தையும் முதலுரு நிரப்பும்; ஆனல், கலம் வளர்ந்து பெரிதாக முதலுருவிற் கலவெளிகளுண்டாகும். இந்த வெளிகளை வெல்லங்கள், புரதங்கள் கனிப்பொருளுப்புக்கள், கரைந்த வாயுக்கள் என்பன வெல் லாங் கலந்துள்ள நீர்மயமான கரைசலாகிய **கலச்சாறு** நிரப்பும். கலங்கள் இன்னும் பெரிதாக வளர முதலுருவானது கலச் சுவரின் உட்புறத்தே உயிருள்ள ஒருள்ளுறையாகும். அப்பொழுது கலத்தின் மத்திய பாகம் சாற்றினுல் நிரப்பப்படும். இன்னும் வயது கூடிய கலங்களில் உதாரண மாக முது மரமொன்றின் அகவைரத்தில், முதலுரு முற்றுக அற்றுப் போகக் கலங்கள் உயிரற்றனவாகும். எனினும் இறந்துபட்ட இவ்விழைய மானது மரத்துக்கு உறுதியளித்து இன்னும் அதற்கு உபயோகமாக இருக்கும்.

விலங்குக் கலமும் கருவொன்றுடைய முதலுருவால் ஆயதே. ஆயின், தாவரக் கலங்கள் (செலுலோசாலான) **இறந்த கலச் சுவரால்** மூடப்பட் டிருப்பது போலல்லாமல், (உறுதிமிக்க முதலுருப்படையாலாய) **உயிருள்ள**

---

[1] முதலுரு என்னும் பெயர் 1861 ஆம் ஆண்டிலே சேதனப்பொருள்கள் எல்லாவற்றுக்கும் பொதுவான உயிருள்ள பதார்த்தத்தைக் குறிப்பதற்கு இயற்றப்பட்டது. இப்பொழுது அதற்குப் பதிலாக கலவுரு அல்லது கலப்பொருள் என்னும், கலத்திலே கருநீங்கலாகவுள்ள முதலுரு முழுவதையுங் குறிக்கும் திட்டமான பெயர் வழங்குகின்றது.

மிக மெல்லிய கலச் சவ்விஞற் சூழப்பட்டிருக்கும். உயிரற்ற வெளிப்புறச் செலுலோசுப்படை விலங்குக் கில்லாமை, விலங்குக் கலங்களுக்கும் தாவரக் கலங்களுக்குமுள்ள சிறப்பியல்பான ஒரு வேற்றுமையாகும். இது காரண மாகத் தாவரக் கலங்கள் விலங்குக் கலங்களினுந் திட்டமான உருவ முடையனவாய், நுணுக்குக் காட்டி கொண்டு அவற்றை நோக்குமிடத்துத் தெளிவான வரையறை உடையனவாய்க் காணப்படும். விலங்குக் கலங் களுக்குந் தாவரக் கலங்களுக்கும் இன்னெரு சிறப்பியல்பான பேதமுண்டு. அது யாதெனில், முற்றுக வளர்ந்த தாவரக் கலங்களுக்கு வழக்கமாகக் கலத்தின் பெரும் பாகத்தினிடத்தைக் கொள்ளும் (கலச் சாற்றிஞல் நிரப் பப்பட்டுள்ள) கல வெளிகளிருக்க, விலங்குக் கலங்களோ இப்பெரிய கலவெளிகள் ஒரு போதுமில்லாதனவாய் ஏறக்குறைய எப்பொழுதும் முதலுருவை நிரம்பக் கொண்டிருக்கும்.



உருவம் 33. கலங்கள் (மிகை உருப் பெருக்கம் செய்யப்பட்டவை.)

(அ) ஊக்கின் இறந்த தக்கைக் கலங்களின் வரைதல் (ஆ) இளம் வேரிவிருந்து தாவரக் கலங்கள் (இ) தவளைத் தோற் கலங்கள் (ஈ) மனிதக் கன்னத்துள்ளேயுள்ள கலங்கள்.

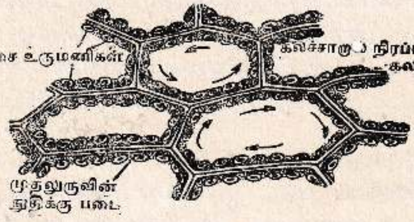
கலங்களைப் பரிசோதித்தல்

தாவரக் கலங்கள். (i) வெண்காயத்தை அல்லது இலில்லியைப் போன்றவொரு குமிழின் செதிலிலையிலிருந்து அல்லது அலமண்டாவைப் போன்ற பச்சை நிற இலையொன்றிலிருந்து, அதன் வெளிப்புறத்தேயுள்ள ஒளிபுகுந் தோலின் சிறு துண்டொன்றைச் சாவணங் கொண்டு உரித் தெடுக்க. ஒரு துளி நீரில், மூடுகண்ணுடியின் கீழ், அதையேற்றி நுணுக்குக் காட்டி அல்லது நுணுக்கெறி கருவி கொண்டு பரிசோதிக்க. (அ) **கலச் சுவரையும்** (இ) கலத்தை நிரப்பியிருக்கும் முதலுருவின் மத்தியிலுள்ள கருவையுங் கவனிக்க.

விலங்குக் கலங்கள். (ii) சுத்தமான கைவிரல் நகத்தால் உம்முடைய கன்னத்தினுட்புறத்தைச் சுரண்டியெடுக்க வருவதை, ஒரு துளி உமிழ் நீரில் மூடுகண்ணுடியின் கீழ் ஏற்றிப் பரிசோதிக்க. தாவரக் கலங்களுக்குக் கலச்சுவரிருப்பது போல் இக்கலங்களுக்குக் **கலச்சுவர் இல்லை**யென்பதைக் கவனிக்க. தாவரக் கலங்களுக்கும் விலங்குக் கலங்களுக்குமுள்ள பிரதான மான வேற்றுமைகளுள் இது ஒன்றாகும். அதாவது, **தாவரக் கலங் களுக்கு உயிரற்ற செலுலோசுக் கலச்சுவரிருக்கும். விலங்குக் கலங்க ளுக்கோ, அத்தகைய உயிரற்ற கலச்சுவரில்லாதிருக்க, ஏனைப் பாகத்திலும் அடர்த்தியிற் கூடிய, உயிருள்ள முதலுருச் சவ்வொன்று உண்டு.**

(iii) நுணுக்குக் காட்டி கொண்டு தக்காளிப் பழத்தினுள்ளிருக்கும் மென் சதையிற் சிறிதைப் பரிசோதிக்க. வட்டித்திருக்குங் கலங்களைக் கவனிக்க.

(iv) பாசியின் அல்லது நீர்க்களையின் இளமிலையொன்றை ஒரு துளி நீரில் மூடுகண்ணுடியின் கீழாக ஏற்றி, நுணுக்குக் காட்டிகொண்டு ஆராய்க. ஏற்றமான இப்பெருக்கு வலுவின் கீழ், கலங் களின் சுவர்களைச் சுற்றி மெல்ல அசைந்து பச்சை யுருமணிகளைக் கொண்டு செல்லுகின்ற முதலுரு வின் ஓயாத ஓட்டத்தைப் பொதுவாகக் காணலாம். (இந்த அசைவானது வழக் கமாக இலையின் மத்தி யிலே நடுநரம்பிலுள்ள அல்லது அதற்கணித்தாயுள்ள கலங்களில் மிக்க விரைவாகவிருக்கும்.



உருவம் 34. *நீர்க்களையின் இலைக் கலங்களில் முதலுருவின் அசைவு (உருப் பெருப்பிக்கப்பட்டது.)*

(v) நுணுக்குக் காட்டிகொண்டு இசுப்பைரோக்கையிராவின் இழைகள் சிலவற்றைப் பரிசோதித்துக் கலவமைப்பை நோக்குக. 10 ச. வீ. வெல்லக் கரைசலில் ஒரு துளியையெடுத்து அதில் **இசுப்பைரோக்கையிராவில்** இன்னுஞ் சிறிதை ஏற்றி நுணுக்குக்காட்டி கொண்டு அதனைப் பரிசோதிக்க. கரைசலானது கலச் சுவரினூடு பரவும். ஆனால், அது முதலுருவின் **உறைப்படை**யினூடு செல்லமாட்டாதாதலின் கலச் சுவரிலிருந்து முதலுரு வானது பின்னுக்குத் தள்ளப்பட்டு எளிதிற் கட்புலனாகும்.

உயிருள்ள முதலுருவின் தொழில்கள்

அமீபா போனற தனிக் கலத்திஞலான விலங்கு அல்லது **இசுப்பைரோக் கையிரா** போன்ற எளிமையான பச்சைத் தாவரமொன்றின் தனிக் கலமொன்று பின்வருகின்ற இன்றியமையாத் தொழில்களெல்லாவற்றையும் புரியும்.

(1) உணவை உட்கொள்ளல், (2) சுவாசித்தல், (3) கழிவு செய்தல் (கழிவுப் பொருள்களை வெளியேற்றல்), (4) அசைதல், (5) உணர்தல் (புறத் தூண்டல்களுக்குத் துலக்கங்காட்டல்), (6) வளர்தல், (7) இனம் பெருக்கல். இவையே உயிருள்ள முதலுருவுக்குரிய அடிப்படைத் தொழில் கள். உயிருள்ளனவெல்லாம் முதலுருக்கலம் ஒன்ருல் அல்லது பல வற்ருலானவையாதலின், இத்தொழில்களேழும் **உயிருள்ளவெல்லா வற்றுக்குமுரிய** அடிப்படையான தொழில்களாகும். அதி தாழ்ந்த படியி லுள்ள ஒரு கலத்தாலான தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் ஒரு தனிக் கலமே இத்தொழில்களெல்லாவற்றையுந் தாஞகப் புரியவல்லது. பல கலங்களாலான மேலான தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் **சிறப்பு நிலை யுறுதல்** என்பதுண்டு. அதாவது, சில கலங்கள் குறிப்பான ஒரு தொழிலைச் சிறப்பாகச் செய்யவல்லனவாகவிருக்கும். இவ்வாறு, சில கலங்கள் (தசைக் கலங்கள்) சுருங்குதலை விசேடமாகச் செய்யவல்லன ; வேறு சில கலங்கள் (நரம்புக் கலங்கள்) உணர்தலை விசேடமாகச் செய்யவல்லன ; இன்னும் வேறு சில கலங்கள் (வைரக் கலங்களும் என்பும்புக் கலங்களும்) விசேடமாக வலியுறுத்தப்பட்டுள்ளன. பிறவும் இன்னேரன்ன.

அடுத்துவரும் அதிகாரங்கள் ஐந்திலும், உயிருள்ள முதலுருவின் இத் தொழில்களைப் பற்றி முறையே கற்போம். கற்கும்போது, இத்தொழில் களையே உயிருள்ளன பல வெவ்வேறு விதமாக எவ்வாறு புரிகின்றன வென்று ஆராய்வோர். விஞ்ஞானத்தின் இப்பிரிவு உடற்ருெழிலியல் (உயி ருள்ளனவற்றின் தொழிற்பாட்டைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி) எனப்படும்.

உயிருள்ளனவற்றிற் போசணையும் சேர்க்கையெறிகையும்

உயிருள்ள முதலுருவானது ஓயாது மாற்றமடைந்து கொண்டிருக்கின்றது. அதனகத்தே பற்பல இரசாயன மாற்றங்களும் பௌதிக மாற்றங்களும் எப்பொழுதும் நிகழ்ந்து கொண்டேயிருக்கின்றன. இம்மாற்றங்கள் யாவும் ஒருங்கே **சேர்க்கையெறிகை** எனப்படும்—இச்சொல்லிற்கு " மாறுந் தன்மை " எனப் பொருள் கொள்ளலாம். இம்மாற்றங்கள் மிகவுஞ் சிக்கலானவை. அவற்றைப்பற்றி இன்னும் நாம் அதிகம் அறிந்திலோம். ஆஞல், ஒன்று மாத்திரமறிவோம். அதாவது அம்மாற்றங்களுட் சில, முதலுருவின் பெரு மூலக் கூறுகளையும் உடலமைப்பையும் ஆக்குகின்ற

உட்சேர்க்கும் அல்லது **யாத்தமைக்கும்** மாற்றங்களாகும். ஏனையவை முன்ன ருண்டாக்கப்பட்டுள்ள மூலகக் கூறுகள் சிலவற்றை ஓரளவுக்குப் பிரிக்கும் வெளியெறி மாற்றங்கள் அல்லது சிதைக்கும் மாற்றங்களாகும். உயி ருள்ளன எல்லாவற்றுக்கும் பொதுவான விசேட வெளியெறி மாற்றம் **சுவாசித்தலாகும்.** இது நிகழுகையில் வெல்லங்கள் ஒட்சியேற்றப்படுகின்றன. இம்மாற்றமானது வெல்லம் நட்டமாதற்கு இடமாகவிருப்பினும், அசை தலுக்கு உபயோகப்படுவதும், வளர்ச்சி, புதுப்பித்தல் இரண்டினுக்கும் ஆதாரமாகவுள்ள தாக்கங்களைக் கொண்டு செலுத்துகின்றதுமான சத்தியை விடுதலையாக்குகின்றது.

உயிருள்ள கலங்களில் நிகழுகின்ற தாக்கங்களிற் சில (எல்லாமல்ல), அக்கலங்கள் பழுதடைந்தாலும் அல்லது நுண்டுணிக்கைகளாக அரைக்கப் பட்டாலும் நிகழாதொழியமாட்டா. இவற்றுட் சிலவற்றையொத்த தாக் கங்களை இரசாயனவறிஞன் பரிசோதனைச் சாலையில் நிகழச் செய்யக் கூடும். ஆனால், நிகழுகின்ற பல்வேறு மாற்றங்களெல்லாம் சமநிலையில் இருப்பது **சேர்க்கையெறிகையின் சிறப்பியல்பாகும்.** முதலுரு உறுதியற்றது ; ஓயாது யாத்தமைக்கப்பட்டுச் சிதைக்கப்படுகின்றது. இச்சமநிலை இருக்குமளவும் முதலுரு உயிரோடிருக்கும். அந்நிலைக்குப் பங்கம் ஏற்படுமாயின், சேதனப் பொருள் உடனலம் இழக்கும். சமநிலை அழிக்கப்படுமேயாயின் அச்சேதனப் பொருள் இறந்துபடும்.

அதிகாரம் 5

தாவரங்களின் போசணையும் விலங்குகளின் போசணையும்

முதிர்ச்சியடைந்த சேதனப்பொருளொன்று (அதாவது முடிவானவளர்ச்சி யடைந்த மனிதனைப் போன்ற உயிரொன்று) ஓயாது சுவாசித்தவண்ணம் இருக்கும். இதனால், தன்னிடத்துள்ள காபனின் ஒரு பகுதியைக் காபனீரொட்சைட்டென்னும் வாயுவாக அது இழக்கின்றது. அதே நேரத்தில், அதனிலுள்ள காபன் ஐதரசன் சேர்வைகளின் ஒரு பகுதியையுங் கழிவு செய்திழக்கின்றது. (உதாரணமாக, மனிதனுடைய சிறு நீரகத்தினூடு கழிவு நிகழுதலைக் கூறலாம்). இவ்வாறு ஏற்படுகின்ற நட்டங்களை நிவிர்த்தி யாக்கச் சேதனப்பொருளுக்கு இடையறாது உணவு தேவைப்படுகின்றது. பெரும்பான்மையாக, சேதனப்பொருள்கள் உணவுப் பொருள்களைச் சேமித்தும் வைக்கின்றன. இதனால், அதன் உணவுத் தேவை கூடுகின்றது. அன்றியும் அது **வளருகின்ற** ஒரு சேதனப் பொருளாயின், புதிய இழையங்களை உண்டாக்கிப் பேணுதற்கு இன்னும் மேலதிகமான உணவு அதற்குத் தேவைப்படும். தாவரங்களிலும் விலங்குகள் மிகவும் கூடிய உயிர்ப்புடையன. அவற்றின் உணவிற் பெரும் பகுதி சுவாசித்தலிற் செலவாகின்றது. தாவரங்களோ செலுலோசிலும் மரவைரம் என்பவற்றின் வன் கூட்டை உண்டாக்குதற்கு ஏராளமான காபோவைதரேற்றை உபயோகிக்கின்றன. அன்றியும் அவை மிகையுணவைத் தத்தம் வித்துக்களிலும் வேர்களிலுஞ் சேமித்து வைக்கின்றன.

தாவரங்கள், விலங்குகள் இரண்டினதும் இன்றியமையா உயிர்ப்பொருள் முதலுருவே. அதற்கு எப்பொழுதும் காபோவைதரேற்றுக்கள், கொழுப்புக்கள், புரதங்கள், கனிப்பொருளுப்புக்கள், நீர் என்னும் பதார்த்தவினங்களையே கொண்ட உணவுப் பொருள்கள் தேவைப்படுகின்றன. எனினும், சேதனப் பொருளின் உணவை **முழுப்படியாக நோக்குமிடத்து** அது தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் ஒன்றல்லவென்று தெரியவரும்.

சேதனவுறுப்புணவை விலங்குகள் உண்ணுதற்கேற்ற பக்குவ நிலையிற் பெறுகின்றன. உதாரணமாக, இறைச்சி, புல், பூண்டுகள் முதலியனவற்றை அவை ஈனுகின்றன. பச்சைத் தாவரங்களோ தம் உணவைத் தாமாகவே எளிமையான பதனிடாப் பொருள்களிலிருந்து காற்றிலிருக்குங் காபனீரொட்சைட்டோடு மண்ணிலிருந்து அவைபெறும் நீர் கனிப்பொருள்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து ஆக்கிக்கொள்ளுகின்றன.

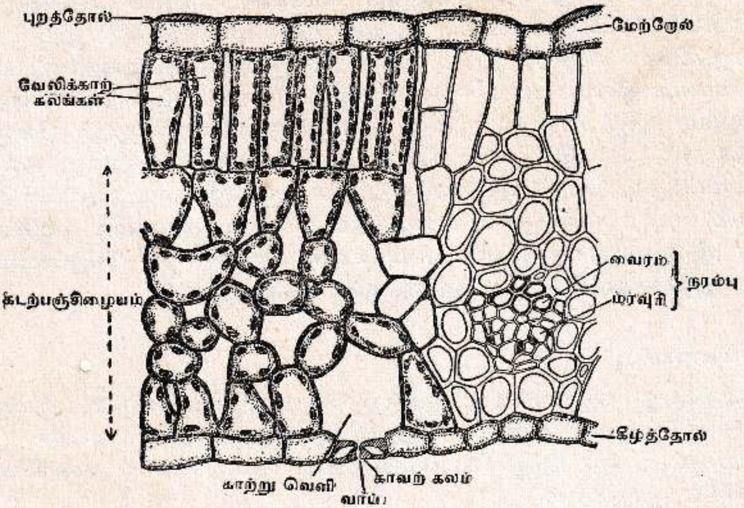
காபனீரொட்சைட்டிலும் நீரிலுமிருந்து காபோவைதரேற்றுக்களைப் பச்சைத் துவாரங்கள் உண்டாக்குகின்றன. இதற்கு வேண்டிய சத்தியை ஞாயிற்றின் ஒளியிலிருந்து அவை பெறுகின்றன. முதலுருவின் பச்சை நிறப் பகுதிகள் சிலவற்றிலேயே இம்முறை நிகழுகின்றது. இப்பச்சை நிறப் பகுதிகள் **உருமணிகள்** எனப்படும். இவை பொதுமையில் அடர்த்தியான சிறிய முட்டையுருவான முதலுருத் திணிவுகளே. அவற்றைப் பச்சைத் தண்டுகளின் வெளிப்புறக் கலங்களிலும் பச்சையிலைகளின் கலங்களிலும் பிரதானமாகக் காணலாம். **நிறமற்ற** உருமணிகளை வேர்க் கலங்களிலும் நிலக்கீழ்ச் சேமிப்புத் தண்டுகளிலும் காணலாம். இவை மாப்பொருளை உண்டாக்கிச் சேமிக்க வல்லன. ஆனால், ஒளியைக் கொடுத்தாலும் ஒளித் தொகுப்பினைக் கடத்துந் திறன் அவற்றுக்கு இல்லை. இம்முறைக்குப் பச்சையம் எனப்படுகின்ற பச்சை நிறமூட்டும் பதார்த்தம் இன்றியமையாதது. எனினும், இப் பதார்த்தத்தைப் பச்சையுருமணிகளிலிருந்து வேறுக்கியெடுத்தால், ஒளித்தொகுப்பு நிகழச் செய்ய அதனால் முடியாது. தாவரக் கலத்திலிருந்து வேறுக்கித் தனிப்படுத்திய உருமணிகள் பழுதடையாதிருப்பினும், ஒளித் தொகுப்பை நிகழ்த்தமாட்டா. **பழுதடையாக் கலமொன்றுள் இருப்பனவாய் காபனீரொட்சைட்டும் வெளிச்சமும் பெறுவனவாய் பச்சையுருமணிகளிலேயே ஒளித்தொகுப்பு நிகழாநிற்கும்.**

இலையினமைப்பு

வெவ்வேறு தாவரங்களின் இலைகள் வெவ்வேறு வடிவமும் பருமனும் உடையன. ஆனால், ஒளியுங் காற்றுந் தம்மிற் படுமாறு அகன்ற இரு தட்டையான பச்சை நிறமுள்ள புறப்பரப்பைப் பொதுவாக ஒவ்வோரிலையும் வெளிக்காட்டி நிற்கும்.

ஒவ்வோரிலைக்கும் நரம்புகளாலான ஓரமைப்பு உண்டு. இந் நரம்புகள் தண்டினதும் கிளைகளினதும் **கடத்துங்** கட்டுக்களின் அல்லது கலன்கட்டுக்களின் தொடர்ச்சிகளே. ஒவ்வொரு நரம்பும் இரண்டிழைகளாலானது. ஒன்று, மேற்புறத்துள்ள **காழ்** என்பது. மற்றையது கீழ்ப்புறத்துள்ள **உரியம்** என்பது. நுணுக்குக் காட்டி கொண்டு ஓரிலையின் மெல்லியவொரு குறுக்குவெட்டு முகத்தை ஆராயின், புறப்பரப்புக்களிரண்டிலுந் தட்டையான, ஒளிபுகவிடுகின்ற பச்சை நிறமின்றிய கலங்களால் அமைந்த தனியொரு படையாலாய இலைத் தோலொன்று இருக்கக் காணலாம். (35 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க.) கீழேயுள்ள புறப்பரப்பில் (சில வேளையில், ஒரே வித்திலைகளிற் போன்ற, இரு புறப் பரப்புக்களிலும்) இலைவாய்கள் எனப் பெயரிய நுண்ணிய துளைகள் உண்டு. தத்தம் வடிவத்தை மாற்றுவதால் இலைவாய்களின் பருமனை மாற்றவல்ல இரு **காவற் கலங்களால்** இத்துளைகள் ஒவ்வொன்றும் எல்லைகட்டப்பட்டிருக்கும். இரண்டாம் நூலிலுள்ள 67 ஆம் உருவத்தில் இலைவாய்களின் புறப்பரப்புத் தோற்றத்தைக் காணலாம்.

மேற்புறத்து இலைத் தோலுக்குச் சற்றுக்கீழே, இலையின் புறப்பரப்புக்குச் செங்குத்தாக, செறிய அடுக்கப்பட்டுள்ள வேலிக்காற் கலங்கள் எனப் பெயரிய நெடுங்கலங்களாலாய படையொன்று உளது. இவ்வேலிக்காற் கலங்களிலேயே இலையின் பச்சையுருமணிகளிற் பெரும்பான்மையானவை அடங்கியுள. இலையின் இப் பாகமே ஒளியை அதிகமாகப் பெறுவதாகையால், இக்கலங்களிலேயே அதிகமான காபோவைதரேற்றுத் தொகுக்கப் படுகின்றது. இலையின் கீழ்ப் பாகத்தில் வேலிக் காற்கலங்களுக்குக் கீழே



உருவம் 35. இருவித்திலையி இலையின் குறுக்கு வெட்டு முகம் (உருப் பெருக்கப்பட்டது)

யுள்ள கலங்கள் கடற்பஞ்சு போன்ற இழையமாக அவற்றுக்கிடையில் ஏராளமான காற்றுவெளிகளிருக்குமாறு ஐதாக அடுக்கப்பட்டிருக்கும். இக் காற்று வெளிகள் வேலிக்காற்கலங்களுக்கிடையேயுள்ள ஒடுக்கவெளிகளோடும், இலைவாய்களூடாக வளி மண்டலத்தோடுந் தொடர்புடையன. இலைவாய்களூடாகவே வாயுப் பரிவர்த்தனையும் நீராவிப் போக்கும் நிகழுகின்றன. வழக்கமாக, இலைவாய்கள் பகற்பொழுதிலே திறந்தும் இரவிலே மூடியுமிருக்கும். ஆனால் உட்கொள்ளும் நீரினும் அதிகமான நீரைத் தாவரம் இழக்குமாயின் அதாவது, வாடுமாயின், இலைவாய்கள் எக்காலத்திலும் மூடக்கூடும். இலைவாய்கள் முற்றாக மூடிக்கொள்ளல் இலையிலிருந்து நீர் நட்டமாவதைக் குறைக்கும். ஆனால் ஒளித்தொகுப்பும் அப்போது நின்றுவிடும்.

பச்சையிலை ஒன்றில் ஒளி விழும்போது பச்சையுருமணிகளிலிருந்து வெல்லங்களானவை நீக்கப்படுதலினும் அதிவிரைவாக அவ்வுருமணிகளில் அவை ஆக்கப்படுகின்றன. மிகையாகவுள்ள வெல்லம் பகற்பொழுதிலே தற்காலிகமாய் உருமணிகளில் மாப்பொருளாக அல்லது (ஒரு வித்திலையிகளில்) சுக்குரோசு (கரும்பு வெல்லம்) ஆகக் கலத்திற் சேமித்துவைக்கப்படும். எஞ்சிய வெல்லத்தில் ஒரு பகுதி சுவாசித்தற்கும் அமினோவமிலங்களை ஆக்குதற்கும் உபயோகிக்கப்படும். இன்னொருபகுதி கலன்கட்டு வழியாக இலையிலிருந்து அகலும். அமினோவமிலங்கள் இலைக்கலங்களிலே திரண்டு நிற்காது, தாவரத்தில் மற்றைப் பகுதிகளுக்கும் சென்று ஆங்குப் புரதங்களைத் தொகுத்தற்குப் பயன்படும்.

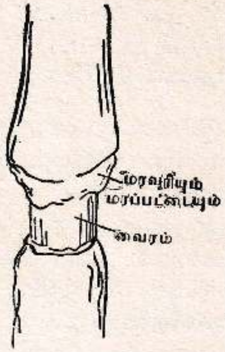
இராக்காலத்தில், ஒளித்தொகுப்பு நிகழாதொழிய, இலையிலிருந்து வெல்லம் தொடர்ச்சியாக வெளியேற, தற்காலிகமாக உருமணிகளில் சேமித்துவைக்கப்பட்டுள்ள மாப்பொருள் மறைந்து போகின்றது. இந்த மாப்பொருள் தயற்றேசு என்னும் நொதிச்சத்தால் ஊக்கப்பட்டு நீர்ப் பகுப்பென்னும் முறைப்படி வெல்லமாக மாற்றப்படுகின்றது. இவ்வாறு, காலையும் வர, இலையிலிருந்து மாப்பொருள் முழுவதும் இயல்பாகமீட்டும் நீங்கிவிடுகின்றது.

ஒளித் தொகுப்பில் உபயோகிக்கப்படும் நீர் (அத்துடன் நீராவிப் போக்கால் இழக்கப்படும் நீரும்) நரம்புகளின் காழ்ப் புரிகளினூடு இலையைச் சென்றடைகின்றது. இக்காழெனப்படுவது வன்மைவரச் சுவருடைய, பண்டிறந்த கலங்களாலாய ஓரிழையமே. தண்டிலும் வேரிலுமுள்ள அதே இழையத்துடன் இது தொடர்ச்சியாகவுள்ளது. குழாய் போன்ற இக்கலங்களினுள்ளே மண்ணிலிருந்து புகுந்த கனிப்பொருளுப்புக்கள் நீரிற் கரைந்துலவும். இவ்வுப்புக்களுள் நைத்திரேற்றுக்களானவை வெல்லங்களிலிருந்து அமினோவமிலங்களை இலையிலுண்டாக்குவதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இந்த அமினோவமிலங்களின் ஒரு பகுதியாகும் இரு வேறு மூலகங்களை (பொசுபரசையும் கந்தகத்தையும்) மண்ணிலிருந்து வருகின்ற பொசுபேற்றுக்களும் சல்பேற்றுக்களுங் கொடுக்கின்றன. வேறு கனிப்பொருட் பதார்த்தங்களும் சேர்க்கையெறிகையில் முக்கியமான பங்கு கொள்ளும்; ஆயின் இவை இவ்வாறு பங்குகொள்வது முதிர்ந்தவிலைகளில் மாத்திரமன்று. (2 ஆம் புத்தகத்தின் 6 ம் அதிகாரத்தைப் பார்க்க.)

மேற்கூறப்பட்டுள்ளனவற்றுட் சிலவற்றை ஆதரிக்கின்ற எளிதான பரிசோதனைகளை முன்பு நடத்தியுள்ளோம். இலையிலிருந்து வெல்லங்களுஞ் சேதனவுறுப்பு நைதரசன் சேர்வைகளும் எவ்வாறு நீக்கப்படுகின்றனவென்று திட்டமாகக் காட்டுவது எளிதன்று. எனினும், காழினூடாக அதாவது நீராவிப் போக்குப் பாய்ச்சலொடு அவை **செல்லாது, உரியம்** எனப்படும் பிற கலன்கட்டுக்கடத்தற் புரிகளினூடு செல்லுமென்பதை யாம்

6—R 6038 (11/59)

அறிவோம். உரியத்திலுள்ள கடத்தும் கலங்கள், இறந்துபட்டவைரக் குழாய் களல்ல; அவை ஆதியோடந்தமாகத் தொடுக்கப்பட்டுள்ள, மென் சுவருடைய உயிருள்ள நீள் கலங்களாம். தாவரங்களிலே மேலுங் கீழுமாக, வெல்லம் போன்ற சேதனவுறுப்புச் சேர்வைகள் செல்லுவது இக்கலங்களினூடே யென்க. வளையம் வெட்டற் பரிசோதனைகள் இதற்கொரு நிறுவலைத் தருகின்றன. **வைரமான** தண்டு, அல்லது அடிமரமொன்றில் (36 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க) உரியமானது வைரத்துக்கு வெளியே ஒடுக்கமான ஒரு குழாய்போன்று அவ்வைரத்தை மூடிக்கிடக்கும். அதாவது **பட்டையை** அடுத்து அதனுட்புறத்தில் ஒரு மென்படையாக விருக்கும். பட்டை, உரியமெனும் இரண்டையும் ஒருங்கு சேர்த்து ஒரு முழுவளையமாக (மரத்தைச் சுற்றி வளையம் வெட்டுவது போன்று)[1] நீக்கிவிட்டா லும், பழுதுபடாத வைரத்தூடு, மேலுள்ள இலை களுக்கு நீர்போகத்தக்கதாக விருக்கும். ஆனால், வெல்லங்களும் அமினோவமிலங்களும் அதன் பின்னர் வேர்களுக்கு இறங்கமாட்டா. அவதானமாக நோக்கினால், (அ) வளையம் வெட்டப்பட்டவுடனே, வெல்லங்கள் கீழ்நோக்கிப் போகும் வழியடைபட, வளையத்துக்கு மேலடுத்துள்ள உரிய விழையங் களில் வெல்லம் அதிகரிக்குமென்பதும் (இ) இவ்வாறு உணவை இழந்த வேர்களானவை தம் மகத்துள்ள ஒதுக்கவுணவு பயன்பட்டொழிந்தவுடன், இறந்துபடுமென்பதும் புலப்படும்.



உருவம் 36.
மரப்பட்டை வளையமாக வெட்டப்பட்டுள்ள தண்டு.

மென்மையான தண்டினதும் வைரத்தண்டினதும் குறுக்கு வெட்டு முகத்திலுள்ள கடத்தும் இழையங்களின் தோற்றத்தை 94 ஆம், 96 ஆம் உருவங்களிற் காண்க.

இலைகளில் உண்டாக்கப்படுஞ் சேதனவுறுப்புப் பதார்த்தங்கள் (மாப் பொருள்போன்று) தற்காலிகமாகச் சேமித்து வைக்கப்படலாம். ஆனால், ஈற்றில் அவை தாவரத்தில் மற்றைப் பாகங்களைச் சென்றடையும். எந்தப் பாகங்களுக்கு அவை **தேவையோ**—சுவாசத்துக்கு, வளர்ச்சிக்கு, அல்லது சேமிப்புக்குத் தேவைப்படும்போது—அப்பாகங்களுக்கு அவை போகுமென்று அடிக்கடி கூறப்படுதலுண்டு. ஒரு தாவரத்தின் " தேவைகள் " என்பதனால்

[1] சாதாரணமான பேச்சு வழக்கில் **பட்டை** என்னும் பதமானது வைரத்துக்குப் புறம்பே யுள்ளனவெல்லாவற்றையுங் கருதும். இவ்வாறு உரியமும் இறந்துபோன பட்டையும் அதனுள் அடங்கும். தாவரவியலறிஞனுக்கோ வைரத் தாவரங்களின் முதுமையிற் கூடிய தண்டுகளின தும் வேர்களினதும் (உதாரணமாக, அடிமரங்களின்) வெளிப்புறத்தேயுள்ள இறந்த கலங் களின், தக்கையையொத்ததுங் காப்பாகவுமுள்ளதுமான இழையத்தை மாத்திரங் கருதும். அதற்குக் கீழேயுள்ள உரியத்தை அது குறிக்காது. (96 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

நாம் கருதுவதென்னவென்பது தெளிவாக இருந்தாலன்றி, இக்கூற்றுச் செவ்வையான ஒரு விளக்கமாகாது. பரிசோதனைகளின் பேருக நாம் அறியக்கிடப்பதொன்றுண்டு. அது யாதெனில், தனித்தனி வெல்லங்களும் அமினேவமிலங்களும் தாவரத்தினெந்தப் பாகத்தில் ஏற்றமான செறிவு நிலையில் இருக்கின்றனவோ அங்கிருந்து அவற்றின் செறிவு நிலை தாழ்ந்திருக்கும் வேருெரு பாகத்துக்கு உரியதூடு செல்லுமென்பதே. அதாவது, அவை பயன்படுத்தப்படுகின்ற அல்லது சேமித்து வைக்கப்படுவதற்கேற்ற பொருளாக மாற்றப்படுகின்ற பாகத்துக்குப் போகுமென்பதே. சுவாசம் நிகழுகின்ற கலங்கள் எல்லாவற்றுக்கும் வெல்லங்கள் போகின்றன. ஆனுல், (அ) வளருகின்ற கலங்களுக்கு அல்லது (ஆ) மாப்பொருளை (அல்லது எண்ணெயைச்) சேமித்து வைக்குங் கலங்களுக்குப் பெருங் கணியமாக அவை போகின்றன. ஆதலினுல், இலைகளிலிருந்து அவற்றுக்கு வெளியேயுள்ள தண்டினதும் வேரினதும் நுனிகளை நோக்கிச் சென்று, விருத்தியாகும் வித்துக்களுக்கும் பழங்களுக்கும் இப்போக்கு நிகழும்.

தாவரங்களின் சேமிப்புறுப்புக்கள்

விலங்குகளில் உணவானது பெரும் பான்மையாகக் கல்லீரலிலும் கொழுப்பிழையங்களிலும் (உதாரணமாகத் தோலின் கீழே) சேமித்து வைக்கப்படுமென முன் கண்டுள்ளோம். இனத்துக்கினம் வேறுபடுகின்ற சிறப்பான சேமிப்புறுப்புக்களைத் தாவரங்கள் விருத்தியாக்குகின்றன. வித்துக்களை நோக்குவோமேயானுல், மாப்பொருளுங் கொழுப்புக்களும் புரதங்களும் வீங்கு வித்திலைகளில், அல்லது வித்தகவிழையமெனுஞ் சிறப்பான இழையத்தில் சேமித்து வைக்கப்படுவதைக் காணலாம். சில வேளைகளில், வேர்கள் மிகத் தடிப்பாக வளர்ந்து (மஞ்சண்முள்ளங்கியிற் போன்று) பெருங் கணியமாக மாப்பொருளை, அல்லது வெல்லத்தைக் கலங்களிற் சேமித்து வைக்கின்றன. **தரைக் கீழுள்ள தண்டுகளே** பெரும்பான்மையும் சேமித்தற்கு ஏற்றவாறு வேறுபாடடைகின்றன. உருளைக்**கிழங்கு** முகிழ்களானவை நுண் செதிலிலைகளையும் அரும்புகளையும் ("கண்களையும்") மாத்திரந் தாங்கி நிற்கும் மிகப்பருத்த தண்டமைப்புக்களேயாம். அவற்றின் கலங்களில் மாப்பொருள் மலியவுண்டு. கலப்பைக் கிழங்கையும் சேம்பையும் போன்ற தண்டுக்கிழங்குகளானவை செதிலிலைகளைத் தாங்கி நிற்கும் தரைக்கீழ்த் தண்டுகளாம். பிரதானமாக, இலையடிகளிலும் நிறமற்ற, சதையுள்ள சிறப்பான செதிலிலைகளிலும் வெல்லங்கள் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள பருத்த தண்டரும்புகளே (இலில்லியையும் வெண்காயத்தையும் போன்ற) குமிழ்கள் எனப்படுபவை. கல்வாழையையும் இஞ்சியையும் போன்ற வேர்த் தண்டுக்கிழங்குகள் நிலத்தின் கீழ்க் கிடையாகக் கிடக்குங் கொழுத்த தண்டுகளேயாம்.

கலங்களில், அல்லது சேமிப்புறுப்புக்களிற் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள ஒதுக்கவுணவுப் பொருள்கள் கடத்தி உபயோகிக்கப்படுமுன்னர், கலச் சவ்

விதையினூடு பரந்து உரியத்திற் செல்லவல்ல, எளிதான, கரையுமியல்புடைய பதார்த்தங்களாக மாற்றப்படல் வேண்டும். தாவரங்களில் நிகழும் சமிபாட்டு மாற்றங்கள் விலங்குகளில் நிகழுஞ் சமிபாட்டு மாற்றங்களை ஒத்தனவெனினும், அவை நிகழுவது கலங்களினுள்ளேயன்றிச் சிறப்பாக அதற்கென்றுள்ள சமிபாட்டுக் குழாயினுள்ளன்று. சேதனவுறுப்பூக்கிகளாய நொதிச் சத்துக்களினால் இம்மாற்றங்கள் துரிதப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு, **அமிலேசு** (அல்லது **தயற்றேசு**) மாப்பொருளை வெல்லமாக்கும் நீர்ப்பகுப்பையும், புரத்தியேசுக்கள் அமினோவமிலங்கள் உண்டாகுமாறு புரதங்களும் நீரும் ஒன்றையொன்று தாக்குதலையுந் துரிதப்படுத்தும். எண்ணெய்களையும் கொழுப்புக்களையுங் கிளிசரீனுங் கொழுப்பமிலங்களுமாக நீர்ப்பகுப்புச் செய்தலிற் பங்கு பெறுவது **இலிப்பேசு** என்பது. இந்த நொதிச்சத்துக்களெல்லாம் சேமிப்பிழையங்களின் கலங்களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. வித்துக்கள் முளைக்கும் போது, அவற்றின் தாக்கங்களைப் பற்றி மிகவும் இலகுவாகக் கற்கலாம்.

செலுலோசும் இலக்கினினும்

பச்சைத் தாவரங்களில் ஒளித் தொகுப்பு மிக்க விரைவாக நிகழுகின்றதாதலினால், அவை காபோவைதரேற்றுக்களை உண்டாக்குங் கதி அவற்றிலிருந்து புரதங்களை உண்டாக்கும், அல்லது அவற்றைச் சுவாசித்து நீக்குங் கதியிலும் அதிகமாக எப்போதும் இருக்கும். மிகையான வெல்லங்களின் ஒரு பகுதி மாப்பொருளாக மாற்றப்படுகின்றதெனக் கண்டுள்ளோம். ஆனால், வளருகின்ற ஒவ்வொரு கலத்திலும் பெருங் கணியமான வெல்லம் **செலுலோசு** எனப்படுகின்ற வேறொரு பதார்த்தமாக மாற்றப்படுகின்றது. இந்தச் செலுலோசு, மாப்பொருளைப் போல் (பச்சையான, அல்லது நிறமற்ற) உருமணிகளினகத்து மணிகளாகாது, ஒவ்வொரு கலத்தின் வெளிப்புறத்திலும் ஒளிபுகவிடும் மென் கலச்சுவராக அமைக்கப்படுகின்றது. மேலும், இப்பதார்த்தமானது வெல்லக் களஞ்சியமாகப் பயன்படாது. செலுலோசு ஒருகால் உண்டாக்கப்பட்டபின் அதை மீட்டும் வெல்லமாக மாற்றத் தாவரத்தால் இயலாது. தாவரத்தில் வன் கூடாக அது நிலைத்திருக்கும். பநீரைக் கடத்துகின்ற) காழ்க் கலங்களின் செலுலோசு **இலிக்கினின்** எனப் (டும் வலியவொரு வைரப் பதார்த்தமாக மாற்றப்படுகின்றது. அதன் பின்னர் இக்கலங்கள் இறந்துபட்டு உயிரற்ற வைரக் குழாய்களாக மாத்திரந் தொழிற்படுகின்றன. இலிக்கினினேற்றப்பட்ட இறந்தவிக்கலங்கள் இருவிதமாகப் பயன்படுகின்றன. ஒன்று **நீரைக் கடத்தல்**, மற்றையது **பலமளித்தல்.** மரம் புதர்களின் தண்டினதும் வேரினதும் உருளைபோன்ற மத்திய பகுதியானது கடத்தவல்ல இக்காழ்க் கலங்களாற் (**மென்வைரத்தால்**) பெரும்பாலும் ஆயதே. பெருந்தொகையினவாக இவையுண்டேல், அன்றன்றை வாழ்க்கையிற் பெரிதும் பயன்படுகின்ற கடத்துமியல்பிலாத **உள் வைரமாகின்றன.**

பச்சை நிறத்தனவல்லாத தாவரங்களிற் போசணை

பற்றீரியம், பங்கசு எனும் இரு வகைச் சேதனப் பொருள்களுக்கும் பச்சை யுருமணிகள் இல்லை. எனவே, பற்றீரியங்கள் பலவும் பங்கசுகள் யாவுந் தமக்கு வேண்டிய வெல்லங்களைத் தாமாக உண்டாக்கும் வலியற்றவை. விலங்கினத்தைப் போல் இவையும் முன்னுக்கப்பட்டு ஆயத்தமாகவுள்ள உணவுப் பொருள்களையே பெறல் வேண்டியிருக்கின்றது. அவற்றுட் சில தங்கள் உணவை **உயிருள்ள** பிற சேதனப்பொருள்களிலிருந்து பெறு கின்ற **ஒட்டுண்ணிகளாம்.** மற்றவை தாவரங்கள், விலங்குகள் எனுமிவற்றின் இறந்த மீதிகளிலிருந்து, அல்லது அவற்றின் பிற விளைவுகளிலிருந்து உண வைப் பெறுகின்ற **அழுகல்வளரிகளாகும்.** வேறு சில இன்னுஞ் சில மேலான தாவரங்களோடும் விலங்குகளோடுஞ் சேர்ந்து பங்குடைமை வாழ்க்கையை அவற்றுக்குத் தீங்கேதுஞ் செய்யாது ஒரேவழித் துணையே செய்து நடத்து கின்றன. இவ்வாறு, இலையுண்ணும் விலங்கின் குருட்டுக் குடரிற் செலு லோசைப் பிரிக்கின்ற பற்றீரியங்கள் உள்ளபடி அழுகல்வளரிகளேயாம். ஆனால், அவை அவ்விலங்கினின் குடலினுள்ளே வாழ்ந்து தம் "உபகாரி" க்குச் சிறிதுணவைப் பக்கவிளைவாக ஒழுங்குபடுத்திக்கொடுக்கின்றன. அவரை யத் தாவரங்களினுள்ள நைதரசனை நாட்டும் பற்றீரியங்கள் தம் "உப காரி"களின் வேர்களினுள்ள சிறு கணுக்களில் வாழ்ந்து தமக்கு வேண்டிய வெல்லங்களைப் பெறுகின்றன. இதற்குக் கைமாறாக அவை நாட்டுகின்ற வளிமண்டல நைதரசனின் ஒரு பகுதி "உபகாரிக்கு" உதவுகின்றது.

பச்சைத் தாவரங்களைப் போன்று, பற்றீரியங்களும் பங்கசுகளுந் தங்களுக்கு வேண்டிய நீரையும் உப்புக்களையுந் தத்தங் கலச் சுவர்களினூடு உறிஞ்சிப் பெறுகின்றன. தமது சேதனவுறுப்புணவையும் அவை இக்கலச் சுவர் களினூடாகவே பெறுகின்றன. இச் சேதனப்பொருட்களுட் பல, தம்முணவுப் பதார்த்தங்கள் கரைந்துள்ள மண், தாவரக் கலங்கள், பால், பழச்சாறு என்பனவற்றில் வாழ்கின்றன. மற்றையவை, திண்மவுணவுக்களைச் சமிக்கச் செய்து உறுஞ்சியெடுக்கத் தக்க நிலைக்குக் கொண்டுவருகின்ற நொதிச் சத்துக்களைச் சுரக்கின்றன. இவ்வாறு, ஊட்டத்தைப் பொறுத்த மட்டில், பச்சைநிறத்தன வல்லாத தாவரங்களானவை பச்சை நிறத்தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் இடைநடுவாயுள்ளன.

முலையூட்டிகளிற் போசணை

காபோவைதரேற்றுக்கள், கொழுப்புக்கள், புரதங்களா தமது சேதன வுறுப்புணவுகளை முன்னரே பதப்படுத்திய நிலையில் விலங்குகள் பெறு கின்றன. இவ்விதமான உணவெல்லாவற்றுக்கும் ஆதித் தோற்றுவாய் தாவரங்களேயாம். விலங்கெதுவாயினும் அதனமைப்பும் வாழ்க்கை முறை யும் பிரதானமாக அது உணவை உட்கொள்ளும் முறையிலே தங்கியுள்ளது. இதனாலேதான் தாவரவகைகளினும் விலங்கினங்களினும் அதிகமான விகற் பத்தைக் காணலாம். வழக்கமாகப் பச்சைத் தாவரத்தைப் பொருத்தமான

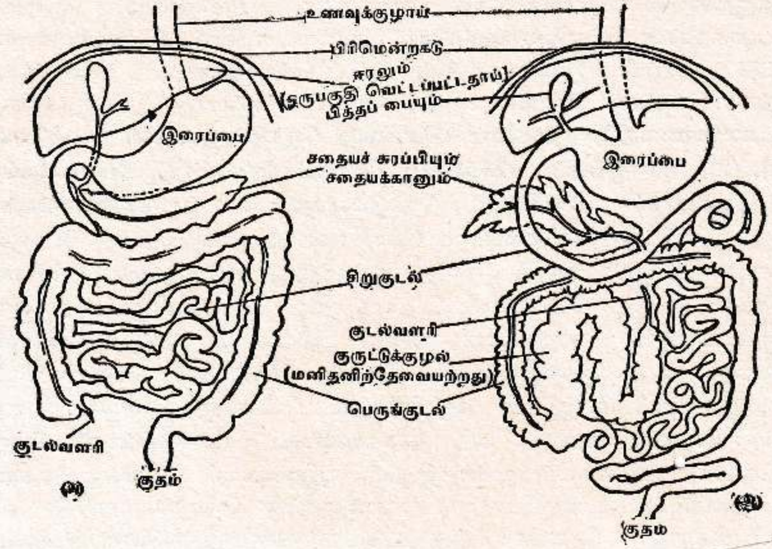
உணவுப் பொருள்கள்—காற்றிற் காபனீரொட்சைட்டும், மண்ணில் நீரும்—சூழ்ந்திருக்கும். அதன் தட்டையான இலைகள் ஒளியை எவ்வளவுக்குப் பெறக்கூடுமோ அவ்வளவுக்குப் பெறத்தக்கதாக அவற்றைக் காற்றிற் பரப்பியும் மண்ணகத்துள்ள மிகவுங் கிளைத்த வேர்த் தொகுதிவாயிலாக நீரையுறிஞ்சியும், ஒரேயிடத்து இருந்தபடி அது தாவரப் போசணைப்பொருள் களை மிக்கவனுகூலமாக உட்கொள்ளுகின்றது. ஆனால், விலங்கோ வழக்க மாகப் பொருத்தமான உணவு தேடித் திரியவேண்டும். அப்பால், உணவைச் சமிக்கச் செய்து உறிஞ்சுதற்குத் தன்னுடலினுள்ளே அதைச் செலுத்தல் வேண்டும். பல்வேறினமான விலங்குகளில் "உணவைப் பிடித் தல்" சம்பந்தமாகவுள்ள பல்வேறு இசைவமைப்புக்களைக் காணலாம். உதாரணமாக, கடிப்பதற்கும் உறிஞ்சுதற்குமிசைந்த சிக்கலான உறுப் புக்கள் பூச்சிகளுக்கு வாயில் உண்டு, பறவைகளுக்குப் பல்வேறு விதமான அலகுகளுங் கால்களும் உண்டு. முலையூட்டிகளுள் ஊனுண்ணிகள், தாவர முண்ணிகள் ஆகிய இருவகைக்கும் வெவ்வேறு விதமான பல்லொழுங்கு கள் வெட்டுதற்கும், கிழித்தற்கும், அரைத்தற்குமுண்டு. எனவே, உயி ருள்ள எல்லாவற்றுக்கும் போசணையானது ஒக்க இன்றியமையாத தொழி லாயினும், தாவரங்களிலும் விலங்குகளில் அம்முறை மிகுந்த வேறுபாடுஞ் சிக்கலுமுடையது.

வசதிக்காக, விலங்குப் போசணையை நான்கு படிகளாக நோக்கலாம் :— (1) **உட்கொள்ளுதல்**—உணவைப்பற்றுதல் அல்லது உட்செலுத்துதல் ; (2) **சமிபாடு**—சிக்கலான உணவுப் பொருள்களைக் கரையுமியல்புடைய உடற் கலங்களுட் புகத்தக்க, பரவுந்தன்மையுள்ள எளிதான பதார்த்தங்களாகப் பிரித்தல் ; (3) **உறிஞ்சுதல்**—உடலில் உண்மையான உட்பாகத்தினுல், அதாவது உடற் கலங்களினுல், கரையுமியல்பும் பரவுமியல்புமுடைய உண வுப் பதார்த்தங்களை உட்கொள்ளுதல் ; (4) **தன்மயமாக்கல்**—உடலுக்குத் தேவையான இரசாயனச் சேர்வைகளாக இவ்வுணவுப் பொருள்களைச் சேர்த் தமைத்தல்.

உட்கொள்ளுதல்

பற்களையும் உதடுகளையுந் துணையாகக் கொண்டு மனிதன் வாயினுல் உணவை உட்செலுத்துகின்றான். திண்மமான உணவானது பெருங் கட்டி களாகவிருப்பின் முன்வாயினுள்ள வெட்டும் பற்களால் (வெட்டிகளால்) சிறு துண்டுகளாக அது கடித்தெடுக்கப்படுகின்றது. (76 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). கடைவாய்ப் பற்களால் (அரைக்கும் பற்களால்) இந்த உணவு சப்ப அல்லது அரைக்கப்படுகின்றது. பற்கள் உணவைக் கிழித்து அரைத்துக் கொண்டிருக்கையில், **உமிழ் நீரினுல்** அது நனைத்து மெதுவாக்கப்பட்டு விழுங்குதற்கு ஆயத்தமாக நாவினுல் உருண்டைகளாக உருட்டப்படுகின்றது.

உணவுக் கால்வாயிலுள்ள சமிபாட்டுச் சாறுகள் திண்மமான உணவை இலகுவாகத் தாக்குதற்கேற்ப அகன்ற புறப்பரப்பைக் கொடுக்கப்படுகின்றது. நன்கு கவனிக்க—கரையாத திண்மத்தை ஒரு திரவந்தாக்குவது அதன் மேற்பரப்பின் மாட்டே குறித்த வொரு நிறையான திண்மப்பொருள் எத்துணை நுண்மையான கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றதோ அத்துணையாக அதன் மேற்பரப்புக் கூடுகின்றது.)



உருவம் 37. உணவுக் கால்வாய் (விளக்கப் படம்)
(அ) மனிதன். (ஆ) முயல் (எற்று பீல்டுவிற்குப் பின்பு)

சமிபாடு

சிக்கலான உணவுப் பொருள்களை உறிஞ்சுதற்கேற்றனவாகச் சமிபாடு ஆயத்தஞ் செய்கின்றது. வாயிலிருந்து குதம்வரை செல்லுகின்ற உணவுக் கால்வாய் எனும் நீண்டவொரு குழாயினூடு உணவானது உட்கொள்ளப் பட்ட பின்னர் செல்கின்றது. சிக்கலான காபோவைதரேற்றுக்களும், கொழுப்புக்களும், புரதங்களும் உணவுக் கால்வாயின் சுவர்களுக்கூடாகப் பரவி உடலின் உண்மையான உட்புறத்தே போகத்தக்க அளவுக்குச் சிறியனவாகவுள்ள மூலக் கூறுகளையுடைய எளிதான கரையுமியல் புடைய பதார்த்தங்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. **சமிபாட்டுச் சுரப்பிகளின்** தொடரொன்றினால் உணவுக் கால்வாயினுள் ஊற்றப்படுகின்ற பல்வேறு **நொதிச்சத்துக்களின்** தாக்கத்தினாற் சமிபாடு நிகழுகின்றது. இந்த நொதிச் சத்துக்களானவை உயிர்க் கலங்களாக்குகின்ற **சேதனவுறுப்பூக்கிகளாம்.** புறவேதுக்களில்லாவிடத்து மெல்லமெல்ல நிகழுகின்ற இரசாயன மாற்

றங்கள் பலவுள. தக்க **ஓருக்கியைச்** சிறிதளவாகச் சேர்க்க அம்மாற்றங்கள் விரைவாக நிகழும். உயிருள்ள கலம் ஒவ்வொன்றும் தனது உயிர்க்காதாரமான தொழில்களைத் தகவான கதியில் நிகழ்த்துதற்குச் சேதனவுறுப்பூக்கிகளை, அல்லது நொதிச்சத்துக்களை உண்டாக்குகின்றது. சமிபாட்டுச் சுரப்பி ஒவ்வொன்றும் உணவுக் கால்வாயின் வெவ்வேறு பகுதியோடு தொடர்புடையதாகவிருக்கும். உணவானது உணவுக் கால்வாயினூடு செல்லுகையில் அதனின் ஒரு பாகத்தைத் தாக்குகின்ற, அதற்குச் சிறப்பாகவுள்ள நொதிச்சத்துக்களைக் கொண்ட சமிபாட்டுச் சாற்றைச் சமிபாட்டுச் சுரப்பி ஒவ்வொன்றும் உண்டாக்குகின்றது. சமிபாட்டுக்கு ஆதாரமாகவுள்ள நொதிச் சத்துக்களைப் பின்வருமாறு வகுக்கலாம். **(1) காபோவைதரேற்றுக்களைப் பிரிக்கின்ற நொதிச்சத்துக்கள் (அமிலேசுக்கள்), (2) கொழுப்பைப் பிரிக்கின்ற நொதிச்சத்துக்கள் (இலிப்பேசுக்கள்), (3) புரதங்களைப் பிரிக்கின்ற நொதிச்சத்துக்கள் (புரத்தியோசுக்கள்).** இந்த நொதிச்சத்துக்களெல்லாம் கொதிக்கவைத்தால் அழிந்து போகும். இரசாயனவறிஞன் புரதமொன்றை அதனினுஞ் சிறிய மூலக்கூறுகளாகப் பிரிக்க, அல்லது சிக்கலான சேதனவுறுப்பு மூலக்கூறொன்றை ஆக்க விரும்புவானாயின், ஏற்றமான வெப்ப நிலைகளையும் அமுக்கங்களையும், வன்மையான அமிலங்களையுங் காரங்களையும், விசேடமான கரைதிரவங்களையும், இன்னும் வேறு பல கருவிகளையும் பயன்படுத்துகின்றான். உயிருள்ள சேதனப் பொருள் அத் தாக்கங்களையே உடல் வெப்பநிலையினுஞ் சாதாரண வளிமண்டலவமுக்கத்திலும், நீரையன்றி வேறொரு கரைதிரவத்தையும் உபயோகியாது உண்டாக்குதற்கு நொதிச்சத்துக்களை உபயோகிக்கின்றது. நொதிச் சத்து ஒவ்வொன்றுங் குறித்தவோர் இரசாயன மாற்றத்தை மாத்திரம் ஊக்கும். சாதாரணமாக, ஏனையிரசாயனத் தாக்கங்களை அது மாற்றவல்லதன்று. உதாரணமாக, காபோவைதரேற்றுக்களையும், கொழுப்புகளையும், புரதங்களையும் நீர்ப்பகுப்புச் செய்வதற்கு வெவ்வேறு நொதிச் சத்துக்கள் உண்டு. நொதிச் சத்தானது இரசாயன மாற்றத்திலென், அதன் விளைவுகளின், இரசாயனவமைப்பிலென் பங்கு பெறுவதாகத் தோற்றவில்லை. தாக்கம் நிகழும்போது அது உபயோகிக்கப்பட்டொழிவதும் இல்லை. அதாவது தாக்கம் தொடங்கும் போதுள்ள ஊக்கியின் கணியமும் முடியும் போதுள்ள அதே ஊக்கியின் கணியமும் ஒன்றே. இவ்வாறு, சிறு கணியமான நொதிச்சத்தை மீட்டும் மீட்டும் உபயோகித்துப் பெருங் கணியமான தாக்கும் பொருள்களில் இரசாயன மாற்றங்கள் உண்டாக்கப்படும்.

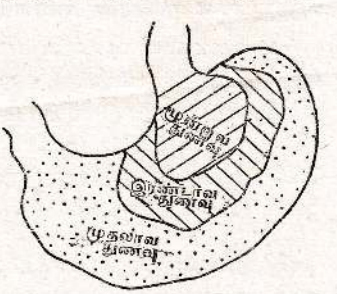
வாயில் நிகழுஞ் சமிபாடு

மனிதனைப் பொறுத்த வரை, சமிபாடு அவனுடைய வாயிலே தொடங்குகின்றது. அங்கே, உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளிலிருந்து ஊறுகின்ற, சற்றே காரத்தன்மையுடைய சாறுகிய உமிழ்நீரோடு உணவு கலக்கப்படுகின்றது.

இச்சுரப்பிகள் நாடோறும் 2–3 பைந்து (1–1½ இலீற்றர்) உமிழ்நீரை உண்டாக்குகின்றன. மனிதனுக்கு மூன்று சோடி உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகள் உண்டு. அவையாவன: (அ) செவிகளுக்குச் சற்றுக் கீழே, தாடைகளின் கோணத்துக் கருகேயுள்ள ஒரு சோடியும், (இ) கீழத்தாடையின் இரு பாதிகளுக்குகிடையேயுள்ள இன்னொரு சோடியும் (உ) நாவின் கீழுள்ள இன்னும் வேறொரு சோடியுமாம். உமிழ்நீரானது உணவை மெதுமையாக்கி அதை விழுங்குதற்குத் துணை செய்வதுமன்றி, சமைத்த மாப்பொருளை வெல்லமாக மாற்றுந் **தயலின்** என்னும் நொதியைக் கொண்டுள்ள முதற் சமிபாட்டுச் சாறுமாகும். உள்ளபடி, அதிகமான மாப்பொருளை வெல்லமாக்குதற்கு வேண்டிய நேரத்துக்கு உணவு வாயில் வைத்திருக்கப்படுவதில்லை. எனவே, மாப்பொருளின் சமிபாடு வாயிலே **தொடங்கிப்** பின்னர் இரைப்பையிலுஞ் சிறுகுடலிலும் முடிவெய்துகின்றது. சமைத்த மாப்பொருளையும், கிளைக்கோசனையும், தெக்கிரினையுந்தாக்கி **மோற்றோசு** என்னுஞ் சிக்கலான வெல்லமாகத் தயலின் மாற்றுகின்றது. சாதாரணவுப்பு (சோடியங் குளோரைட்டு) சேருமாயின் தயலினது தொழிற்பாடு அதிகரிக்கின்றது. சிக்கலான வெல்லங்களையும் (உதாரணமாக, சுக்குரோசையும் மோற்றோசையும்)சமைக்கப்படாத மாப்பொருளையும், கொழுப்புக்களையும் புரதங்களையும் தயலின் தாக்கமாட்டாது. (127—128 வரையான பக்கங்களில் உமிழ்நீரின் தொழிற்பாட்டை விளங்கவைக்கும் பரிசோதனைகளைக் காண்க.)

இரைப்பையில் நிகழுஞ் சமிபாடு

உமிழ்நீரோடு மென்று கலக்கப்பட்ட பின்பு உணவுருண்டையானது தொண்டை வழியாக உணவுக்குழாயினூடே கீழ்நோக்கி இரைப்பைக்கு அனுப்பப்படுகின்றது. பல மணி நேரம் அது அங்கே இருக்கும். அப்படியிருக்கும் பொழுது இரைப்பைச் சுவரின் உள்ளுறையிலுள்ள பல நுண் சுரப்பிகளுண்டாக்குகின்ற **இரைப்பைச் சாற்றை** அது சந்திக்கின்றது. இச்சுரப்பிகள் 4–6 பைந்து (=2–3 இலீற்றர்) இரைப்பைச் சாற்றை நாடோறும் உண்டாக்குகின்றன. அதனில் 0.2 ச.வீ. ஐதரோகுளோரிக்கமிலம் இருப்பதனாற் கடுமமிலத்தன்மை அதற்குண்டு. ஆகவே, இரைப்பைச் சாற்றுடன் உணவு கலந்துகொள்ள, படிப்படியாகக் காரத்தன்மையுடைய உமிழ் நீரின் தாக்கம் நிறுத்தப்படுகின்றது. உள்ளபடி இது நிகழ்ந்து



உருவம் 38. மூன்று வெவ்வேறு நிறங்கொண்ட உணவுகளுக்குப் பின் எலியினது உறைந்த இரைப்பையின் வெட்டு முகம். (உரோபுவைப் பின்பற்றி).

முடியச் சிறிது நேரஞ்செல்லும், ஏனெனில், கடைசியாக விழுங்கிய உணவு இரைப்பையின் மத்திய பாகத்துக்குப் போகச் சிறிது நேரஞ் சென்றபின்பே

காரத்தன்மையுடைய உமிழ் நீரை அமிலச்சாறு நடு நிலைப்படுத்தும் (36 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). எனவே, உமிழ் நீரினால் இரைப்பையிலும் மாப்பொருளின் சமிபாடு (ஏறக்குறைய அரைமணி நேரத்துக்கு) தொடர்ந்து நிகழுகின்றது. இரைப்பைச் சாற்றிலுள்ள ஐதரோகுளோரிக்கமிலம் பற்றீரியங்களிற் பெரும் பகுதியைக் கொன்று, இரைப்பையில் உணவு நொதிப்பதைத் தடுக்கின்றது.

இரைப்பைச் சாற்றில் நொதிச்சத்துக்கள் இரண்டுண்டு. (அ) ஒன்று, அமிலக் கரைசல்களிற் புரதங்களை அவற்றிலுங் கூடிய கரையுமியல்புடைய எளிதான பதார்த்தங்களாகப் பிரித்து (காபோவைதரேற்றுக்களையுங் கொழுப்புக்களையும் தாக்காது), அவற்றின் சமிபாட்டைத் தொடக்குகின்ற **பெச்சின்** என்பது. (இ) மற்றையது, பாற்புரதத்தைப் பெச்சின் தாக்குதற்குப் பாலானது இரைப்பையிலே தங்கியிருக்குமாறு அதை உறையச் செய்கின்ற **இரெனின்** என்பது.

இரைப்பையினுள்ளே, உணவும் இரைப்பைச் சாறும் படிப்படியாக ஒரு திரவ மென்கலவையாகக் கலக்கப்படுகின்றது. இடையிடையே, இரைப்பைக்குஞ் சிறு குடலுக்குமிடையிலுள்ள ஒரு தசை வளையம் தளரும். அப்பொழுது அரைகுறையாகச் சமித்துக் கிடக்கும் உணவு **குடல்வாய்** வழியே **முன்சிறுகுடலினுட்** சிறிது சிறிதாகச் செல்லுகின்றது. அங்கே அது இன்னும் வேறு சமிபாட்டுச் சாறுகளைச் சந்திக்கும். (128–130 வரையான பக்கங்களிற் பெச்சினும் இரெனினுந் தாக்குவதை விளங்கவைக்கும் பரிசோதனைகள் விவரிக்கப்பட்டிருப்பதைக் காண்க.)

சிறுகுடலில் நிகழுஞ் சமிபாடு

இரைப்பையில் அடங்கியுள்ள அமிலத்தன்மையான பொருள் முழுதுஞ் சிறு குடலினுட் செல்ல, ஆங்கே காரத்தன்மையுடைய (கல்லீரலிலிருந்து வருகின்ற) சதையச் சாற்றினாலும் நடுநிலைப்படுத்தப்படுகின்றது. சிறு குடலின் முற்பகுதியில் (முன் சிறு குடலில்) மாப்பொருள்கள், புரதங்கள், கொழுப்புக்கள் என்பனவெல்லாம் கீழாராயப்படும் சதையச் சாற்றின் மூன்று நொதிச்சத்துக்களினது தாக்கத்தினாற் பிரிக்கப்படுகின்றன.

பித்தமானது, நாடோறும் 1–2 பைந்து (=500—1,200 க.ச.மீ.) வரை கல்லீரலினால் உண்டாக்கப்பட்டுப் பித்துப்பையினுட் சேமித்து வைக்கப்படுகின்ற, மென்பச்சை நிறமுள்ள கரையுமியல்புள்ள பாய் பொருளேயாம். மனிதவுடலில், சிறியவொரு பித்தக்கான் பித்தத்தை முன்சிறுகுடலினுட் செலுத்துகின்றது. சமிபாட்டு நொதிச்சத்துக்கள் பித்தத்துக்கில்லை. ஆனால், அது காரத்தன்மை யுடையதாதலின், இரைப்பைச் சாற்றிலுள்ள அமிலத்தை நடுநிலைப்படுத்திப் பெச்சினது தாக்கத்தை நிறுத்துகின்றது. (சவர்க்காரத்தைப் போல்) நீரின்மேற்பரப்பிழுவிசையைக் குறைக்கின்ற பித்தவுப்புக்கள் அதனில் உண்டு. இதன் பேறாக, பித்தமானது உருகிய

கொழுப்பின் நுண்டிவலைகள் ஒன்றேடொன்று சேராமற் பிரிந்திருக்கச் செய்யும். எனவே, சதையச் சாற்றிலுள்ளதுங் கொழுப்பைப் பிரிக்க வல்லதுமான **இலிப்பேசு** என்னும் நொதிச்சத்து தாக்குதற்கு மிகவும் விசாலமான மேற்பரப்பை அத்துளிகள் கொடுத்துநிற்கும். (130 ஆம் பக்கத்தில், பித்தத்தின் தாக்கத்தை விளங்கவைக்கும் பரிசோதனைகள் விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.)

பித்தத்தைப் போன்று சதையச் சாறுங் காரத்தன்மை உடையது. அதற்கு **அமிலேசு** (மாப்பொருளைப் பிரிக்கவல்லது), **திரிச்சின்** (புரதங்களைப் பிரிக்கவல்லது), **இலிப்பேசு** (கொழுப்புக்களைப் பிரிக்கவல்லது) என்னும் மூன்று நொதிகளுண்டு. உமிழ்நீரிலுள்ள தயலின் என்னும் நொதிச்சத் தாற் பிரிக்கப்படாதிருக்கும் மாப்பொருளேதுமுண்டேல், அதை மாப்பொரு ளைப் பிரிக்கும் நொதி தாக்கும். (சதையவமிலேசு சமைக்கப்படாத மாப் பொருளையுந் தாக்கவல்லது. ஆனால், தயலினே மாப்பொருள் மணிகள் சமைத்தலினால், வெடித்த பின்பே மாப்பொருளைத் தாக்கும்.) புரதத்தைப் பிரிக்கும் நொதிச்சத்தாகிய இலிப்பேசு தைலங்களையுங் கொழுப்புக்களையும் கொழுப்பமிலங்களாகவுங் கிளிசரீனாகவும் நீர்ப்பகுப்புச் செய்கின்றது.

சிறுகுடற் சுவர்களிலுள்ள கலங்கள் உண்டாக்குகின்ற **குடற்சாற்றின்** நொதிச்சத்துக்களினுடைய தாக்கத்தினாற் சமிபாடு நிறைவாகின்றது. குடற் சாற்றில் இன்னும் நான்கு நொதிச்சத்துக்களாகுதல் உண்டு. ஒன்று **(இரப்பிசின்)** புரதங்களை அமினேவமிலங்களாக்கிச் சமிபாட்டை நிறை வாக்கும். மற்றை மூன்றும் **(சுக்குரேசும், இலற்றேசும், மோற்றேசும்)** சிக்கலான வெல்லங்களான சுக்குரோசு, இலற்ரேசு, மோற்ரேசு என்பன வற்றை எளிதான வெல்லங்களாக–பிரதானமாகக் குளுக்கோசாக– பிரிக் கின்றன.

தாவரத்தை உண்ணும் விலங்குகளது உணவிற் பெரும் பாகம் செலுலோ சால் ஆயதே. மேலான விலங்கினத்தில் ஒன்றேனும் செலுலோசைச் சமிக்கச் செய்யும் நொதிச்சத்தை உண்டாக்குவதில்லை. எனவே, மனித னும் ஊனுண்ணும் விலங்குகள் பலவும் காபோவைதரேற்றை உணவாகப் பயன்படுத்தமாட்டாவாதலின், மலத்தோடு அது கழிக்கப்படுகின்றது. என்று லும், தாவரத்தை உண்ணும் விலங்குகள் பலவற்றின் உணவுக்கால்வாயில், ஆங்கு வாழும் **பற்றீரியங்களாற்** செலுலோசு சமிக்கச் செய்யப்படுகின்றது. இவ்வாறுண்டாகும் வெல்லங்களின் ஒரு பகுதியைப் பற்றீரியங்களுக்கு விடுதியளிக்கின்ற விலங்கு உறிஞ்சியெடுக்கின்றது.

சமிபாட்டில் நீர் பெரிதும் பங்கு கொள்கின்றதென்பதை மனத்தே பதித்தல் வேண்டும். நொதிகளோடு நீர் சுரக்கப்படுகின்றது. அவ்வாறு செலவாகும் நீரைக் குடிக்கும் நீர் மாற்றீடு செய்யும். நொதிச்சத்துக்கள் பலவும் நீரிற் கரைந்து திண்மவுணவுத் துணிக்கைகளின், அல்லது கொழுப்புத் திவலைகளின் மேற்பரப்புக்குக் கொண்டுவரப்படுகின்றன. அல்

லாமலும், ' பிரிக்குந் ' தாக்கங்களென்று நாம் முன் கூறியுள்ள சமிபாட டுக் கிரியைகள் எல்லாம் **நீர்ப்பகுப்புக்கு** உதாரணங்களாகும். இரசாயனத் தாக்கங்களில், உள்ளபடி பின்வருமாறு நீர் ஈடுபடுகின்றது :

மாப்பொருள் + நீர் —அமிலேசு→ வெல்லம்

புரதங்கள் + நீர் —புரத்தியேசுக்கள்→ அமினேவமிலங்கள்

கொழுப்புக்கள் + நீர் —இலிப்பேசு→ கிளிசரீன் + கொழுப்பமிலங்கள்

மிகையாகவுள்ள நீரிலே சமிபாட்டின் விளைவுகள் கரைகின்றன. சிறு குடலிலிருந்து அவ்விளைவுகள் உறிஞ்சப்பட்டபின்பு, நீரின் பெரும்பாகம் மீட்டுங் குருதியருவியினுள்ளே பெருங்குடலிலிருந்து உறிஞ்சியெடுக்கப்படு கின்றது.

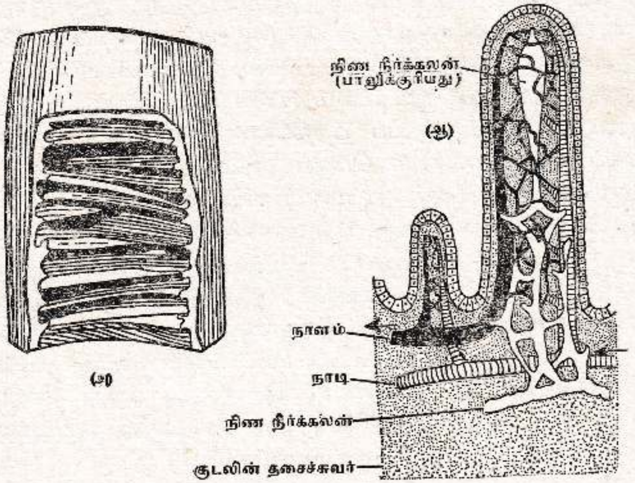
சமிபாட்டின் இறுதிவிளைவுகள்

வாயிலும் இரைப்பையிலும், சிறுகுடலிலும் நிகழுகின்ற சமிபாட்டின் பேறாக (i) **புரதங்கள்** முடிவில் **அமினேவமிலங்களாகவும், (ii) காபோவைதரேற்றுக்கள்** முடிவில் **எளிதான வெல்லங்களாகவும், (iii) கொழுப்புக் கள் கொழுப்பமிலங்களுங் கிளிசரீனுமாகவும்** பிரிக்கப்படுகின்றன. கரையுந் தன்மையுடைய சேர்வைகளுண்டாகுமாறு சிறுகுடலிற் **பித்தவுப்புக்க ளோடு** கொழுப்பமிலங்கள் சேருகின்றன. இப்பதார்த்தங்கள் யாவும் **உறிஞ்சலுக்கு** இப்போது ஆயத்தமாகவிருக்கின்றன.

உறிஞ்சல்

சிறுகுடலிலிருந்தே உணவு உறிஞ்சப்படுகின்றது. மனிதனுடைய சிறு குடலின் சுவர்களைக் **சடைமுளைகள்** எனப்படுங் கைவிரல்வடிவமான, நுண் புடைப்புக்கள் பெருந்தொகையினவாய் மூடியிருக்கும். உறிஞ்சியொன் றின் நீளம் ஏறக்குறைய 0·05 அங்குலம். அதனை மூடியிருக்குங் கலங்க ளான மென்படையின் கீழோடுகின்ற மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்களின் வலைப்பின்னலை அது தன்னகத்தே அடக்கியுள்ளது (39 அ உருவத்தைப் பார்க்க). சடைமுளையொவ்வொன்றினதும் மத்தியிலே, உடலின் நிணநீர்த் தொகுதியின் ஒரு பாகமாகிய **பாற்குழாய்** எனப்படும் குருட்டுக்குழா யொன்றுண்டு. இச்சடைமுளைகள் சிறு குடலிலுள்ள சமித்த உணவுக்கு மிகவும் விசாலமான மேற்பரப்பைக் காட்டி நிற்கின்றன. சடைமுளைகளை மூடியிருக்கின்ற கலங்களினூடாகவே சமித்தவுணவு உடலின் மெய்யகத் தினுட் புகுகின்றது. சிறுகுடலினது உள்ளுறையின் மேற்பரப்பளவு குறுக்கு மடிப்புக்களால் மேலும் விசாலமாக்கப்படுகின்றது (39 அ உருவத்தைப்

பார்க்க). குளுக்கோசுபோன்ற **எளிதான வெல்லங்களும் அமினேவமிலங்களுஞ்** சடைமுளைகளுக்கூடாகச் செல்லும் மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்களுள்ளே நேராகப்போகின்றன. சடைமுளைகளின் மயிர்த்துளைக் குழாய்களிலிருந்து குருதியை வடியச் செய்கின்ற நாளங்களெல்லாம் முடிவில் **ஒன்றுகச்**



உருவம் 39.

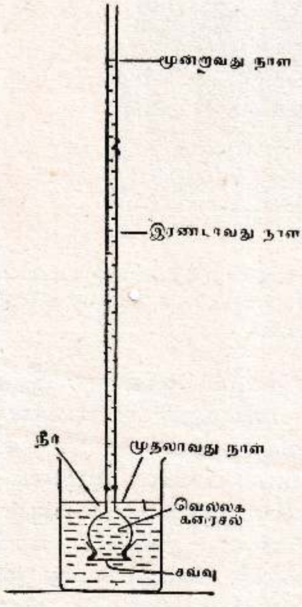
மனிதச் சிருகுடலின் அமைப்பு. (அ) குறுக்கு மடிப்புகளைக் காட்டுவதற்காக வெட்டப்பட்ட சிறுகுடலின் சுவர், (ஆ) குருதிக் கலன்களையுய், நிணநீர்க் கலன்களையும் காட்டும், மிகவும் உருப்பெருக்கப்பட்ட கனட்முளைக் கூடாகச் செல்லும் வெட்டு முகம்.

சேர்ந்து பெரியவொரு நாளம் (கல்லீரல் வாயில் நாளம்) ஆகின்றது. இந்த நாளம் கல்லீரலுக்குப் போய் ஆங்கிருந்து மயிர்த்துளைக்குழாய்களாக மீட்டும் பிரிந்து செல்லுகின்றது. (நன்கு கவனிக்க—நாளமொன்று தன் இரு முனைகளிடத்தும் மயிர்த்துளைக்குழாய்களாகப் பிரிவது அபூர்வம்.) சமித்த கொழுப்பின் ஒரு பாகம் சடைமுளைகளின் **குருதிக் குழாய்களுள்,** பித்தவுப்புக்களோடு சேர்ந்துள்ள கொழுப்பமிலங்களாக, உறிஞ்சப்பட்டு வாயிளம் வழியே கல்லீரலுக்குப் போகின்றது. எஞ்சிய கொழுப்பானது நடுநிலைக் கொழுப்புத் திவலைகளாக உறிஞ்சப்பட்டுச் சடைமுளைகளின் **நிண நீர்க்குழாய்களுட்** செல்லுகின்றது. இந்தப் **பாற்குழாய்கள்** ஒவ்வொன்றும் நுண்ணிய **நிணநீரிதயமாகத்** தொழிற்பட்டு, ஈற்றில் நிணநீரை இடது புயத்திலிருந்து வரும் பருத்த நாளத்தினுள் கழுத்தடியில், கக்குகின்ற நிணநீர்க் கலங்களை நோக்கி, பம்புகின்றன. அதன் பின்னர், கொழுப்புத் திவலைகள் குருதியருவியினுல் உடலைச் சுற்றிக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

மிகையாகவுள்ள கொழுப்பானது குருதியருவியிலிருந்தெடுக்கப்பட்டுத் தோலின் கீழேயும் உடற்குழியின் உறுப்புகளைச் சுற்றியுஞ் சேமித்து வைக்கப்

படுகின்றது. விலங்குக்கு நெடுநாளுணவு கிடையாதிருக்குமாயின் அப்பொழுது இந்த ஒதுக்கக் கொழுப்பை அது உபயோகித்துச் சத்தியைப் பெறுகின்றது.

சமித்த உணவின் களியன்ன குழம்பு சிறு குடலின் ஓரந்தத்திலிருந்து மற்றையந்தத்துக்குப் போய்ச் சேருகின்ற அளவில், கரையுமியல்புள்ள அதன் கூறுகள் கிட்டத்தட்ட எல்லாம் உறிஞ்சப்பட்டுவிடும். இன்னமும் மிக்க நீருடன் கலந்திருக்குஞ் சமியாத எச்சம் (குடற்குறை எனப்படும்) பெருங்குடலின் முற்பகுதிக்குப் போக்கப்பட்டு, அங்கே சமிக்குந்தன்மையற்ற மீதியான உணவிலுள்ள நீரின் பெரும் பாகம் மீட்டும் உறிஞ்சப்பட, அந்த மீதியுணவின் கனவளவு ஏறக்குறையப் பத்திலொன்றுகின்றது. குருதியிலுள்ள சில கழிவுப் பொருள்களையும் பெருங் குடல் கடத்துகின்றது. அரைத் திண்மவுணவுக் கழிவு (அல்லது மலம்), பெருங் குடலின் தடம் போன்ற பகுதியில், உடற்குழியின் இடது பக்கமாக இறங்கி, உணவுக் கால்வாயின் கடைப் பகுதியாகிய நேர் குடலினுள்ள ஒரு பகுதியைத் தள்ளுதற்குப் போதுமான கணியஞ் சேருமட்டும், வந்தடைகின்றது. இயல்பு நிலையும் உடனலமும் வாய்ந்த ஒருவனுடைய நேர் குடலில் மலம் வந்து சேர்ந்தவுடனே குதம்வழியாக மலத்தைக் கழிக்கும் விருப்ப வனுக்குண்டாகும்.



உருவம் 40. சவ்வூடுபரவல்.

பரவலுங் கூழ் பளிங்கு வேருக்கலும்

சடைமுளைகளின் சுவர்களினூடு சமிபாட்டின் இறுதி விளைவுகள் எவ்வாறு செல்கின்றனவென்று விளங்கிக் கொள்ளுதற்குப் பரவலையும் பரவலையொத்த கிரியைகளையும் பற்றி மேலும் அறிதல் வேண்டும். ஒட்சிசனைக் கொண்டவொரு சாடியையும் நைதரசனைக் கொண்டவொரு சாடியையும் வாயும் வாயும் பொருந்த வைத்தால், இரு வாயுக்களும் விரைவிற் பரவி ஒரே சீர்மையானவொரு கலவையாகும். இவ்வாறு பூரணமாகக் கலக்குமட்டும் அவற்றின் மூலக்கூறுகள் அங்குமிங்குமாக அசைந்தோடிக் கொண்டிருக்கும். சோதனைக் குழாயொன்றை எடுத்து அரைவாசிக்கு அதனுட் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலை ஊற்றிப் பின்பு குலுக்காது மெதுவாக நீரினால் நிரப்பினால், நீல நிறமானது, எங்கும் ஒரே சீர்மையதாக வருமட்டும், குழாயினுள்ளே எங்கணும் படிப்படியாகப் பரவும். குழாயினுள்ளிருக்கின்ற நீரினூடே செப்புச் சல்பேற்று மூலக் கூறுகள், இவ்வாறு பரந்துவிட்டன. வாயுக்களிலும் மிகவும் மெல்லவாகவே திரவங்களிற் பரவல் நிகழும். இப்பரிசோதனையில் செப்புச் சல்பேற்றுக்குப் பதி

லாக முட்டையின் வெள்ளைக் கருவை உபயோகித்தால், பரவல் இன்னும் மெல்லவாகவே நிகழும். ஏனெனில், முட்டை வெள்ளைக் கருவிலுள்ள புரத மூலக் கூறுகள் செப்புச் சல்பேற்று மூலக் கூறுகளிலும் பன் மடங்கு பருத்தவையாதலின்.

வெல்லத்தின் நீர்க் கரைசலை நீரினாற் சூழப்பட்டவொரு சவ்வு (உதாரண மாகத் தோற்கடதாசி அல்லது செல்லோப்பேண்) கொண்டு அடைத்தால், வெல்ல மூலக்கூறுகளிற் சில சவ்வினூடு பரந்து நீரினுள்ளே செல்லும். இக் கிரியைக் **கூழ்பளிங்கு வேருக்கல்** எனப்படும். அதே நேரத்தில் நீரின் மூலக்கூறுகள் சில சவ்வினூடு எதிர்ப்பக்கமாகப் பரந்து வெல்லக் கரை சலினுட் செல்லும். இக்கிரியை **சவ்வூடு பரவல்** எனப்படும். அகன்ற முனை ஒரு சவ்வினால் மூடப்பட்டு நீரினுள் நிறுத்தப்பட்ட முள்ளின் புனலொன்றின் குமிழினுள் வெல்லக் கரைசலை இட்டு வைத்தால், நீர் சவ்வினூடு உண் ணேக்கிப் பரவ, வெல்லமானது புறம் நோக்கி (கூழ் பளிங்கு வேருதலின் வழி) (40 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க) பரவும். நீரினதும் வெல்லத்தினதும் அசைந்து திரிகின்ற மூலக் கூறுகளானவை அதி நுண்டுளைகளுள்ள சல்லடையொத்த சவ்வின் மீது ஓயாது மோதிக் கொண்டேயிருக்குமென்பதே இதன் விளக்கமாகும். நீரின் மூலக்கூறுகள் வெல்லத்தின் மூலக்கூறுகளிலும் பன்மடங்கு சிறியவையாகவும் வேகமாக அசைகின்றவையாகவுமிருக்கின் றமையினாற் சல்லடையினூடு கூடிய விரைவாகச் செல்லுகின்றன. எனவே சவ்வினூடே வெல்லக் கரைசலினுள் உண்முகமாகச் செல்லுகின்ற நீர், சவ்வினூடு நீரினுள் வெளிமுகமாகச் செல்லுகின்ற வெல்ல மூலக்கூறு களிலும் அதிகமாகும். அதாவது, இந்தப் பரிசோதனையிற் கூழ்பளிங்கு வேருதலுஞ் செவ்வூடு பரவல் விரைவாக நிகழுகின்றது. ஆகவே, முள்ளிப்புனலினகத்துள்ள திரவத்தின் மட்டம் உயர்கின்றது.

தோமசு கிரகம் (1805-69) என்பவர், சவ்வுகளினூடு கரைந்த பதார்த் தங்கள் பரவுதலைப் பரிசோதிக்கையில், உப்பு, வெல்லம், சிறுநீருப்பு என்பன போன்ற சில பதார்த்தங்கள் **கூம்பளிங்கு வேருதல்** முறைப்படி பரவ (அல்லது, சவ்வுகளினூடு கடந்து செல்லக்) கண்டார். முட்டையின் வெள்ளைக்கரு, மாப்பொருள், ஊன்பசை, வச்சிரப்பசை என்பன போன்ற பதார்த்தங்கள் கூழ்பளிங்கு வேருதல் முறைக்கு அமைய மாட்டாவென் பதையுங் கண்டார். முதலாமினப் பதார்த்தங்கள் எளிதிற் பளிங்காகுந் தன்மையுடையனவாதலின் **கிரகம்** அவற்றுக்குப் **பளிங்குருப் பொருள்கள்** என்னும் பெயரையிட்டார். இரண்டாமினப் பதார்த்தங்கள் சவ்வுகளினூடு செல்ல முடியாத அளவுக்குப் பருத்த மூலக்கூறுகளையுடையனவாதலினல் அவைகளை அவர் **கூழ்ப் பொருள்கள்** என்றழைத்தார். விலங்குப் பதார்த்தங்களுந் தாவரப் பதார்த்தங்களும் பளிங்குருவப் பொருள்கள், கூழ்ப் பொருள்கள் என்னும் இரண்டினுலும் ஆனவை. உதாரணமாக, புரதங்களும் மாப்பொருள்களும் **கூழ்ப்பொருள்களானமையினல்**, அவற் றின் பருத்த கூழ்ப்பொருள் மூலக்கூறுகளிலும் எளிதான, சிறிய,

பரவக்கூடிய **பளிங்குருப் பொருள்** மூலக்கூறுகளாக (அமினோவமிலங் களும் எளிதான வெல்லங்களுமாக) அவை பிரிக்கப்படுமட்டும், சிறு குடலின் சுவர்களினூடு செல்லமாட்டா. (134-135 ஆம் பக்கங்களில் கூழ்பளிங்கு வேறுதலைப்பற்றிய பரிசோதனைகள் விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.)

ஆதலின், குடலின் சுவர்களினூடு பரவிச் செல்லக்கூடிய பளிங்குருப் பொருள்களின் சிறு மூலக் கூறுகளாகக் கூழ்ப் பொருளின் மூலக் கூறு களை மாற்றிச் சமிபாடானது உணவை உறிஞ்சற்கு ஏற்புடைத்தாகும்.

தன்மயமாக்கலுங் கல்லீரலின் தொழில்களும்

கரையுமியல்புடைய பதார்த்தங்கள் உறிஞ்சப்பட்டபின்பு, சுவாசம் நிகழு கின்ற உடற்கலங்களுக்குக் குருதியருவியாற் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. அங்கே உணவுப் பொருள்கள் முதலுருவோடு ஒன்றுகிவிடுகின்றது; அதாவது அதனுல் **தன்மயமாக்கப்படுமென்பதே.** என்றுலும், முதலாவதாக உணவு கல்லீரலுக்குப் போகின்றது. உணவுக் கால்வாயிலிருந்து வரும் நாளங் களெல்லாம் ஒன்றுகச் சேர்ந்து ஒரு பெரும் நாளம் (கல்லீரல் வாயினுளம்) ஆகின்றன. இப்பெரு நாளம் கல்லீரனினுள்ளே போய் விழுந்து மீட்டும் மயிர்த்துளைக் குழாய்களாகப் பிரிகின்றது. கல்லீரலானது உடலின் சுரப்பி களுள் மிகவும் பருத்த சுரப்பியாகும். உதரக்குழியினுள், பிரிமென்றகட்டுக் கருகே, இரைப்பையின் மேற் பொருந்தி அது இருக்கும். குருதியின் அமைப்பைக் கிரமப்படுத்துதலே அதன் அதிமுக்கியமான தொழிலாகும். உள்ளபடி, உடலின் பிரதானமான பண்டசாலையும் பரிசோதனைச்சாலையும் அதுவேயாம். உதாரணமாக:

1. காபோவைதரேற்றுச் சமிப்பதனுல் உண்டாகும் வெல்லம் முழுவ தும் வாயினுளத்தாற் சிறுகுடலிலிருந்து கல்லீரலுக்குக் கொண்டு போகப் படுகின்றது. இந்த வெல்லம் அவ்வப்போதைய தேவைக்கு அதிகமாக விருக்கும். அதன் பெரும்பாகம் நேரே கல்லீரலினூடு குருதியருவி வழி இழையங்களுக்குச் செல்லுவதில்லை. ஆனுல், **கிளைக்கோசன்** (அல்லது 'விலங்குமாப்பொருள்') ஆகச் **சேமித்து வைக்கப்படுகின்றது.** தலைமைக் குருதியருவியில் வெல்லங் குறையுமானுல் (உதாரணமாக உடற்பயிற்சி செய்தபின்னர்) கல்லீரலிலுள்ள கிளைக்கோசனின் ஒரு பகுதி மீட்டும் வெல்லமாக மாற்றப்பட்டுக் குருதியினுட் செல்கின்றது. இவ்வாறும் இன்னும் வேறு விதமாகவுங் குருதியிலுள்ள வெல்லத்தைக் கல்லீரல் மட்டுப்படுத்துகின்றது.

2. பட்டினி கிடக்கும் மனிதனெருவனுடைய குருதி வெல்லத்தை இயல் பான அளவில் நெடுநாள் வைத்திருப்பதற்குப் போதுமான வெல்லத் தைக் கல்லீரல் சேமித்து வைப்பதில்லை. ஆனுல், வெல்லத்தை வேறொரு விதமாக, அதாவது, வாயினுளமானது அதனிடங் கொண்டுவரும் அமினோ வமிலங்களைப் பிரித்து, உண்டாக்கும். இவ்வமினோவமிலங்கள், அவ்வப்

போதைய தேவைக்கு அதிகமாக இருக்குமிடத்துக் கல்லீரலிற் சேமித்து வைக்கப்படாது, வெல்லத்தையும் அமோனியாவையும் விடுதலையாக்குமாறு பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறுண்டாகின்ற அமோனியா கல்லீரலினுள்ளே சிக்கலான ஒரு முறைப்படி (காபனீரோட்சைட்டோடு அது சேருதலை உள்ளடக்கும் முறைப்படி) **சிறுநீருப்பாக** மாற்றப்படுகின்றது. தீங்கிலாத இந்த நடுநிலைப் பதார்த்தங் குருதியருவியினுள்ளே செலுத்தப் பட்டுப் பின்பு சிறு நீரகங்களினால் **சிறுநீரோடு** கழிக்கப்படுகின்றது. அமினோவமிலங்களெல்லாம் இவ்வாறு பிரிக்கப்படுவதில்லை. அவற்றுட் சில கல்லீரலினூடு சென்று உடலிழையங்கள் பிறவற்றிற் புரதங்களை உண்டாக்கவுபயோகிக்கப்படுகின்றன. ஆயின் சுவாசித்தலில் உபயோகிக்கப்படும் வெல்லத்தின் தோற்றுவாயாகக் காபோவைதரேற்றுணவுகளொடு புரதவுணவுகளும் பயன்படுத்தத் தக்கவையென்பதை நாம் உணர்தல் வேண்டும்.

3. கல்லீரல் **பித்தத்தை** உண்டாக்குகின்றது. சமிபாட்டிற் பித்தம் பங்குபெறுவதைப்பற்றி 120 ஆம் பக்கத்தில் முன்னர் ஆராய்ந்துள்ளோம்.

4. சேர்க்கையெறிகையானது கல்லீரலில் மிக ஊக்கமாக நிகழும். உள்ளபடி, 'வெங்குருதி விலங்குகளில்' வெப்பத்தின் பிரதானமான தோற்று வாய்களுள் இவ்வுறுப்பொன்றுகும்.

சமிபாட்டைப் பற்றிய செயன்முறைவேலை வாயிலே நிகழுகின்ற சமிபாட்டை விளக்கும் பரிசோதனைகள்

(i) நாவின் நுனியில், செம்பாசிச்சாயத்தாளின் சிறு துண்டுகளையும் நீலப்பாசிச்சாயத்தாளின் சிறு துண்டுகளையும் (அல்லது நடுநிலையான செவ்வூதாப்பாசிச்சாயத்தாளின் துண்டுகளை), வைக்க. பெரும்பான்மையோரின் உமிழ்நீர் மிகவும் அற்பமான காரவியல்புடையதென்பதை அவதானிக்க.

(ii) பின்வருமாறு உமிழ்நீர்க் கரைசலொன்றை ஆக்குக. ஒரு முகவையினுள் 50 க. ச. மீ. நீரை இட்டு, ஏறக்குறைய 37° ச. வரை அதனை இளஞ்சூடாக்குக. பின்பு, இந்த இளஞ்சூடான நீரில் ஏறக்குறைய 20 க. ச. மீ. மீற்றரை வாயினுள் விட்டு நன்றாக வாயை அலம்புக. அதன் பின்னர், இன்னொருகால் 20 க. ச. மீ. இளஞ்சூடான நீரை வாயிலெடுத்து ஒரு நிமிடத்துக்குக் குறையாமல் நாவினாலதை அசைந்து கொண்டிருக்கச் செய்க. இந்த உமிழ்நீர்க் கரைசலைச் சுத்தமான ஒரு முகவையுட் சேகரித்து வடிக்க. உம்முடைய பரிசோதனைகளுக்கென்று, ஏறக்குறைய 37° ச. வெப்ப நிலையில் உள்ளவொரு நீர்த்தொட்டியில், உடல் வெப்ப நிலைக்கு வருமாறு, இந்த உமிழ்நீர்க் கரைசலையும் நடுநிலையான 1 ச. வீ. மாப்பொருட் கரைசலையும் வெவ்வேறுகச் சோதனைக் குழாய்களில் எடுத்துச் சூடாக்குக. வெள்ளோடொன்றின் மீது (அன்றேல், வெண்

கடதாசித் துண்டொன்றின் மீது வைக்கப்பட்ட ஒரு கண்ணுடித் தட்டில்) அயடீன் கரைசற்றுளிகளை (நே/20), 80 ஆம் பக்கத்திற் காட்டியிருப்பது போல் இடுக.

(iii) சூடான மாப்பொருட் கரைசலில் ஏறக்குறைய 3 க. ச. மீற்றரை (5/8 அங்குலச் சோதனைக் குழாயில் 1 அங்.) ஒரு சோதனைக் குழாயினுள் எடுத்து அதற்குச் சமகனவளவான இளஞ் சூட்டுமிழ்நீர்க் கரைசலைக் கூட்டுக. நேரத்தைக் குறித்துக் கொண்டு, அதைக் குலுக்கி 37° ச. வெப்ப நிலையிலுள்ள நீர்த்தொட்டியினுள் வைக்க.

30 செக்கன் சென்றபின்னர், கலவையிலொரு துளியைக் கண்ணுடிக் கோலொன்று கொண்டெடுத்து வெள்ளோட்டின் மீதுள்ள அயடீன் துளி யொன்றுடன் கூட்டுக. மாற்றமடையாத மாப்பொருள் இன்னமும் உண் டென்று நீல நிறமும், தெக்கிரின் உண்டென்று செவ்வூதா அல்லது சற்றுச் சிவப்பான நிறமும், மாப்பொருள் முற்றுக நீர்ப்பகுப்புச் செய்யப் பட்டுளதென்று பேறின்மையுங் காட்டும். இவ்வாறு அயடீனுடன் நிற மாற்றங் காட்டாதிருக்குமட்டும் 30 செக்கனுக்கொருதரம் இக்கலவையில் ஒரு துளியை எடுக்க.[1] நிமிடங்கள் 2 செல்லுமுன்பு இந்நிலை வந்தெய்து மாயின், உமிழ்நீர்க் கரைசலின் ஒரு பகுதிக்கு அதே கனவளவான நீரைக் கூட்டி அதை ஐதாக்கிப் பரிசோதனையை மீட்டுஞ் செய்க.

(iv) அயடீனுடன் நிறமற்ற நிலை வந்தெய்தியதும், சமகனவளவான ஐதாக்கப்பட்ட பேலிங்கின் கரைசலை (1/5) கூட்டிக் கொதிநீர்த் தொட்டி யொன்றில் வைத்துச் சூடாக்குக. தாழ்த்தும் வெல்லமுண்டென்று குப்பிரசொட்சைட்டின் சிவந்த வீழ்படிவு காட்டும். இதுவேனிவ்வாறெனில், உமிழ்நீரிலுள்ள **தயலின்** என்னும் நொதிச்சத்தானது மாப்பொருளை மோற் றேசாக மாற்றி அதன் சமிபாட்டைத் தொடக்குதல் மாத்திரஞ் செய்யும். இந்த மோற்றேசு பின்னர் குளுக்கோசாகச் சிறு குடலில் நீர்ப்பகுப்புச் செய்யப்படும்.

(v) மாப்பொருட் கரைசலைக் கூட்டு**முன்னர்,** கொதிக்கவைத்த ஐதான உமிழ்நீர்க் கரைசலை உபயோகித்துப் பரிசோதனைகளை மீட்டுஞ் செய்க. நீர் பெறுகின்ற பேறுகளிலிருந்து எவ்வெவ் முடிபுகளுக்கு வருவீர் ?

இரைப்பையினுள்ளே நிகழுகின்ற சமிபாட்டை விளக்கும் பரிசோதனைகள்

(i) பெச்சினுல் நிகழுகின்ற புரதத்தின் சமிபாட்டைக் காட்டுதல். 1 சத வீதப் பெச்சின்[2] கரைசலில் 4 க. ச. மீ. மீற்றரை ஒரு சோதனைக் குழாயினுள்

---

[1] அடுத்துவரும் சோதனைகளுக்கிடையில் நீர்க் குழாய் வாயிலின் கீழ்க் கண்ணுடிக் கோலைக் கழுவுக.

[2] வேறு சில நொதிச்சத்துக்களைப் போலப் பெச்சினை உணவுக்காகக் கொல்லப்படும் விலங்கு களின் இரைப்பைகளிலிருந்து எடுத்துக் காய்ந்த திண்மமாகச் சேமித்து வைக்கலாம்.

எடுத்து அதற்கு 1 சத வீத ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தில் 1 க. ச. மீற்றரைக் கூட்டுக. (க. ச. மீ. அளவான சத வீத ஐதரோகுளோரிக் கமிலம் இப்பொழுது 5 க. ச. மீ. அளவுக்கு ஐதாக்கப்பட்டிருக்கின்றது. எனவே, இக்கலவையிலுள்ள ஐதரோகுளோரிக்கமிலம் 0·2 சத வீத மாகும். அதாவது, மனித இரைப்பைச் சாற்றிலுள்ள சத வீதமாகும்.) கழுவப்பட்ட வெண்மீன் தசைச் சிறு துண்டொன்றைக் கூட்டுச் சோதனைக் குழாயை 37° ச. வெப்பநிலையிலுள்ள நீர்த்தொட்டியில் வைக்க. (சிறிய மீன் துண்டை உபயோகித்தால் அது முற்றுகக் கரைந்துவிடும். அப்பொழுது புரதத்தை நொதிச்சத்து தாக்குதலைப் பற்றி ஐயத்துக்கிடமில்லை. பெரிய மீன் துண்டை உபயோகித்தால் அது முழுவதும் கரையாது. நேரே பார்த்து அதனில் ஒரு பகுதிதானுங் கரைந்ததோவென்று நிச்சயிக்க முடியாது.) இடையிடையே (இரைப்பையின் அசைவுகளையொப்பச் செய்வது போல்) குலுக்கிப் புரதம் படிப்படியாகக் கரைவதை, அதாவது பெச்சி ஞல் அது சமித்தலை அவதானிக்க. முடிவிலிருக்கும் கரைசலை வடித்து இரு சமபங்குகளாகப் பிரிக்க. ஒரு பாதிக்கு 2 துளி 1 சதவீதச் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசல் கூட்டப்பட்ட 40 சத வீதச் சோடிய ஸைதரொட்சைட்டுக் கரைசல் 2 க. ச. மீற்றரைச் கூட்டுக. சிறப்பியல்பான செவ்வூதா நிறந் தரும் பயூரேத் தாக்கம், (ஆம் பக்கங்களைப் பார்க்க) கரைந்தாங்கு புரதங்கள் உண்டென்பதைக் காட்டும். மற்றப் பாதிக்கு 1 சத வீதப் பித்தவுப்புக் கரைசலை (அல்லது எருத்துப் பித்தக் கரைசலை) கூட்டுக. முற்றுய்ச் சமியாத புரதத்தின் வெள்ளை வீழ்படிவு உண்டாகும். (பித்தவுப்புக்கள் சிறு குடலிற் புரத்தியோசுக்களைப் படிவுவீழ்த்துவதால் உணவிலுள்ள புரதங்களின் சமிபாட்டைப் பூரணமாக்குதற்குச் சைதையச் சாற்றுக்கு வாய்ப்பளிக் கின்றன.)

(ii) இரெனின் பாலைத் தாக்குவதைக் காட்டுதல். தூயபசுப் பாலில் 5 க. ச. மீற்றரைச் சோதனைக் குழாயொன்றனுள் எடுத்து அதற்கு 2க. ச. மீ. இரெனின் கரைசலை (உதாரணமாக, ' இரெனிற்றுச் சத்தை ') கூட்டுக. குழாயைக் குலுக்கி 37 ச. வெப்பநிலையிலுள்ள நீர்த் தொட்டியுள் 5 நிமிடத்துக்கு வைக்க. **உறைவு**ண்டாவதையும், குழாயைக் கவிழ்த்தாற் பால் வெளியோடாதிருப்பதையும் அவதானிக்க. பாலிலுள்ள **கேசீனும்,** அதனேடு கீழே கொண்டு போகப்படுகின்ற **பாற் கொழுப்பும்** சேர்ந்துண்டா னதே இவ்வுறைவு. சோதனைக் குழாயை மீட்டும் 37° ச. வெப்பநிலையி லுள்ள நீர்த்தொட்டியினுள் ஒரு மணி நேரம் வைக்க, உறைவு படிப்படி யாகச் சுருங்கிப் **பிரையெனும்** ஒரு வெண்டிரவத்தைப் பிதுக்கி வெளியே தள்ளும். (பாலைப் பாற்கட்டியாக்கும் முறையின் முதற்படியாகுமிது.) பாலைக்குடித்தால் இதே மாற்றம் இரைப்பயினுள்ளும் நிகழுகின்றது. விரை வாகப் பாலைக் குடித்தால் அது மிகவும் மெல்லமெல்லவே சமிக்கின்ற பருத்த, உரமான, உறைந்தவொரு திணிவாகும். ஆதலின், கொஞ்சங் கொஞ்சமாக உறிஞ்சி மெல்ல மெல்லவாக (வைக்கோற் குடிகுழாய் கொண்டு

உறிஞ்சிக் குடித்தால் அது இன்னும் விசேடமானது) குடித்தல் வேண்டும். அப்படிக் குடித்தால், இலேசாகச் சமிக்கக்கூடிய இளக்கமான தயிர் இரைப்பையினுள் உண்டாகும்.

(iii) **கொதிக்கவைத்தால் இரெனின் அழிந்து போகுமெனக் காட்டுதல்.** சென்ற பரிசோதனையைக் கொதிக்கவைத்த இரெனின் கரைசல் 1க. ச. மீற்றரை உபயோகித்துத் திருப்பிச் செய்க. உறைவுண்டாகாதிருப்பதிலிருந்து, இரெனின் (மற்றெல்லா நொதிகளையும் போல்) கொதிக்க வைத்ததனால் அழிந்து போயிற்றென்பது புலனாகின்றது.

பித்தத்தைக் கொண்டு பரிசோதனைகள்

நீரின் மேற்பரப்பிழுவிசையைப் பித்தம் எவ்வாறு தாழ்த்துகின்றதெனக் காட்டுதல். பின் வரும் பரிசோதனைகளை ஐதான எருத்துப்பித்தத்தோடு[1] (9 பங்கு கனவளவு நீரில் 1 பங்கு கனவளவு பித்தத்தோடு), அல்லது பித்தவுப்புக்களின் 1 சதவீதக் கரைசலோடு நடத்தலாம்.

(அ) 100 க. ச. மீ. கண்ணாடி முகவைகளிரண்டை எடுக்க. ஒன்றனுள் 10 க. ச. மீ. காய்ச்சி வடித்த நீரையும், மற்றதனுள் 10 க. ச. மீ. பித்தக் கரைசலையும் விடுக. முகவையொவ்வொன்றிலுமுள்ள திரவமேற்பரப்பின் மீது கொஞ்சக் கந்தகப் பூவைத் தூவி, முகவைகளை மெதுவாக ஆட்டுக. கந்தகத்தின் மிகவும் நுண்மையான துணிக்கைகள் தூய நீரின் மேற்பரப்பில், அதன் மேற்பரப்பிழுவிசை ஏற்றமானதாகையால் மிதந்து கொண்டிருக்கும். நீரின் மேற்பரப்பிழுவிசையைப் பித்தவுப்புக்கள் தாழ்த்திவிட்டமையினாற் கந்தகம் பித்தக்கரைசலில் அமிழ்ந்து போகின்றது.

(ஆ) ஒத்தவிரு வடிதாள்களை மடித்து இரண்டு வடிபுனல்களினுள்ளே வைத்து, ஒன்றைத் தூய நீரினாலும் மற்றையதைப் பித்தக் கரைசலினாலும் ஈரமாக்குக. அதன் பின்னர், ஒவ்வொரு வடிதாளின் மேலும் 1 க. ச. மீ. தாவர நெய்யை (உதாரணமாகத் தேங்காய் நெய்யை) ஊற்றிச் சில மணி நேரம் அப்படியே இருக்க விடுக. தூய நீரினால் ஈரமாக்கப்பட்ட வடிதாளினூடு, நெய்—நீரினது மேற்பரப்பின் மேற்பரப்பிழுவிசை ஏற்றமானதாதலினால், நெய் செல்லாதென்பதை அவதானிக்க. எனினும், பித்தக் கரைசலினால் ஈரமாக்கப்பட்ட வடிதாளினூடு நெய் மெல்ல மெல்லச் செல்லக் காணலாம். இதனிலிருந்து, பித்தவுப்புக்கள் மேற்பரப்பிழுவிசையைக் குறைக்குமென்பது தெரியக்கிடக்கின்றது. நெய்களை நுண்டுளிகளாகக் **குழம்பு**ண்டாகுமாறு பிரித்தலில் இவ்வுண்மை முக்கியமான இடத்தைப் பெறுகின்றது. கொழுப்புக்களின் சமிபாட்டிலும் உறிஞ்சலிலும் பித்தத்துக்குரிய பிரதானமான ஒரு தொழிற்பாடாகும் இது.

---

1 அபற்றொயிரிலிருந்து பெறப்பட்டது.

குழம்புகளைக் கொண்டு பரிசோதனைகள்

அ, இ, உ, எ என்னும் நான்கு சோதனைக் குழாய்களை எடுத்து, ஒவ்வொன்றினுள்ளுந் தேங்காய் நெய் போன்ற தாவர நெய்யில் 10 துளிகளையிடுக. **அ** இற்கு 10 க. ச. மீ. காய்ச்சி வடித்த நீரைக் கூட்டுக. **இ** இற்கு, மனிதச் சதையச் சாற்றிலுள்ளளவு காரம் ஏறக்குறைய இருக்கத்தக்கதாய், 5 க. ச. மீ. காய்ச்சி வடித்த நீரையும் (1 சதவீதச்) சோடியங் காபனேற்றுக் கரைசல் 5 க. ச. மீற்றரையுங் கூட்டுக. **உ** இற்கு 10 க. ச. மீ. அளவான 1 சதவீதப் பித்தவுப்புக் கரைசலைக் கூட்டுக. **எ** இற்கு 5 க. ச. மீ. அளவான 1 சதவீதச் சோடியங்காபனேற்றுக் கரைசலையும் 5 க. ச. மீ. அளவான 1 சதவீதப் பித்தவுப்புக் கரைசலையுங் கூட்டுக. நான்கு குழாய்களையும் பலமாகக் குலுக்கிச் சோதனைக் குழாயேந்துதானத்திலே நிற்கச் செய்க. ஒவ்வொரு குழாயிலுமுள்ள நெய்யானது குலுக்குதலினால் அதி நுண்டுளிகளாகப் பிரிக்கப்பட, அத்துளிகள் திரவத்திலே தொங்கிக் கிடந்து **குழம்பாகின்றன.** என்றாலும், கொஞ்ச நேரங் குழாய் **அ** ஆனது அப்படி நிற்க, நெய்த் துளிகள் ஒன்று சேர்ந்து மேற்பரப்புக்கு எழுந்து வேறானவொரு படையாகின்றன. அதாவது, குழம்பு **நிலையற்றது** என்க. **இ** இனிலோ குழம்பு **நிலையானது.** ஏனெனில், காரமானது நெய்த்துளிகளைச் சூழவொரு பாதுகாப்புப் படலத்தைத்தருகின்ற சிறிதளவு சவர்க்காரமாகின்றது. (சதையச் சாறு, காரமானதாதலின், நெய்களையுங் கொழுப்புக்களையும் நுண்டுளிகளாகப் பிரிக்க உதவுகின்றது.) **உ** இனில், நெய்யினுக்கும் நீரினுக்குமிடையிலுள்ள மேற்பரப் பிழுவிசையைப் பித்தவுப்புக்கள் தாழ்த்துகின்றனவாதலினால் நிலைத்த குழம்புண்டாகின்றது. **எ** இனில், காரமும் பித்தவுப்புக்களும் (இரண்டுஞ் சிறு குடலிலுள்ளவை) ஒருங்கு தாக்குதலினால், மிக்க உறுதியான குழம்புண்டாகின்றது.

சதையச் சமிபாட்டை விளங்க வைக்கும் பரிசோதனைகள்

மாப்பொருளைச் சதையச் சாறு தாக்குதலைக் காட்டுதல். சதையச் சாற்றிலுள்ளதும் மாப்பொருளைப் பிளக்கவல்லதுமாகிய **அமிலேசு** என்னும் நொதியானது சில உப்புக்கள் உடனிருந்தாலன்றிச் செவ்வையாகத் தாக்கஞ் செய்யமாட்டாது. ஆகவே, மாப்பொருளின் சமிபாட்டைப் பற்றிய இப் பரிசோதனைகளுக் கென்று "சதையக் கரைசலை" ஆக்குமிடத்து, 0·8 கிராம் சோடியங் குளோரைட்டையும், 1·2 கிராம் சோடியம் பொசுபேற்றையும் ($Na_2HPO_4 = .12H_2O$) ஒவ்வொரு 100 க. ச. மீ. 'சதையக் கரைசலுக்குங்' கூட்டுக. சோதனைக் குழாயொன்றினுள்ளே 3 க. ச. மீ. 'சதையக் கரைசலை'யும், 3 க. ச. மீ. அளவான 1 சதவீத மாப்பொருட் கரைசலையும், 2 க. ச. மீ. அளவான 2 சதவீதச் சோடியங் காபனேற்றுக் கரைசலையும் ஊற்றுக. குழாயைக் குலுக்கி 37° ச. வெப்ப நிலையிலுள்ள நீர்த்தொட்டியொன்றுள் வைக்க. நிமிடத்துக்கொரு தரம் கலவைத்

துளிகளை எடுத்து வெள்ளோட்டின் மீது அயடீன் கரைசற்றுளிகள் கொண்டு உமிழ்நீர்ச் சமிபாட்டுப் பரிசோதனைகளிற் செய்தது போல், மாப்பொருளுண்டாவென்று சோதிக்க. (நன்கு கவனிக்க.—காரக் கரைசலிலுள்ள அயடீனேடு மாப்பொருள் நீல நிறங் காட்டாதாதலின், ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலங்கொண்டு அமிலமாக்கப்பட்ட நே/20 அயடீன் கரைசலை உபயோகிக்க.) 20 நிமிடஞ் சென்றபின்னர் ஐதாக்கப்பட்ட பேலிங்கின் கரைசல் சிறிதைக் கூட்டி., கொதிக்கும் நீர்த்தொட்டியிற் சூடாக்குக. மஞ்சள் அல்லது செம்மஞ்சள் நிறமான வீழ்படிவுண்டாகுதல் தாழ்த்தும் வெல்லமாக மாப்பொருள் மாற்றப்பட்டதென்பதைக் காட்டும்.

புரதங்களைச் சதையச் சாறு தாக்குதலைக் காட்டுதல். 3 க. ச. மீ. அளவான 1 சதவீதச் 'சதையக் கரைசலையும்' (சோடியங் குளோரைட்டாவது சோடியம் பொசுபேற்றுவது கலவாக் கரைசலை), 3 க. ச. மீ. அளவான 1 சதவீதச் சோடியம் காபனேற்றுக் கரைசலையும் ஒரு சோதனைக் குழாயினுட் கலந்து 37° ச. வெப்பநிலையிலுள்ள நீர்த் தொட்டியில் வைக்க. மீனின் கழுவப்பட்ட வெண்டசைத் துண்டொன்றைச் சேர்த்து (சிறு குடலின் அசைவுகளை ஒத்திருக்கும் பாண்மையாக) இடையிடையே குலுக்குக. படிப்படியாகப் புரதங் கரைகின்றதை அதாவது, சதையச் சாற்றிலுள்ள திரிச்சின் அதனைச் சமிக்கச் செய்வதை அவதானிக்க.

கரைசலை வடித்து இரண்டு சமபங்குகளாகப் பிரிக்க. ஒன்றுக்கு 2 துளி செப்பச் சல்பேற்றுக் கரைசல் சேர்க்கப்பட்ட 2 க. ச. மீ. அளவான 40 சத வீதச் சோடியமைதரொட்சைட்டைக் கூட்டுக. இளஞ் சிவப்புநிறம் உண்டாதலிலிருந்து புரதத்தின் சமிபாட்டைப் பெச்சினிலும் ஒரு படி மேலாகத் திரிச்சின் கொண்டு செல்லுகின்றதென்று விளங்கக் கிடக்கின்றது. (புரதங்களைப் புரத்தியோசுக்களும் பெத்தோன்களுமாகப் பெச்சின் மாற்றுகின்றது. இவை பயூரேச் சோதனையிற் செவ்வூதா நிறத்தைக் காட்டும். திரிச்சினுனது புரதங்களைப் **பல்பெத்தைட்டுக்களும் அமினேவமிலங்களுமாக** மாற்ற, பல்பெத்தைட்டுக்கள் பயூரேச் சோதனையில் இளஞ் சிவப்பு நிறங் காட்டும்.) வடித்த திரவத்தின் மற்றைப் பாதிக்கு 1 சதவீதப் பித்தவுப்புக் கரைசல் சில துளிகளைக் கூட்டுக. புரத்தியோசுக்களில்லையென்பதற்கு அடையாளமாக வீழ்படிவில்லாதிருக்கும். (128-9 ஆம் பக்கத்திற் கூறப்பட்டுள்ள பெச்சின் சமிபாட்டிலிருந்து வந்த வடிந்த திரவத்தோடு செய்த இதனையொத்த பரிசோதனையில், புரத்தியோசுக்கள் உண்டாகுமட்டுமே புரதங்களைப் பெச்சின் சமிக்கச் செய்யுமென்று காட்டும் வீழ்படிவொன்றுண்டாயது.)

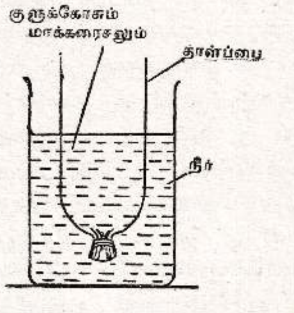
கொழுப்புக்களை இலிப்பேசு தாக்குதலைக் காட்டுதல். 15 க. ச. மீ. அளவான (மிகவும் நுண்மையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ள கொழுப்புள்ள) நறிய பசுப்பாலை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்து, அதற்கு 1 சத வீதப் பினேத்தலீன் கரைசல் சில துளிகளைக் கூட்டுக. அதன் பின்னர், 1

சத வீதச் சோடியங் காபனேற்றுக்கரைசலைத் துளித்துளியாக இட்டு கலவை சற்றே காரமானதென்று காட்டும் நிலைத்த இளஞ் சிவப்பு நிறம் வருமட்டுங் குலுக்குக. **அ, இ, உ** என்னும் மூன்று சோதனைக் குழாய்கள் ஒவ்வொன்றுள்ளும் 5 க. ச. மீ. கலவையை ஊற்றி அக் குழாய்களை 37° ச. வெப்ப நிலையிலுள்ள நீர்த் தொட்டியில் வைக்க. 1 சதவீதச் சதையைச் சாற்றில் 5 க. ச. மீ. எடுத்து அதற்கு 1 சத வீதச் சோடியங் காபனேற்றுக் கரைசலைத் துளித்துளியாக, மட்டுமட்டாக இளஞ்சிவப்பு நிறம் வருமட்டுங் கூட்டி அதைச் சற்றே காரமானதாக்குக. **அ** இலுள்ள காரமான பாலுக்கு 2 க. ச. மீ. நீரைக் கூட்டுக. **இ** இற்கு 2 க. ச. மீ. காரமான 'சதையச் சாற்றைக்' கூட்டிக் குலுக்குக. **உ** இற்குக் கொதிக்கவைத்த காரமான 'சதையச் சாறு' 2 க. ச. மீ. கூட்டுக. குழாய் **இ** ஆனது தன் இளஞ் சிவப்பு நிறத்தை விரைவில் இழக்கும். அதனால், இலிப்பேசு பாற்கொழுப்பைக் கிளிசரீனுங் கொழுப்பமிலமுமாகப் பிரிக்கத் தொடங்கிவிட்டதென்று விளங்கக் கிடக்கின்றது. கலவையிலுள்ள சோடியங் காபனேற்றைக் கொழுப்பமிலம் நடுநிலைப்படுத்தக் கலவை அமிலவியல்பினதாகின்றது. **இ** இற்குத் துளித்துளியாக 1 சதவீதச் சோடியங் காபனேற்றுக் கரைசலை, மீட்டும் அது இளஞ்சிவப்பு நிறமாகுமட்டும், மேலுங் கூட்டி, நீர்த் தொட்டியினுள் மறுபடியும் வைக்க. பாற்கொழுப்பை இலிப்பேசு தாக்கக் கொழுப்பமிலம் மேலும் விடுதலையாக்கப்படும். அப்பொழுது இளஞ் சிவப்பு நிறம் விரைவில் அற்றுப்போகும். குழாய் **உ** ஆனது இளஞ்சிவப்பு நிறமாகவே இருக்கும். அதனிலிருந்து கொழுப்பைப் பிளக்கும் நொதி கொதிக்கவைத்ததனால் அழிந்து போயிற்றென்று தெரியவருகின்றது.

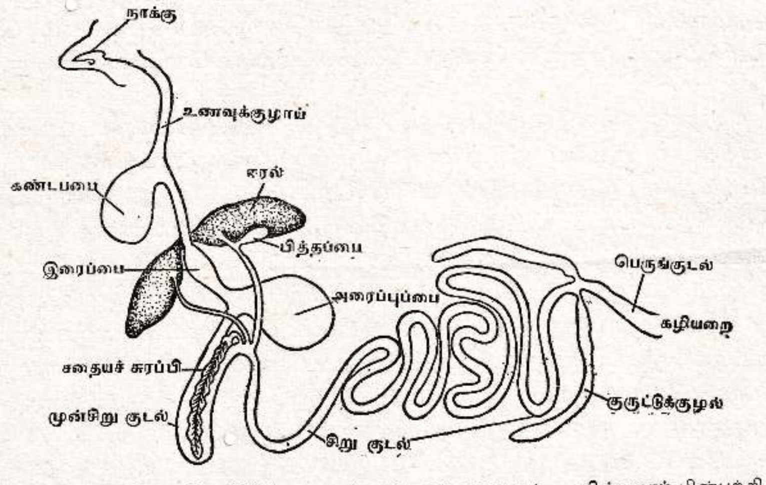
எளிதாக நொதிதாக்கக்கூடிய மிகவும் நுண்மையான துளிகளாக (அதாவது, **குழம்பு** வடிவமாக) பாலிலே கொழுப்புண்டாதலின், அது மேற்கூறிய பரிசோதனையில் உபயோகிக்கப்பட்டது. வேறு கொழுப்புக்களையும் நெய்களையும் உபயோகிக்கலாமெனினும், கொழுப்பானது நுண்மையாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்காதவிடத்துச் சமிபாடு மிகவும் மெல்ல மெல்லவே நிகழும். பாலுக்குப் பதிலாக முட்டை மஞ்சட்கருவாலான குழம்பொன்றை (9 கனவளவுப் பங்கு நீருடன் 1 கனவளவுப் பங்கு முட்டை மஞ்சட்கருவைக் கூட்டிக் குலுக்கியெடுத்த குழம்பினை) உபயோகிக்கலாம். தேங்காய் நெய் போன்றவொரு தாவர நெய்யோடு இதனையொத்த ஒரு பரிசோதனையை நடத்துதற்கு, ஈரமிலாத சோதனைக் குழாயினுள்ளே 5 க. ச. மீ. தனியற்கோலை எடுத்து, அதற்கு 10 துளி நெய்யைக் கூட்டித் தெளிந்த கரைசல் வருமளவும் மெல்லவாக இளஞ்சூடாக்குக. இந்த அற்கோல் சேர் நெய்க்கரைசலை 10 க. ச. மீ. நீரினுள் ஊற்றுக. பால் மயமான குழம்பாகின்ற மிகவும் நுண்மையான துளிகளாக இந்த நெய்யானது கரைசலுக்குப் புறத்தே தள்ளப்படுகின்றது.

பரவல் பற்றிப் பரிசோதனைகள்.

'சோசேச்சுத் தோற்' கடதாசியொன்றை அல்லது செலோப்பேன் பை யொன்றை யெடுத்து அதன் மூன்றிலொரு பாகத்தை 1 சதவீத மாப்பொருட் கரைசலினால் நிரப்பி மற்றை மூன்றிலிரண்டு பாகத்தையும் 5 சதவீதக் குளுக்கோசுக் கரைசலினால் நிரப்புக. நிரப்பியதை ஒடுக்கமான வொரு சாடியுள், அல்லது முகவையுள் நிறுத்துக (41 ஆம் உருவம்). 20 நிமிடஞ் சென்ற பின்னர், சில க. ச. மீ. நீரை முகவையிலிருந்து ஒரு சோதனைக் குழாயினுட் பெய்து, ஒரு துளி அயடீன் கரைசலை அதற்குக் கூட்டுக. நீல நிறமுண்டாகாது. அதனிலிருந்து, மாப்பொருள் (கூழ்ப் **பதார்த்தம்) கூழ்பளிங்கு வேறுகல்** முறைப்படி சவ்வினூடே வெளிப் போகவில்லையென்று தெரிகின்றது. இன்னும் 2–3 க. ச. மீ. நீரை முகவையிலிருந்து பெய்தெடுத்து பேலிங்கின் கரைசல் கொண்டு குளுக்கோசுண்டாவென்று சோதித்தறிக. சவ்வினூடு, கூழ்பளிங்கு வேறுதல் முறைப்படி, எஞ்சியிருக்குங் குளுக்கோசு (பளிங்குருவப் பொருள்) புறத்தே சென்றதெனக் குப்பிரசொட்சைட்டின் செவ்வீழ்ப்படிவு காட்டுகின்றது. முக



உருவம் 41. நுகைவு



உருவம் 42 : வீட்டுக் கோழியின் உணவுக் கால்வாய் வரைபடம் — **பிஞ்சரைப் பின்பற்றி**

வையினுள்ளே எஞ்சியிருக்கும் நீருக்குச் சில துளி அயடீனைக் கூட்டி அரை மணி நேரம் அதை ஒரு புறம் வைக்க. சவ்வினுள்ளே நீல நிறந் தோற்றுவதிலிருந்து அயடீன் (பளிங்குருவப் பொருள்) சவ்வினூடு

கூழ்பளிங்கு வேறுதல் முறைப்படி சென்றுவிட்டதென்று தெரிகின்றது. சூழ்ந்திருக்கும் நீரில் நீல நிறந் தோற்றுது. இதனால், சவ்வினூடு கூழ் பளிங்கு வேறுதல் முறைப்படி கூழ் மாப்பொருள் புறத்தே செல்ல வில்லையென்று தெரிகின்றது.

ஆதலின், சமிபாடானது உணவை உறிஞ்சற்கு ஏற்றவகையிற் பின் வரும் 3 விதமாகப் பக்குவஞ் செய்கின்றது. அவையாவன, (i) கரையு மியல்பற்ற பொருள்களைக் கரையுமியல்புடைய பதார்த்தங்களாகவும் (உதா ரணமாக மாப்பொருளை வெல்லமாகவும்), (ii)கூழ்ப் பொருள்களின் பருத்த மூலக்கூறுகளைப் பரவுமியல்புடைய பளிங்குருவப் பொருள்களின் சிறிய மூலக்கூறுகளாகவும் (உதாரணமாகப் புரதங்களை அமினோ வமிலங்களாகவும், (iii) கரையுமியல்புடைய பதார்த்தங்களை இழையங்களுக்கு வந்த பதார்த்தங்களாகவும் (உதாரணமாக மோற்றோசைக் குளுக்கோ சாகவும்) மாற்றுதலாககும்.

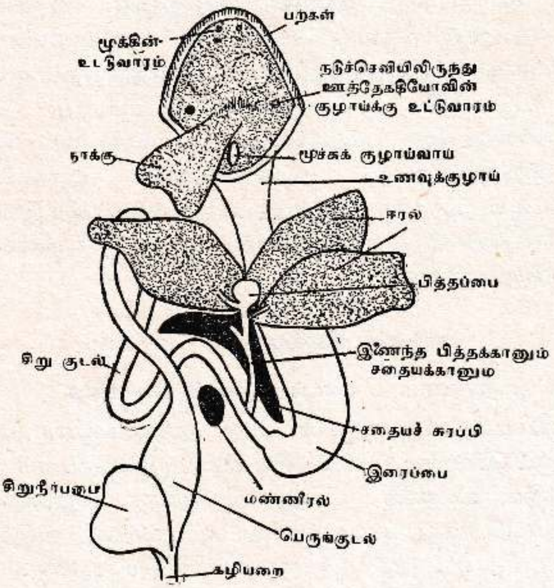
மற்றை விலங்குகளிற் போசணை

பறவைகளில் (உதாரணமாக மாடப் புறுவில்) போசணை

பறவைக்குப் பல்லில்லையாதலின் அது தன்னுணவை மென்று தின் றது வாய்க்குட் சென்றவுடனும் அதனை விழுங்குகின்றது. எனவே, பறவை யின் உமிழ்நீர் உணவை நனைத்து இலகுவாக விழுங்கத் தக்கதாக்கு மெனினும், காபோவைதரேற்றுக்களின் சமிபாட்டுக்கு உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி களாற் பயன் சிறிதே. உணவுக் குழாய் வழியே உணவு கீழ்முகமாக அனுப்பப்படுகின்றது. இந்த உணவுக் குழாயின் பிற்பக்கமானது தற்காலிகமாக உணவு சேர்த்து வைக்கப்படுதற்கான, மென்சுவருடைய பருத்த கண்டப் பையாக விரிந்திருக்கும். அதன் பின்பு, கொஞ்சங் கொஞ்சமாக இரைப் பையினுள்ளே உணவு போய்ச் சமிபாட்டுச் சாறொன் றைப் பெற்றுக் கொண்டு, (பெரும் பான்மையான பறவைகளில்) அரை வைப் பையினுட் செல்கின்றது. இந்த அரைவைப் பையின் தசைச் சுவர்கள் மிகவும் பலமானவை. அதனுள்ளே உணவை அரைப்பதற்குச் சிறுகற்களுண்டு (42 ஆம் உருவம்). நீண்டு மிகவளைந்துள்ள சிறு குடல் கல்லீரலோடுஞ் சதையத்தோடுங் கான்களினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இச்சுரப்பிகளிலிருந்து பித்தத்தையும் சதையச்சாற்றையுஞ் சிறுகுடல் பெறு கின்றது. பெருங் குடலோ குறுகியது. சிறு நீர்க் கானும் இனப்பெருக்கக் கானும் வந்து விழுகின்ற கழியறையில் அது முடிகின்றது. சமித்தல் உறிஞ்சல், தன்மயமாக்கல் என்பனவற்றின் விவரங்கள் பறவைகளிலும் முலையூட்டிகளிலும் பெரிதும் ஒத்துள. பறவைகளின் சமிபாட்டுத் தொகுதி கள் மிக்க திறமையாக இயங்குபவை. கழிவுப் பொருள்களாக அவை வெளிபோக்குகின்ற மலம் குறைவாகவேயிருக்கும்.

ஈருடகவாழ்வனவற்றில் (தவளை போன்றவற்றில்) போசணை

வாய்க் குழியின் முற்புறத்தோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் நீண்டவொரு நாக்கு தவளைக்குண்டு. இந்த நாக்கை அது வாயினுக்கு வெளியே சடுதியாக நீட்டிச் சிறு விலங்குகளை (பூச்சி, புழு, நத்தை போன்றவற்றை)



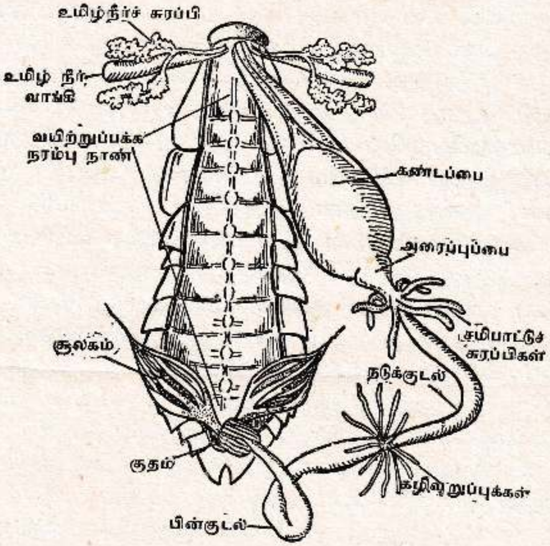
உருவம் 43 : தவளையின் உணவுக் கால்வாய் (வரைபடம். **அற்றுபீல்டைப்** பின்பற்றி).

ஒட்டுமியல்புள்ள அதன் நுனி நாக்கிரைப் பிடித்து நாக்கை வாயினுள்ளே இழுக்கின்றது. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் அதற்கில்லை; உணவை முழுமை யாகவே அது பொதுவாக விழுங்குகின்றது. உணவுக் குழாய் வழியே கீழ்நோக்கி இரைப்பையினுள்ளே உணவு தள்ளப்பட்ட பின்னர் அதை இரைப்பைச் சாறு தாக்க, அது மென்மையான கூழாகி ஒரு தசை வளை யத்தினூடு சிறு குடலினுட் செல்லுகின்றது. பித்தப்பையிலிருந்து எழு கின்ற பித்தக் கான் சிறு குடல் தொடங்குமிடத்திலே அதனுள் வந்து விழுகின்றது. சதையக் கான்களும் பித்தக் கானொடு வந்து தொடுக்கின்ற வாதலின், பித்தச் சாறு சதையச் சாறிரண்டும் சிறுகுடலினுள்ளே ஒரே கானூடாக வந்து சேருகின்றன (43 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). சிறு குடலானது, மிக வளைந்திருக்கும் நீண்ட ஒடுக்கமான ஒரு குழாயாதலின், உறிஞ்சலுக்கு விசாலமான மேற்பரப்பை அளிக்கின்றது. இதனோடொத்துப்

பார்க்குமிடத்துக் குட்டையாகவிருக்கும் பெருங்குடலாக இது அகல்கின்றது. சிறுநீர்க்கானும் இனப் பெருக்கக்கானும் வந்து விழுகின்ற கழியறையூடே மலம் வெளிப்போக்கப்படுகின்றது. தவளையின் கண்ணே நிகழுகின்ற சமித்தல், உறிஞ்சல், தன்மயமாக்குதல் என்பனவற்றில் ஏற்படுகின்ற இரசாயன மாற்றங்கள் முலையூட்டிகளிலும் பறவைகளிலும் நிகழுகின்றனவற்றைப் பெரிதும் ஒத்துள.

மீன்களிற் போசணை

மீன்களிலே நிகழுஞ் சமிபாடு தவளையில் நிகழுஞ் சமிபாட்டை நனியொத்தது. மீன்களுக்குப் பற்களும் அசைக்கத்தக்க தாடைகளும் உண்டு. உணவானது வாயில் உட்கொள்ளப்பட்டுத் தசை வளையமொன்றினூடாக உணவுக் குழாயினுள்ளே செலுத்தப்படுகின்றது. இவ்வாறு உணவு செல்லுகின்ற வழியிற் செவுட் பிளவுகளினூடு வெளியே அது போகாது தடுப்பதற்குச் சீப்பைப் போன்ற **செவுள்வாரிகள்** உண்டு. சமிபாட்டுறுப்புக்களின் பொதுவொழுங்கையும் சமித்தல் உறிஞ்சல் முறைகளையும் பொறுத்தவரை மீனுக்குந் தவளைக்கும் அடிப்படையான வேற்றுமையில்லை (மூன்றும் நூலின் மூன்றும் அதிகாரத்தையும் பார்க்க).



உருவம் 44 : பெண் கரப்பான் பூச்சியின் சமிபாட்டுத் தொகுதியும், இனம்பெருக்குந் தொகுதியும் (போர்னேயைப் பின்பற்றி).

மொலக்காப்பிராணியில் (உதாரணமாக நத்தையில்) போசணை

நத்தைக்கு வாயின் கூரையிற் கொம்பன்ன கடினமான தாடைத் தகடும், வாயின் தளத்தில் அரம் போன்ற ஒரு 'நாக்கு'முண்டு.

பிற்புறம் நோக்கியிருக்கும் ஆயிரக்கணக்கான நுண் 'பற்கள்' 'நாக்கை' மூடியிருக்கும். வளையுந் தன்மையுடைய இந்த 'அரத்தை'த் தானுண்ணுந் தாவரத்தின்மீது வைத்து முன்னும் பின்னுமாக இழுக்கும். நுண் கூறுகளாக இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட உணவு, வாயினுள்ளே உமிழ்நீருடன் கலக்கப்பட்டு, உணவுக் குழாய் வழியாக, மென் சுவரையுடைய பருத்த கண்டப் பையினுட் செலுத்தப்படுகின்றது. அங்கிருந்து அது ('கல்லீரலினுள்ளே' பதிந்து கிடக்கும்) இரைப்பைக்குஞ் சிறு குடலுக்கும் போகின்றது. சமியாதிருக்கும் எச்ச உணவு பெருங் குடலினூடு குதத்துக்கு அனுப்பப்படுகின்றது (113 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

பூச்சிகளில் (உதாரணமாகக் கரப்பான் பூச்சியில்) போசணை

உண்ணும் பழக்கங்களைப் பொறுத்தமட்டிற் பூச்சி தம்முட் பெரிதும் வேற்றுமைப்படுகின்றன. அவை கொள்ளும் உணவுக்கேற்ப அவற்றின் வாயுறுப்புக்களுஞ் சமிபாட்டுறுப்புக்களும் திரிவடைந்துள. கரப்பான் பூச்சியை மாத்திரம் ஓருதாரணமாகக் கொள்வோம்.

கரப்பான் பூச்சியானது தன் வாயின் மூன்று சோட்டுப் பகுதிகளாலும் உணவை நொருக்கி, உமிழ்நீருடன் கலந்து, வாயினூடு உணவுக் குழாய் வழியே பருத்த மென்சுவருடைய 'கண்டப்பை' யினுள்ளே கீழ்முகமாக நெருக்கித் தள்ளுகின்றது. இப்பையினுள்ளே சமிபாட்டுச் சாறுகளுடன் உணவு கலக்கின்றதாதலின், காபோவைதரேற்றுக்கள், கொழுப்புக்கள் புரதங்கள் என்னுமிவற்றின் சமிபாடு அதனுள்ளே தொடங்குகின்றது. 'கண்டப் பை' இற்குப் பிற்புறமாக 'அரவைப் பை' இருக்கின்றது. உருண்டையான தசையுறுப்பான இப்பையும் சமிபாட்டுச் சாறுகளுடன் கலந்துள்ள உணவு கொம்பன்ன ஆறு பற்களாலாய வளையத்தால் அரைக்கப்படுகின்றது. அரைவைப் பை சென்று இரைப்பையில் (அல்லது நடுக் குடலினுள்ளே) முடிகின்றது. அங்கே உணவுக் குழாயின் நீட்சிகளான, கைவிரலன்ன ஏழு அல்லது எட்டுச் சமிபாட்டுச் சிறு சுரப்பிகள் கொடுக்கின்ற சமிபாட்டுச் சாற்றிேைடு கலக்கின்றது (44 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). சமித்தலும் உறுஞ்சலும் நடுக்குடலினுள்ளும் அதன் பக்கக் குழாய்களினுள்ளும் (விலங்கின் வெளிப்புற மேற்பரப்பைப் போன்று கொம்பன்ன பொருளால் உள்ளுறையிடப்படாத ஒரேயொரு உணவுக்குழாய்ப் பகுதி இது) பூர்த்தியாக்கப்படுகின்றன. சமியாத உணவு மீதி **பிற்குடரினூடு** குதத்துக்குச் செல்லுகின்றது. கரப்பான் பூச்சியின் சமிபாட்டு நொதிச் சத்துக்கள் கடதாசி, பஞ்சு, கம்பளி, பட்டு, தோல், மயிர், கொம்பு என்பனபோன்ற, பெரும்பாலான விலங்குப் பொருள் தாவரப்பொருள் இரண்டையும் சமிக்கச் செய்யவல்லன. கரப்பான் பூச்சி தன்னுடற் குழியினுள்ளே வழக்கமாகக் கொழுப்பை ஏராளமாகச் சேமித்து வைத்திருக்கும். உறிஞ்சப்பட்டுள்ள உணவு உடற் குழியை நிரப்பியுள்ள குருதி வழியாக இழையங்களைச் சேருகின்றது.

கண்டவுடற் புழுக்களில் (மண் புழுப்போன்றவற்றில்) போசணை

மண்புழுவின் உணவுக் கால்வாயானது அதன் வாயிலிருந்து குதம்வரை உடற் குழியின் மத்தியிற் செல்கின்ற நேரான ஒரு குழாயே. மிக்க வெளிதான உணவுக் குழாய் இதுவேயாம் (112 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). விலங்குப் பொருள் தாவரப் பொருள் என்னுமிரண்டினதுந் துணிக்கைகளைக் கொண்டுள்ள மண்ணை உறிஞ்சி விழுங்கி மண்ணூடு தன்வழி நெடுக மண்ணினை அது உண்டு செல்லும். **அரைவைப் பையினால்** இந்த மண் அரைக்கப்பட்டுச் சமித்தலும் உறிஞ்சலும் நிகழுகின்ற குடலினூடு செலுத்தப்படும்.

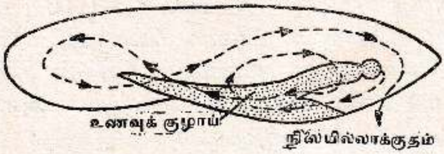
இருபடை விலங்குகளில் (ஐதராபோன்றவற்றில்) போசணை

ஐதராவிற்குக் கலங்களாலான இரட்டைப் படை சூழ்ந்திருக்கும் உணவுக் குழியொன்றொழிய உணவுக் கால்வாய் இல்லை (111 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). உணவுக் குழிக்கும் உடற் சுவருக்குமிடையில், மேலான விலங்குகள் எல்லாவற்றுக்கும் இருப்பதுபோல், உடற்குழி அதற்கில்லை. அதனுணவாகுஞ் சேதனப் பொருள்கள் அதன் கொட்டுங் கலங்களினால் விறைப்புற்றுச் செயலற்றனவாக்கப்பட்டு அதன் மேற் புறத்தேயுள்ள திறந்த முனையைச் சூழ்ந்திருக்கும் குழாயன்ன இழைகளால் (பரிசக்கொம்புகளால்) 'வாயி' னுள்ளே வாரி வீசப்படுகின்றன. உணவுக் குழியின் உட்புறத்துக் கலங்களிற் சில, அக்குழியினுட் சமிபாட்டுச் சாறுகளைக் கக்குகின்ற சுரப்பிக் கலங்களே. பருப்பத்திற் கூடிய உணவுத் துணிக்கைகளின் சமிபாடு இவ்வுணவுக் குழியினுள்ளேயே ஆரம்பமாகின்றது. இப்பெரிய துணிக்கைகளை நொதிச் சத்துக்களினாற் பிரிக்கப்பட்ட பின்னர், பருப்பத்திற் குறைந்த துணிக்கைகளை அமீபா போன்ற கலங்கள் உட் செலுத்திச் சமிபாட்டைப் பூர்த்தியாக்குகின்றன. சமியாத எச்சவுணவானது உணவுக் குழியின் ஒரேயொரு துவாரமாகிய 'வாயி' னூடு கழிக்கப்படுகின்றது. சிறப்பாகவதற்கென்று குறித்துள்ள தொழிலைப் புரியும் வெவ்வேறு விதமான கலங்களுக்குள்ளே **'தொழிற் பிரிப்பு'** உண்டாவதன் ஆரம்பத்துக்கு ஐதரா சிறந்த ஒருதாரணமாகும். உதாரணமாக, போசணை என்னுமொரு கருமத்தாற் பலவேறு விதமான கலங்கள் பங்குபெறுகின்றன :—சுரப்பிக் கலங்கள் நொதிச்சத்துக்களை உண்டு பண்ணுகின்றன ; அமீபம் போன்ற கலங்கள் உணவுத் துணிக்கைகளை உட்செலுத்திப் சமிபாட்டைப் பூர்த்தியாக்குகின்றன ; கொட்டுங் கலங்கள் இரையை விறைக்கச் செய்கின்றன ; தசைக் கலங்கள் பரிசக் கொம்புகளை இயக்குகின்றன ; நரம்புக் கலங்கள் ஏனைவகைக் கலங்களை ஆளுகின்றன.

தனிக்கல விலங்குகளில் (பரமீசியம் அமீபா போன்றவற்றில்) போசணை

சமிபாடு நிகழுகையில் உடலினூடு உணவு செல்லுதற்குத் திட்டமான ஒரு வழி தோன்றுவதைப் பரமீசியத்திற் காணலாம். வெளிப்புறத்தேயுள்ள உறுதி கூடிய படையின் நேர்கீழாகவுள்ள மென்மை கூடிய

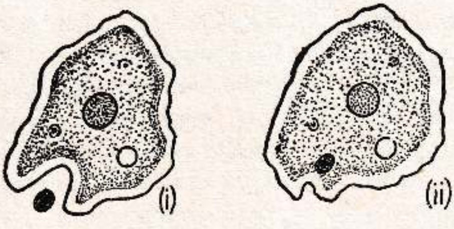
முதலுருவினுள்ளே திறக்கின்ற ஒரு புனல் வடிவ வாயினுக்கு வழிக் கொள்ளும் ஒரு தவாளிப்பு உண்டு (**45** ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).



உருவம் **45** : பரமீசியத்தின் உணவுப்பாதை (வரைபடம்—**பொரடெயிலைப்** பின்பற்றி).

பற்றீரியங்கள் போன்ற உணவுத் துணிக்கைகள் இந்தத் தவாளிப்பினுள்ளே பட்டு, ஒரு துளி நீரினுள் மூடப்பட்டிருக்கும் முதலுருவினுட் புகும். முதலுருவின் அருவியன்ன அசைவினால் இந்த உணவுத் துணிக்கைகள், சமிபாடும் உறிஞ்சலும் உடன் நிகழத் திட்டமான ஒரு பாதையில் உடலைச் சுற்றியோடும். சமியாத எச்சவுணவு முடிவில் மேற்பரப்பில் ஒரேயிடத்திலிருந்து எப்போதுங் கழிக்கப்படுகின்றது. இந்தவிடத்தில் நிலையான துவாரங் கட்புலனாகாவிடினும் அதை ‘நிலையற்ற குதம்’ என்று கொள்ளலாம்.

பரமீசியத்தின் போசணையிலும் அமீபாவின் போசணை இன்னும் எளிதானது. அமீபாவின் மேற்பரப்பில் **எந்தவிடத்திலேனும்** உணவு உட்செலுத்தப்படலாம். சமித்தலும் உறிஞ்சலும் நிகழும்போது உணவு அசைந்து செல்லுதற்குத் திட்டமானவொரு பாதை அமீபாவிற்கில்லை. சமியாத எச்சவுணவும் மேற்பரப்பில் எந்த இடத்திலேனுமிருந்து கழிக்கப்படலாம். அதாவது, **நிலையற்ற குதமாகத்** தொழிற்படுங் குறித்தவோரிடமில்லை.



உருவம் **46** : அமீபா உணவுத் துணிக்கையொன்றை உட்கொள்ளுதல்
(மிகவும் உருப்பெருக்கப்பட்டுளது).

அமீபாவின் போசணை முறை நனி எளிதானதெனினும், மேலான விலங்குகளைப் போல் அடிப்படைக் கிரியைகளெல்லாவற்றையும் அது செய்து முடிக்கின்றது. உணவுத் துணிக்கை, உட்கொள்ளப்பட்டபின்னர், முதலில் ஒரு சமிபாட்டமிலச் சாற்றாலும், அதனைத் தொடர்ந்து ஒரு காரச் சாற்று

லும் தாக்கப்பட, உணவின் **சமிபாடு** நிகழுகின்றது. முதலுருவினுல் **உறிஞ்சலுந் தன்மயமாக்கலும்** நிகழப் போசணை முறை பூர்த்தியாக்கப் படுகின்றது.

விலங்குகளில் நிகழும் போசணை முறையைச் சுருங்கக் கூறல்

விலங்கெதுவாயினும், **உட்கொள்ளல், சமித்தல், உறிஞ்சல், தன்மய மாக்கல்** என்னும் அடிப்படைக் கிரியைகளால் அதன் போசணை அமைந்துள தென்பது இம்மட்டிற்றெளிவாகவிருத்தல் வேண்டும். பல்வேறு வடிவிலே, 'முன்னரே பக்குவஞ் செய்துள்ள' சிக்கலான சேதனவுறுப் புணவையே விலங்குகளெல்லாம் உண்ணும். ஆனுல், உணவினுள்ள காபோவைதரேற்றுக்கள், கொழுப்புக்கள், புரதங்கள் என்பனவெல்லாம், உடலினுல் உறிஞ்சித் தன்மயமாக்கப்பட்டு வளர்ச்சிக்கும் புதுப்பித்தலுக்கும் உபயோகிக்கப்படுகின்ற, அவற்றிலும் எளிதான, கரையுமியல்பும் பரவுந் தன்மையுமுடைய பதார்த்தங்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

(இவ்வதிகாரத்திற் பயிற்சிகளைக் கற்றற்கு **பொது விஞ்ஞானம் வேலை நூல்,** இரண்டாம் புத்தகம், பக்: 76-81 பார்க்க)

அதிகாரம் 6

தாவரங்களும் விலங்குகளுஞ் சுவாசித்தல்

உணவு புரிகின்ற கருமங்களுள் உயிருள்ள சேதனப் பொருளுக்குச் சத்தியைக் கொடுத்தல் ஒன்ருகும். கொதிநீராவி எஞ்சின் தனக்கு வேண்டிய சத்தியை எரிபொருளை எரிப்பதினுல் (ஒட்சியேற்றுதலினுல்) பெறுகின்றது. ஒரு உயிருள்ள பொருள் அதற்குவேண்டிய சத்தியை இவ்வாறே உணவின் ஒரு பகுதியை ஒட்சியேற்றுவதாற் பெறுகின்றது. **சுவாசித்தல்** என்னுமிம் முறை பொது வெப்ப நிலைகளில் நிகழும். உணவின் மூலக் கூறுகளிலுள்ள சத்தியில் ஒரு பாகம் வெப்பமாகவும், இன்னொருபாகம் பொறிமுறைச் சத்தியாகவும் விடுதலையாக்கப்படுகின்றது. இன்னும் வேருெரு பாகம் உட்சேர்க்கையிரசாயனத் தாக்கங்களைத் தூண்டுதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது; அதாவது, சிக்கல் கூடிய புதிய இரசாயன மூலக் கூறுகளுள்ளே மீட்டும் அடைக்கப்படுகின்றது.

இழையச் சுவாசம்

இன்றியமையா முறையாகிய சுவாசித்தலானது—சத்தி மாற்றத்துடன் வெல்லத்துக்கு ஒட்சியேற்றுதலாகிய இம்முறையானது—தாவரத்தின், அல்லது விலங்கின் உயிருள்ள ஒவ்வொரு கலத்தினுள்ளும் நிகழுகின்றது. இதனை இழையச் சுவாசம் அல்லது உள்ளகச் சுவாசம் (**மூச்சுவிடல்** அல்லது **வெளிப்புறச் சுவாசத்தி**லிருந்து வேறுபடுத்திக் காட்டுதற்காக) என்பர். முன்பு நாம் நடத்திய பரிசோதனைகள் (2 ஆம் நூலின் 5 ஆம் அதிகாரத்தைப் பார்க்க) சுவாசித்தலின் ஈற்று விளைவொன்று காபனீரொட்சைட்டென்றும், ஒட்சிசன் உபயோகித்தொழிக்கப்படுகின்றதென்றுங் காட்டின. உயிருள்ள கலங்களெல்லாவற்றிலும், ஒரு வேளை நெருங்கிய ஒற்றுமை உடையனவாய், தொடராக நிகழுஞ் சிக்கலான மாற்றங்களினுல் வெல்லத்துக்கு ஒட்சியேற்றப்படுகின்றது. பொருத்தமான **நொதிச்சத்துக்கள்** சேர்க்கப்பட்டுள்ளவரை இத்தாக்கங்களிற் சில கலங்களுக்குப் புறத்தே நிகழும். அண்மைக் காலத்தில் இத்தாக்கங்களைப் பற்றி விஞ்ஞானிகள் பல உண்மைகளைக் கண்டறிந்திருக்கின்றனர். ஆனுல், இப்பாடவொழுங்கிற் சுவாசித்தலின் இரசாயனம் பற்றிய ஆரம்ப விவரத்தைத் தானுந் தரமுடியாது. என்றுலும், சுவாசப் பொறி நுட்பம் பற்றி, அதாவது, பலவித சேதனப் பொருள்களின் கலங்கள், தாம் உபயோகிக்கின்ற ஒட்சிசனைப் பெற்றுச் சுவாசிக்கும் போது உண்டாகுங் காபனீரொட்சைட்டை வெளிப்போகும் முறைகளைப் பற்றிச் சிலவற்றை ஈண்டுக் கூறலாம்.

விலங்குகளிற் சுவாசப் பொறி நுட்பங்கள்

போசணைபற்றிப் படிக்கும்போது, 'அதி மேலான' தாவரங்களுடனும் விலங்குகளுடனுந் தொடங்கிக் கீழ்நோக்கி 'அதிதாழ்ந்தன' வற்றுக்கு வந்தோம். சுவாசப்பொறி நுட்பம் பற்றிய படிப்பை ஒரு கலத்தினுலான 'அதிதாழ்ந்த' விலங்குகளோடு தொடங்கி, மேனேக்கிப்போய், மனிதனில் முடிப்போம்.

அமீபாவிலும் பரமீசியத்திலும் நிகழுஞ் சுவாசம்

அமீபா அல்லது பரமீசியம் போன்ற ஒரு கலத்தாலான நனி சிறிய விலங்குக்குச் சிறப்பான சுவாசத் தொகுதியில்லை. **மேற்பரப்பெங்கணும்,** உறிஞ்சத்தக்க ஒட்சிசன் கரைந்துள்ள நீரினுல் அது சூழப்பட்டிருக்கின்றது. அதன் முதலுருவின் எந்தவொரு பகுதிக்கும் தேவையான ஒட்சிசன் **பரவல்** முறையாகச் செல்லக் கூடியதாகவிருக்கும்.

ஐதராவில் நிகழுஞ் சுவாசம்

அவ்வவற்றுக்குச் சிறப்பாகவுள்ள தொழிலைப் புரிகின்ற பல்வேறு வித மான கலங்களுக்கிடையே 'தொழிற் பிரிப்பின்' ஆரம்பத்தை ஐதராவில் காணலாம். எனினும், **சிறப்பான சுவாசவுறுப்புக்கள் அதற்கில்லை.** ஐதரா வின் தடிப்பு ஒரு போதும் இரண்டு கலத் தடிப்புக்கு மேற்படுவதில்லையாதலின், அதனைச் சூழ்ந்திருக்கும், நீரிலிருந்து ஒட்சிசனுனது அதன் மேற் பரப்பெங்கணும் உறிஞ்சப்பட்டுப் பரந்து உடலின் ஒவ்வொரு பகுதிக்கும், ஒரே கலத்தாலான சேதனப் பொருள்களில் நிகழ்வது போன்று, சென் றடையக்கூடும்.

மண்புழுவில் நிகழுஞ் சுவாசம்

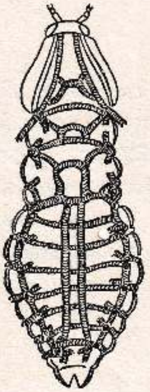
மண் புழுவுக்குச் **சிறப்பான சுவாசவுறுப்புக்கள் இல்லை. ஈரமான** அதன் **தோலினூடு, உடலின் மேற்பரப்பெங்கணும்,** ஒட்சிசன் உறிஞ்சப் படும். ஒட்சிசனுனது பரவல் முறைப்படி ஒவ்வொரு கலத்தையும்வேண்டி யாங்கு விரைவாக அடையமுடியாவகை மண்புழுவின் உடல் தடிப்பாக வுளது. எனவே அவ்வொட்சிசனைக் கொண்டு செல்ல யாதுமோர் ஒழுங்கு அவசியமாகின்றது. இஃதிவ்வாறுதலின், மண் புழுவுக்கு எளிதான ஒரு குருதியொழுங்குண்டு. குருதியைக் கொண்டுள்ள மயிர்த்துளைக் குழாய் களின் வலைவேலைப்பாடொன்று தோலின் கீழுண்டு. இக்குருதியானது, அதனுடைய 'ஒட்சிசன் காவி' யாகுங் **குருதி நிறச்சத்து** (இரும்பு சேர்ந்துள்ள வொரு புரதப் பதார்த்தம்) **கரைந்துள்ளதா**தலின், செந்நிற முடையதாம். தோலினூடு, உறிஞ்சப்பட்ட ஒட்சிசன், இந்தக் குருதிநிறச் சத்தோடு சேர்ந்து, **ஒட்சிக் குருதிநிறச்** சத்து ஆகும். இளக்கமாகச் சேர்ந் துள்ள இந்த ஒட்சிசனைப் புழுவின் பகுதிகள் எல்லாவற்றுக்கும் பங்கீடு செய்ய வேண்டியும், சுவாசம் நிகழும்போது உண்டாகுங் காபனீரொட்

7—R 6038 (11/59)

சைட்டைக் கழிக்க வேண்டியும் இருத்தலால், குருதி **சுற்றியோடுகின்றது.** மண் புழுவில், குருதிக் குழாய்களின் மூடப்பட்டுள்ள ஒரு தொகுதியுண்டு. அக்குழாய்களிற் சில ஒழுங்காக (இதயம் போன்று) சுருங்கியும் விரிந்தும் உடலைச் சுற்றிக் குருதியை ஓடச் செய்கின்றன (112 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). குருதியின் ஒரு பகுதி மயிர்த்துளைக் குழாய்களின் சுவர்களினூடு வடிந்து சென்று ஒவ்வொரு கலத்தையும் **நிணநீராகத்** தொழிற்பட்டுத் தோய்க்கின்றது.

பூச்சிகளில் நிகழுஞ் சுவாசம்

மூச்சுத் துவாரங்களுக்கூடாகக் காற்றோடு தொடர்புடைய நுண் குழாய்களின் சிக்கலான கிளைத்த தொகுதியொன்று பூச்சியினுடலில் (47 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க), அதன் பகுதிகளொவ்வொன்றுக்கும், காற்றைக் கொண்டு செல்லுகின்றது. கலங்களோடு வாயுமாற்று ஈற்றிற் பரவல் வழிநிகழும். பூச்சிகளில் ஒட்சிசனின் பரிமாற்றத்துக்குங் குருதிக்குந் தொடர்பில்லை. சுவாசித்தலிற் பங்குபெறுகின்ற வாயுக்கள் (ஒட்சிசனுங் காபனீரொட்சைட்டும்) காற்றுக் குழாய்களின் நுண் கிளைகளுட் பரவிப் புகுந்து வெளியேறும்.



உருவம் 47. கரப்பான் பூச்சியின் பிரதான காற்றுக் குழாய்கள் (போர்னேயைப் பின்பற்றி).

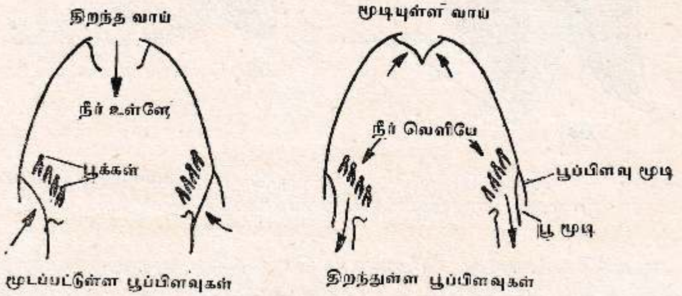
ஆனால், பெரும்பாலும், உண்மையாக, மூச்சுவிடுஞ் செயலும் நிகழ்வதுண்டு. பூச்சி ஒழுங்காகத் தன் தசையை அசைக்க, இவ்வசைவுகளும் உடலின் இயல்பான அசைவுகளுஞ் சேர்ந்து காற்றுக் குழாய்களை விரியவுஞ் சுருங்கவுஞ் செய்யும். இதனால், பருமையிற் கூடிய காற்றுக் குழாய்களுள்ளே காற்று**றிஞ்சப்படுதலும்,** வெளித் தள்ளப்படுதலும் நிகழும். இலைவாய்களூடு தாவரங்கள் **நீராவியையுங்** காபனீரொட்சைட்டையும் இழப்பது போல், பூச்சிகளும் தம் காற்றுக் குழாய்களின் மூச்சுத் துவாரங்களூடு நீராவியை இழக்கின்றன.

பெரும்பான்மையான பூச்சிகள் நிலத்திலுங் காற்றிலும் வாழ்பவை. எனினும், சில பூச்சிகள் நீரில் வாழ்பவை. அவற்றின் சுவாசப் பொறிநுட்பங்களில் நூதனமான பல இணக்கவமைப்புக்களைக் கொண்டிருக்கும். நீர் வாழ் பூச்சிகள் பலவற்றின் காற்றுக் குழாய்கள் பெரும்பாலும் உடலின் ஒரு முனைக்கண் மாத்திரந் திறந்திருக்கும். காற்றைப் பெறுதற்குப் பூச்சி மேலே வருகையில் உடலின் இம்முனையை இலகுவாக நீரின் மேற்பரப்புக்கு மேலே மிதக்கத்தக்கதாக விருக்கும். நுளம்புக் குடம்பியொன்றை (3 ஆம் நூலில் 95 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). உற்று நோக்கின் இவ்வாறு

நிகழ்வதைக் காணலாம். நீர்வாழ் பூச்சிக் குடம்பிகள் சிலவற்றில், காற்றுக் குழாய்கள் திறந்த துவாரங்களிற் சென்று முடியாது வெளித் தள்ளியிருக்குந் தொங்கல்களின் (செவுள்களின்) தோலின் கீழ் இன்னும் நுண்மையான குழாய்களாகக் கிளைத்துச் செல்லும். மீன்களைப் போல் இப்பூச்சிகள் நீரிற் கரைந்துள்ள ஒட்சிசனை உள்ளெடுத்துக் கொள்கின்றன. இவ்வாறு அவை நீரினுள் நிரந்தரமாக வாழமுடிகின்றது.

நத்தையில் நிகழுஞ் சுவாசம்

நத்தை தன் மென்மூடிக் குழியிலுள்ள காற்றைக் காலத்துக்குக் காலம் மாற்றிக் கொள்ளுகின்றது (113 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). மயிர்த் துளைக் குழாய்களாலான வலை வேலைப்பாடொன்று மென்மூடிச் சுவரில் மலிய வுண்டாதலின், (மேலான விலங்குகளின் **சுவாசப்பை**யில் நிகழ்வது போல்) காபனீரொட்சைட்டைக் குருதி காற்றுக்குக் கொடுத்துக் காற்றிலிருந்து அதற்குப் பதிலாக ஒட்சிசனைக் கொள்கின்றது. நத்தையின் குருதியில் மற்றைச் சில கீழ் விலங்குகளின் குருதியிலிருப்பதுபோல, குருதிநிறச் சத்து (ஓர் இரும்புப் புரதப் பதார்த்தம்) இருப்பதில்லை. ஆனால், **குருதிச்சயனின்** (ஒரு செம்புப் புரதப் பதார்த்தம்) அதற்குண்டு. குருதிச் சயனின் நிறமற்றதாயினும் ஒட்சிசனோடு அது சேருமிடத்துண்டாகும் **ஒட்சிக் குருதிச்சயனின்** சொற்ப நீலநிறங்காட்டும். நத்தையின் இதயம் மிக எளிதானது. அதற்கு இரண்டறைகள் மாத்திரம் உண்டு. ஒன்று மென் சுவருடைய சோணையறை; மற்றையது தடித்த சுவருடைய, தசையாலாய

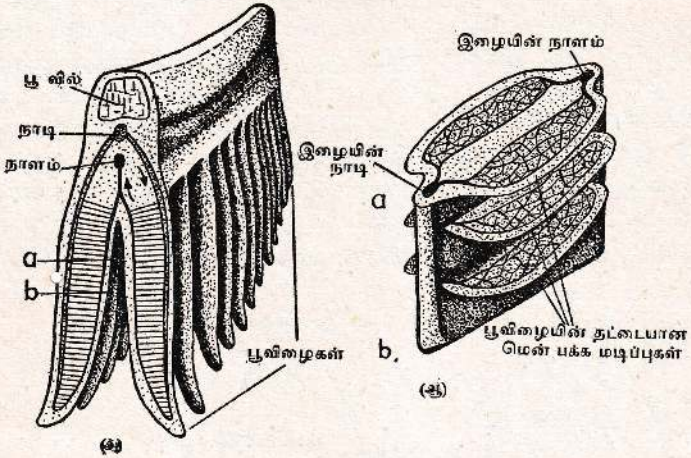


உருவம் 48 : என்புமீன் சுவாசிக்கும் போது வாய், பூமூடிகள் ஆயனவற்றின் அசைவுகள், (வரைபடம்).

இதயவறை (113 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). மென்மூடியின் மயிர்த் துளைக் குழாய்களினுள்ள ஒட்சி யேற்றப்பெற்ற குருதி, சோணையறைக்குப் போகின்ற ஒரு பெரிய நாளத்துள் வந்து சேருகின்றது. வந்து சேர இந்த ஒட்சியேற்றப் பெற்ற குருதியை இதயவறையானது முதன்மை நாடி வழியாக உடலின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் பம்புகின்றது.

மீன்களில் நிகழுஞ் சுவாசம்

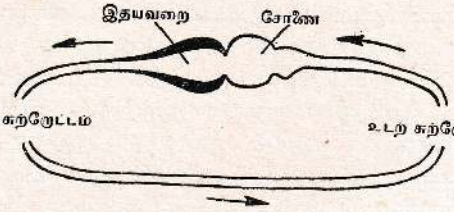
நீருயிர் வளர்ப்பகமொன்றிலுள்ள ஒரு பொன் மீனை உற்று நோக்குக. ஓயாது நீரை அது குடித்துக் கொண்டிருப்பது போலத் தோற்றும். உள்ளபடி அது தன் வாயினுள் நீரை எடுத்து, வாய்க் குழியின் பின் புறத்தில் இரு பக்கங்களிலும் அசைந்து கொண்டிருக்கும் செவுள் மூடிகளின் கீழேயுள்ள செவுட் பிளவுகளினூடாக அந் நீரைப் பின்னர் வெளிப்போக்கும். சுவாசித்தலாகிய இத் தொழில் 48 ஆம் உருவத்தில் விளக்கிக் காட்டப்பட்டுளது. (ஒட்சிசன் கரைந்துள்ள) இந்த நீரானது, மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்கள் மலிந்துள்ள, ஏராளமான மெல்லிழையங்களின் மடிப்புக்களான, செவுள்களுக்கு மேலாகப் போகின்றது (49 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). செவுளின் மயிர்த்துளைக் குழாய்களிலுள்ள குருதி, தன்னிடத்



உருவம் 49 : என்புமீனின் பூவமைப்பு. (ஆ) ஆனது (அ) விலிருந்தும் வெட்டப்பட்ட ab எனும் பாகத்தின் மிக உருப்பெருக்கப்பட்ட தோற்றம்.

துள்ள காபனீரொட்சைட்டை நீருக்குக் கொடுத்து, அதனிற் கரைந்துள்ள ஒட்சிசனைத் தான் கொள்கின்றது. இந்த ஒட்சிசன் செங்குருதிக் கலங்களிலுள்ள குருதி நிறச் சத்தோடு சேருகின்றது. செவுள்களிலுள்ள ஒட்சியேற்றப் பெற்ற இக்குருதி, நாடிகள் வழியே உடற் பாகங்கள் எல்லாவற்றுக்கும் வழங்கப்பட்டு, உடலின் மயிர்த்துளைக் குழாய்களில் ஒட்சிசனை இழக்கும். உடற் கலங்கள் சுவாசித்தற்கு இந்த ஒட்சிசன் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு ஒட்சிசனகற்றிய குருதி, நாளங்களால் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு, இதயத்துக்கு மீட்டும் அனுப்பப்படுகின்றது. ஆங்கிருந்து குருதி, திரும்பவுஞ் செவுள்களுக்குப் பம்பிச் செலுத்தப்படும். இவ்வாறுகக் குருதியின் சுற்றோட்டந் தொடர்ந்து நிகழும்.

இதயம் மிக எளிதானது. அதற்கு ஒரு சோணையறையும் ஓரிதயவறையும் இரண்டுக்குமிடையே, 'பின்னோக்கிப் பாய்தலைத்' தடுப்பதற்காக, வாயில்களும் உண்டு (50 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). மீனின் இதயத்தில் ஒட்சிசனகற்றிய குருதிமாத்திரம் உண்டு.



உருவம் 50 : மீனின் குருதிச் சுற்றோட்டம் (வரைபடம்).

ஆதலின் மீன்கள் தங்களைச் சூழ்ந்திருக்கும் நீரிற் கரைந்துள்ள ஒட்சிசனை உபயோகிக்கின்றன. நீருக்கு வெளியே மீன்களை எடுத்துப் போட்டால் அவை ஒட்சிசன் **இன்மையினால்** இறத்தல் வியப்பே. நொய்தான அதன் செவுள்கள் தாங்கப்படாமையினாற் சேர்ந்து ஒருங்கே வீழ, அதனால் ஒட்சிசனை உறிஞ்சும் மேற்பரப்புப் பெரிதுங் குறைதல் இதற்குக் காரணமாக இருக்கலாம்.

தவளையில் நிகழுஞ் சுவாசம்

முதிர்ந்த ஒரு தவளை மூவ்வேறுவழிகளால் ஒட்சிசனை உட்கொள்வதாதலின் அதன் சுவாசமுறை சிறப்பாகக் கருதத்தக்கது. ஒட்சிசனை அது கொள்ளும் மூன்று வழிகளாவன :

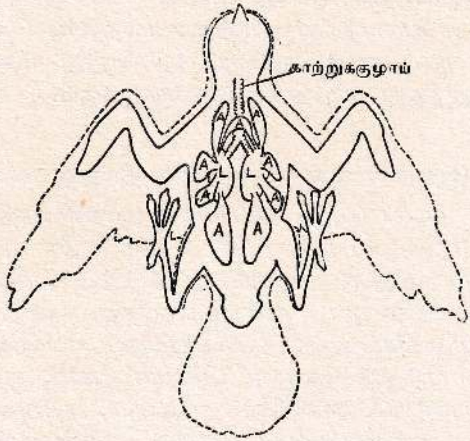
(அ) அதன் சுவாசப் பையினூடு கொள்ளல், (இ) ஈரமான அதன் தோலினூடுகொள்ளல், (உ) அதன் வாயின் உள்ளறையினூடு கொள்ளல். தவளையானது, தன் வாழ்க்கை வரலாறு காலம் முழுமையும், மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்களாலான வலைவேலைப்பாடுடைய அதன் தோலினூடு சுவாசிக்கின்றது. என்றாலும், தொடக்கத்தில் அதன் வாற் பேத்தைப் பருவத்திலே, பொரித்தவுடனே, அதற்கு மூன்று சோடிப் புறச் செவுள்கள் உடலின் பக்கங்களில் தலைக்கருகே பின்பக்கமாக உண்டு. காலஞ் சிறிது செல்ல, செவுட் பிளவுகள் தோன்ற, புறச் செவிள்கள் ஒட்டியுலர்ந்துவிடுகின்றன. அவற்றுக்குப் பதிலாக, மீனின் உட் செவுள்களைப் போன்ற உட்செவுட் தொகுதி யொன்று தோன்றும். வாற்பேத்தையின் குருதித் தொகுதியும், மீனின் குருதித் தொகுதியைப் போன்றதே. அது மயிர் துளைச் செவுட் குழாய்களினூடு உடலைச் சுற்றிவரக் குருதியை யோட்டுகின்ற எளிதான ஈரறையிதயமொன்றாலானது. ஆதலின், இந்தப் பருவம் வரை வாற்பேத்தை ஏறக்குறைய மீனேயாம். இப்பருவம் முடிந்தபின்னர், விருத்தியாகின்ற தவளையானது, மீனின் பழக்கங்களை யொத்த தன் பழக்கங்களையும் அமைப்பையும் படிப்படியாக இழக்கின்றது. அதன் முன்னுடலினும்

பின்னுடலிலும் அவயவங்கள் தோன்றுகின்றன ; வாலும் உடலோடு ஒன்று சேர்ந்து அற்றுவிடுகிறது. செவுள்கள் வாடியற்றுப் போகின்றன ; செவுட் பிளவு சுவாசப்பைகள் தோன்றுகின்றன. புதிய இந்தச் சுவாச முறைக் கிணங்க, இதயத்தின் சோணையறை இரண்டாகப் பிரிய இதயம் மூன்றறை யிதயமாகின்றது. தவளையின் சுவாசப் பைகள் உள்ளீடற்ற எளிமையான பைகளாகும். அவற்றின் மென் சுவர்களின் உட்பக்கம் மடிப்புண்டிருத்தலினால், உறிஞ்சும் மேற்பரப்புக் கூடுகின்றது. சுவாசப் பைகளின் சுவர்களில் மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்கள் மலியவுண்டு. குருதியுஞ் சுவாசப் பையினுள்ளிருக்குங் காற்றும் வாயுக்களைப் பரிமாறிக் கொள்கின்றன. தவளை சுவாசிக்கும் விதத்தைப் பற்றி முன்னர் (மூன்றும் புத்தகத்தின் 3 ஆம் அதிகாரத்தில்) விளக்கியுள்ளோம். தவளையின் சுவாசத்தில் நிண நீரானது பெரும்பங்கு கொள்கின்றது. ஒவ்வொரு கனத்துக்கும் எவ்வாறெனின் அது மயிர்த் துளைக் குருதிக் குழாய்களினூடாகச் செங்குருதிக் கலங்களிலிருந்து ஒட்சிசனைக் கொண்டு செல்கின்றது. காபனீரொட்சைட்டையுஞ் சுவாசித்தலினாலுண்டாகின்ற ஏனைக் கழிவுப்பொருள்களையுங் கொடுத்து ஒட்சிசனைப் பெற்றபின்பு, மென்சுவரையுடைய நிணநீர்க் குழாய்களால் நிணநீர் ஒன்று சேர்க்கப்படுகின்றது. தசையாலான உடற் சுவருக்குத் தோலுக்குமிடையிலும் பருத்த நிணநீர்ப்பைகள் உண்டு. இப் பைகள் நிணநீர்க் குழாய்களோடு தொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இரு சோடி நிணநீரியதங்கள் இந்த நிணநீரை நாளங்களுக்கு மீட்டும் அனுப்புகின்றன.

முதிர்ந்த ஒரு தவளையின் இதயஞ் சற்றே கூம்புருவமானது. அதற்கு மூன்றறைகள் உண்டு—அவை வலச் சோணையறை, இடச்சோணையறை, தடித்த சுவருடைய ஒரேயொரு இதயவறை என்பன. உடற் சுற்றோட்டத்திலிருந்து வரும் வலச் சோணையறையினுள்ளும், சுவாசப்பைச் சுற்றோட்டத்திலிருந்து வருகின்ற, ஒட்சிசனேற்றிய குருதி இடச் சோணையறையினுள்ளும், புகுகின்றன. சோணையறைகளிரண்டுஞ் சுருங்க, இருவிதமான குருதியும் இதயவறைக்குள் உந்திச் செலுத்தப்படுகின்றன. ஆனால். இதயவறையானது. கடற் பஞ்சனைய அமைப்புடையதாதலின், இருவிதமான குருதியும் ஒன்றேடொன்று கலப்பது மிகக் குறைவே. எனவே இதயவறை நிரம்பியிருக்கும்போது அதன் இடது புறத்தில் ஒட்சிசனேற்றிய குருதியும், வலது புறத்தில் ஒட்சிசனகற்றிய குருதியும் உண்டு. நடுவிலே, கலப்புக் குருதி சொற்பமாகவிருக்கும். இதயவறை சுருங்க, முதன்மை நாடி வழியாகக் குருதி செலுத்தப்படுகின்றது. இம்முதன்மை நாடியானது கிளைகளாகி, சுவாசப்பையினுக்கும் உடலின் ஏனையப் பகுதிகளெல்லாவற்றுக்கும் குருதியை வழங்குகின்றது. எனினும், ஒவ்வொரு பக்கத்துக்கும் மும்மூன்றுகவுள்ள கிளை நாடிகள் (அ) **ஒட்சிசனகற்றிய குருதி சுவாசப்பைகளுக்குந் தோலுக்கும், (இ) கலப்புக் குருதி உடலின் பிற்புறத்துக்கும், (உ) ஒட்சிசனேற்றிய குருதி தலைக்கும் மூளைக்கும் போகத்தக்கவாறு அமைக்கப்பட்டுள.**

பறவைகளில் (உதாரணமாக மாடப்புறுவில்) நிகழுஞ் சுவாசம்

பறவைகள் உயிர்ப்புமிக்க விலங்குகள். முலையூட்டிகளின் உடல் வெப்ப நிலையில் பல பாகைகள் கூடிய, ஏற்றமான உடல் வெப்பநிலை அவற்றுக்கு உண்டு. திறன்மிக்க சுவாச முறையொன்றே கொடுக்கக் கூடிய பெருங் கணியமான சத்தி இதற்கு வேண்டும். ஒப்பளவிற் சிறிதென்று கருதத்



உருவம் 51 : பறவையின் சுவாசப்பையும், காற்றுப்பைகளும்.
L. சுவாசப்பை. A. காற்றுப் பை (குக், புர்பிற்று, பார்க்கர் ஆகியோரைப் பின்பற்றி.)

தக்க அதன் சுவாசப் பைகள் அதன் விலாவெலும்புகளோடு இணைந் திருக்கும். ஆகவே, சுவாசித்தல் நிகழும் போது அவை விரிந்து சுருங்குவ தில்லை. ஆனாற் பறவையின் சுவாசப்பைகள், வெறுங் குருட்டுப் பைக ளன்றாய், உடற் குழியினுட் கிடக்கின்ற, மென்சுவருடைய பருத்த காற்றுப் பைகளினுள்ளே திறக்கின்றன. காற்றை உட்சுவாசிக்குமொவ்வொரு முறை யும், சுவாசப்பைகளுக்கூடாக அக்காற்றானது காற்றுப் பைகளுக்குள்ளே கடுகிச் செல்லும். அரைகுறையாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட அதே காற்றுப் பிற்பாடு காற்றுப் பைகளிலிருந்து சுவாசப் பைகளினூடு வன்பொடு வெளிச் செலுத்தப்படுகின்றது (51 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இவ்வாறு, சுவாசப் பையின்மயிர்த்துளைக் குழாய்களினுள்ள, குருதிக்கு, சுவாசித்தல் நிகழு மொவ்வொரு முறையும், ஒரே காற்றிலிருந்து ஒட்சிசனை உறிஞ்சுவதற்கு வாய்ப்புக்கள் இரண்டுண்டு. பறக்கும்போது, பறப்புத் தசைகளின் தொழிற் பாடு சுவாசவசைவுகளுக்குத் துணைச் செய்கின்றது. வினைத்திறன் மிக்குள்ள இச்சுவாச முறை ஏற்றமானவுடல் வெப்பநிலையைப் பறவைக்கு அளித்து, விலங்குகளுள்ளே உயிர்ப்பு மிக்கனவற்றுள் ஒன்றாக அது விளங்குதற்கு ஏதுவாகின்றது.

பறவையின் குருதித் தொகுதியும் வினைத்திறன் மிக்கது. பறவையின் செங்குருதிக் கலங்கள் முலையூட்டிகளின் செங்குருதிக் கலங்களினும் பருத்தவை. முலையூட்டிகளுக்குள்ளதுபோற் பறவைகளுக்கும் நான்கறை யிதயமொன்றும், ஒட்சிசனேற்றிய குருதியையும் ஒட்சிசனகற்றிய குருதியையும் வெவ்வேருக வைத்திருக்கும் இரட்டைச் சுற்றேட்ட மொன்றும் (இதயம்→சுவாசப்பைகள்→இதயம்→உடல்→இதயம்) உண்டு. பறவைக்குள்ள இதயத்தின் வலது பக்கம் உடற்சுற்றேட்டத்திலிருந்து மீண்டு வருகின்ற ஒட்சிசனகற்றிய குருதியை மாத்திரங் கொண்டிருக்கும். இடதுபக்கமோ சுவாசப் பைச் சுற்றேட்டத்திலிருந்து மீண்டு வருகின்ற ஒட்சிசனேற்றிய குருதியை மாத்திரங் கொண்டிருக்கும்.

முலையூட்டிகளில் (உதாரணமாக, மனிதனில்) நிகழுஞ் சுவாசம்

மனிதனுடைய சுவாசப் பொறி நுட்பத்தை (**புறச்சுவாசத்தை**) முன்னர் விளக்கியுள்ளோம் (மூன்ரும் புத்தகத்தின் 2 ஆம் அதிகாரத்தைப் பார்க்க). இவ்விதமான சுவாசத்துக்கு வேண்டிய, காற்றுப் புகாக் குழியாகுஞ் சவ்வொன்று விலங்குகளுள் முலையூட்டிகளுக்கு மாத்திரம் உண்டு. (இவ்வண்ணம், பறவைகளுக்குந் தவளைகளுக்குஞ் சுவாசப்பைகளிருந்துஞ் சவ்வில்லாதிருக்க, முற்றும் வேருன விதமாக அவை சுவாசிக்கின்றன.) சுவாசப்பைகள் மென் சவ்வொன்றினுல் மூடப்பட்டு, அத்தகைய பிறிதொரு சவ்வொன்றினுல் உள்ளுறையிடப்பட்ட மார்புக் குழியினுள்ளே தங்குதடை யின்றித் தொங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. சவ்வுப் படைகளிரண்டையுந் திரவப் படலமொன்று பிரித்து நிற்கின்றமையினுல், சுவாசித்தல் நிகழுகையில், அவையிரண்டும் ஒன்றின் மீதொன்று இலேசாக வழுகும். சுவாசப் பைகளுட் சென்று, ஆங்குக் காற்றுப் பைகளில் முடிகின்ற கிளைவிடுங் காற்றுக் குழாய்களின் தொகுதியானது, ஒட்சிசனைச் சுவாசப் பையின் மயிர்த்துளைக் குழாய்களிலுள்ள குருதி யுறிஞ்சுதற்கு, மிகப்பெரிய மேற்பரப்பை அளிக்கின்றது. முலையூட்டியின் குருதித் தொகுதியை முன்னர் விவரித்துள்ளோம் (மூன்ரும் புத்தகம் 2 ஆம் அதிகாரம்).

காற்றுப் பைகளின் உள்ளுறையான மென் சவ்வினூடு மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்களினுள்ளே ஒட்சிசன் பரவிச் சென்று, செங்குருதிக் கலங்களின் குருதி நிறச் சத்துடன் சேருகின்றது. காற்றுப்பையொன் றினுள்ளிருந்து மயிர்த்துளைக் குழாயினுட் போவதற்கு, ஆகவிரண்டு கலங்களுக்கூடாகவே பரவுதல் வேண்டும். ஏனெனில், காற்றுப் பைகளின் சுவர்களும் மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்களின் சுவர்களும் ஒரு கலத்தடிப்பே ஒக்கவுடையன. ஒட்சிசனேற்றப்பெற்ற இக்குருதியானது ஈற்றில் உடற் சுற்றேட்டத்தின் மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்களை அடைகின்றது. மென் சுவருடைய இந்த மயிர்த்துளைக்குழாய்களில், ஒட்சிக் குருதி நிறச் சத்து தன்னோடு தளர்வாகச் சேர்ந்துள்ள ஒட்சிசனை நிணநீருக்குக் கொடுக்க, அது மயிர்த்துளைக்குழாய்களின்

சுவர்களூடு வெளியோடிப் போய், உடலின் தனிக்கலங்களைத் தோய்க்கின்றது. **சுவாசத்தின் இன்றியமையா நிகழ்ச்சியாகிய சத்தி வெளிப்பாடு உடலின் தனிக் கலங்களிலேயே நடைபெறுகின்றது.** (இதை **உள்ளகச் சுவாசம்** அல்லது **இழையச் சுவாசம்** என்பர்.) உயிருள்ள கலத்திற் சத்தியை விடுதலையாக்குதற்கு ஒட்சியேற்றப்படுகின்ற உணவுப் பதார்த்தம் எப்பொழுதும் எளிதான ஒரு வெப்பமாக (பெரும்பாலும் குளுக்கோசாக) இருக்கும். இந்த ஒட்சியேற்றத்தை நிகழ்த்துபவை கலத்திலுள்ள நொதிச்சத்துக்களேயாம். இந்த ஒட்சியேற்றமானது, சத்தியை விடுதலையாக்குவதுமன்றி கலத்தினுள்ளிருந்து நிணநீருக்கும், ஆங்கிருந்து, மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்களினுள்ளேயும் பரவிச் செல்கின்ற நீரையுங் காபனீரொட்சைட்டையும் உண்டாக்குகின்றது. காபனீரொட்சைட்டும் நீருஞ் சுவாசப் பைகளை அடைந்ததும், காற்றுப் பைகளினுள்ளே பரந்துபுக்கு, சுவாசித்தல் நிகழும்போது கழிக் கப்படுகின்றன.

இவ்வளவில், அமீபாபோன்ற தனிக்கலச் சேதனப் பொருள்களின் சுவாசப் பொறி நுட்பத்துக்கும், மேலான விலங்குகளின் தனிக்கலத்தின் சுவாசப் பொறி நுட்பத்துக்கும் இன்றியமையா வேறுபாடு இல்லையென் பது புலனாயிருத்தல் வேண்டும்.

உடல் வெப்பநிலை

" **குளிர்க் குருதியுள்ளன** ", " **இளவெப்பக் குருதியுள்ளன** " என்னும் இரு பிரிவுகளாக விலங்குகள் சில வேளை பாகுபடுத்தப்படும். உதாரணமாக, மீன்கள், தவளைகள், பாம்புகள் என்பனவற்றின் குருதியின் வெப்பநிலை, அவற்றின் சூழலின் வெப்பநிலைக்கிணங்க மாறுகின்றது. அன்றியும் இவ்விலங்குகளைத் தொட்டுப் பார்த்தாற் குளிராக அவை தோற்றுமாதலின், " **குளிர்க் குருதியுள்ளன** " என்று அழைக்கப் படுகின்றன. இக்கூற்றுப் பிழையான கருத்தைத் தருகின்றது. ஏனெனில், கடும் வெய்யிலிற் படுத்துக் கிடக்கும் பாம்பொன்றின் குருதி ஏற்றமான வெப்பநிலைக்கு ஏறக்கூடும். இத்தன்மையவான பிராணிகளை " **மாறும் வெப்பநிலையுள்ள விலங்குகள்** " என்று சொல்லுவது கூடிய பொருத்தமுடைத்தாகும். இதற்கெதிர்மாறாக, " **இளவெப்பக் குருதி** " விலங்குகளை (அவையாவன : பறவைகளும் முலையூட்டிகளும்) " **மாறு வெப்பநிலையுள்ள விலங்குகள்** " என்று சொல்லுதல் வேண்டும். ஏனெனில், தங்கள் குருதியையும் (அவ்வழி உடலைத்தானும்) சூழலின் வெப்பநிலையெதுவாயினும், வியப்பைத்தருகின்ற அளவுக்கு, மாறு வெப்பநிலையில் அவை வைத்திருக்க வல்லன. உதாரணமாக, ஒரு மனிதன் மத்திய கோட்டுக்கு அணித்தாய் வாழ்ந்தாலென், ஆட்டிக்கு வட்டத்தினுள் வாழ்ந்தாலென், உடனலம் வாய்க்கப்பெற்றவனாயின், அவனுடைய குருதி எப்பொழுதும் **97°** ப. இற்கும் **99°** ப. இற்கும்

இடைப்பட்ட (வழக்கமாக, 98°. 4 ப. = 37°ச.) வெப்பநிலையில் இருக்கும் பெரும்பான்மையான பறவைகளின் உடல்வெப்பநிலை இதனிலும் ஏற்றமாக 106°ப. (= 41°ச.) மட்டிலிருக்கும்.

மாறுது நிலைத்து நிற்குமிந்த ஏற்றமான வெப்பநிலை பறவைகளுக்கும் முலையூட்டிகளுக்கும் மிக்க முக்கியமானது. இத்தகைய வெப்பநிலை உடைமையால், வெவ்வேறுன சூழ்நிலைகளிலும் அவை ஒக்கமுயன்று (உணவைப் பெறுதலைப் போன்ற) கருமங்களைச் செய்யத் தக்கதாக இருக்கின்றன. விலங்குகள் தங்களுக்கு வேண்டிய சத்தியை வெல்லத்தை ஒட்சியேற்றுதலிலுற் பெறுகின்றனவென்றும், இந்த இரசாயன மாற்றம், வேறு பல இரசாயன மாற்றங்களோடு, உடற் கலங்களில் நிகழுமென்றுங் கண்டுள்ளோம். ஏற்றமான வெப்பநிலைகளில் இவ்விரசாயன மாற்றங்கள் விரைவாக நிகழுகின்றன. எனவே, உடலின் வெப்பநிலை தகவான அளவுக்கு ஏற்றமாகவிருப்பின் கூடிய அளவுக்குத் தசைகள் தொழிற்படும் குளிரான மாரி காலத்தில், மாறும் வெப்பநிலையுடைய தரைவாழ்விலங்குகள் பல மாரிக்கொடுங்கும். அதாவது, பெரும்பாலும் குளிர்காலம் முழுமையும் நிலைத்து நிற்கும் நெடுந்துயில் கொண்டுறையும். செயலற்றிருக்குமிக் காலத்தில் அவை பல மாதகாலம் உண்ணுமற் குடியாமல் உறங்கி உயிரோடிருக்க வல்லன. வளிமண்டல வெப்பநிலை போதுமான அளவுக்கு உயர அவை பழைமை போற் செயலற்ற நிலை நீங்கும்.

பெரும்பாலான முலையூட்டிகளும் பறவைகளும் மிக்க குளிரான மாரி காலங்களிலும் ஒடுங்கி வாழாது உயிர்ப்பாக விருக்கின்றன. அவைகளின் **மாறுத உடல் வெப்பநிலையே** இதற்குக் காரணமென்க.

உடல் வெப்பநிலையை மட்டுப்படுத்தல்

உடலின் வெப்பநிலையை 97° ப. இற்கும் 99° ப. இற்குமிடையில் உறுதியாக வைத்திருக்க வேண்டுமேயானுல், வெப்பப் பேற்றுக்கும் வெப்பக் கழிவுக்குமிடையில் நெருங்கிய சமநிலையிருத்தல் வேண்டும்.

வெப்பத்தை உடலானது இரு வழியாகப் பெறுகின்றது. (அ) **உள்ளகச் சுவாசம்** நிகழும் போது உண்டாகும் வெப்பத்திலிருந்தும், பின்னுல் விவரிக்கப்படுஞ் சில நிபந்தனைகளுக்கு உட்பட்டுக் குறைந்தவளவுக்கு (இ) சூழலிலிருந்தும் என்க. ஓய்ந்திருக்கும் வேளையில் ஒரு கிலோகிராம் உடல் நிறைக்கு, மணித்தியாலமொன்றுக்கு ஒரு கலோரி வீதமாகச் சுவாசத்தால் வெப்பமுண்டாகின்றதென்றும், தசைத் தொழிற்பாடு கூட இந்த வெப்பத்தின் கணியமுங் கூடுமென்றும் (160 ஆம் பக்கத்தில்) பின்னர் காண்போம். உடலிலிருந்து வெப்பங் கழியாவிடில், உடல் வெப்பநிலை மணித்தியாலமொன்றுக்கு ஏறக்குறைய 1° ச. (1·8 ப.°)

வீதமும், தசைப்பயிற்சியின் போது அதிலும் விரைவாகவும் உயரும். ஆனால், வெப்பநிலையை மட்டுப்படுத்தும் எம் பொறி நுட்பம் வினைத்திறன் மிக்கதாதலின், உடல் வெப்பநிலை ஏறக்குறைய ஒரேயளவினதாக எப்போதும் இருக்கும். உடற்பயிற்சி கடுமையாகச் செய்தால், அல்லது சூழ்ந்துள்ள காற்றனது உடலினும் மிக்க சூடாகவும் நீராவியினால் ஏறத்தாழ நிரம் பியுமிருந்தால் மாத்திரம், உடனலம் வாய்ந்த மனிதனொருவனுடைய இயல்பான உடல் வெப்பநிலையைப் பேணுதற்கு வேண்டிய அளவினுங் குறைவாக வெப்ப நீக்கம் நிகழும். உடல் பெறுகின்ற வெப்பத்திற் பெரும்பாகம் சுவாசம் நிகழுகையில் உடற்கலங்களினகத்தே உண்டாகிக் குருதியருவியினால் உடற் பகுதிகளெல்லாவற்றுக்குங் கொண்டு செல்லப் படுகின்றது. சுவாசம் ஓயாது நிகழுகின்றமையினால், அகத்துள்ள இத்தோற் றுவாயிலிருந்து உடலானது வெப்பத்தை எப்பொழுதும் பெற்றுக் கொண் டிருக்கின்றது. தோலின் வெப்பநிலையினுங் காற்றின் வெப்பநிலை ஏற்றமாகவிருத்தல், அல்லது உடலின், மேற்பரப்பில் வெய்யிற்படுதல் போன்ற சில நிபந்தனைகள் உண்டாயின், புறத்துள்ள தோற்றுவாய்களி லிருந்தும் வெப்பத்தை உடல்பெறக்கூடும். ஆனால், உள்ளகச் சுவாசத் திலிருந்து உடல் பெறுகின்ற வெப்பத்திலும் மிகவுங் குறைவான வெப்பத்தையே இவ்விதமான புறத்தோற்றுவாய்கள் அளிக்கும்.

உடல் வெப்பத்தின் ஒரு சிறுபாகம் (இவ்வதிகாரத்திற் பின்னால் விளக்கப் படுவது போல்) சுவாசித்தல் நிகழுகையில் நீங்குகின்றதெனினும் பிரதானமாகத் தோலிலிருந்தே வெப்பத்தை உடல் இழக்கின்றது. தோலிலிந்து வெப்பம் நீங்குதற்கு மூவ்வேறு பௌதிக முறைகள் ஏதுவாகும். அயனமண்டல நிலைமைகளிருக்க, ஒப்பு நோக்கின் முக்கியமானது முதலாக அவை (1) தோலிலிருந்து **நீரானது ஆவியாக நீங்குதலும்,** (2) உடலின் மேற்பரப்பிலிருந்து அதனிலுந் தாழ்ந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள அயற்புறப் பொருள்களுக்குக் **கதிர்வீசுதலும்,** (3) தோலின் வெப்பநிலையினுங் காற்றின் வெப்பநிலை தாழ்ந்திருக்குமிடத்துச் சூழ்ந்திருக்கும் வளிமண்டலத்துக்குக் **கடத்துதலும் மேற்காவுதலுமாகும்.** இந்த வெப்பநீக்க முறைகளை மேலும் விளங்கப்படுத்த வேண்டி யிருக்கின்றது.

(1) ஆவியாக நீர் நீங்குதலினால் உண்டாகும் வெப்பக் கழிவு

ஏற்றமான வெப்பநிலைகளில், அல்லது தசைகள் மிகத் துரிதமாக உபயோகிக்கப்படுகையில், நிகழுகின்ற வெப்பக் கழிவின் பிரதானமான காரணி தோலிலிருந்து ஆவியாக நீர் நீங்குதலே. குளிர்ந்த நிலைமை யிற்றானுங் கொஞ்ச நீராவியைத் தோல் வெளிவிடுகின்றது. ஆனால், சூடான நிலைமையில் அல்லது கடினமாகத் தசைகள் வேலை செய்யும் போது, (வியர்வையாகப்) பெருங் கணியமான நீர் நீங்குகின்றது. சில வேளைகளில், ஒரு மணி நேரத்தில் ஓர் இலீற்றர் நீர்தானும் இவ்வாறு

நீங்கக் கூடும். இந்த வியர்வை தோலிலுள்ள **வியர்வை இல்லிகள்** வாயிலாக நீங்கிப் போகின்றது. சுருண்ட குழாய்களின் முடிச்சுக்களில் **வியர்வைச் சுரப்பிகளில்**—தோலினுள்ளே ஆழத்திலே அது உண்டாகி, வியர்வைக் கான்கள் வழியாக வியர்வை இல்லிகளுக்குச் செல்லுகின்றது (92 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

வியர்வையின் பெரும்பாகம் நீரே. தோலினூடு குருதி பாயும்போது இந்த நீரை அக்குருதியிலிருந்து வியர்வைச் சுரப்பிகள் பிரித்தெடுக்கின்றன. 97° ப. இலுள்ள தோலிலிருந்து 1 கிராம் நீர் ஆவியாக, 0·58 கலோரி (= 580 சிறுகலோரிகள்) வெப்பம் வேண்டும். இந்த மறைவெப்பத்தின் பெரும்பாகம் தோலிலிருந்தே எடுக்கப்பட அத்தோல் குளிர்ச்சியடையும். எனவே, தோலிலிருந்து வியர்வை எவ்வளவுக்குக் கூடுதலாக ஆவியாகின்றதோ அவ்வளவுக்குக் கூடுதலாக உடலும் வெப்பத்தை இழக்கின்றது. அசைவின்றியிருக்குங் காற்றிலும் அசைகின்ற காற்றில் நீராவியாகுதல் விரைவாக நிகழுகின்றமையினால், ஒரு காற்றோட்டம், அதன் வெப்பநிலையையும் ஈரப்பதனையுமே கொண்ட அசைவற்ற காற்றிலும், குளிர்ச்சியான அனுபவத்தைத் தரும். வியர்வை ஆவியாகாவிடின், வியர்த்தலினாற் குளிர்ச்சியான அனுபவம் உண்டாகாதென்பதை உணர்தல் முக்கியமானது. தோலின் மீது வியர்வைத் துளிகள் ஆவியாகாதிருக்கும் பொழுது குளிர்ச்சியான அனுபவம் ஏற்படாதாதலின் பெரும் புழுக்கமான நிலை வந்தெய்தும். இக்காரணம் பற்றியே நீராவி மிக நிரம்பிய, ஈரலிப்புமிக்குடைய வெப்பமான வளிமண்டலம் திட்டமாக அதன் வெப்ப நிலையினையே கொண்ட வறட்சியான வளிமண்டலத்திலும் மிகக் குறைவாகவே உடலுக்கு இதமளிக்கும்.

சுவாசப் பைகளினதுங் காற்று வழிகளினதும் அகத்துள்ள ஈரமான மேற்பரப்பிலிருந்து நீர் ஆவியாதலினாற் சுவாசித்தல் நிகழும்போதும் வெப்பம் இழக்கப்படுகின்றது. ஆனால், வாயின் குழியிலும் நாக்கிலும் மேற்பரப்பளவைக் கூடுதலாக வெளிக்காட்டி, விரைவான ஆழமிலாச் சுவாசித்தலினால் காற்றை அடிக்கடி மாற்றி, மூச்செறியுமட்டும், இவ்வாறு இழக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவு புறத்தேயுள்ள வெப்பநிலை மாற்றங்களினாற் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அடர்ந்த உரோமமும் சிறுவெண்ணிக்கையான வியர்வைச் சுரப்பிகளுமுடைய நாய் போன்ற முலையூட்டிகளில் மூச்செறிதல் வெப்பக் கழிவு நிகழ்வதற்கு ஒரு பிரதானமான முறையாகும். புறத்தே வெப்பமான நிலையிருப்பின், அல்லது கடுமையான வேலை செய்தபின்பு, நாம் மிக்க விரைவாக மூச்செறிந்து, நாக்கிலிருந்தும் வாய்க் குழியின் புறப்பரப்பிலிருந்தும், நீர் ஆவியாதலினாற் கழியும் வெப்பத்தை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது.

(2) கதிர் வீசலினுல் உண்டாகும் வெப்பக் கழிவு

ஒன்ருேடொன்று முட்டாதிருக்கும் இரு பொருள்களுள் ஒன்றிலிருந்து மற்றையதற்கு வெப்பஞ் சென்று இடம் மாறுதலைக் **கதிர்வீசல்** என்று மூன்ரும் நூலிற் கற்றுள்ளோம். அடுத்துள்ள இரு பொருள்கள் வெவ் வேருன வெப்ப நிலையில் இருக்கும் போதெல்லாம் வெப்பங் கூடிய பொருளின் மேற்பரப்பிலிருந்து வெப்பம் **கதிர்வீசலினுற்** சென்று, வெப்பங் குறைந்த பொருளின் மேற்பரப்பை அடைய அதனுடு அவ்வெப்பம் **உறிஞ்சப்படுகின்றது.** இவ்விரு பொருள்களுக்குமுள்ள வெப்பநிலைப் பேதம் எவ்வளவுக்குக் கூடுகின்றதோ அவ்வளவுக்குக் கதிர் வீசலினுல் இடம்மாறுகின்ற வெப்பமும் அளவிற் கூடும். வீட்டுத் தளபாடம், சுவர்கள், தளம், அறையின் பாவுபலகை என்னுமிவை போன்ற குறைவான வெப்ப நிலையிலிருக்கும் ஒவ்வொரு அயற்பொருளுக்கும், கூடிய வெப்பநிலையிலுள்ள மனிதவுடல் கதிர்வீசல் முறைப்படி வெப்பத்தைக் கொடுக்கின்றது. **தாழ்ந்த வெப்ப நிலைகளில்** உடலி லிருந்து வெப்பம் கழிதற்கு இதுவே பிரதானமான காரணியாகும். காற்றின் வெப்பநிலை 70° ச. இற்குமிடையில் (= 21° ச. இற்கும் 27° ச. இற்குமிடையில்) இருக்கும்பொழுது கழிகின்ற வெப்பத்தில் ஏறத்தாழ மூன்றிலிரண்டு பாகம் கதிர் வீசலினுற் கழிகின்றது. ஆனுல், காற்றின் வெப்பநிலை தோலின் வெப்பநிலையிலுங் கூடுமாயின், தோலிலிருந்து நீராவியாதலினுலன்றிக் கதிர் வீசலினுற் குளிர்தல் நிகழாது.

(3) கடத்தலினுலும் மேற்காவுகையினுலும் உண்டாகும் வெப்பக் கழிவு

உடலினுந் தாழ்ந்த வெப்பநிலையிலுள்ளதும் அதனைத் தொட்டுக் கொண்டிருப்பதுமான பதார்த்தமெதற்கும் வெப்பம் இடம்மாறிப் போவதே **கடத்தலாம்.** உதாரணமாக தோலை மூடியிருக்குங் காற்றும், சுவாசத்தின்போது சுவாசப்பைகளுள்ளுங் காற்றுக் குழாய்களுள்ளும் போகின்ற காற்றும், சூழ்ந்திருக்கும் வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலை உடலின் வெப்ப நிலையிலுங் குறைவாக விருப்பின், உடலிலிருந்து கடத்தல் முறையாக வெப்பத்தைப் பெறுகின்றன. ஆவியாதல், கதிர் வீசல் என்னும் இரு முறைகளிலுங் கடத்தலானது முக்கியத்தில் மிகவுங் குறைவான வெப்பநீக்க வழியாகும். பெரும்பான்மையான முலையூட்டிக ளின் தோலைமூடி ஒரு படையாக உரோமமும் அல்லது மயிரும், பறவைகளின் தோலைமூடி இறகுகளும் உண்டு. இவ்வுடற் போர்வைகள் காற்றை அகப்படுத்தி வைத்துக்கொள்ள, காற்றுத் தோலுக்கு மேலாக ஒரு காவலிடும் படையாகின்றது. மனிதனுக்கு உடல்மயிர் மிகக்குறை வாகவே உண்டு. ஆதலின், குளிரான தேசங்களில், அபாயத்துக்கிடமான அளவுக்கு வெப்பக் கழிவு நிகழாமற்றடுப்பதற்கு ஒரு படை காற்றை (வெப்பம் அரிதிற் கடத்தியை) அகப்படுத்தி வைத்திருக்குமுடைகளைத்

தோலுக்கு அணித்தாக அணிகின்றனர். தோலின் கீழுள்ள கொழுப்புப் படையும் இதே தொழிலைச் செய்யும்; ஏனெனில், கொழுப்பானது வெப்பம் அரிதிற் கடத்தியாதலின்.

அசையும் வாயுக்கள் அல்லது திரவங்களோடு வெப்பம் இடம்மாறிச் செல்லுதல் **மேற்காவுகை** எனப்படும். இம்முறை கடத்தலுடன் சேர்ந்து தோலிலிருந்து வெப்பத்தை நீக்குகின்றது. தோலைத்தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் குளிர்ச்சியான காற்று கடத்தலின் வழி இளஞ் சூடாக்கப்படுகின்றது. இக்காற்று விரிவடைந்து "இலேசாகு" மாதலின் மேலெழுகின்றது. இளஞ் சூடாக்கப்பட்ட இக்காற்றினிடத்தை நிரப்பக் குளிர்ந்த காற்றானது ஓடி, உடலிலிருந்து வெப்பத்தை வெளியே கொண்டு செல்லுகின்ற **மேற்காவுகையோட்டத்தை** உண்டாக்குகின்றது. அசையுங் காற்றுப் படுதலினால் மேற்காவுகை வாயிலாக ஏற்படுங் குளிர்ச்சிகூடும். உதாரணமாக விசிறியினின்று எழுகின்ற மென்காற்று உடல் மீது படும்போது தோலையடுத்துள்ள காற்றானது (கடத்தல் வழி இளஞ்சூடுற்று) கடிதில் அப்புறப்படுத்தப்படும்; அக்காலை அதனோடு, கூடிய வெப்பமும் ஆங்கிருந்து அகற்றப்படும். இவ்வாறு மேற்காவுகை காரணமாகக் குளிர்ச்சி அதிகரித்தல் காண்க. புறத்தேயுள்ள காற்றின் வெப்பநிலை தாழ்ந்திருக்கும்போது கடத்தலினாலும் மேற்காவுகையினாலும் நீங்கும் வெப்பம் அதிகமாகும். காற்றின் வெப்பநிலை உயரவுயர, இம்முறைகளின் படி நீங்கும் வெப்பம் படிப்படியாகக் குறைந்து போகும். இவ்வாறு உயர்ந்து கொண்டிருக்குங் காற்றின் வெப்பநிலை தோலின் வெப்பநிலைக்கு மேற்படக் கடத்தலினாலும் மேற்காவுகையினாலும் வெப்பம் நீங்குதல் நின்றுவிடும்.

பிரதானமாகத் தோலின் மேற்பரப்பிலிருந்தே வெப்பம் கழிகின்றதெனக் கண்டுள்ளோம். இந்த வெப்பஞ் சுவாசித்தல் நிகழும்போது, ஆழத்திற் கிடக்கும் இழையங்களில் உண்டாகி உடலின் மேற்பரப்புக்குக் குருதியருவியினாற் கொண்டு போகப்படுகின்றது. எனவே, உடலின் மேற்பரப்புக்குக் கொண்டு போகப்படுகின்ற வெப்பத்தின் கணியமானது தோலினூடு குருதி பாய்கின்ற வேகத்திற் தங்கியிருக்கின்றது. தோலின் மயிர்த்துளைக் குழாய்களுக்குக் குருதியை வழங்குகின்ற கிளை நாடிகளின் தசைச் சுவர்கள் சுருங்க, தோலில் வந்து சேருங் குருதியும், மேற்பரப்புக்குக் கொண்டு வரப்படும் வெப்பமுங் குறைகின்றன. மறுதலையாக, இக்குருதிக் குழாய்களின் விட்டமானது அதிகரிக்குமாயின், தோலினூடு பாயுங் குருதியும், மேற்பரப்புக்குக் கொண்டு வரப்படும் வெப்பமும் தோலின் வெப்பமும் அதிகரிக்கும். தோலிலுள்ள இரத்தக் குழாய்களின் விட்டத்தில் (அல்லது **அகக் குறுக்களவில்**) உண்டாகுமிம் மாற்றங்கள், தனக்கு வழங்கப்படுங் குருதியிலெழுகின்ற சிறு வெப்பநிலை மாற்றங்களை உணர வல்லதும், உடலின் வெப்பநிலையை மட்டுப்படுத்தும் "வெப்பநிலை நிறுத்தி" யாகத் தொழிற்படுகின்றதுமான, மூளையினொரு பகுதியினாலாளப்படுகின்றன.

புறத்தேயுள்ள வளிமண்டலம் உடலினுங் குளிர்ச்சியாக இருக்கும்போது, உட்சுவாசிக்கப்பட்ட காற்றை உடலின் வெப்ப நிலைக்கு வருமாறு இளவெப்பமாக்குதலினாற் சுவாசப்பைகளிலிருந்தும் வெப்பம் நீங்குகின்றது. எவ்வளவுக்குக் காற்றுக் குளிர்ந்தும் உலர்ந்துமிருக்கின்றதோ அவ்வளவுக்குச் சுவாசப்பைகளினூடாக இவ்வாறு நீங்குகின்ற வெப்பமும் அதிகமாகவிருக்கும்.

எங்கள் உடலினும் வெப்பமிக்கதாகக் காற்று உளபோதும், அல்லது வியர்வை ஆவியாக முடியாது உடல்மீது வீணே வழிந்தோடுமளவிற்குக் காற்று நீரால் நிரம்பலுற்றுளபோதுமே, உடலைக் குளிர்த்தும் எமதாற்றல் உண்மையாகச் சோதிக்கப்படும். காற்று உலர்வாக இருப்பின், எத்துணை பெரிய வெப்பத்தை மனிதவுடல் தாங்குமென்பது ஒருபெரும் விந்தையே. எத்துணை உயர்ந்த வெப்ப நிலையைத் தன்னாற்றாங்க முடியுமென்று முதலிற் பரிசோதித்தவர், பதினெட்டாம் நூற்றாண்டினிறுதிமட்டில் வேத்தியற் சங்கத்தின் செயலாளராக இருந்த, **பிளாக்கிடென்** என்பாரானவர். நீர்க் கொதி நிலையினும் 48° உயர்வான வெப்பநிலையாகிய 280° ப. இற்கு வெப்ப மேற்றப்பெற்ற ஓரறையினுள்ளே அவர் புகுந்தார். புகுந்து அங்கே முக்கால் மணித்தியால நேரத்துக்கு மேல் இருந்தார். அப்படி அவரிருந்தபொழுது, ஆங்கு வைத்த சிறிது இறைச்சி வறண்டதுமல்லாமல் அறக்கடினமான அளவுக்கு வெந்தும் போயிற்று. நாயொன்றை, அதன் பாதங்கள் வேகாவண்ணம் ஒரு கூடையினுள் வைத்துத் தன்னுடன் கொண்டு போயிருந்தார். அந்த நாயும் ஒருவாறு குளிர்ச்சி குன்றாதிருந்தது. ஆவியாதல் பொருள்களை எவ்வாறு குளிரச் செய்கின்றதெனக் காட்டுதற்கு இரண்டு குடம் நீரையுந் தன்னுடன் கொண்டு சென்றார். ஒன்றனுட் சிறிது மெழுகைப் போட்டார். அந்த மெழுகு உருகி நீராவி வெளியே போகாமற்றடுத்தது. இக்குடத்தின் வெப்பநிலையானது, இவ்வாறு மூடப்படாதிருந்த மேற்பரப்பையுடைய குடத்தின் வெப்ப நிலையினும் மேலாக ஏறியது.

‘ இப்பரிசோதனை உலர்வான காற்றில் நடத்தப்பட்டது. ஈரமான காற்றில் விளைவுகள் முற்றிலும் வேறுவகையானவை. உடலின் வெப்பநிலையிலுளதெனினும், நீரினால் முற்றாக நிரம்பியுள்ள காற்றிலே பலமாக நாம் வியர்ப்போம். அவ்வாறு வியர்ப்பதனாற் பயன் யாதுமில்லை. நீர் ஆவியாவதில்லை ; உடலின் வெப்பநிலை ஒரு மணித்தியாலத்துக்கு 2° ப. அல்லது 3° ப. ஆல் உயரும். யானொருமுறை 120° ப. இல் நீர் நிரம்பியுள்ள காற்றில் இருந்தேன். அங்கிருந்த வெக்கையோ தாங்கொணாதது. யான் விட்ட ஒவ்வொரு மூச்சும் என் தொண்டைக்குஞ் சுவாசப் பைகளுக்கும் வெப்பமேற்றிற்று. எங்களிடத்து உடல் வெப்பமானிகள் இருந்தன. ஒரு நிமிடத்துக் கொருதரம் அவைகளை நாம் விரைவாக எங்கள் வாய்களினின்றும் வெளியெடுத்துக் குளிர்ந்த நீரினுள் வைத்து அவை காட்டும் அளவீடுகளைக் குறித்தோம். ஏனெனில், காற்றிலேயாயின்

அவை மிக்க விரைவாக மேலேறியிருக்கும். எங்களுடைய வெப்பநிலை, நிமிடமொன்றுக்கு ஒரு பாகையாக ஏறிற்று. மிகவுஞ் சொற்பமான நேரத்துக்கே யான் அங்கிருந்தேன்.'[1]

உணவுஞ் சத்தியும்

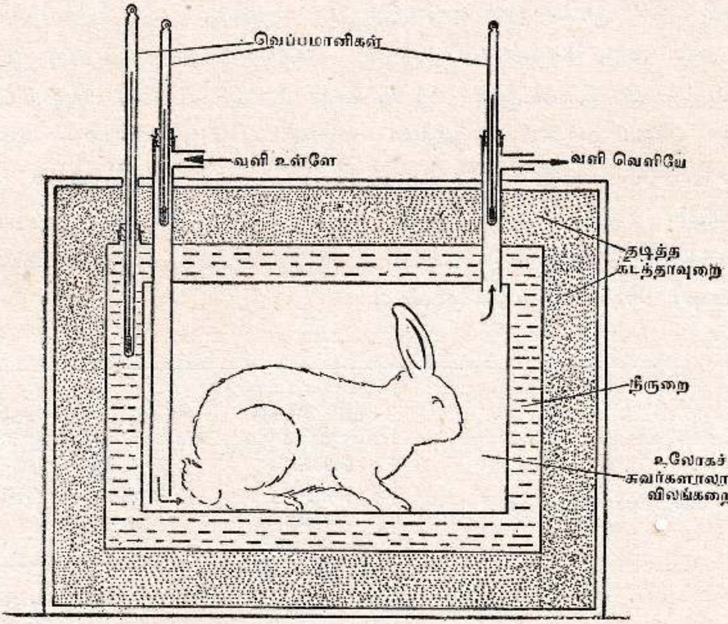
இரசாயன மாற்றங்களெல்லாவற்றுக்கும் அடிப்படையாகவுள்ள பொதுத் தத்துவம் **சடப்பொருட் காப்பு விதி**—அதாவது **சடப்பொருளை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது**—என்று இரசாயனவியற் பாடங்களிற் படிக்கின்றோம். இதை வேறொரு விதமாகக் கூறுமிடத்து, ஓரிரசாயனத் தாக்கத்தின் தொடக்கத்தில் நாம் எடுத்துக் கொள்ளும் எல்லாப் பதார்த்தங்களின் நிறையும், தாக்கம் நிகழும் போதுண்டாய எல்லா விளைவுகளின் நிறையும் ஒன்றே யெனலாம். பௌதிகவியல் முழுவதையும் ஊடுருவி நிற்கின்ற பொதுவிதி **சத்திக் காப்பு விதி** என்று—அதாவது, **சத்தியை ஒரு வடிவத்திருந்து பிறிதொரு வடிவமாக மாற்றக் கூடுமேயன்றி, அதனை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது**—அம்மாற்றத்தின் போது சத்தியின் **மொத்தக்** கணியமும் மாறுதென்று—பௌதிகவியற் பாடங்களிற் படிக்கின்றேம்.

இவ்விரு விதிகளும் தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் நிகழுகின்ற உயிர்ப்பு முறைகளெல்லாவற்றுக்கும் ஒக்கப் பொருந்தும். விலங்குகளைப் பொறுத்தமட்டில், பரிசோதனை மூலமாகக் குறித்தவொரு காலவெல்லைக்குள் ஒரு விலங்கு உண்டாக்குகின்ற சத்தியையும் அதே காலவெல்லைக்குள் அது உண்ணும் உணவினுள்ள பயன் படுத்தத்தக்க சத்தியையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்து, இக்கூற்றினுண்மை நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அளந்தறியப்பட்ட கணியமான உணவை விலங்குகளுக்குக் கொடுத்து, சிறப்பாக அமைக்கப் பட்ட விலங்குக் கலோரிமானிகளில் அவைகளைப் பல மணித்தியாலங்களுக்கு வைக்க, உண்டாகும் வெப்பச் சத்தி கவனமாக அளக்கப்பட்டது (52 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). அதேயளவான அதே வகையுணவை இன்னொரு விதமான கலோரிமானியில் வைத்து, ஒட்சிசனில் எரித்து, அதன் **தகன வெப்பம்** அளக்கப்பட்டது. இத்தகைய பரிசோதனைகளில் (கலோரிமானியினுள் இருக்கும்போது விலங்கின் நிறை கூடாமலுங் குறையாமலும் இருக்குமாயின்), ஒரே கணியமான உணவு ஒட்சிசனில் விரைவாக வெரிக்கப் பட்டாலென், விலங்கொன்றின் உடலில் மெதுவாக அதற்கு ஒட்சியேற்றப் பட்டாலென், தவறுதெப்பொழுதும் ஒரேயளவான வெப்பச் சத்தியை அது உண்டாக்கும். ஆதலின் விலங்கும் பெற்றேலெஞ்சினைச் சரியொத்த ஒரு வெப்பவெஞ்சினே. மோட்டாரெஞ்சின் தனக்கு வேண்டிய சத்தியை ஐதரோக்

---

[1] சே. பி. எசு. கல்தேன் என்பவருடைய "குளிர்ச்சியாக இருத்தல்" என்னும் நூலிலிருந்தெடுக்கப்பட்டது.

காபனொன்றுக்கு (பெற்றேலுக்கு) விரைவாக ஒட்சியேற்றுவதாற்பெற, விலங்கோ தனக்கு வேண்டிய சத்தியை நொதிச்சத்துக்களின் துணை கொண்டு, தன் உடற் கலங்களிற்குளுக்கோசிற்கு மெதுவாக ஒட்சியேற்றுவதாற் பெறுகின்றது.



உருவம் 52 : ஓர் எளிய, விலங்குக் கலோரிமானி (காம்பெலைப் பின்பற்றி).

சத்தி விளைவும் உணவுத் தேவைகளும்

சத்திக் காப்பு விதியானது விலங்குகளுக்கும் பொருத்தமுடைத்தாதலின், ஒரு விலங்கு ஒரு நாளில் எவ்வளவு சத்தியை (வெப்பமும் வேலையுமாக) உண்டாக்குகின்றதென்று அறிவோமேயானால், அவ்வளவு சக்தியையும் வழங்குதற்கு எவ்வளவு உணவு அவ்விலங்கிற்கு வேண்டுமென்று நாம் கணித்தறியலாம். ஒரு மனிதனுடைய சத்திவிளைவு அவனுடைய உடற்றொழிற்பாட்டிலும், உடலின் பருமனிலும் அவனைச் சூழ்ந்துள்ள காலநிலையிலுந் தங்கியிருக்கின்றது. என்றாலும், சில தசைகள் வேலை செய்யாது அவன் ஆறியிருக்கும் வேளைகளிற்றானும், ஓயாது வேலைசெய்து கொண்டேயிருக்கின்றன வென்றறிதல் முக்கியமானது. உதாரணமாக, அவனுடைய இதயத் தசையுஞ் சுவாசவசைவுகளோடு தொடர்புடைய தசைகளும் ஓயாது துயிலும் போதுதானும், வேலை செய்துகொண்டேயிருக்கின்றன.

முற்ருக உடலை ஓயவிட்டு ஆறி (ஆனுல் விழிப்பாகப்) படுத்திருக்கும்போது, மனிதனெருவன் ஒவ்வொரு மணித்தியாலத்திலும் ஒரு கிலோகிராமுடல் நிறைக்கு ஏறக்குறைய 1 'கலோரி'[1] வீதம் வெப்பத்தை உண்டாக்குகின்ருன். (இதனை ஒரு மணித்தியாலத்தில் ஒரு கிலோக் கிராமுக்கு ஒரு கலோரி என ஞாபகத்தில் வைத்திருப்பது இலேசாகும்.) இவ்வண்ணம், உம்முடைய நிறை 50 கி.கி. (=110 இரு. அல்லது ஏறத்தாழ 8 கல்) ஆயின், பூரணமாக ஆறியிருக்கையில் நீர் 24 மணி நேரத்தில் 1,200 கலோரி வெப்பத்தை உண்டாக்குவீர். இதுவே உம்முடைய அடிப்படையான சத்தித் தேவையாகும். மேலதிகமான தொழிற் பாடெதற்கும் மேலதிகமான சத்தி வேண்டும். உதாரணமாக, இந்த அடிப்படையான தேவையை நிமிர்ந்திருத்தல் 40% அளவாகக் கூட்டும் ; நேராக நிற்றல், கீழே காட்டியிருப்பதுபோல், 60% அளவாகக் கூட்டும்.

தொழிற்பாட்டின் வகை	ஒரு மணித்தியாலத்தில் ஒரு கி.கி.உடல் நிறைக்கு வேண்டிய அண்ணளவான சத்தி கலோ./கி.கி./மணி		கீழ்க்காணும் நிறைகளையுடைய மணிதருக்கு மணித்தியாலமொன்றுக்கு வேண்டிய அண்ணளவான சத்தி 50 கி.கி.(=110 இரு.) கலோரி	70 கி.கி.(=154 இரு.) கலோரி
ஆறிப்படுத்திருத்தல		1·0	50	70
நிமிர்ந்திருத்தல்	+0·4	1·4	70	98
நிமிர்ந்து நேராக நிற்றல் ..	+0·6	1·6	80	112
மெல்ல நடத்தல்	+1.0	2·0	100	140
மட்டான பயிற்சி	+3·0	4·0	200	280
கடும் பயிற்சி	+5·5	6·5	325	455
துயிலல்	−0·1	0·9	45	63

1 பௌதிகவியற் பாடங்களில், நாம் உபயோகிக்குஞ் 'சிறு கலோரி' ஆனது பெரு விலங்குகளின் வெப்பப் பேற்றைக் குறித்தற்கு வாய்ப்பாகாது—அது அத்துணை சிறிய அளவினதாதலின் எனவே, 'பெருங் கலோரி' அல்லது 'கிலோக்கலோரி' உபயோகிக்கப்படுகின்றது. 1 கிலோக் கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை 1° ச. அளவிற்கு உயர்த்துதற்கு வேண்டிய கணியமான வெப்பங் 'கிலோக்கலோரி' எனப்படும். அதாவது, 1 கிலோக்கலோரி—1,000 சிறு கலோரிகள்'.

எனவே, 24 மணி நேரத்தில் வெவ்வேறு விதமான உடல் முயற்சி யொவ்வொன்றிலும் எவ்வளவு நேரம் ஈடுபடுகின்றீரென்பதை அறிவீராயின், உமது அன்றன்றைய உணவிலிருந்து எத்தனை சத்தியலகுகள் (அல்லது கலோரிகள்) உமக்குத் தேவை என்று கணித்தறியலாம். வகைக்கொத்த ஈருதாரணங்களை ஈண்டுத்தருகின்றேம்.

தொழிற்பாட்டின் வகை	கால அளவு (மணித்தியாலத்தில்)	50 கி.கி./110 இரு. நிறையுள்ள மாணவனுக்கு வேண்டிய கலோரிகள்
துயிலல்	9	$9 \times 0{\cdot}9 \times 50 = 405$
இருத்தல்	8	$8 \times 1{\cdot}4 \times 50 = 560$
நிற்றல்	2	$2 \times 1{\cdot}6 \times 50 = 160$
நடத்தல்	2	$2 \times 2{\cdot}0 \times 50 = 200$
மட்டான பயிற்சி	2	$2 \times 4{\cdot}0 \times 50 = 400$
கடும் பயிற்சி	1	$1 \times 6{\cdot}5 \times 50 = 325$
	24	அன்றன்றைத் தேவை = 2,050

தொழிற்பாட்டின் வகை	கால அளவு (மணித்தியாலத்தில்)	70 கி.கி./154 இரு. நிறையுள்ள தொழிலாளிக்கு வேண்டிய கலோரிகள்
துயிலல் ..	8	$8 \times 0{\cdot}9 \times 70 = 504$
இருத்தல் ..	4	$4 \times 1{\cdot}4 \times 70 = 392$
நிற்றல் ..	4	$4 \times 1{\cdot}6 \times 70 = 448$
நடத்தல் ..	2	$2 \times 2{\cdot}0 \times 70 = 280$
மட்டான பயிற்சி ..	2	$2 \times 4{\cdot}0 \times 70 = 560$
கடும் பயிற்சி ..	4	$4 \times 6{\cdot}5 \times 70 = 1{,}820$
	24	அன்றன்றைத் தேவை = 4,004

சத்திப்பலன் (ஆதலின் உணவுத் தேவையும்), ஒருவன் உடல் நிறையையும் தொழிற்றுறையையும் பொறுத்து ஆளுக்காள் எத்துணை விசாலமாக வேறுபடுகின்றதென்று மேற்கூறிய உதாரணங்களிரண்டும் விளக்குகின்றன. சமிபாட்டு முறைகளின் திறத்தைப் பொறுத்தும் ஆளுக்காள் வேற்றுமையுண்டு. சிலர் மற்றவர்களிலும் உணவின் பெரும்பாகத்தை

உறிஞ்சியெடுக்கப்படுகின்றனர். 164 ஆம் பக்கத்திற் கொடுத்திருக்கும் 'சராசரி' இலக்கங்கள், சமியாத அல்லது உறிஞ்சப்படாத உணவுப் பாகத்துக்காக, 10 ச. வீதம் மிகைப்படியாகக் கொடுக்கப்பட்டுள. கால நிலையும் இங்கு முக்கியமான ஒரு காரணி. உடலின் வெப்ப நிலையை மாறுது வைத்திருப்பதற்கு வெப்பக் காலநிலைகளிற் குறைவான சத்தி (ஏறக்குறைய மொத்தத் தேவையின் 10 ச.வீ.) போதுமானது. பயன்படக்கூடியதாக விருக்குஞ் சத்தியைப் பெரும் பாகத்தை ஆடவரினும் மகளிரே கூடுதலாக உபயோகிக்கின்றனர். சராசரியாக, ஒரு ஆணுக்கு வேண்டுமான கலோரிகளின் ஏறக்குறைய 83 ச.வீ. (அதாவது, ஆறிலொன்று குறைவான பாகம்) அவன் செய்யும் வேலையையொத்த வேலை செய்யும் அதே நிறையுள்ள பெண்ணொருத்திக்குப் போதுமானது. சத்தி விளைவையும் உணவுத் தேவையையும் பொறுத்த மட்டில் மக்களிடையே விசாலமான வேறுபாடுகள் உண்டாதலின், சாதாரண மனிதனுடைய தேவையென்று கொடுக்கப்படும் இலக்கங்களெவையாயினும் அவை பரும்படியான பொது வழி காட்டிகளேயாம். போசணையில் வல்லுனரும் ஆலோசனைச் சபைகளுங் கூறும் புத்திமதிகளைப் பற்றிச் சிந்திக்கும் போது, இதனை மனத்தே வைத்திருந்தால் இந்தச் 'சராசரி' இலக்கங்களை விசேடமான மக்கட் டொகுதிக்குந் தனியாட்களுக்கும் ஏற்புடைத்தாகலாம்.

உடல் நிறையும் உணவுத் தேவைகளும்

முதிர்ந்தோனொருவனுடைய போசணை திருப்தியானதா அல்லவா வென்பதற்கு எளிதான ஒரு சோதனை அவனுடைய உடல் நிறை ஏற்றத்தாழ்ச்சியின்றி நிலையாக நிற்கின்றதா வென்பதே. உணவுச் சத்திக் கலோரிகள் மிக்க குறைவாக இருக்குமாயின், நிறை குறையும்; அல்லது கடும் வேலை செய்யமுடியாதிருக்கும். அளவுக்கதிகமான கலோரிகள் நன்றுக உறிஞ்சப் பட்டால் உடல் நிறை கூடும். ஏனெனில், சத்தி பயக்கும் மேலதிகமான உணவு கொழுப்பாகச் செமித்து வைக்கப்படும். மனிதவுடலுக்கு ஒத்தமையுந் தன்மை மிக உண்டு. உண்டி மாற்றங்களுக்கேற்ப அது மிக்க திறமாகத் தன்னை இசைவாக்குகின்றது. உதாரணமாக, உண்டாகுஞ் சத்தி விளைவினிலும் உட்கொள்ளுங் கலோரி குறைவாக நெடுங்காலமிருக்குமாயின் இவையிரண்டுஞ் சமநிலைக்கு வருமட்டும் நிறையை உடல் இழக்கின்றது. இவ்விதமான வேளைகளில், தசைக்கு முன்பு உடற் கொழுப்பு உபயோகிக்கப் படும். தசையே இதற்கு உபயோகிக்கப்பட வேண்டியவிடத்து முக்கியங் குறைந்த தசைகளே நிறையில் அதிகங் குறைவன. உதாரணமாக, இதயத் தசை நிறையிற் குறைவெய்தத் தொடங்குமுன்னர், இருதலைத் தசையும் கெண்டைக் காற்றசையுமே மிக்க மெலிவுறும். எனவே, நீடித்த உணவுக் குறைவினாலுண்டாகும் நிறையிறக்கமானது, மாற்றமெய்திய நிலைமைகளுக் கிணங்க இயற்கையாக உடல் வழக்கமாகக் கொள்ளும் இசைவாக்கமேயன்றி நோயின் விளைவன்று. உணவை நன்றுகப் பெறுமொருவனுடைய நிறை

யிறக்கங் கண்கூடாயின், வைத்தியரொருவராலாராயப்படவேண்டிய நிலை வந்தெய்திவிட்டதென்று காட்டும் ஓரபாயக் குறியாகும். அது அளவுக் கதிகமான கொழுப்பும், மிதமிஞ்சிய வழக்கமாக உண்பதனுல் அது உண்டாகவில்லையென்பது வெளிப்படையாயின் மருத்துவனுடைய ஆலோசனை வேண்டுமென்பதைக் காட்டக்கூடும்.

உணவுப் பதார்த்தங்களின் சத்திப் பெறுமானங்கள்

பிரதானமான உணவுப் பொருள்களின் 'சத்திப் பெறுமானங்களை' இப்பொழுது ஆராய்வோம். காபோவைதரேற்றுக்கள், கொழுப்புக்கள், புரதங்கள், நீர், உப்புக்கள், விற்றமின்கள் என்னும் இரசாயனவியல்பான அறுவகையுணவுப் பதார்த்தங்களுள் முதல் மூன்றும் மாத்திரம் ஒட்சியேற்றத்திறற் சத்தியை வழங்கவல்லன. காபோவைதரேற்றுக்கள், கொழுப்புக்கள், புரதங்கள் என்பனவற்றின் அண்ணளவான சத்திப் பெறுமானங்கள் பின்வருமாறு :

ஒரு கிராம் காபோவைதரேற்று, பூரணவொட்சியேற்றம் பெறுமாயின், ஏறக்குறைய 4 கலோரி தரும்.

ஒரு கிராம் கொழுப்பு, பூரணவொட்சியேற்றம் பெறுமாயின், ஏறக்குறைய 9 கலோரி தரும்.

ஒரு கிராம் புரதம், அரைகுறையாக ஒட்சியேற்றம் பெறுமாயின், ஏறக்குறைய 4 கலோரி தரும்.

நாடோறும் வேண்டிய உணவுச் சத்திக் கலோரித் தேவையைக் காபோவைதரேற்றுக்களுங் கொழுப்புக்களும் புரதங்களும் பல்வேறு விகித சமங்களிற் கலந்திருக்க அவற்றிலிருந்து பெறலாம். உதாரணமாக, குளிர் காலநிலையுள்ள ஓரிடத்தில் பின்வருவன சிறந்த நிறையுணவாக அமையும் :

2,000 கலோரியைத் தரும் 500 கிராம் **காபோவைதரேற்று,**
900 கலோரியைத் தரும் 100 கிராம் **கொழுப்பு,**
400 கலோரியைத் தரும் 100 கிராம் **புரோட்டீன்.**

குளிர் காலநிலையுள்ள ஒரு நாட்டில், தசைகள் தொழிற்படும் **வேலையை** நாளொன்றுக்கு ஆறு மணித்தியாலத்துக்குச் செய்கின்ற 70 கி.கி. நிறையுள்ள மனிதனொருவனுடைய நாளாந்த தேவை, இவற்றின் மொத்தமாகிய **3,300** கலோரியாகும்.

இரசாயனப் பாகுபாட்டினுல் துணிந்தவாறு, நாடோறும் நாம் உபயோகிக்கின்ற உணவுப் பொருள்களின் பலவிதமான கூறுகளுக்குள்ள சார்

விகிதசமத்தையும், சார் கலோரிப் பெறுமானத்தையும் உணவட்டவணைகள்[1] காட்டும். குறித்தவோர் உண்டியின் உணவுப் பெறுமானத்தை இவ்வித மான உணவட்டவணைகளின் உதவியைக் கொண்டு கணித்தறியலாம். பின் வருமுதாரணம் இவ்வாறு கணிக்கப்பட்டது [2]:

சோறு	10 அவுன்சு	(284 கி.)	1,012	கலோரி
தினை	5	,, (142 கி.)	455	,,
பால்	8	,, (227 கி.)	136	,,
பருப்புவகை	3	,, (85 கி.)	224	,,
காய்கறிவகை	6	,, (170 கி.)	236	,,
பச்சிலைக்கறிவகை ..	4	,, (113 கி.)	36	,,
கொழுப்புகளும் நெய்களும் ..	2	,, (57 கி.)	475	,,
பழங்கள்	2	,, (57 கி.)	26	,,
			2,600	,,

வெப்பக் காலநிலையில் '**மட்டான வேலையை**' ஆறு மணித்தியாலத் துக்குச் செய்கின்ற 60 கி.கி. நிறையுள்ள மனிதனொருவனுக்கு வேண்டிய திறமான **நிறையுணவுக்கு** இது ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

சத்தித் தேவையில், ஏறக்குறைய, **மூன்றிலிரண்டு பாகங் காபோவைத ரேற்றுக்களாலும், ஆறிலொன்று கொழுப்புக்களாலும். மற்றையாறி லொன்று புரதங்களாலும் (இப்புரதங்களின் ஐந்திலொரு பாகமாகுதல் விலங்குப் புரதமாகவும் மிகுதி தாவரப் புரதமாகவும்)** இருக்கத் தக்கதாக உண்டியின் வெவ்வேறான உணவுப் பொருள்களின் சார்விகித சமங்களிருத் தல் வேண்டுமென்று போசணையியல் வல்லுனர் கூறுகின்றனர். ஆனால், இவ்விகித சமங்களைச் சிறப்பான நிலைமைகளுக்கும், வெவ்வேறு மக்களின் சிறப்பான தேவைகளுக்கும் பொருந்துமாறு, பின்வருந்தத்துவங்களைத் தழுவி மாற்றிக் கொள்ளலாம் :

(அ) **வளர்ச்சிக்கும் புதுப்பித்தற்கும் போதுமான புரதம் எப்பொழுதும் இருத்தல் வேண்டும்**[3] ;

(இ) **கடுந் தசை வேலைக்குக் காபோவைதரேற்றுக்கள் கூடிய விகித சதத்தில் வேண்டும்** ;

[1] உதாரணமாக, **பி. எசு. பிளாற்று** என்பவருடைய, **அயனமண்டல நாடுகளில் வழக்கமாக உபயோகிக்கப்படுகின்ற உணவுப் பொருள்களின் எடுத்துக்காட்டுப் பெறுமான அட்டவணைகள்** (மாட்சிமை தங்கிய இராணியாரின்).

[2] கூனூரிலுள்ள போசணையாராய்ச்சிப் பரிசோதனைச் சாலைகளில் ஆயத்தம் பண்ணப்பட்டுத் தெல்லியில் வெளியீட்டு முகாமைக் காரரால் வெளியிடப்பட்ட, **இந்தியவுணவுப் பொருள் களின் போசணைப் பெறுமானமும், பூரணவுணவுகளைத் திட்டஞ் செய்தலும்** என்னும் 23 ஆம் இலக்க அரசாங்க சுகாதார வெளியீடு.

[3] உடல் நிறை ஒரு கிலோகிராமுக்கு ஒரு கிராமீரமிலாப் புரதம்—அதாவது, வளர்ந் தோரைப் பொறுத்தமட்டில் நாளொன்றுக்கு உடல் நிறையினுயிரத்திலொருபங்கு பருமட் டான அளவெனினும் இடையூறில்லாதவளவாகும். என்றுலும் சிறுவருக்கு இதனினும் அதிகமாக ஒரு கிலோகிராம் உடல் நிறைக்கு 2 கிராம் மட்டில் வேண்டும்.

(உ) குளிர்ந்த காலநிலையில் கூடிய விகித சமமான கொழுப்புண்டேல், அது மேலதிகமான வெப்பத்தைக் கொடுக்கும் ;

மூன்றும் புத்தகம் (அ) இல் மனிதவுணவும் போசணையும் இதனிலும் மிக்க விரிவாக விளக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

பச்சைத் தாவரங்களின் சுவாசப் பொறி நுட்பம்

(அ) நிலத் தாவரங்களிற் சுவாசம்

நிலத்தாவரங்களின் இலைகள், தண்டுகள், வேர்கள் என்னுமிவற்றில், சூழ்ந்திருக்குங் காற்றிலிருந்து உயிருள்ள கலங்களை ஒட்சிசன் **பரவல்** முறையாகச் சேருகின்றது. கலங்களிலுண்டாக்கப்படுகின்ற காபனீரொட்சைட்டும் அவ்வாறே பரவல்முறையாக வெளிப்போகின்றது. நிறமற்ற பகுதிகளிலும் பச்சையான பகுதிகளிலும் **இராக்காலத்**திலாகுதல் இவ்வாறு நிகழுமென்று கூறுதலுண்மையாகும். பகற்காலத்திலோ தாவரங்களின் சுவாசம் ஒளித் தொகுப்பு முறையினுல் மறைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒட்சிசன், காபனீரொட்சைட்டென்றும் இரு வாயுக்களும் இலைகளிலும் பச்சைத் தண்டுகளிலுமுள்ள வாய்களூடு போக்குவரவு செய்கின்றன. இத்துணைகளுக்கடியிற் காற்று வெளிகள் உண்டு. இக்காற்று வெளிகள், தாவரத்தின் எல்லாப் பாகங்களுக்குங் கான்களுக்கிடையாக வியாபித்துள்ள பிற காற்றுவெளிகளோடு தொடுக்கப்பட்டுள. வழக்கமாகத் தாவரங்கள் மெல்ல மெல்லவாகச் சுவாசிக்கின்றன. ஒவ்வொரு கலத்துக்கும் போதுமான ஒட்சிசனை வழங்குதற்கும், ஆங்குண்டாகின்ற காபனீரொட்சைட்டைக் கடத்துதற்குந் தக்கதாகப் பரவல் விரைவாக நிகழுகின்றது.

வைரத் தாவரங்களின் தண்டுகளிலும் வேர்களிலும் இலைவாய்களுக்குப் பதிலாகப் பட்டை வாய்கள் எனப்படும் பருமையிற் கூடிய துவாரங்களுண்டு இந்தக் கபிலநிறமான மேற்பரப்புக்களை மூடியிருக்குந் தக்கைப் படைகளூடு வாயுக்களை இப்பட்டை வாய்கள் பரவவிடுகின்றன. (நீளமான இப்பட்டை வாய்களைப் போத்தற்றக்கைத் துண்டெதனிலும் காணலாம். தக்கையின் நீளப்பாட்டுக்குக் குறுக்கே அதற்குச் செங்குத்தாக இத்துவாரங்கள் உள்ளனவாதலின் காற்று நுழையவியலாத அடைப்பாகின்றது அத்தக்கை.)

சுவாசம் நிகழும் போதுண்டாகுங் காபனீரொட்சைட்டு முழுவதையும் காற்றிலிருந்து இலையினுள்ளே பரவுகின்ற காபனீரொட்சைட்டை அதனிலும் அதிகமாகவும் பச்சையிலைகளிற், பகலொளியில் ஒளித் தொகுப்பு முறை உறிஞ்சுகின்றது. இலைக்கலங்களிற் சுவாசித்தலுக்கு வேண்டிய ஒட்சிசனை இதேமுறை (ஒளித் தொகுப்பு) பகலில் வழங்குகின்றது.

(இ) அமிழ்ந்து கிடக்கும் நீர்த் தாவரங்களிற் சுவாசம்

நிலத்தாவரங்களில், வாயுக்கள், கலச்சுவரிலுள்ள நீரிற் கரைந்தபின்னர் ஈரமான கலச் சுவர்களினூடு செல்ல வேண்டியிருக்கின்றது. ஆழ்ந்திருக்கும் நீர்த் தாவரங்களுக்கு இலை வாய்களில்லை. அவற்றிற் சுவாசித்தல் நிகழும் போது (ஒளித் தொகுப்பு நிகழும் போதும்), இலைத் தோற் கலங்களுக்கும் (நிலவிலைகளுக்குள்ள வாயு புகவியலாத புறத்தோல் இவற்றுக்கில்லை). அவை வாழுகின்ற நீருக்குமிடையில், வாயுமாற்று நிகழுகின்றது. அதாவது இத்தாவரங்கள், அவற்றைச் சூழ்ந்திருக்கும் நீரிற் கரைந்துள்ள ஒட்சிசனி லிருந்து தங்களுக்கு வேண்டிய ஒட்சிசனைப் பெற்று அந்நீருக்குக் காபனீ ரொட்சைட்டைக் கொடுக்கின்றன. ஒளிவிளக்கம் பெற்ற பச்சை நீர்த்தாவரம் ஒளித் தொகுப்போடு சுவாசித்தலையும் நிகழ்த்துகின்றது. இதன் பேறு யாதெனில், அது காபனீரொட்சைட்டை நீரிலிருந்து உட்கொண்டு ஒட்சிசனை விடுதலையாக்குகின்றதென்பதே. நீரிற் கரைந்திருக்கும் இந்த ஒட்சிசன் கரைசலிலிருந்து வெளிப்பட்டு, தாவரம் நீரில் மிதந்திருப்பதற்குத் துணை யாகுங் குமிழிகளாக இலைகள் மீது தோற்றுதல் உண்டு.

முலையூட்டிகள் சுவாசித்தலைப் போலத் தாவரங்கள் சுவாசிப்பதில்லை யென்பது வெளிப்படை. சுவாசித்தலினால் நிகழும் வாயுமாற்றுக்கள் பச்சைத் தாவரங்களிற் பகலொளியில், ஒளித் தொகுப்பாகிய உணவுண் டாக்கும் முறையைப் பின்றொடர்ந்து நிகழும் மறுதலையான வாயுமாற்றுக் களினால், மறைக்கப்படுகின்றன வென்பதும் வெளிப்படை.

பச்சை நிறத்தனவல்லாத தாவரங்களின் சுவாசப் பொறிநுட்பம்

பூஞ்சணத்தையுங் காளானையும் போன்ற பல பங்கசுகளில், மேற்பரப்பி லுள்ள படையினூடு ஒட்சிசன் பரவ, நிகழுகின்ற அகச்சுவாசம் பச்சைத் தாவரங்களின் சுவாசத்தை ஒத்தது. நொதியினும் கட்டுப்படாத ஒட்சிசன் ஆங்கு கிடைக்குமாயின், இதே விதமான **காற்றிற் சுவாசம்** நிகழும். ஆனால், கட்டுப்படாத ஒட்சிசனில்லாதவிடத்து, குளுக்கோசிலிருந்து சத்தியை **நொதித்தலென்னும்** வேறான ஒரிரசாயன மாற்றத்தினால் நொதி விடுதலை யாக்குகின்றது. (இந்த மாற்றத்தினாலுண்டாகுங் கழிவுப் பொருள்கள் காபனீரொட்சைட்டும் நீருமல்ல; காபனீரொட்சைட்டும் அற்ககோலுமாம்.) கட்டுட்படாத ஒட்சிசன் பங்குபெறாது சத்தியை விடுதலையாக்குகின்ற இவ் விதமான முறையைக் காற்றின்றிய சுவாசம் என்பர்.

சுவாசம் பற்றிய பரிசோதனைகள்

(i) உள்ளுயிர்த்த காற்றையும், வெளியுயிர்த்த காற்றையும், காற்றுப் பைகளிலிருந்து வருங் காற்றையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.

ஒத்த வாயுச்சாடிகள், அ, இ, உ எனும் மூன்றினை எடுக்க. இ ஐயும் உ ஐயும் நீரினால் நிரப்பி ஆழங்குறைந்த நீருள்ள ஒரு வாயுத் தொட்டியினுட் கவிழ்த்து வைக்க. இறப்பர்க் குழாயொன்றினூடாக வழக்கம் போல் மூச்சைவிட்டு இ இனை வெளியுயிர்த்த காற்றினால் நிரப்புக. மூக்கைப் பிடித்தடைத்துக் கொண்டு, வலிந்தொருகால் வெளியுயிர்த்து பின்னர், குழாயினூடாக ஊதிச் சுவாசப்பைகளின் காற்றுப் பைகளிலுள்ள காற்றினால் உ இனை நிரப்புக. அதன் பின்னர், மூன்று சாடிகளையும், முறையே ஒன்றன்பின்னொன்றாக, கொளுத்தப்பெற்ற மெழுகுதிரிக்கு மேலாகக் கவிழ்த்து, ஒவ்வொரு மெழுகுதிரியும் எவ்வளவு நேரத்துக்கு எரிகின்றதென்று குறித்துக்கொள்க. இப்பரிசோதனையை மீட்டும் நடத்துக.

	(அ) நற்காற்று	(இ) வெளியுயிர்த்த காற்று	(உ) காற்றுப் பைக்காற்று
I ஆம் பரிசோதனை சுவாலை அணைவதற்கெடுத்த நேரம் ..	செ ..	செ ..	செ
II ஆம் பரிசோதனை சுவாலை அணைவதற்கெடுத்த நேரம் ..	செ ..	செ ..	செ
III ஆம் பரிசோதனை சுவாலை அணைவதற்கெடுத்த நேரம் ..	செ ..	செ ..	செ
I, II, III, என்னுமிவை மூன்றினதுஞ் சராசரி ..	செ ..	செ ..	செ

உம்முடைய பேறுகள் உணர்த்துவதென்ன? ....

....

....

(ii) உள்ளுயிர்த்த காற்றையும், வெளியுயிர்த்த காற்றையும், காற்றுப் பைகளிலிருந்து வருங்காற்றையும் பகுத்துப் பார்த்தல்

இறப்பர்க் குழாயும் விறகவ்வியும் இணைக்கப்பெற்ற அளவியொன்று எடுக்க. எடுத்ததற்குள் 50 க.ச.மீ. நீரை ஊற்றி அதன் மட்டத்தைக் குறிக்க. அதன் பின்னர், அளவியை நீரினால் முற்றாக நிரப்பி, கவ்வியை மூடி, நீர்த்தொட்டியொன்றனுட் கவிழ்க்க. அளவியின் வாயிலைத் திறந்து, அதனுள்ளும் புறமும் நீர் மட்டம் ஏறக்குறைய ஒத்திருக்கத் தக்கதாக, 50 க. ச. மீ. சுத்த (உள்ளுயிர்த்த) காற்றை உட்புகவிடுக. கவ்வியை மூடிப் பின் செவ்வையாகப் பொருந்தும் இறப்பரடைப்பினால் அளவியின் திறந்த

பக்கத்தை நீரினுள் இருக்க வைத்து மூடுக. அளவியைச் சரியான பக்கம் மேலிருக்கப் பிடித்துக்கொண்டு, விரைவாக அடைப்பை எடுத்துவிட்டு, சோடியமைதரொட்சைட்டுச் சிறுதுண்டுகள் ஐந்தினை உள்ளே போட்டு, அடைப்பை மீட்டும் முன் போலப் பொருத்துக. சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரையு மட்டுங் குலுக்கி, அளவியை நீரினுள் அதன் வாயிருக்கத் தலைகீழாக வைத்து, அடைப்பை அகற்றுக. அளவியின் மேற்புறத்தின் மேலாக நீரை ஊற்றிக் காற்றைத் தொடக்கத்தில் அது இருந்த வெப்பநிலைக்கு வருமாறு குளிரச் செய்க. அதன் பின்னர், காற்றின் கனவளவைக் குறிக்குமுன், ஒடுக்கமான அக் குழாயினுள்ளே கவ்விக்குக் கீழ் திரவ முழுவதும் வடிந்திறங்கி விட்டதென்று நிச்சயப்படுத்திக் கொண்டு, நீர் மட்டங்களை முன்போலச் சமப்படுத்திப் புதுக் கனவளவைக் குறிக்க. (சுத்த வளிமண்டலக் காற்றிற் காபனீரொட்சைட்டு மிகவுங் குறைவாகவே—0·03 ச.வீ. அளவாகவே—உண்டாதலின், கனவளவின் மாற்றமும் மிகவுஞ் சிறிதென்பதை நோக்குக.) அளவியை மீட்டும் நீரின் கீழ் வைத்து, அடைத்து, சரியானபக்கம் மேலாகவிருக்கப் பிடித்துக்கொண்டு விரைவாக அடைப்பை அகற்றிவிட்டு ஏறக்குறைய 0·1 கிராமளவான காரப் பைரகலலை இடுக. அடைப்பை மீட்டும் பொருத்தி, ஒட்சிசன் முழுவதும் உறிஞ்சப்படுமாறு அளவியைக் குலுக்குக. (காரமான பைரகலல் ஒட்சிசனை உறிஞ்சுகையிற் கபில நிறமாகின்றது.) அதன் பின்பு, அளவியைக் கவிழ்த்து அடைப்பை நீரினுள் வைத்து அகற்றுக. உறிஞ்சப்பட்ட ஒட்சிசனின் இடத்தை நிரப்ப நீரானது பாய்ந்து செல்வதை நோக்குக. வாயுவை, அது தொடக்கத்திலிருந்து வெப்ப நிலைவரை குளிரச் செய்து, அமுக்கத்தைச் சமப்படுத்திய பின்பு, புதுக் கனவளவை 169 ஆம் பக்கத்திற் பதிக. எஞ்சியிருக்கும் வாயு நைதரசனே.

50 க.ச.மீ. வெளியுயிர்த்த காற்றை அளவியினுள்ளே, அதனோடு பொருத்தப்பட்ட இறப்பர்க் குழாயினூடாக, **வழக்கம் போல்** வெளிச் சுவாசித்தலினாற் பெய்து பரிசோதனையை மீட்டும் நடத்துக. (தொடக்கத்தில் 50 க.ச.மீ. இலுங் கூட விட்டுக் காற்றைக் அறை வெப்பநிலைக்கு வருமாறு, அளவியின் வெளிப்புறத்தின் மேல் நீரூற்றிக் குளிரச் செய்து, மேலதிகமாகவுள்ள வெளியுயிர்த்த காற்றை, கவ்வியைத் திறந்து நீர் மட்டத்தைச் சீராக்கி, வெளிப் போகவிடுக.)

வலிந்தெடுத்த வெளிச்சுவாசம் முடிவடைகையில் மூச்சையடக்கி, அளவியினுட் சுவாசிப்பதைக் கொண்டு காற்றுப்பையிலிருந்து 50 க. ச. மீ கனமுள்ள காற்று அளவியில் எடுத்துப் பரிசோதனை திரும்பவும் செய்யப்படும்.

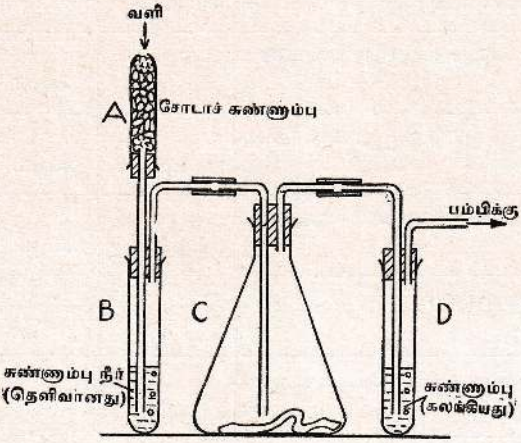
	நற் காற்று	வெளி யுயிர்த்த காற்று	காற்றுப் பைக்காற்று
காற்றினது தொடக்கக் கனவளவு =	50·0 க.ச.மீ.	50·0 க.ச.மீ.	50·0 க.ச.மீ.
பரிசோதனையின் தொடக்கத்தில் அளவியின் அளவீடு .. =	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.
சோடியமைதரொட்சைட்டோடு குலுக்கிய பின்னர் அளவியின் அளவீடு .. =	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.
ஆதலின், உறிஞ்சப்பட்ட காபனீரொட்சைட்டின் கனவளவு .. =	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.
ஆதலின், கனவளவின்படி காபனீரொட்சைட்டின் சதவீதம் .. =	%	%	%
காரமான பைரகலலோடு குலுக்கப்பட்ட பின்னர் அளவியின் அளவீடு .. =	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.
ஆதலின், உறிஞ்சப்பட்ட ஒட்சிசனின் கனவளவு=	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.	க.ச.மீ.
ஆதலின், கனவளவின்படி, ஒட்சிசனின் சதவீதம் .. .. =	%	%	%
ஆதலின், கனவளவின்படி, நைதரசனின் சதவீதம் .. .. =	%	%	%

சுத்தத் காற்றிலும் வெளியுயிர்த்த காற்றிற் காபனீரொட்சைட்டுக் கூடியும் ஒட்சிசன் குறைந்தும் இருக்கின்றன வென்பதை அவதானிக்க. என்றலும், நைதரசனின் சதவீதம் ஏறக்குறையே ஒரேயளவிற்றனே இருக்கும். காற்றுப் பைகளிலிருந்து வருங் காற்றில், நைதரசனின் சத வீதம் ஏறத் தாழ மாறாதிருக்க, இன்னுமதிகமான காபனீரொட்சைட்டும் இன்னுங் குறைந்த ஒட்சிசனுமுண்டென்பதையும் நோக்குக.

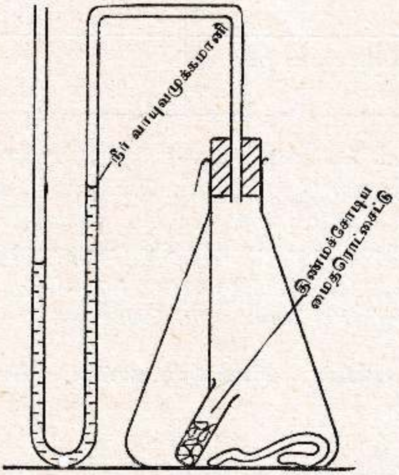
(iii) சிறிய ஒரு விலங்கு காபனீரொட்சைட்டை வெளிப் போக்குகின்றதென்று காட்டுதல்

53 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போல் உபகாணத்தை அமைக்க முதலாவதாக C அகத்துள்ள (நத்தை, மண்புழு, தவளை, அல்லது காப்பான் பூச்சி போன்ற) விலங்குக்கு மேலாகக் காற்றுப் போகுமுன்பு அக் காற்றிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டை நீக்குதற்கு, உறிஞ்சற் குழாய் A இலுள்ள சோடாச் சுண்ணும்பினூடு, இடமிருந்து வலமாக, காற்று இழுக்கப் படுகின்றது. (A இற்கும் C இற்குமிடையிற் சுண்ணும்பு நீரைக் கொண்ண

டுள்ள சோதனைக் குழாய் B ஆனது இந்தக் காற்றிற் காபனீரொட்சைட்டில்லை யென்று காட்டுதற்கு உதவுகின்றது) காற்று, C ஊடாகச் சென்ற பின்னர், குழாய் D இலுள்ள சுண்ணம்பு நீரினூடாகச் செல்கின்றது.



உருவம் 53 : சுவாசப் பரிசோதனை

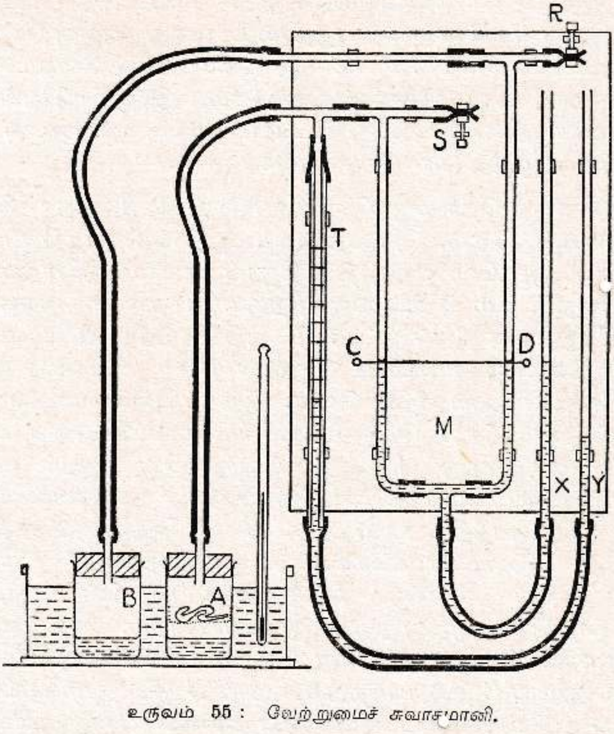


உருவம் 54 : ஈடுசெய்யப்படாத சுவாசமானி

B இலுள்ள சுண்ணம்பு நீர் தெளிந்திருக்க, D இலுள்ள சுண்ணம்பு நீர் சோக்கு மயமாக மாறுதல் காபனீரொட்சைட்டை விலங்கு வெளிப் போக்கு கின்றதென்று காட்டுகின்றது.

(iv) சிறியவொரு விலங்கு சுவாசிக்கையில் உபயோகிக்கும் ஒட்சிசனை அளத்தல்

வாயுவமுக்கமானி யொன்ரேடு தொடுக்கப்பட்டுள்ள, மூடப்பட்ட ஒரு பாத்திரத்தினுள்ளே ஒரு சிறு விலங்கை வைத்தால், அமுக்கத்தில், அல் அல்லது கனவளவிற் சிறு மாற்றங்களுண்டாதலைக் காணலாம். அவ்விலங்கினல் உண்டாக்கப்படுங் காபனீரொட்சைட்டுச் சோடியமைதரோட்சைட்டினல் உறிஞ்சப்பட்டால், உபகரணத்திலுள்ள காற்றின் மொத்தக் கனவளவு, ஒட்சிசனை விலங்கு பயன்படுத்தப்படுத்த, குறைந்து கொண்டு போகும். கனவளவில் உண்டாகும் இம்மாற்றத்தை வாயுவமுக்கமானியிலுள்ள திரவத்தின் அசைவு காட்டும். என்றலும், சாதனையில், **54** ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோன்ற உபகரணவொழுங்கு (சில புத்தகங்களில் விளக்கப்பட்டிருப்பதும் இதுவே) திருத்தமானதன்று.



உருவம் **55** : வேற்றுமைச் சுவாசமானி.

வெனெனில், உபகரணத்தினுள்ளிருக்குங் காற்றின் வெப்பநிலையிலும் அமுக்கத்திலும் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்கள், விலங்கு சுவாசித்தலினல் உண்டாகும் மாற்றங்களிலும் பெரிதான மாற்றங்களை உண்டாக்கக்கூடும்.

55 ஆம் உருவங் காட்டுகின்ற திரிபுற்ற **அலுடேனுபகரணம்** இச்சங்கடத்தை நீக்கி, வெவ்வேருன நிலைமைகளுக்கமைய, உதாரணமாக வெவ்வேறு

வெப்பநிலைகளில், சுவாசவீதத்தை அளக்கக் கூடியதாக்குகின்றது. A,B, என்னுமிரு பாத்திரங்களும் (போத்தல்கள், குடுவைகள், அகன்ற குழாய்கள், இவற்றுள் எதுவாயுமிருக்கலாம்) ஒரே பருமனுடையன. அப்படியவையிருந்தாற்றான் **வெப்பநிலையிலும் அமுக்கத்திலும் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களானவை அவற்றினுள்ளிருக்குங் காற்றில் உண்டாக்கும் விளைவு ஒத்திருக்கும்.** A இலும் B இலும் சம வெண்ணிக்கையான சோடியமைத ரொட்சைட்டுத் துண்டுகளை (அல்லது, சமகனவளவான ஒரே சோடியமைத ரொட்சைட்டுக் கரைசலை) இடுக. பரிசோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்ட விலங்கு (சிறு தவளை, நத்தை, மண்புழு, பூச்சி இவற்றுள் யாதாயினுமொன்று) A இனுள் வைக்கப்படும். B ஆனது கட்டுப்பாட்டுக் கருவியாக உதவுகின்றது. A, B இரண்டும் தடித்த சுவருடைய இறப்பர்க் குழாயினால் வேற்றுமை நீரமுக்கமானி M இன் இரு பக்கங்களோடும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த வாயுவமுக்கமானியினது மட்டத்தை மட்டமாக்குங் குழாய் X இனைச் சீராக்கலாம். பாத்திரம் A ஆனது அளவு கோடிடப்பட்ட குழாய் T உடனும் (0.01 க. ச. மீ. முறையாக அளவு கோடிடப்பட்ட ஒரு 1 க.ச.மீ. குழாயி இது) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்குழாயினுள்ளேயிருக்கும் நிறமூட்டிய நீரின்மட்டத்தை, மட்டமாக்கும் மற்றைக் குழாய் Y இனை உயர்த்தியோ தாழ்த்தியோ சீராக்கலாம்.

பரிசோதனையைத் தொடங்கும்போது கவ்விகள் R, S, திறந்தவாறிருக்க, பாத்திரங்கள் A உம் B உம், வெப்பநிலையை உறுதியாக வைத்திருப்பதற்காக, நீர் கொண்ட பருத்தவொரு பாத்திரத்தினுள் வைக்கப்படுகின்றன. நீரின் வெப்பநிலைக்கு A உம் B உம் வருவதற்குப் போதுமான நேரஞ் சென்ற பின்னர், T இலுள்ள நீரின் மட்டத்தை அதி தாழ்ந்த அடையாளத்தளவிலும், வேற்றுமையமுக்கமானி M இலுள்ள நீரின் மட்டத்தை வசதியானவொரு புள்ளியளவிலும் நிற்கச் செய்க. இந்தப் புள்ளி காட்டும் நீர்மட்டம் ஒரு துண்டு நூல் C D இனை உபகரணம் மாட்டப்பட்டுள்ள பலகையில் இடப்பட்ட மென்மெழுகு (அல்லது பிளாத்திசின் எனும் மக்குக்களி) கட்டிகளிரண்டுக்கிடையில், நீட்டிக் குறிகப்படும். விற்கவ்விகள் R, S இரண்டும் ஒரே நேரத்தில் மூடப்படும். A இலிருந்து ஒட்சிசனை விலங்கு உபயோகித்து (சோடியமைதரொட்சைட்டினாலுறிஞ்சப்படும்) காபனீரொட்சைட்டை வெளிப் போக்க, A இலுள்ள காற்றின் அமுக்கம் B இலுள்ள காற்றின் அமுக்கத்திலுங் குறைவாகின்றது. எனவே, வேற்றுமையமுக்கமானி M இலுள்ள நீரானது அதன் ஈரங்கங்களிலும் வெவ்வேறு மட்டத்தில், குழாய் C இல் உயர்ந்தும் குழாய் D இல் தாழ்ந்தும் நிற்கும். விலங்கினால் உபயோகிக்கப்பட்ட ஒட்சிசனின் கனவளவானது, மட்ட மாக்குங் குழாய் Y இனை உயர்த்தித் T இலிருந்து காற்றை, வாயுவமுக்கமானி M இலுள்ள நீர் தொடக்கத்திலிருந்து மட்டத்துக்கு மீட்டும் வருமளவும் பெயர்த்து (மட்டப்படுத்தி முடிய நீரின் மேற்பரப்புக்கள் C D இற்கு மேலே, அல்லது கீழேயிருக்குமாயின், மட்டமாக்குங் குழாய் X இனையும் மேலும் கீழுமாக அசைத்து, அளக்கப்படும். A, B இரண்டும் அப்

பொழுது தொடக்கத்திலுள்ள வளிமண்டல அமுக்கத்திலிருக்க, உப யோகிக்கப்பட்ட ஒட்சிசனின் கனவளவை அளவு கோடிட்ட குழாய் T இனுள்ளே திரவத்தினேற்றந்தரும்.[1]

(v) 'குளிர்க்குருதி' விலங்குகளின் சுவாச வீதத்தில் வெப்ப நிலை யினுல் உண்டாகும் விளைவு

55 ஆம் உருவத்திற் காட்டியுள்ள உபகரணத்தை உபயோகித்துச் சிறிய வொரு 'குளிர்க்குருதி' விலங்கின் சுவாசவீதத்தை அளப்பதற்குப் பயன் படுத்துக. முந்திய பரிசோதனைக்கு உபகரணத்தை அமைத்ததுபோல இப்பரிசோதனைக்கும் அமைக்க. ஆனால், பாத்திரங்கள் A இனையும் B இனை யும் வெப்பநிலையை மாற்றக்கூடிய ஒரு நீர்த் தொட்டியினுள் வைத்தல் வேண்டும். மூன்று பரிசோதனைகளை நடத்துக. உதாரணமாக, ஒன்றை 10° ச. இலும், வேறொன்றை 20° ச. இலும், இன்னுமொன்றை 30° ச. இலும் நடத்துக. வாயுவமுக்கமானிக் குழாய்களை மட்டப்படுத்தி, உபயோகிக்கப் படும் ஒட்சிசனை ஐந்து நிமிடத்துக்கு ஒரு முறை குறிக்க. அடுத்தடுத்து வரும் மூன்றளவீடுகள் நெருங்கிய ஒற்றுமையுள்ளனவாக வருமட்டும் ஒவ் வொரு பரிசோதனையையும் தொடர்ந்து நடத்துக. (புதிதாகவுள்ள அதன் சூழலில் விலங்கு பழகுமட்டும், அது உபயோகிக்கும் ஒட்சிசனின் கணியம் அசாதாரணமாக இருக்கக் காண்பீர்) வெப்பநிலையொவ்வொன்றிலும், உறுதியாகவுள்ள முதன்மூன்று அளவீடுகளின் சராசரியைக் கொள்க.

உபயோகிக்கப்பட்ட ஒட்சிசனின் கனவளவு

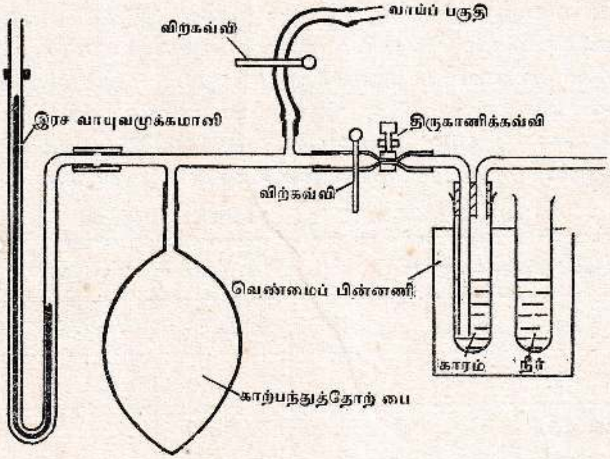
பரிசோதனைக் காலநீட்சி	° ச. இல்.	° ச. இல்.	° ச. இல்.
0 நிமி.	0·00க.ச.மீ.	0·00க.ச.மீ.	0·00.க.ச.மீ.
5 நிமி.			
10 நிமி.			
15 நிமி.			
20 நிமி.			
25 நிமி.			
30 நிமி.			
கனவளவுறுதியாகவிருக்கும்போது அதன் சராசரி			

1. தாவரங்களின் சுவாச வீதத்தையும் இந்தவுபகரணங் கொண்டளக்கலாம். சமநிறை யுள்ள விலங்குப் பொருளும் தாவரப்பொருளுஞ் சுவாசிக்கும் வீதத்தை ஒப்பிடுதல் இதமாக விருக்கும். உதாரணமாக, 100 கிராம் முளைக்கும் வித்துக்களும் 100 கிராந் தவளையும் நேரவலகொன்றில் உபயோகிக்கும் ஒட்சிசனைக் கணித்தறிக.

(அந்த விலங்கு அங்குமிங்குமாகத் திரியுமாயின், அது உபயோகிக்கும் ஒட்சிசன், தசைத் தொழிற்பாட்டினுல், அதிகரிக்கும் விலங்கு ஆறியமைதியாக விருந்தாற்ருன் குறிப்பிடத்தக்க பேறுகளைப் பெறலாம். இதனுற்ருன் பரிசோதனைகளைத் தாவரங்களோடு நடத்துவதிலும் விலங்குகளோடு நடத்துவது பிரயாசமாக இருக்கும். ஓரளவுக்குத் தாவரங்கள் அமைதியாக இருக்கும் ; விலங்குகளோ அப்படியிருக்கா.)

(vi) காபனீரொட்சைட்டு மனிதனில் உண்டாதலில் உடற் பயிற்சியால் ஏற்படும் விளைவு

56 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருக்கும் உபகரணம், இரசவமுக்கமானியொன்றும், 4 ஆம் இலக்கக் காற் பந்தின் உட்பை யொன்றும், விற்கவ்வி



உருவம் 56 : இரசாயனச் சுவாசமானி.

யொன்று பூட்டப்பெற்ற இறப்பர்க் குழாய்த் துண்டொன்றும், பினேத்தலினைக் காட்டியாகவுள்ள நேர் 500 சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசல் கொண்ட குழாயொன்றுங் கொண்டு, பொருத்தப்பட்டதே.

கிடையான அமுக்கக் குழாய்த் துண்டோடு **விற்**கவ்வியொன்றுந் **திருகாணிக்** கவ்வியொன்றும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பின்னது பொருத்தமான கதியிற் குமிழியுண்டாகுமாறு சீராக்கப்பட்டு அதே நிலையிற் பரிசோதனை முடியுமட்டும் வைத்திருக்கப்படும். பரிசோதனைகளுக்கிடையிற் பந்துப் பை தட்டையாக வர ஒடுக்கப்படும்.

மேலதிகமான அப்பியாசமேதுஞ் செய்யுமுன்னர், வாய்க் குழாயின் விற்கவ்வியைத் திறந்து **ஒரே மூச்சிற்** பந்துப் பையை ஊதி நிரப்பக் கூடிய மட்டும் நிறப்பிக் கவ்வியை மூடுக. அமுக்கமானியின் திறந்த அங்கத்தி லுள்ள இரசத்தின் மேற்பரப்பு மற்றையங்கத்திலுள்ள இரசத்திலும் உயர்ந்த மட்டத்தில் இருக்கும். திறந்த அங்கத்தினிந்த மட்டத்தை இறப்பர்ப் பட்டையொன்று கொண்டு குறிக்க. அதன் பின்னர், உம்முடைய நாடி துடிக்கும் வீதத்தைத் தணித்து—அதாவது நிமிடமொன்றுக்கு எத்தனை முறை நாடி 'துடிக்கின்றதெனக்' கண்டு, இப் பக்கத்திற் குறிக்க. அதன் பின்னர், காரத்தைக் கொண்டுள்ள சோதனைக் குழாயை இணைக்குமுன்பு, உபகரணத்தின் குழாய்களிலுள்ள காற்றை வெளியேற்றும் பொருட்டு சில செக்கனுக்கு, கிடைக் குழாயின் விற்கவ்வியைத் திறந்து வைக்க. அதன் பின்னர், கவ்வியை மூடிச் சோதனைக் குழாயை, 56 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், உரிய நிலைக்கண் வைக்க. நேரத்தைக் குறித்துக் கொண்டு, கிடைக்குழாயின் விற்கவ்வியைத் திறந்து, பந்துப் பையிலுள்ள வெளியுயிர்த்த காற்றானது காடி கலந்துள்ள ஐதான காரத்தினூடாகக் குமிழிவிட்டுச் செல்ல விடுக. நிறத்தின் கடைசிச் சுவடற்றுப் போகும் போதும் நேரத்தைக் குறிக்க.[1] நீர் பெற்ற பேறுகளைக் கீழே பதிக.

சவ்வுப் பையிலிருந்து காற்றைப் பிதுக்கி வெளிப் போக்கி விட்டு, மீட்டும் அப்பையை, 30 செக்கனுக்கு, முழங்காலை யுயர்த்தல் போன்ற, அப்பியாசஞ் செய்தபின்னர், ஊதி நிரப்புக. இங்கு வாயுவமுக்கமானி யிலுள்ள இரசத்தின் மட்டம் முன்னிருந்த நிலையிலேயே இருத்தல் வேண்டு மாதலின் அதைக் கவனமாகப் பார்த்துக் கொள்ளுக. உம்முடைய நாடிவீதத்தைக் காண்க. முன்போல, உபகரணத்தின் குழாய்களிலுள்ள காற்றை வெளியேற்றி, நிற மூட்டிய காரக் கரைசலில் இன்னொரு 25 க.ச.மீ. ஐச் சோதனைக் குழாயினுள் இட்டு, முன்போல நிறமற்றுப் போவதற் குச் செல்லும் நேரத்தைக் காண்க. பேற்றைக் கீழே பதிக.

ஒரு நிமிடத்துக்குப் பலமான உடற்பயிற்சி செய்துவிட்டு, இந்தப் பரி சோதனையையே மீட்டும் நடத்தி, 'நிறமாற்ற நேரம்', உம்முடைய நாடிவீதம் இரண்டையுங் கீழே பதிக.

பயிற்சியின் காலநீட்சி	நிறமாற்ற நேரம்	நாடிவீதம்
0 செ.	செ.	நிமிடத்துக்கு
30 செ.	செ.	நிமிடத்துக்கு
60 செ.	செ.	நிமிடத்துக்கு
90 செ.	செ.	நிமிடத்துக்கு

[1] நிறமாற்றத்தை நிதானிப்பதற்கு நீர் கொண்ட ஆளிக்குழாய் உதவியாகவிருக்கும்.

8—R 6038 (11/59)

(அ) அப்பியாச நிகழ்ச்சி நேரத்துக்கெதிரே நிறமாற்ற நேரத்தையும், (இ) அப்பியாச நிகழ்ச்சி நேரத்துக்கெதிரே நாடி வீதத்தையுங் குறித்து வரைப்படங்கள் வரைக. இரு வரைப் படங்களுக்குமுள்ள தொடர்பை, அதாவது, இதையத் துடிப்பும் (நாடி வீதமும்) காபனீரொட்சைட்டுண்டாதலும் அப்பியாசத்தினால் ஒரே விதமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றனவென்பதை, அவதானிக்க.

குருதி

குருதி உறைதல்

குருதியானது, குருதிக் கலன்களுள் இருக்கும் போது, திரவமாக இருப்பினும், அவற்றினின்றும் வெளியேறிய பின்னர் அது விரைவினிற் பாகு போன்ற வோருறைவாகும். எனவே, முகவையொன்றினுட் குருதியைச் சேர்த்தெடுத்து, 5–10 நிமிடங்களுக்கு அப்படியே வைத்தால், முகவையைக் கவிழ்த்தாலுங் குருதி யூற்றப்படாது. குருதியைக் காற்றுப்பட வைத்தால், அதனிலுள்ள கரையுமியல்புடைய ஒரு புரதமான **பைபிரினுக்கியி**லிருந்து **பைபிரினிழை**களாலான ஒரு வலைப்பின்னல் உண்டாதலினால், அது உறைகின்றது. பைபிரினிழைகளினாலான இவ்வலை குருதிக் கலங்களைச் சுற்றிப் பின்னிக் கொள்கின்றது. கொஞ்ச நேரஞ் செல்ல, பைபிரினிழைகள் சுருங்க உறையுந் திரவத்தைப் பிதுக்கி வெளியேற்றும். ஒரு காயத்தினின்றுங் குருதி வெளியோடும் பொழுது உறையத் தொடங்கும். குருதியினோட்டம் மிக்க விரைவானதன்றாயின், உறைவு காயத்தை அடைத்து, ஊறைத் திருத்துதற்குத் தேவையான புதிய இழைய வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய அடிப்படை வலைப் பின்னலாகின்றது. இவ்வாறு காயங்களைச் சுகப்படுத்துதற்கு உறைதல் **முதலுதவி**யாகும்.

புதிதாகச் சேர்க்கப்பட்ட குருதியைக் கலக்கியேனும், குலுக்கியேனும் அதற்கண் உண்டாகின்ற பைபிரினை அவ்வப்போதே அகற்றிவிடலாம். இவ்வாறு பைபிரினகற்றிய குருதி உறையாது.

உறைதல் நிகழ்வதற்குக் குருதியிற் கல்சியமுப்புக்களிருக்க வேண்டுமாதலின், கல்சியஞ் சேர்வைகளை நீக்கிவிட்டாற் குருதி உறையாது. குருதியிலுள்ள கல்சியத்தை, கரையுமியல்பற்ற கல்சிய மொட்சலேற்றாக, பொற்றாசிய மொட்சலேற்று அல்லது அமோனியமொட்சலேற்றுப் படிவுவீழ்த்தும். ஒட்சலேற்றூட்டப்பெற்ற இக் குருதிக்குக் கல்சியமுப்பொன்றைக் கூட்டி அதை உறையச்செய்யலாம்.

(i) சுத்தமான வெள்ளோடொன்றின் மீது செம்பாசிச் சாயத்தாட் கீலங்களையும் நிலப்பாசிச் சாயத்தாட் கீலங்களையும் வைத்து 10 ச. வீ.

சோடியங் குளோரைட்டுக் கரைசற் றுளிகளால் அவற்றை ஈரமாக்குக. ஒவ்வொரு கீலத்தின் மீதும் ஒரு துளி குருதியை (பைபிரினகற்றப் பெற்ற, அல்லது ஒட்சலேற்றூட்டப்பெற்ற அல்லது புதிதான—உதாரணமாக உமது சொந்தக் குருதியை) இட்டு, ஏறக்குறைய 30 செக்கன் சென்ற பின்னர் குருதியை மேலும் உப்புக் கரைசல் கொண்டு கழுவுக. பாசிச் சாயங் கொண்டு சோதித்தாற் குருதி சற்றே காரமாகவிருக்கக் காண்பீர்.[1]

(ii) ஒரு துளி குருதியை நுணுக்குக் காட்டி கொண்டு ஆராய்க. ஆராயுமுன்னர், இன்னொரு வழுக்கிக் கண்ணடி கொண்டு, குருதி மென் படலமொன்று உண்டாகுமாறு, குருதித் துளியைப் பரவுக. உயர் வலுப் பொருள் வில்லையை உபயோகித்து, நிறமற்ற **திரவவிழையஞ்** சூழ்ந்த செங்குருதிக் கலங்களை (நுணுக்குக் காட்டியிற் பார்க்க அவை சற்றுச் செம்மை சார் மஞ்சள் நிறமாகவிருக்கும்) அடையாளங் காண்க.

(iii) ஒட்சலேற்றூட்டப்பெற்று 37° ச. இற்கு எடுத்து 2 ச.வீ. கல்சியங் குளோரைட்டுக் கரைசல் 1 க.ச. மீற்றரை (25 துளிகளை) கூட்டுக. கலந்ததை ஒருபால் வைத்துவிடுக. **குருதியுறைவு** உண்டாவதைக் கவனிக்க. ஒரு மணிநேரம் அது இவ்வாறு நின்ற பின்னர், உறைவு சுருங்கத் தொடங்குமாற்றையும், நீர்ப் பாயத்தால் அது சூழப்படுமாற்றையும் அவதானிக்க. இந்தக் குருதியுறைவை ஆராய்க. காற்றுப் படுகின்ற மேற் பரப்புத் துலக்கமான செந்நிறமாக இருப்பதை அவதானிக்க. உறைவை இரண்டாக வெட்டி, காற்றுப் படாத பகுதி கருமைசார் செந்நிறமாக விருப்பதையும், காற்றுப் படப்பட அது துலக்கமான செந்நிற மாவதையும் அவதானிக்க.

(iv) 10 க.ச.மீ. குருதியையெடுத்து 100 க.ச.மீ. ஆகுமட்டும் அதனை நீர் கொண்டு ஐதாக்குக. 5 அங். $\times \frac{5}{8}$ அங். அளவான இரண்டு சோதனைக் குழாய்களை ஐதாக்கப்பட்ட இந்தக் குருதி கொண்டு (20 க.ச.மீ. அளவாக) நிரப்பி, ஒரு குழாயினுக்கு (தாழ்த்தும் மென்கருவியாகிய) 1 ச.வீ. சோடியமைதரோ சல்பையிற்றுக் கரைசலில் ($Na_2S_2O_4$) 1 க.ச. மீற்றரைக் கூட்டுக. (இக்கரைசலைப் புதிதாகவாக்கிக் கொள்ளுதல் வேண்டும்.)

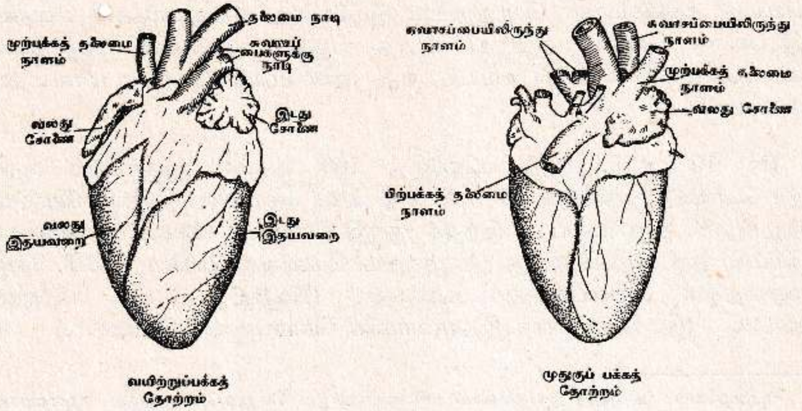
---

[1] உம்முடைய சொந்தக் குருதியைப் பின்வருமாறு பெறுவதே சிறந்த முறையாகும் நொய்யை அற்ககோலிற்றோய்த்து, இடது கையின் சுட்டு விரலின் நுனியிலுள்ள தோலைத் துடைத்துக் கிருமியையழிக்க. அதன்பின்னர், உமது சைக்குட்டையின் மூலைப்பாகத் தால் அல்லது ஒரு துண்டு நூலினால் இவ்விரலின் முடிவு மூட்டைப் பன்முறை சுற்றி (கட்டாமல்), விரலின் நுனியிரத்தமேறி வீங்குமாறு விரலை மடிக்க. கிருமியழிக்கப் பெற்ற (அற்ககோலில் வைக்கப்பட்டிருந்த அல்லதொரு சுவாலைக்கூடாகச் செலுத்தப்பட்ட) ஊசி கொண்டு விரல் நுனியைத் தீவிரமாகக் குற்றி ஒரு துளி குருதியைப் பிதுக்கி யெடுக்க. குருதியையிவ்வாறெடுத்த பின்னர் அந்த விடத்தை அற்ககோல் கொண்டு துடைக்க. இம்முறையினாலபாயம் யாதுமில்லை, வருத்தமுமில்லை.

குழாயின் வாயைப் பெருவிரலினால் மூடிக் கொண்டு அகத்துள்ளதை மெல்லக் கலக்குக. ஒட்சிக் குருதி நிறச் சத்து (ஒட்சிசனேற்றிய குருதியின் சிறப்பியல்பாகவுள்ள இந்நிறச் சத்து) குருதிச் சத்தாக (ஒட்சிசனகற்றிய குருதியின் சிறப்பியல்பாகவுள்ள சத்தாக) தாழ்த்தப்படுகின்றமையினால், துலக்கமான செந்நிறமானது கருமைசார் செந்நிறமாக மாறுகின்றது. இக் கருமைசார் செந்திரவத்தைப் பெரிய ஒரு சோதனைக் குழாயினுக்கு மாற்றிக் காற்றுப்படத் தக்கதாகப் பலமாகக் குலுக்குக. காற்றிலுள்ள ஒட்சிசன் குருதி நிறச் சத்தினுக்கு ஒட்சியேற்றி அதை ஒட்சிக் குருதிநிறச் சத்தாக்க, துலக்கமான செந்நிறம் கூட்டுமுண்டாகும். தொடக்கத்தில் எடுத்துக்கொண்ட குழாயினுக்குத் திரவத்தை மாற்றி அதன் நிறத்தை ஆளிக்குழாயினுள்ளிருக்கும் ஐதாக்கப்பட்ட குருதியின் நிறத்தோடு ஒப்பிடுக.

இதயத்தையுஞ் சுவாசப்பைகளையும் பரிசோதித்தல்

செம்மறி, அல்லது வெள்ளாடு போன்ற முலையூட்டும் பெருவிலங் கொன்றின் இதயத்தையுஞ் சுவாசப்பைகளையும் பரிசோதிக்க. இவ்வாறு பரிசோதனைக்கு எடுக்கப்படும் இதயம் குருதிக் கலன்களின் அடிப்பாகங்களோடு கூடியதாயும், சுவாசப்பைகள் காற்றுக்குழாயையும் குரற் பெட்டியையும் முழுப்படியாகக் கொண்டனவாயும் இருத்தல் வேண்டும். இத்தகைய இதயத்தையுஞ் சுவாசப்பைகளையுங் கொல் களத்திலிருந்து எளிதிற்



உருவம் 57. செம்மறியாட்டின் இதயம்.

பெறலாம். இனி இதயம் வெளியாகுமாறு இதயப் பையைப் பிளந்து திறந்து, (அ) இதயத்தின் அகப்பக்கத்து மேற்பரப்பையும் கொழுப்பு நிரம்பியவதன் மூலைவிட்டத் தவாளிப்பையும், (இ) (மென் சுவருடையதுஞ் சற்றே மிருதுவானதுமான) இதயவறையையும், (உ) (தடித்ததுவாதலின் உறுதியானதும் உரப்பானதுமான) இடது இதயவறையையும்,

(எ) (மென் சுவருடையதும், இதயவறைகளிலிருந்து கொழுப்பு நிரம்பிய கிடையான தவாளிப்பினூற் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதுமான) வலது சோணேயறை இடது சோணேயறையிரண்டையும், அடையாளங் கண்டறிக. அகப்பக்கத்திலிருந்து காண்பது போல் இதயத்தையுஞ் சுவாசப்பைகளேயும் வரைக.

இதயவறைக் குழிகளிரண்டையும் வெளியாக்குமட்டும் இதயத்தினுச் சிக்குக் குறுக்கே கிடையான சீவல்களே வெட்டியெடுக்க. (அ) இதயவறை யொவ்வொன்றினதுங் குறுக்கு வெட்டு முகத்தின் வடிவத்தையும், (இ) அவற்றின் தசைச் சுவர்களது சார் தடிப்பையும் அவதானிக்க.

நீர் காண்பதை வரைக. 10 ச.வீ. சோடியங் குளோரைட்டுக் கரைசல் கொண்டு இதயத்தைக் கழுவி, இதயவறை யொவ்வொன்றினதும் அகப்பக்கச் சுவரைப் பிளக்க. (அ) சோணேயறைகளிலிருந்து இதயவறைகளேப் பிரிக்கின்ற வாயில்களின் வாயிலிழைகளேயுந் தொங்கல்களேயும் (இதயத்தின் வலது பக்கத்தில் 3 வாயிற் றொங்கல்களும் இடது பக்கத்தில் 2 வாயிற் றொங்கல்களுமுண்டு), (இ) சுவாசப்பைகளுக்குப் போகும் நாடியின் வலது இதயவறையிலுள்ள துவாரத்தையும், (உ) உடலுக்குப் போகும் பிரதான நாடியின் இடது இதயவறையிலுள்ள துவாரத்தையும் அவதானிக்க. இந்தத் துவாரங்களுள்ளே தடிப்பான, வட்டமுனேயுள்ள கண்ணுடிக் கோலே விட்டுத் தள்ளி, இவ்விரு நாடிகளின் போக்கைத் தொடர்ந்து பார்த்தறிக.

சோணேயறைகளேப் பிளந்து இதயத்தின் வலது பக்கம் இடதுபக்கம் இரண்டையும் திறக்க. (அ) பிரதான நாளங்கள் இரண்டும் (முற்பக்க, பிற்பக்க நாளங்கள்) வலது சோணேயறையினுட்டிறக்குந் துவாரங்களேயும், (இ) சுவாசப் பைகளிலிருந்து வரும் நாளங்கள் இரண்டும் இடது சோணேயறையினுட்டிறக்குந் துவாரங்களேயும் அவதானிக்க. இவ்விரு நாளங்களினூடாகக் கண்ணுடிக் கோலொன்றை விட்டுத்தள்ளி அவற்றின் போக்கைத் தொடர்ந்து பார்த்தறிக.

முடிவில், இடது இதயவறையினுள்ளே குருதி பின்னேக்கிப் பாயாது தடுக்கும் **சட்டைப் பைவடிவ** வாயில்கள் மூன்றையும் வெளியாக்குதற்கு, அவ்வறைக்குச் சற்று மேலதாகப், பிரதான நாடியைப் பிளந்து திறக்க. இந்த வாயில்களினுள்ளே சிறிது நீரை ஊற்றி அவையிரண்டும் விரிந்து ஒன்றேடொன்று பொருந்தித் துவாரத்தை மூடுவதை அவதானிக்க.

பெரிய முலேயூட்டியொன்றின் சுவாசப் பைகளேயும் காற்றுக் குழாயையும் பரிசோதித்து, அவற்றின் அகப்பக்கத் தோற்றத்தை வரைக. (அ) குரற் பெட்டியையும், (இ) விழுங்கும்போது காற்றுக்குழாயினுக்குப் போகுந் துவாரத்தை அடைக்கின்ற வொரு **மூடி**யன்ன அமைப்பாகிய மூச்சுக் குழல்வாய் மூடியையும், அடையாளங்கண்டறிக. குரற் பெட்டியினுள்ளே கீழ்நோக்கிப் பார்த்து, இருபுறமும் குரனுண்களுள்ள ஒடுக்கமான வொரு

பிளவாகிய மூச்சுக்குழல் வாயை அவதானிக்க. குரற் பெட்டியைப் பிளந்து திறந்து குரனுண்களைக் காண்க. காற்றுக் குழாயைப் பரிசோதித்து எப்பொழுதுந்திறந்திருக்குமாறு ' C ' வடிவான கசியிழைய வளையங்களால் உறுதியாக்கப்பட்டிருக்கிறதென்பதை அவதானிக்க. காற்றுக் குழாயை, இரண்டாகப் பிரியுமதன் பிற்பக்க அந்தம்மட்டும், பிளந்து திறக்க. இக்கிளைகளுளொன்றைப் பிளந்து திறந்து, மேலும் மேலும் அது சிறு சிறு காற்றுக் குழாய்களாகப் பிரிந்து செல்லும் போக்கைப் பின்றொடர்ந்து பார்க்க. அதே வேளையில், சுவாசப் பைகளின் இழையங்களுக்கூடாகப் போகின்ற நாடிகளையும் நாளங்களையும் அடையாளங் காண்க.

(இந்த அதிகாரத்துக்கு வேண்டிய பயிற்சிகளை இரண்டாம் **பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சி நூலில் 76—81** ஆம் பக்கங்களிற் காண்க.)

அதிகாரம் 7

தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் நிகழும் கழிவு

மூன்றும் நாலின் இரண்டாம் அதிகாரத்திற் **கழிவைப்** பற்றிச் சிறிது கற்றேம். **கழிவு** என்னும் இப்பதமானது **உடற் கலங்களிலிருந்து அகத்தே உண்டாகின்ற கழிவுப் பொருள்களை** நீக்குதலைக் குறிக்குமெனவுங் கண்டோம். **மலமாக** வெளிப் போக்கப்படுகின்ற சமியாது எஞ்சியிருக்கின்ற, அரைத்திண்மப்பதமான உணவுப் பொருள்கள் உடற்கலங்களுள்ளே ஒரு போதும் இருப்பதில்லை. அவை உடலினின்றும் **அகற்றப்பட்டனவென்றே வெளியேற்றப்பட்டன**வென்றே கூறல் அமையுமேயொழிய, கழிக்கப்பட்டன வெனல் அமையாது.

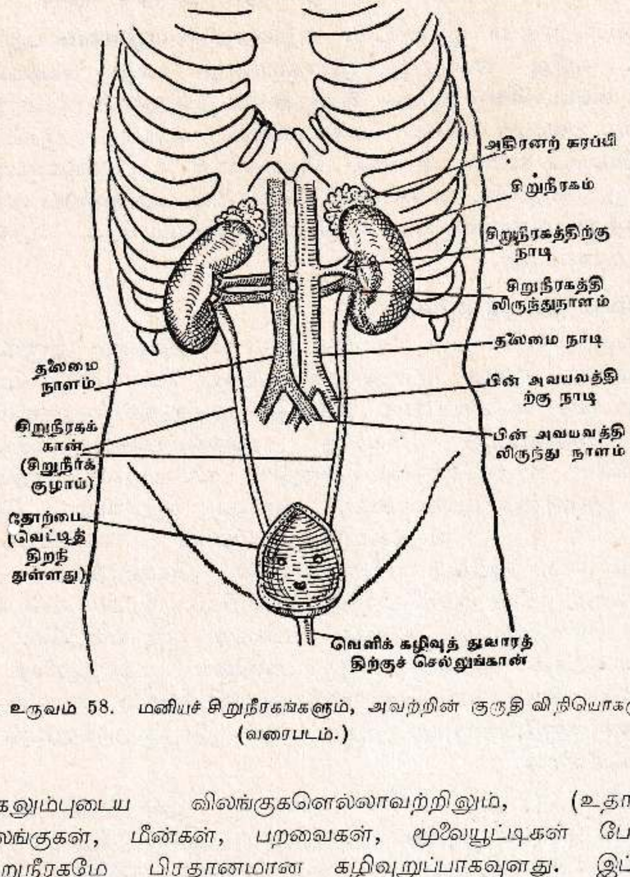
விலங்குகளில் நிகழுங் கழிவு

அமீபாவும் பரமீசியமும் போன்ற ஒரு கலத்தாலாய நுணுக்களவான விலங்குகளில், **பரவல்** முறையாகக் கழிவுப் பொருள்கள் மேற்பரப்புப் படையினூடாகக் கழிக்கப்படும்; அல்லது முதலுருச் சுருங்குதலினுலும் அவை பிதுக்கப்பட்டு வெளித் தள்ளப்படலாம். மண்புழுவிற்கு அதனுடலின் கூறுகளொவ்வொன்றிலும் விசேடமான கழிவுறுப்புக்களுண்டு. இவ்வுறுப்புக்களானவை, உணவுக் குழாயினுட் செல்கின்ற, அல்லது உடற் சுவருக்கூடாகத்திறக்கின்ற, சுருண்ட, நுண் குழாய்களேயாம். கழிவுப் பொருள்களைக் கொண்டுள்ள உடற்பாய் பொருளானது, உடற் குழியிலிருந்து இக்கழிவுக் குழாய்களின் வழியாகச் சென்று, தோலினூடாக அல்லது உணவுக் குழாய்வழியே, வெளிப் போகும். கழிவுக் குழாயின் ஒரு பகுதியை மயிர்த்துளைக் குருதிக் கலன்களின் வலைப்பின்ன லொன்று சூழ்ந்திருக்கும். எனவே, கழிவுப் பொருள்கள் குருதியிலிருந்து உறிஞ்சப்பட்டுக் கழிவுக்குழாயினூடாக வெளிப் போக்கப்படுகின்றன.

பூச்சிகளின் (உதாரணமாகக் கரப்பான் பூச்சியின்) பிற்குடலின் நைதரசனைக் கொண்ட கழிவுப் பொருளைக் குருதியிலிருந்து நீக்கி உணவுக் கால்வாயின் பிற்பகுதியினுள்ளே தள்ளிவிடுகின்ற, நூலனைய, மஞ்சணிறக் கழிவுக் குழாய்கள் உண்டு (**44** ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). பூச்சிகள் தாம் கழிக்கும் நைதரசன் சேர்வைகளில் ஒரு சிறிதை, ஓடனைய தம் புறவன்கூட்டை அமைத்தற்குப் பயன்படுத்தும். இப்புறவன் கூடு **கைற்றின்** எனும் பதார்த்தத்தால் ஆயது. நைதரசனைக் கொண்டதும், நெடிய நாரன்ன மூலக் கூறுகளையுடையதுமான ஒரு வகைப் பல்சக்கரைட்டேயாம்.

நத்தையின் கழிவுறுப்பு அல்லது 'சிறுநீரகம்' மென்மூடிக்குழியின் உறையில், இதயத்துக் கணித்தாயுள்ள ஒரு முக்கோணவுறுப்பே (**113** ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). மயிர்த்துளைக் குருதிக் கலன்கள்

ஏராளமாகவுள்ள கடற்பஞ்சனைய சுவர்களையுடைய குழிந்த ஒரு பையாகும் அது. இக்குருதிக் குழாய்களிலிருந்து, பெருங் குடலோடு மருவிச் செல்கின்ற, ஒடுக்கமான ஒரு சிறு நீரகக் கானல், நைதரசனைக்கொண்ட கழிவுப் பொருள்கள் உறிஞ்சப்பட்டு வெளித் தள்ளப்படுகின்றன.

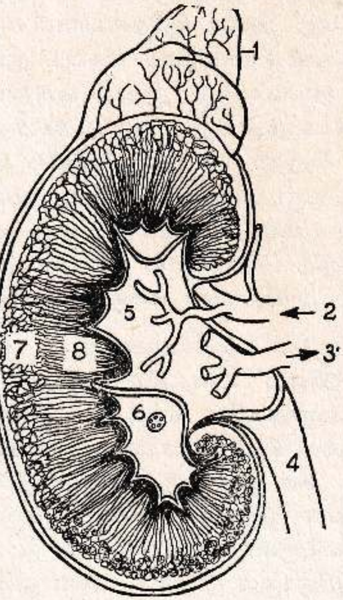


ஆம் உருவம் 58. மனியச் சிறுநீரகங்களும், அவற்றின் குருதி விநியோகமும் (வரைபடம்.)

முதுகெலும்புடைய விலங்குகளெல்லாவற்றிலும், (உதாரணமாக ஈரூடகவிலங்குகள், மீன்கள், பறவைகள், முலையூட்டிகள் போன்றவற்றில்) சிறுநீரகமே பிரதானமான கழிவுறுப்பாகவுளது. இப்பொழுது முள்ளந்தண்டு விலங்குகளுடைய சிறுநீரகங்களின் மாதிரிக்கு உதாரணமாக முலையூட்டிகளின் சிறுநீரகத்தை விளக்குவாம்.

முலையூட்டியின் சிறுநீரகமானது, உடற் குழியகத்து முதுகுப்பக்கச் சுவரோடு தொடுக்கப்பட்டுள்ளதும், வடிவத்தில் அவரை வித்தை ஒத்ததுமான, ஒரு சுரப்பியாம். நெருக்கமாக அடுக்கப்பட்டுள்ள, பெருந் தொகையான 'சிறுநீரகக் குழாய்களினால்' ஆக்கப்பட்டுள்ள அதனை, மயிர்த்துளைக் குருதிக் கலன்களின் வலைப் பின்னலொன்று சூழ்ந்திருக்கும். பிரதானமான புறப்பக்க நாடியிலிருந்து நேராகப்

போகின்ற பெரிய ஒரு **சிறுநீரக நாடி**யானது குருதியை இக்குருதிக் கலன்களுக்கு வழங்குகின்றது. பிரதானமான பிற்பக்க நாளத்துக்குக் குருதியைப் பெரியவொரு சிறுநீரக நாளம் திருப்பிக் கொண்டு போகின்றது (58 ஆம், 59 ஆம் உருவங்களைப் பார்க்க). சிறுநீருப்பையும் கரையுமியல்புடைய வேறு சில உப்புக்களையுங் கொண்டுள்ள ஒரு வகைத் திரவத்தினால் (சூழ்ந்திருக்கும் மயிர்த்துளைக்குருதிக் குழாய்களிலிருந்து வருவது இத்திரவம்) சிறுநீரகக் குழாய்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. இக்குழாய்களெல்லாம், சிறுநீர்ப்பையினுள்ளே திரவத்தை (சிறுநீரைக் கொண்டுபோகின்ற, ஒடுக்கமான சிறுநீரகக்கானென்றுட் (சிறுநீர்க்குழாயினுட்) சென்று விழுகின்றன. இச்சிறுநீரானது சிறுநீர்ப் பையினுள் வந்து சேர்ந்து இடையிடையே வெளிச்செலுத்தப்படுகின்றது. 30 கி. சிறுநீருப்பும் 15 கி. கறியுப்பும், கரையுமியல்புடைய வேறு கழிவுப் பொருள்களிவற்றிலுங் குறைவான கணியத்திலுமுள்ள சிறுநீரை ஏறக்குறைய $1\frac{1}{2}$ இலீற்றரளவாக நாளொன்றிற் சாதாரண மனிதனொருவன் உண்டாக்குகின்றான்.



உருவம் 59. சிறுநீரகத்திற்கூடாகச் செல்லும் நிலைக்குத்து வெட்டுமுகம்.

1. அதிரனலின் சுரப்பி (கழிவிற் சம்பந்தப்பட்டதல்ல).
2. சிறுநீரகத்திற்குச் செல்லும் நாடி. (சிறுநீரக நாடி). இதன் கிளைகளின் ஆரம்பம் மாத்திரம் காட்டப்பட்டுளது.
3. சிறுநீரகத்தினின்றும் வரும் நாளம் (சிறுநீரக நாளம்). இதன் கிளைகளின் ஆரம்பம் மட்டும் காட்டப்பட்டுளது.
4. சிறுநீரகக்கான் (சிறுநீரகக் குழாய்) இது சிறுநீர்ப்பையினுட் சிறு நீரைக் கொண்டு செல்லும்'
5. சிறுநீரகக் குழாய்களினின்றும் வரும் சிறுநீர் வந்தடைகின்ற குழியம்.
6. குழியத்தினுட் காணப்படும் கூம்புகளைகள். இவற்றிற் கூடாகச் சிறுநீர்க் குழாய்கள் சிறுநீரை வெளிவிடும்.
7. சிறுநீரகக் குழாய்களின் சுருண்ட முனைகளுள்ள வெளிப்படை (மேற்படை).
8. சிறு நீரகக் குழாயின் நீண்ட பாகங்களைக் கொண்ட உட்படை (மையவிழையம்).

சிறுநீரகங்கள், நைதரசன் சேர்ந்துள்ள கழிவுப் பொருள்களைக் கழிப்பதுமல்லாமல், குருதியின் அமைப்பையுஞ் சீராக்குகின்றன. அப்பொழுது, சிறுநீரகங்கள், மேலதிகமான நீரை அகற்றி ஐதான சிறுநீரைக் கழித்துக் குருதியின் அமைப்பைச் சீராக்குகின்றன. மறுதலையாக, மிக்க உப்பை நாம் உண்ட பின்னர், குருதியிலுள்ள உப்பின் சதவீதங் கூடுகின்றது. உடனே, சிறுநீரகங்கள் உப்பை கூடுதலாகவும் நீரைக் குறைவாகவும், வழக்கமான நிலைக்குக் குருதி வருமட்டும், எடுத்

தகற்றுகின்றன. (அதாவது, அவை செறிவிற்கூடிய சிறுநீரைக் கழிக்கின்றன என்பதாம்.) இது போலவே, விரைவாக நாம் வியர்க்குமிடத்துக் குருதி தோலினூடாக நீரை இழக்கும்போது, குருதியிலிருந்து குறைவான நீரைச் சிறு நீரகங்கள் உறிஞ்சிச் செறிவு கூடிய சிறு நீரைச் சிறிதளவாகக் கழிக்கின்றன. குளிரான விடங்களில், வியர்வையாக நாம் நீரை மிகவும் குறைவாக இழக்கும்போது, சிறுநீரகங்கள் குருதியிலிருந்து நீரைக் கூடுதலாக உறிஞ்சி ஐதான சிறுநீரைப் பெருமளவாகக் கழிக்கின்றன. நகருயிர்களிலும் பறவைகளிலுஞ் சிறுநீரகங்களிலிருந்து சிறுநீர் போகும் வழியில் அதிலிருந்து மிக்கநீர் உறிஞ்சப்படுகின்றது. பெரும்பாண்மையும் ஊரிக்கமிலத்தையே கொண்ட, அரைத்திண்மப்பதமான கழிவுப் பொருளை இவ்விலங்குகள் உண்டாக்குகின்றன. அக்கழிவுப் பொருளிற் பொசுபரசுச் சேர்வைகளும் உளவாதலின், அது பொசுபரசுவட்டத்தில் முக்கியமான பங்கு கொள்ளும்.

உலகிற் சில பாகங்களில் எண்ணிறந்த ஆயிரக்கணக்கான கடற்பறவைகள் வாழுகின்றன. அவை போடுகின்ற எச்சத்திற் பெரும்பாகங் கடற் கரையிலே அவற்றின் உறைவிடங்களுக்கருகிற் கூடிக் குவிகின்றது. காலப் போக்கில் அது நைதரசன் சேர்ந்துள்ள சிறந்த பசளையான **குவனோ** என்னும் ஆழ்ந்த படைகளாகின்றது. சில பசுபிக்குத் தீவுகளிலுள்ள பாறைப் பொசுபேற்றுக்கள் மறைமுகமாக இந்தக் குவனோவிலிருந்து உண்டாகின்றன. பொசுபேற்றுக்கள், குவனோவிலிருந்து மெல்ல மெல்ல மழைநீரினுற் கரைத்தெடுக்கப்பட்டு, கீழிருக்கும் முருகைக் கல்லிலுள்ள கல்சியங் காபனேற்றொடு தாக்கமுற்று, கரையுமியல்பற்ற பொசுபேற்றுப் பாறையாகின்றன. இத்தகைய பாறை மிக்க தடிப்பாகவுங் காணப்படும். இதனிலுள்ள பொசுபரசானது ஆதியில் வேறு பொசுபேற்றுப் பாறைகளிலிருந்தும் இறந்த பிராணிகளிலுமிருந்தும் வந்தது. இப்பொசுபரசைக் கடலினுள்ளே ஆறுகள் கொண்டு போக, ஆங்கிருந்து அதை உட்கொள்ளும் மீன்களைப் பறவைகள் உண்டு அதை (அல்லது அதனிலொரு பகுதியைக் கழிக்கின்றன. எனவே கமக்காரர்கள் பயிர் நிலங்களுக்கு இடுகின்ற ' மேற்பொசுபேற்றுக்கு ' நீண்ட ஒரு வரலாறு உண்டு.

சிறுநீரகத்தைப் பரிசோதித்தல்

செம்மறியாடு, எருது, முயல், அல்லது வெள்ளாடு போன்ற முலையூட்டியொன்றின் சிறுநீரகத்தைப் பரிசோதிக்க. (அ) சிறு நீரகத்துக்குக் குருதியைக் கொண்டுவருகின்ற **சிறுநீரக நாடி**யையும், (இ) சிறுநீரகத்திலிருந்து குருதியைக் கொண்டுசெல்கின்ற **சிறுநீரக நாளத்**தையும், (உ) சிறுநீரகத்திலிருந்து சிறு நீர்ப்பையினுக்குச் சிறுநீரைக் கொண்டு போகின்ற சிறுநீரகக் கானையும் (சிறு நீர்க் குழாயையும்) இன்னதின்னதெனக் காண்க. கத்தரிக்கோல் கொண்டு சிறுநீரகக்

கானை வெட்டித் திறந்து, சிறுநீரகத்தினுட் புறத்தே ஒரு புனல் வடிவக் குழியினுட் போய் விரியுமிடம் வரை அதைத்தொடர்ந்து பார்க்க. இக் குழியினுள் இருக்குங் கூம்புருவான முளைகளை அவதானிக்க. இங்கேதான் சிறுநீரகக் குழாய்கள் சிறுநீரைக் கொண்டுவந்து குழியினுள் இறக்குகின்றன. சிறுநீரகத்தை இரு பாதிகளாக நீளப்பாட்டில் வெட்டித் திறந்து, இருவேறு படைகளிருப்பதை அவதானிக்க (59 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). வெளிப்பக்கத்துக் கருங்கபில நிறப் படை சிறுநீரகக் குழாய்களின் சுருண்ட முனைகளாலானது. இந்தக் குழாயொவ்வொன்றினதும் மூடப்படுள்ள கலன்களின் ஒரு முடிச் சோடு நெருங்கிய தொடர்புடையதாக இருக்கின்றது. உட்புறத்துப் படையானது இலேசான நிறமுடைத்தாய் வரிகளிடப்பட்டது போற் றோற்றும். இந்தப் படை, சிறுநீரைச் சேர்த்தெடுத்து மத்திய குழியினுள் அதனை இறக்குகின்ற, சிறுநீரகக் குழாய்களின் நேரான பாகங்களினால் ஆனது. மத்திய குழியிலிருந்து சிறுநீரானது, சிறுநீரகக் கான் வழியாக, சிறுநீர்ப்பையினுள் இறைக்கப்படுகின்றது.

மனிதனிலும் வேறு சில முலையூட்டிகளிலுங் கழிவு நிகழ்ச்சியிலே தோலானது சிறியவொரு பங்கே பெறுகின்றது. வியர்த்தலின் முதற் றொழில் கழிவுப் பதார்த்தத்தை அகற்றுதலன்று ; உடலின் வெப்ப நிலையை மட்டுப்படுத்துவதேயாம். ஆனால், வியர்வை தூயநீரன்று. அதனிற் சிறு கணியமான கனிப்பொருளுப்புக்களும் (அதன் சுவை இவை உண்டென்பதைக் காட்டும்), சிறுநீருப்பும் உண்டு. வியர்வையில் மிகச் சிறு கணியமான சிறுநீருப்பு மாத்திரம் உண்டெனினும், அதனில் நனைந்த ஆடைக்கு ஒரு நாற்றத்தைத் தான் பிரிகையுறும்பொழுது கொடுக்கும்.

பச்சைத் தாவரங்களில் நிகழுங் கழிவு

தாவரங்கள் கழிக்கின்ற கழிவுப்பொருள்களானவை சுவாசத்தின் விளைவுகளும் (காபனீரொட்சைட்டும் நீரும்) ஒளித்தொகுப்பின் விளைவும் (ஒட்சிசனும்) வேர்களினால் உறிஞ்சப்பட்ட மேலதிகமான நீருமாம். தாவரங் கள் உண்டாக்கும் நைதரசன் சேர்கழிவுப் பொருள்கள் மிகவற்பமே.

சுவாசம் நிகழும் போதுண்டாகுங் காபனீரொட்சைட்டு, தாவரத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலுமிருந்து பட்டை வாய்களினூடும் இலை வாய்களினூடும், நீக்கப்படலாம். தாவரங்களின் பச்சைநிறப் பாகங்களில், சுவாசம் நிகழும் போதுண்டாகுங் காபனீரொட்சைட்டு, ஒளியிருக்குமிடத்து, ஒளித்தொ குப்பிற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறே, ஒளித்தொகுப்பு நிகழுகையில் உண்டாகும் ஒட்சிசனினொரு பகுதி சுவாசித்தலுக்கு உபயோ கிக்கப்பட, எஞ்சிய பாகம் மாத்திரம் இலைவாய்களுக்கூடாக அகற்றப் படுகின்றது.

தனது கலங்களை வீங்கியிருக்கச் செய்தற்கும், காபோவைதரேற்றுக்களைத் தொகுத்தாக்குதற்கும் வேண்டிய நீரிலும் மிக அதிகமான நீரைத் தாவரம் உட்கொள்ளுகின்றது. நீராவிப் போக்கு நிகழுகையில், இலைகளுக்கூடாக இந்த மேலதிகமான நீரானது நீராவியாக நீக்கப்படுகின்றது.

ஆதலின், தாவரங்களில் நிகழுங் கழிவானது விலங்குகளில் நிகழ்வதிலும் மிக எளிதானது. (இரண்டாம் **பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சி** நூலின் 76—81 ஆம் பக்கங்களில், இந்த அதிகாரத்துக்குரிய பயிற்சிகளைக் காண்க.)

அதிகாரம் 8

உயிருள்ளனவற்றின் இயக்கமும் நடத்தையும்

உயிருள்ளன வெல்லாவற்றுக்கும் இயக்கமானது ஒரு சிறப்பியல்பாகும். தாவரங்களிலும் விலங்குகளில் அது துலக்கமாகவும் ஊக்கமாகவும் நிகழும். பொதுப்படக் கூறில், (இயல்பான வளர்ச்சியினியக்கமும், இதயத் துடிப்புஞ் சுவாசமும் போன்ற ஓயாது நிகழும் இயக்கங்களுந் தவிர) இயக்கங்கள் தூண்டலின் பேருகவே நிகழும். சூழலின் மாற்றங்களுக்குத் துப்பின்றி யளவிறந்தவுணர்ச்சி காட்டுமுயிருள்ளனவற்றின் செயல்களைச் சூழலிலுண் டாகுமெம் மாற்றமுந் தாக்கும். இயக்கமானது வழக்கமாக இயங்குமுயி ருள்ளதெதுவோவது தான் **தப்பிப் பிழைக்குமாறு**ருட்டியொன்றுக்குப் பிரதிச் செயலாகச் செய்வதாகும்.

தாவரங்களின் இயக்கங்கள்

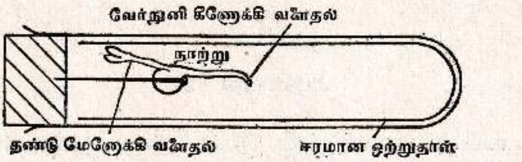
பெரும்பான்மையான தாவரங்கள் நிலத்தில் உறுதியாக வேரூன்றி நிற்பன. அவை உணவு தேடித் திரிவதுமில்லை; பகைவருக்கஞ்சிப் பெயர் வதுமில்லை. அப்படியிருந்தும், அவை, மெதுவான தெளிவான வளர்ச்சி யியக்கங்களை உடையன. **புவியீர்ப்பு, ஒளி, நீர்** என்னுந் தூண்டல்களின் பேருகவே இவ்வியக்கங்கள் வழக்கமாக நிகழ்வன. அவற்றின் விளைவு தாவரத்துக்குத் தப்பிப் பிழைப்பதற்குக் கூடிய வசதியை அளிப்பதேயாம். இவ்வாறுக, வேர்கள் (நீரையுங் கரைந்துள்ள கனிப்பொருளுப்புக்களையும் பெறுவதற்கு வாய்ப்பாக) கீழ் நோக்கி நிலத்துள் வளரும்; தண்டுகள் ஒளியையும் காற்றையுந் தேடி மேனோக்கி வளரும்; வித்துக்களும் பழங்களும் முற்றிப் பழுத்தபின் விழும்; ஏறு கொடிகளின் பற்றிகள் ஆதாரங்களை வளைந்து சுற்றி அக்கொடிகளை உறுதியாக நிலைக்கச் செய்யும்.

புவியீர்ப்பின் பேருக நிகழுந் தாவரங்களின் இயக்கங்கள்

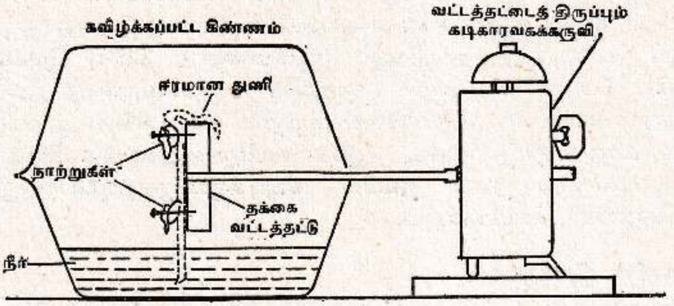
வித்தை எவ்விதமாக ஊன்றினுலும், பிரதானமான வேர் கீழ் நோக்கி யும், பிரதானமான தண்டு மேனோக்கியும் எப்பொழுதும் வளருகின்றன. இவ்விருவகையிலும் வளருந்திசையானது **புவியீர்ப்பு விசையின்** மறைமுக விளைவேயாம்.

வேர்களும் அங்குரங்களும் வளர்ந்து போகின்ற திசையிற் புவியீர்ப்பினுல் உண்டாகும் விளைவைக் காட்டுதல்

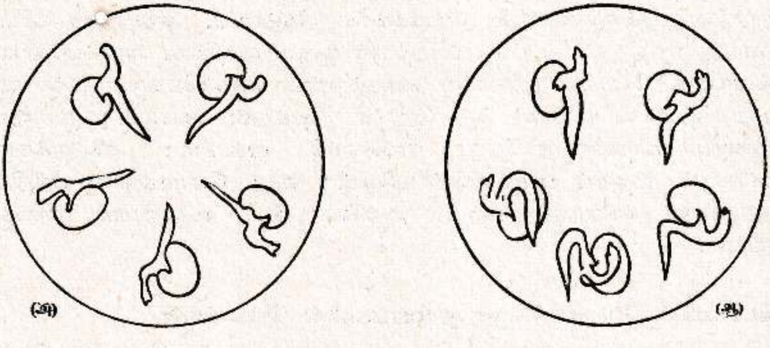
முதலாம் நூலின் 4 ஆம் அதிகாரத்தில், ஈரமான காற்றிலொரு நாற்றை, அதன் பிரதான வேரும் அங்குரமும் கிடையாகக் கிடக்கவைத்தால்,



உருவம் 60: வளர்ச்சித் திசைமீது புவியீர்ப்பின் விளைவு.



உருவம் 61. புவியீர்ப்புக்கு உண்டாகும் தூண்டற்பேற்றைக் காட்டும் உபகரணம். (அற்பில்டைப் பின்பற்றி).



உருவம் 62. 61 ஆம் உருவில் உள்ள உபகரணங்களைப் பயன்படுத்தி நாடாத்திய பரிசோதனைகளின் விளைவுகள்.

(அ) மெதுவாகச் சுழன்று கொண்டிருந்த நிலைக்குத்து வட்டத்தட்டின் மீது வளர்க்கப்பட்ட நாற்றுக்கள்.

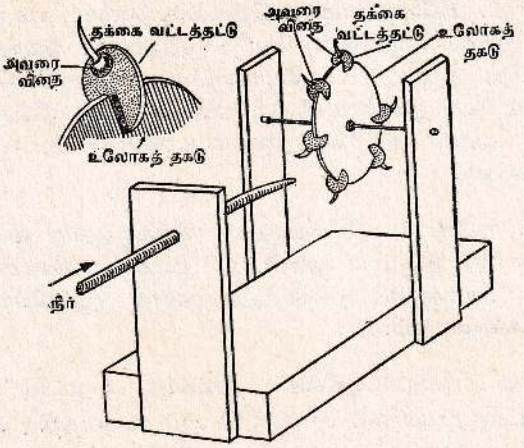
(ஆ) நிலையாயிருந்த நிலைக்குத்து வட்டத்தட்டின் மீது வளர்க்கப்பட்ட நாற்றுக்கள்.

வேரின் முனையானது நிலைக்குத்தாகக் கீழ்நோக்கித் திரும்புமெனபதைக் காட்டுமோரெளிதான பரிசோதனையைச் செய்தோம் (60 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). கீழேயிருந்து அதைத் தாக்கிய விசை ஒன்றேயொன்று. அது

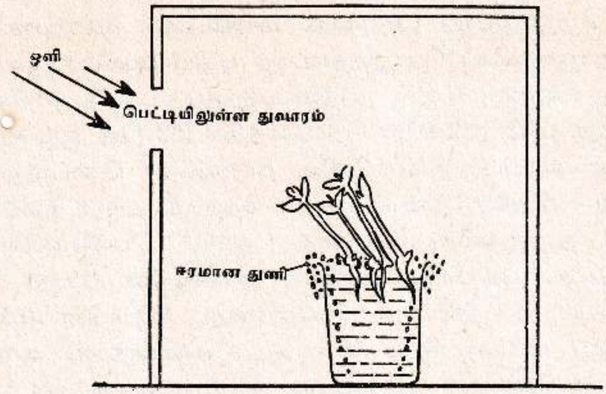
புவியீர்ப்பேயாம். பரிசோதனையைத் தொடங்குமுன்னர், சமதூரமான அடையாளங்களை (இந்திய மையினுல்) வேரிற் குறித்தால், வேரினது வளர்ந்து நீளும் பகுதியே திரும்பும் பகுதியுமாகுமெனக் காணுகின்றேம். திரும்புமிந்த இயக்கம் வேர் நுனியை மீட்டும் நிலைக்குத்தான நிலைக்குக் கொண்டு வருகின்றது. வேரின் (வளர்ந்து நீளுவதை நிறுத்திவிட்ட) பழைய பாகங் கிடையாகக்கிடக்கும்.

அதே பரிசோதனையில், முளையரும்பு நிலைக்குத்தாக வருமாறு முதல் தண்டு மேனேக்கித் திரும்பக் கண்டோம். இங்கும், தண்டின் வளர்பாகமே வளைகின்றது. வேருக்கும் அங்குரத்துக்குமுள்ள இவ்வியக்கங்கள் **மீளா வளர்ச்சியியக்கங்களாகும்**.

தாவரத்தைப் புவியீர்ப்புவிசை தாக்காத 'ஆட்சிப்' பரிசோதனையொன்றை நடத்த முடியாது. ஆனால், 61 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போல், ஒரு மணிக்கூடு சுழற்றக்கூடிய கிடையான ஓரச்சாணி தாங்கும் நிலைக்குத்தான ஒரு தட்டோடு நாற்றுக்களை இறுகத் தொடுத்து, எல்லாத் திசையிலும் புவியீர்ப்புவிசை சமமாகத் தாக்கச் செய்யலாம். தட்டு மெல்ல மெல்லச் சுழலும்போது (அதாவது, மணிக்கொரு முறையாகச் சுழலும் போது), நாற்றுக்களைப் பொறுத்தமட்டிற் புவியீர்ப்புவிசை, ஓயாது மாறிக் கொண்டிருக்கின்றமையினுல், நடுநிலைப்படுத்தப்பட்டது போன்றிருக்கின்றது. அப்பொழுது, பரிசோதனையின் தொடக்கத்தில் (62 (அ) ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க) வைக்கப்பட்ட திசையிலேயே, நாற்றுக்கள் தொடர்ந்து வளரும். இத்தகைய நிலைக்குத்தான—ஆனுற் சுற்றப்படாத—தட்டோடு இறுகத் தொடுத்த நாற்றுக்களைக் கொண்டு 'ஆட்சிப்' பரிசோதனையொன்றை நடத்தியபோது, புவியீர்ப்பு விசையது தாக்கத்தின் பேருக வேரானது கீழ்நோக்கியும் அங்குரமானது மேனேக்கியுந் திரும்பின (62 (இ) ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). சிறிய நீர்ச் சுழல் சக்கரத்தால், அல்லது மின் மோட்டாரால், வேகமாகச் சுழற்றப்படும் நிலைக்குத்துத் தட்டில் நாற்றுக்களை இறுகத் தொடுத்து, மேற்கூறிய வகையான பரிசோதனையொன்றைச் செய்தால், புவியீர்ப்பு விசைபோன்று தாக்கும் புறமுகவிசையொன்று உண்டாகும். அப்பொழுது, வேர்கள் வெளிமுகமாகவும் அங்குரங்கள் உண்முகமாகத் தட்டின் மையத்தை நோக்கியும் வளரும் (63 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). விரைவாகச் சுழலுகின்ற தட்டைக் கிடைத் தளத்தில் வைத்து, இந்தப் பரிசோதனையை மீட்டுஞ் செய்தால், பொறிமுறைவிசை வெளிமுகமாகவும் புவியீர்ப்பு விசை கீழ்முகமாகவுந் தாக்கும். இவ்விரு விசைகளினதுந் தாக்கத்தின் பேருக வேர்கள் வெளிமுகமாகவும் கீழ்முகமாகவும் அங்குரங்கள் உண்முகமாகவும் மேன்முகமாகவும் வளரும்.



உருவம் 63. வளர்ச்சித் திசைப் பரிசோதனைக்குப் பயன்படுத்தப்படும். எளிய நீர்ச் சில்லு.



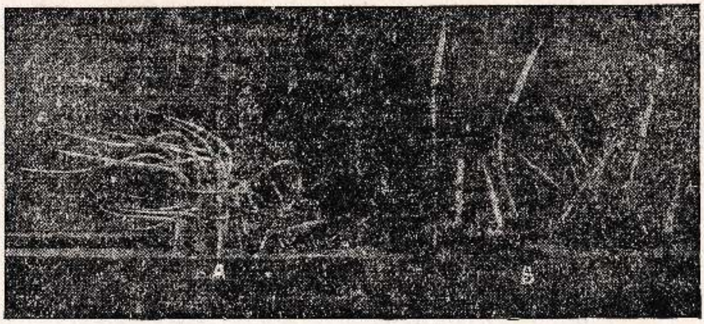
உருவம் 64. வளர்ச்சித் திசை மீது ஒளியின் தாக்கம்.

ஒளித்தாக்கத்தின் பேருக நிகழுந் தாவரவியக்கங்கள்

தாவரங்களின் தண்டுகள் நிலைக்குத்தாக மேனேக்கி வளருதல் புவியீர்ப்பினது கீழ்முகத் தூண்டலின் பேறென்று கண்டுள்ளோம். சாதாரணமான நிலைமைகள் உஃளவிடத்து இத் தண்டுகள் ஒளிவீச்சை எங்குஞ் சமமாகப் பெறுகின்றன. ஆனல், எத்திசையை நோக்கித் தண்டு வளருமென்பதை நிச்சயித்ததில் (புவியீர்ப்போடு) ஒளியும் பங்குபெறுகின்றதென்பது உற்று நோக்குதலினுலும் பரிசோதனைகளினுலுந் தெரியவருகின்றது.

முதலாம் நூலின் 6 ஆம் அதிகாரத்தில், தண்டுகளும் இலைகளும் வளருந் திசையை நிச்சயிப்பதில், சமமற்ற ஒளிவீச்சினுல் உண்டாகும் விளைவைப்

பற்றிக் கற்றோம் (64 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). வித்துக்கள் முளைத்த பொழுது, தண்டுகள் துவாரத்தை நோக்கியும், பச்சையிலைகள் பெட்டியி னுள்ளே புகும் ஒளிக் கற்றைக்குச் செங்கோணமாகவும் வளர்ந்தன. இதன் விளைவாக, ஒளித் தொகுப்பிற்கு வேண்டிய ஒளியை உச்சவளவாக இலைகள் பெறுகின்றன. வேரில் நிகழுவது போல, அங்குரத்திற் சமதூரமாக அடையாளமிட்டு வைத்தால், தண்டு வளைவது அது வளரும் பாகத்திலே மாத்திரமென்று காணலாம். இலைகள் திரும்புவதற்குக் காரணம், அவற் றின் காம்புகளில் உண்டாகின்ற, இத்தகைய வளர்ச்சி மாற்றங்களேயாம். ஆயின், இம்மாற்றங்கள் அத்துணை வெளிப்படையானவையல்ல.



உருவம் 65. இடப் பக்கத்தில் மட்டுமிருந்து ஒளியால் விளங்குகின்ற புல்நாற்றுக்கள்.

A. நுனி மூடப் படாதவை.

B. நுனி மூடப்பட்டவை.

தாவரங்களின் தூண்டுமுட் சுரப்புக்கள்

புவியீர்ப்பு, ஒளி எனுமிவற்றின் தூண்டல்களைத் தாவரங்கள் எவ்வாறு உணர்கின்றவென்பதைக் கண்டறிதற்குப் பல முயற்சிகள் செய்துள்ளார்கள். தாவரங்களுக்கு நரம்புகளில்லை. கீழான விலங்குகளில் நாம் காணுஞ் சிறப்பான புலனுறுப்புக்கள் தாமும் அவற்றுக்கில்லை. கடினமான இக் கேள்விக்கு விடைகாணும் பொருட்டு கையாண்டு, அரைகுறையாக விடையுங் கண்ட முறையைப் பற்றிய விளக்கத்தை ஓரளவுக்குச் சிறியதொரு பரிசோதனை தரும்.

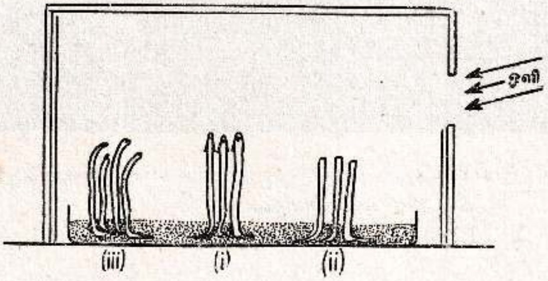
செய்து காட்டல். ஆழங் குறைந்த, செவ்வக வடிவமான தட்டொன்றை ஈரமண்ணினால் நிரப்பி, அதனில் ஓற்சு, தினை, அல்லது சாமை நாற்றுக்களை 30 வரையில் வளர்க்க. முதலாவதாக, வித்துக்களைப் 12 மணித்தியாலங் களுக்கு நீரில் ஊறவைத்து, அதன்பின்னர் மண்ணினுள் அவற்றின் ஆழத் தளவுக்குப் புதைத்து வைத்தல் வேண்டும். ஈரமான மையொற்றுத்தாளி னால் அணைபடையிடப்பட்ட ஒரு பெட்டிகொண்டு தட்டை மூடி அதை இருளில்

வைக்க. நாலைந்து நாட்கள் சென்றபின்னர் (வெப்பநிலை மாற இக்காலமும் மாறும்), வித்துக்கள் முளைத்துவிடும். அப்பொழுது முளையானது நிறமற்ற, எளிமையான (உள்ளபடி, உள்ளே மெய்யிலைகள் வளருகின்ற விதையிலையின் பகுதியேயான) ஒரு நிலைக்குத்துக் குழாயாகவிருக்கும். இந்த முளைகளை இடையிடையே செவ்வொளியில் (ஒளிப்பட இருட்டறைகளில் உபயோகிக்கப்படுவது போன்ற ஒளியில்) வைத்தாராய்க. அவை 10–15 மி.மீ. நீளமுள்ளனவாக வந்ததும் பின்வருமாறு பரிசோதனை செய்க :

(i) 10 அங்குரங்களின் நுனிகளை வெள்ளீயத்தகட்டால், அல்லது அலுமினியத்தகட்டாலாய சிறு மூடிகளினால் மூடி விடுக.

(ii) வேறு 10 அங்குரங்களின் நுனிகளிலிருந்து அவற்றினைச்சுப் பக்கமாகக் கூரான சவரவலகு கொண்டு துண்டுகளை (1மி.மீ. மட்டில்) வெட்டியகற்றுக.

(iii) ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதற்காக 10 அங்குரங்களை வாளா வைத்துவிடுக.



உருவம் 65. (அ) ஒளியினால் உண்டான வளர்ச்சித் தூண்டற் பேறு.

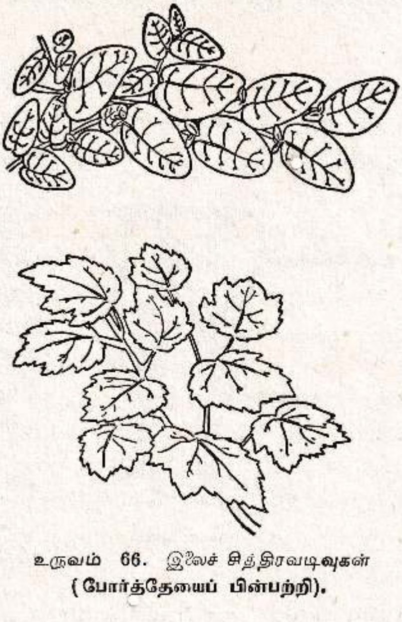
இனி, நாற்றுத் தட்டை இன்னொரு பெட்டியினுள் வைத்து **ஒரு பக்கத்தில் மாத்திரம்** இடையான ஒரு பிளவினூடு ஒளியை விட்டு வெளிச்சங் கொடுக்க. இரண்டு மணித்தியாலஞ் சென்றபின்னர் பரிசோதிக்க.

ஒப்பிடுதற்கென்று, 'ஆட்சி' நாற்றுக்களாக வைக்கப்பட்டுள்ளன வெல்லாம் ஒளியை நோக்கி வளைந்திருக்க, **நுனிகள் மூடப்பட்ட அல்லது வெட்டியெடுக்கப்பட்ட நாற்றுக்கள், 'ஆட்சி' நாற்றுக்கள் வளர்ந்த அளவுக்கு, வளர்ந்திருந்தாலும், நேராக அவையிருக்கக் காணலாம்** (65 ஆம், 65 (அ) ஆம் உருவங்களைப் பார்க்க).

அங்குர நுனி ஒருவகையான புலனுறப்பென்று இப்பரிசோதனை காட்டுகின்றது. அதாவது, ஒளியின் தூண்டலை அது உணர்ந்து, வளரும் பிரதேசங்களுக்கு அத்தூண்டலைப் போக்க, அவை அஃதற்கியையத் தூண்டற் பேறுகாட்டும்.

தூண்டுமுட் சுரப்பொன்று 'இரசாயனத் தூதனுகத்' தொழிற்பட்டு வேர்களுக்கும் அங்குரங்களுக்குமுரிய வளர்ச்சி யியக்கங்களோடு தொடர் புடையதென்று, இவ்விதமான பரிசோதனைகள் காட்டியுள. இத்தூண்டுமுட் சுரப்பு (இதன் இரசாயனக் குறியீடின்னதென்று நிச்சயிக்கப்பட்டுளது), அங்குரங்களினதும் வேர்களினதும் நுனியினந்தத்தில் உண்டாக்கப்பட்டுப் பின், வளரும் பகுதிகளுக்கனுப்பப்பட்டு, அவற்றின் வளர்ச்சியை ஆளு கின்றது. ஒருபக்கத்தில் மாத்திரமிருந்து வருகின்ற ஒளியானது நுனியிற் பட, வேர் வழியே அல்லது அங்குரம் வழியே நேராகச் செல்லாது, தூண்டு முட்சுரப்பானது தொடக்கத்திற் பக்க வழியாகச் செல்லுகின்றது. இதன் விளைவாக, பிற்பாடு வேரினதும் அங்குரத்தினதும் இரு பக்கங்களிலுஞ் சமமற்ற வளர்ச்சியுண்டாக, அவ்வேர் அல்லது அங்குரம் வளைகின்றது.

இவ்வியக்கங்களெல்லாம் தாவரத்தின் நன்மைக்கேயென்பது வெளிப் படை. வேரானது கீழ்நோக்கி நிலத்தினுள் வளர்வதால், தன்னை ஆங்குப் புதைத்துக் கொள்ளுகின்றது ; தண்டானது, ஒளியை நோக்கி வளர்வ தால், ஒளித்தொகுப்புக்கு மிக்க வாய்ப்பான நிலையில் இலைகளை ஏந்தி நிற்கின்றது. அன்றியும், இலைகள் ஒன்றின் மேலொன்றுகப் பொருந்தி ஒன்றையொன்று நிழற்படுத்தா வாறு, தங்களைப் பெரும்பாலும் ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. இலைகளின் இவ்வொழுங்கை இலைச் சித்திரவடிவு என்பர். (66 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). ஒரு பக்கத்திலிருந்துமாத் திரம் ஒரு தாவரம் ஒளியைப் பெறும் போது, தண்டின் மீது ஒளிக்குள்ள ஆற்றுப் படுத்தும் வல்லமை புவி யீர்ப்பின் ஆற்றுப் படுத்தும் வல்ல மைக்குச் சமமாக விருக்கக் கூடும்.



உருவம் 66. இலைச் சித்திரவடிவுகள் (போர்த்தேயைப் பின்பற்றி).

நீரினது தாக்கத்தின் பேறுகத் தாவரங்களில் நிகழும் இயக்கங்கள்

முதலாம் நூலில் **4** ஆம் அதிகாரத்தில், வேர்கள் நீரைத் தேடி அதை நோக்கி வளருமென்றும், **வேர்கள் வளருந் திசையைப் பொறுத்தமட்டில் நீரினுலுண்டாகும் விளைவு புவியீர்ப்பின் விளைவை எதிர்டு செய்ய வல்ல**

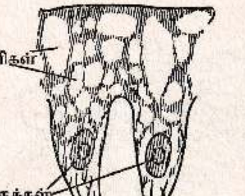
தாதல் கூடுமென்றுங் காட்டியுள்ளோம். இரண்டாம் நூலில் 6 ஆம் அதிகாரத்தில், நிலத்தினுள்ளே வேர்கள் நீரை நோக்கி வளருமென்பதையும், வழக்கமாக நீர் வேர்களைத் தேடிப் போவதில்லை யென்பதையும் வற்புறுத்தியுள்ளோமென்பது உமக்கு ஞாபகமிருக்கலாம்.

நீரைப் பொறுத்த மட்டில், இவற்றுக்கு முற்றும் மாறான தாவர வியக்க விதங்கள் தண்டுகளுக்கு உண்டு. உதாரணமாக, ஒளியிருப்பின் இலைத்துளைகள் திறந்திருத்தல் வழக்கமெனினும், நீரின்மையால் இலை வாடும் போது அவை மூடிக்கொள்ளும். இன்னும் பல கனிகள், கலச் சுவர்கள் முற்றாகக் காய்ந்தபின்னரே, வெடித்துத் திறக்கும்.

இங்கே நாமெடுத்து விளக்க முடியாத வேறு தாவர வியக்கங்களும் உண்டு—மலர்கள் விரிதலுங் குவிதலும், கேசரங்கள், ஏறு கொடித் தண்டுகள், பற்றிகள் என்பனவற்றினியக்கங்களும் இத்தரத்தன. இவ் வியக்கங்களுட் பெரும்பாலானவை, புறத்தூண்டல்களின் பேறாக நிகழ்வன. அவை யெல்லாவற்றையும் தாவரங்கள் பிழைத்து வாழவும் இனம் பெருக்க வுமுதவும் இசைவுமாற்றங்களெனக் கொள்ளலாம்.

விலங்குகளின் இயக்கம்

சுயாதீனமாக நீந்திச் செல்லுந் தாவரங்களிருப்பது போலவே, ஓரிடத்திற் கட்டுண்டு நிற்கும் அபூர்வமான விலங்குகளுமுள. என்றாலும் மிகப் பெருந் தொகையான விலங்குகள் உணவைத் தேடியுஞ் சத்துராதிகளிடமிருந்து தப்பிப் பிழைக்கவும் இடம்விட்டிடம் பெயர்ந்து இயங்குகின்றன. இந்த வியக்கம் பல வழியாக உண்டாகின்றது. ஆனால், மிக எளிமையான விலங்குகளிற்றானும் முதலுருவின் ஏதேனுமொரு பகுதி சுருங்குதல் அதன் உடனிகழ்ச்சியாகும். சுருங்குதல் சத்தியின்றி நிகழாது. இச்சத்திசுவாசம் நிகழுகையிற் செயற்படுகின்றது.



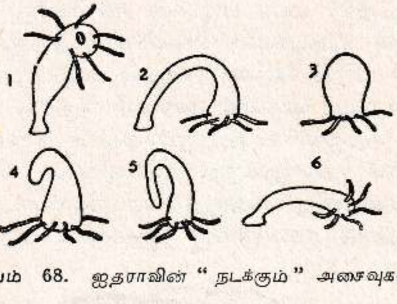
உருவம் 67.
" தசை வால்கள் " உள்ள இரு ஐதராக் கலங்கள். (மிகவும் உருப்பெருக்கப்பட்டுள)

அமீபா எத்திசையை நோக்கி அசைகின்றதோ அத்திசை நோக்கி வட்டித்த முனைப் பொன்று உண்டாகுமாறு, முதலுருவினொரு பகுதி புறநோக்காய்ப் பாய்ந்தோடும். முதலுருவின் எஞ்சிய பாகமும் அதே திசை நோக்கிப்பாய, அமீபாவானது தான் தங்கியிருக்கும் மேற்பரப்பின் மீதாக, உருண்டோடு[6] தாங்கி ' இயங்குவது போன்று அசைந்து முன் செல்லும்.

பரமீசியமாகிய இன்னோர் ஒரு கலவிலங்கில், மேற்பரப்பு முழுவதும் **பிசிர்கள்** எனப்படும் முதலுரு நுண்ணிழைகளால் மூடப்பட்டிருக்கும். இப் பிசிர்களின் விரைவான, சவுக்கினசைவையொத்த, இயக்கங்களினுல் இவ் விலங்கு நீரிலசைந்து செல்லுகின்றது. சுருளி வரிசைகளாக இப்பிசிர்கள் அடுக்கப்பட்டிருப்பதனுலேயே பரமீசியத்துக்குச் சிறப்பியல்பான சுருள் வடிவ வியக்கம் உளதாகின்றது.

உள்ளீடற்ற பையுண்டாகுமாறு இரு படைகளாக அடுக்கப் பட்டுள்ள பெருந் தொகையான கலங்களான **ஐதராவில்,** சில கலங்களுக்குச் சுருங்கக் கூடிய 'தசைவால்கள்' உண்டு. வெளிப் புறத்துப் படையின் கலங்களி லுள்ள 'தசைவால்கள்' மேலுங் கீழுமாக விலங்கினுடலில் நீளப்பாடாகச் செல்ல, உட்புறத்துப் படையின் கலங்களிலுள்ள 'தசைவால்கள்' உடலைச் சுற்றிச் செல்கின்றன. வெளிப்புறத்துப் படையின் நீளப்பாட்டுத் 'தசை வால்கள்' சுருங்க, விலங்கின் நீளங் குறையும்; உட்புறத்துப் படையின் வட்ட வடிவத் 'தசைவால்கள்' சுருங்கும் போது, விலங்கு ஒடுங்கி நீளுகின்றது. வாயைச் சூழ்ந்திருக்குங் குழாய் வடிவவிழைகளின் (உணர்கொம்புகளின்) அசைவுகளையும் இத்தகைய சுருங்கல்களே உண் டாக்குகின்றன (67 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

நிலையாக வோரிடத்தில் நின்று—உதாரணமாக நீர்க் களையின் துண் டொன்றோடு ஒட்டியவாறு நின்று—தன் வாழ்வின் பெரும்பாகத்தை ஐதரா கழிக்குமெனினும், இயங்கிச் சென்றிடம் பெயரவும் அது வல்லது. இரு வேறு விதமாக அது இடம் பெயரும்.

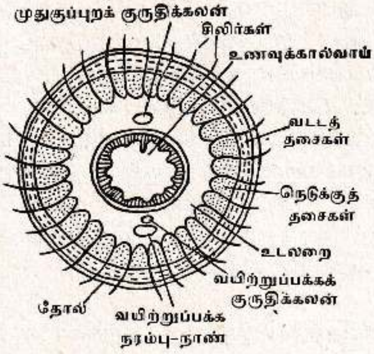


உருவம் 68. ஐதராவின் "நடக்கும்" அசைவுகள்.

சொற்பவிடப் பெயர்ச்சி வேண்டியவிடத்து, தன் 'பாதம்' கொண்டு அது மெல்ல வழுக்கிச் செல்லும். விரைவு கூடிய இயக்கங்கள் வேண்டிய விடத்தது, 'நடந்து' செல்லும் (68 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இவ் விலங்கானது குனிந்து தன்னைத் தாங்கும் மேற்பரப்பைத் தன் 'வாயாற்' பற்றிக் கொள்ளும். பின்பு, தன்னுடலை மீட்டு நிமிர்த்து முன்னர், தன் 'பாதத்தை' உயர்த்திப் பலமாகச் சுருங்கும். அடுத்துத் தன் 'பாதத்தை'

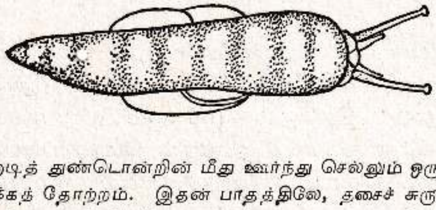
வேண்டிய திசையை நோக்கித் திருப்பித் தன்னைத் தாங்கும் மேற் பரப்போடு அதைப் பொருந்த வைக்கும். அதன் பின்னர் தன் வாயை மேலே தூக்கும். அப்பொழுது ஐதர விலங்கானது மீட்டுமொருகால் ' எழுந்து நிற்கும் '.

மண் புழுவின் உடற் சுவர் தசைப்படைகள் இரண்டாலானது. அவை யாவன, விலங்கினுடலைச் சுற்றிச் செல்லும் **வட்டவடிவத் தசை நார்களாலான** புறப்படையொன்றும், விலங்கினுடல் நெடுகே, தலையிலிருந்து வால் வரை செல்லும், **நீளப்பாடான தசைநார்களாலாய** உட்படையொன்றுமாம். நிலப்



உருவம் **69.** இந்திய மண்புழுவின் குறுக்கு வெட்டுமுகம் (வரைபடம்).

புழுவின் உடற்குழி ஒருவகைத் திரவத்தால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இத் திரவத்தின் அமுக்கமானது உடற்சுவரை (வீங்கிய தாவரக் கலம் போன்று) ஈர்த்து உறுதிப்படுத்தும். மண் புழுவின் ஒவ்வொரு துண்டத்திலுமிருந்து சிறு மயிர்களாலான வளையங்கள் வெளிப்பட்டு நிற்கும். தன் இரு தசைப் படைகளையும் மாறி மாறிச் சுருக்குதலினால் மண்புழு அசைந்து செல்லும். பிற்பக்கத்திலுள்ள வட்ட வடிவத் தசைகள் சுருங்க, உடலினிப் பகுதியின் விட்டங் குறையும். அதனால் உடற் குழியிலுள்ள திரவமானது அமுக்கப்பட, விலங்கின் முற்பக்கம் முன்னுக்குத் தள்ளப்படும். பின்பு, தலைப்பக்கத்தி லுள்ள மயிர்கள் மண்ணினுள் அழுத்தப்பட நீளப்பாடான தசைகள் சுருங்கி உடலின் பிற்பக்கத்தை முன்னுக்கு இழுக்கும். அதன் பின்னர், வாற்



உருவம் 70. கண்ணாடித் துண்டொன்றின் மீது ஊர்ந்து செல்லும் ஒரு நத்தையின் வயிற் றுப் பக்கத் தோற்றம். இதன் பாதத்திலே, தசைச் சுருக்கங்கள் அலைஅலையா கச் செல்வது காட்டப்பட்டுளது.

பக்கத்திலுள்ள மயிர்கள் மண்ணினுள்ளே அழுந்தும்—இவ்வாருக மண் புழுவின் அசைவு தொடர்ந்து நிகழும்.

நத்தையானது வழுக்கி யூர்ந்து செல்லுதல் மிக்க அதிசயமானது. அதன் 'பாதம்' மென் தசைகளாலான ஒரு திணிவுப் பொருள். இத்தசைகளுக் கூடாக மாறி மாறி முன்னேக்கி யோடுகின்ற சுருங்கலலைகளுந் தளர்வலை களும் விலங்கை முன்னேக்கி அதன் வழும்புப் பாதையிற் கொண்டு செலுத்தும்.

எலும்புக் கூடும் இயக்கமும்

சிறிய, மெல்லுடல் விலங்குகளின் இயக்கங்களை ஒப்பு நோக்கிப் பார்த்தால், மந்த கதியில் நிகழ்வனவாகக் காணப்படும். பெரு விலங்குகளின் விரை வான இயக்கங்கள் நிகழத்தக்கனவாக இருத்தலுக்குக் காரணம், அவை களிடத்து **எலும்புக் கூட்டின்** பகுதிகளாய, விறைப்பான ஆதாரங்களோடு தொடுக்கப்பட்டுள்ள தசைளிருப்பதேயாம்.

விலங்கின் எலும்புக் கூடு

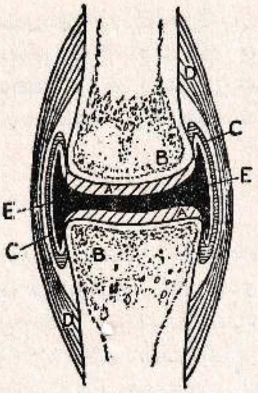
பல முள்ளந்**தண்டிலி**களிற் காணப்படும் வெளிவன் கூடே ஆதார விழையங்களின் மிக ஆதியன வகையாகும். அதன் மிக எளிமையான வடிவம் மூடப்படாத ஓடே. நுணுக்குத் தோற்றமுடைய பல நீர்வாழ் விலங்குகளில், இவ்வோடு, பாதுகாப்பும் ஆதாரமும் ஆகப் பயன்படுகின்றதே யன்றி, அதன் அசைவிற் பங்கு பெறுவதில்லை. நத்தையின் ஓடும் இவ்வாறே பயன்படுகின்றது. பகைவர்களிலிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளுதற் காகத் தனது ஓட்டினுள்ளே தன்னை அது இழுத்துக் கொள்ளும். பூச்சி களுக்கோ இதற்கு முழுமாறுபாடான ஒரு வகை வெளி வன்கூடு உண்டு. மூடப்பட்டுள்ள இவ் வன்கூட்டின் இயக்கத் தசைகள் மூடப்பட்ட அவயவங் களை இழுக்க விலங்கானது இடம் பெயர்ந்து செல்லத் தக்கதாக விருக் கின்றது. மூடப்பட்ட, உள்ளீடற்ற குழாய் வடிவ வன் கூடானது, திறம் மிக்க ஆதாரமாகவும் பாதுகாப்பாகவும் பயன்படுகின்றது. இவ்வழி சில வகைப் பூச்சிகள் திறம்பட வாழ்தற்கேற்ற ஆற்றல் மிக்குடையன. ஆனல், உயிரற்ற, மீள்சத்தியிலாப் புறவெலும்புக் கூட்டுக்குப் பாரதூரமான ஒரு குறையும் உண்டு. அது வளர்ச்சிக்கு இடராகின்றது. பூச்சிகளெல்லாம் தங்கள் வாழ்க்கைவரலாற்றிற் பன்முறை, தத்தம் புற வன்கூட்டைக் கழற்றிவிடுகின்றன. மெல்லுடல் விலங்குகளுக்குத் தங்கள் ஓடனைய மூடி களைக் கழற்றிவிடுதல் இடர்ப்பாடாய் இருத்தல் உண்டு. அன்றியும், புது மூடி வளர்ந்து கடினமாகுமட்டும் அதற்கு ஆதாரமுமில்லை, பாது காப்புமில்லை. வண்ணத்திப்பூச்சி, வீட்டிற்பூச்சி, நுளம்பு என்பன போன்ற மேலான பல பூச்சிகள், அவற்றின் சிக்கலான வாழ்க்கைப் போக்கிற்,

பூரணவுருமாற்ற மெய்துகின்றன. எனவே, சிக்கலான சிறகுகளும், மூட்டப்பட்ட நடைக் கால்களும், மூட்டப்பட்ட வாய்ப் பகுதிகளும் விருத்தியாகு முன்னர், வளர்தலுந் தோலுதிர்த்தலும் குடம்பிப் பருவத்தில் நிகழுகின்றன.

பூச்சியின் புற வன்கூடு, மனிதனுடைய நகமும் மயிருமாக வளருகின்ற பதார்த்தத்தை யொத்த, ஓடனைய கைற்றின் எனும் பதார்த்தத்தினாலாயது.

நண்டிலும், கல்லிறாலிலும், ஓடன்ன கைற்றினோடு கல்சியங் காப னேற்றுச் சேருவதனாற் புற வன்கூடு தடிப்பெய்தி உரக்கின்றது.

முள்ளந்தண்டு விலங்குகளில் ஆதாரவிழையமானது முற்றும் வேறான வித மாக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டிருக்கும். அதாவது, அவைகளுக்கு **அகவெலும்புக் கூடு**ண்டு. எலும்பாலாய இந்தக் கூடானது, மீன், தவளை, பறவை, முலையூட்டி போன்ற **முள்ளந்தண்டு** விலங்குகளெல்லாவற்றுக்கும் பொதுவான, இன்றியமையாதவொரு தளத் திட்டத்தின்படி, அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்கூட்டுக்கு, **முதன்மை** அச்சொன்றும் (மண்டையோடு, முள் ளெலும்பு, விலாவெலும்புகள், மார்பெலும்பு), கால்கள், கைகள், துடுப்புக்கள், சிறகுகள் என்பனவற்றுள் யாதுமொன்றாகவிருக்கக் கூடிய, இரு சோடு தொடுப்புக்களும் (அவயவங்களும்) உள்ளன. எலும்புக் கூட்டின் ஒரு பாகமாகிய அவயவ வளையங்களிரண்டோடு இவை தொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பூச்சியின் புற வன்கூட்டைப் போன்று அகவெலும்புக் கூடானது உடலின் மென்மையான பகுதிகளுக்குப் பூரணமான பாதுகாப்பைக் கொடுக்கமாட்டாதெனினும், வளர்ச்சிக்கு அது இடர் விளைக்காதிருப்பதோடு, தடையின்றி உடல் இயங்குதற்கு இசைவாகவும் அது இருக்கின்றது. முள்ளந்தண்டுவிலங்குகளின் எலும்புக் கூட்டிலுள்ள எலும்புகளின் பொது வொழுங்கை முன்பு விளக்கியுள்ளோம். (மூன்றாம் நூலில் இரண்டாம் அதிகாரத்தைப் பார்க்க.) இனி, தசைகள் சுருங்குவதால் எலும்புகளின் அசைவுகள் எவ்வாறு நிகழுமென்று இங்கு விளக்குவோம்.



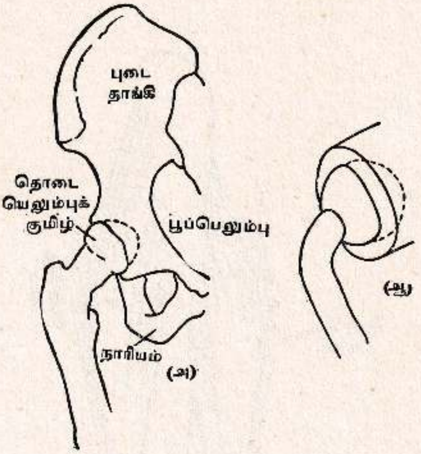
உருவம் 71.

உருவம் 71. கட்டின்றி அசையும் மூட்டின் அமைப்பு (வரைபடம்). A. கசியிழையப்படை B. எலும்பு C. மூட்டுறைப் பாயமுள்ள மூட்டுறை, D. பிணைக்கும் இணையம். E. மூட்டினைச் சூழ்ந்திருக்கும் பைபோன்ற மூட்டுநெய்ச்சவ்வு. (அவதானிக்க :- எலும்புகளின் முனைவிலுள்ள கசியிழைய மூடிகள் உண்மையிலேயே ஒன்றையொன்று தொடும் நிலையிலிருக்கும். ஆனால், இங்கு மூட்டின் அமைப்பைத் தெளிவாகக் காட்டுவதற்காக எலும்புகள் சிறிது இடை வெளியுடன் காணப்படுகின்றன).

ஒன்றையொன்று அடுத்துள்ள எலும்புகள் (உதாரணமாக, மண்டை யோட்டின் பெரும்பாலான எலும்புகளும் இடுப்பு வளைய எலும்புகளும்,) தனித்தனி இயங்காதவிடத்து, பெரும்பாலும் ஒருமிக்க வளருகின்றன என்றாலும், பல எலும்புகள், எலும்புக் கூட்டுத்தசைகளால் இழுக்கப்

படும்போது அடுத்துள்ள எலும்புகளிரண்டையுங் கட்டின்றி அசையச் செய் யும் **மூட்டுக்களால்** இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மனிதவுடலில், சிறியனவும் பெரியனவுமாக 230 மூட்டுகளுள; ஒவ்வொரு காலிலும் 25 மூட்டுக்களுள.

உடலின் அசையும் பகுதிகள் செவ்வனே உராய்வு நீக்கப்பட்டுள்ளன. 71 ஆம் உருவம், ஒரு மூட்டானது எவ்வாறு அமைக்கப்பட்டிருக்குமென்



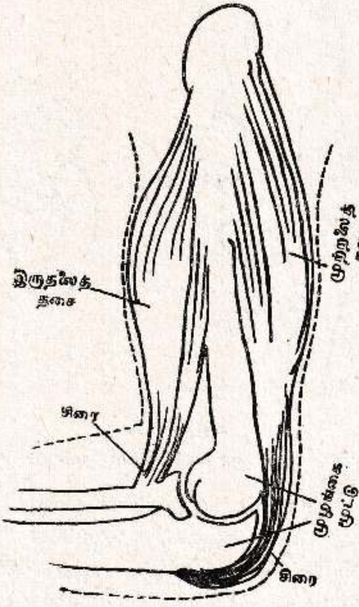
உருவம் 72.

(அ) மனித இடுப்புமூட்டு (ஆ) ஓர் எளிய பொறிமுறைப் பந்துகிண்ணமூட்டு.

பதைக் காட்டுகின்றது. மூட்டப்பட்ட எலும்புகள் உள்ளபடி ஒன்றோடொன்று முட்டிக் கொண்டிருப்பதில்லை. ஆனால், 'மூட்டுறை' யாகும் பலமான நாரிழையத்தால் அவை கட்டுண்டிருக்கும். ஆதலின் அவை பூட்டினின் றும் எளிதாக விலகமாட்டா. இடுப்புந் தோளும் போன்ற மூட்டுக்களில், ஒன்றோடொன்று உராயும் மேற்பரப்புக்கள் அழுத்தமாகவும் உருட்சி யாகவும் உள்ளன. எலும்புகளின் முனைகளை ஒளி கசியவிடுகின்ற மென் மையான கசியிழையப்படையொன்று மூடியிருக்கும். இக்கசியிழையம் மீள் சத்தியுடைத்தாய், மெத்தை போன்று தொழிற்படுவதுமன்றி, உள்ளபடி மூட்டின் உராய்வு நீக்கியான, வழும்பன்ன ஒருவகைப் பாய் பொருட்படலத் தால் மூடப்பட்டுமிருக்கும். இந்த மூட்டுறைப் பாயமானது, மூட்டிலுள்ள கசியிழையப் படையிரண்டையும் பிரிக்கின்ற, மூடப்பட்டுள்ள பையை நிரப்பி யிருக்கும். உயிருள்ள கசியிழையம் மெல்ல மெல்லத் தேய்ந்து கொண்டு போக, அதனிடத்தைப் புதுக் கசியிழையம் வளர்ந்தெடுக்க, தேய்கின்ற பழங் கசியிழையத்திலிருந்து இந்த மூட்டுறைப்பாயம் உண்டாகின்றது.

மற்றெல்லா விதமான மூட்டுக்களிலுங் கூடிய சுயாதீனத்தோடு எத் திசையிலும் அசையவல்ல மூட்டானது அவயவ வளையங்களோடு (இடுப்பு மூட் டுந் தோள்மூட்டும்) இணைக்கின்ற **பந்துகிண்ணமூட்டாகும்** (72 ஆம் உரு

வத்தைப் பார்க்க). **பிணையன் மூட்டுக்கள்** (முழங்கை, முழங்கால், தாடை, கைவிரல் என்பனவற்றின் மூட்டுக்களைப் போன்றவை) ஒரு தளத்தில் மாத்திரம் அசைவு நிகழவிடுபவை. முதுகெலும்பின் தனியெலும்புகளுக்கு (**முள்ளெலும்புகளுக்கு**) இடையிலுள்ள மூட்டுக்கள் சிரைகளினால் நன்கு கட்டுண்டிருக்கின்றனவாதலின், அசைவு மிகவுங் குறைவாகவே நிகழக் கூடும். முதுகெலும்பின் பிரதானமான பயன் பலத்தையும் ஆதாரத்தை யுங் கொடுப்பதே.



உருவம் 73. மேற்கையின் இணைதசைகள்.

உடலின் நெம்புகோலெலும்புகளை அசைக்கின்ற தசைகள் உயிருள்ளன வென்பது வெளிப்படை. சுருங்கும் வன்மையைத் தம் சிறப்பியல்பாக வுடைய கலங்களாலானவை, இத் தசைகள். அவைகளால் இழுக்கமுடியுமே யன்றித் தள்ளமுடியாது. எனவே, இச்சை வழியியங்கு மொவ்வொரு தசையும் மூட்டப்பட்டுள்ள இரண்டெலும்புகளுடனாகுதல் இணைக்கப்பட்டிருக்கு மென்று, இத்தசைகள் பெரும்பான்மையுஞ் சோடிகளாகவே அமைக்கப் பட்டிருக்குமென்றுங் காண்கிறோம்.

ஒரு தசை சுருங்கும்போது, மூட்டப்பட்டுள்ள எலும்புகளை ஒன்றற்கொன்று அணித்தாகக் கொண்டுவர, மற்றையது அவைகளை முன்னிருந்த நிலைக்கு வருமாறு இழுக்கும். தசைச் சுருங்கலை நரம்புகள் ஆண்டு நடத்தும் விதத்

தில், ஒரு சோடி தசைகளில் ஒன்று சுருங்க மற்றையது இளகும். **159** ஆம் உருவத்தில், ஒவ்வோருதாரணத்திலும், தசைச் சோடிகளுள் ஒன்றும் அதனோடு தொடர்புடைய நெம்புகோல் வகையின் வரிப்படமுங் காட்டப் பட்டிருக்கின்றன.

73 ஆம் உருவங் கையிலுள்ள இரு சோடி தசைகளைக் காட்டுகின்றது. அவையாவன, முன்கையை உயர்த்தும் **இருதலைத்** தசையும், அதைத் தாழ்த்தும் **முத்தலைத்** தசையுமாம். இருதலை நெம்புகோலின் பொறி முறை நயம் (328 ஆம் பக்கத்தைப் பார்க்க). ஏறக்குறைய 1/10 ஆகவே இருக்குமெனினும், அதற்கு வேறு நயங்களுண்டு. உதாரணமாக, தசையானது சிறிதளவே சுருங்க, கையானது விரிந்தவொரு கோணத்தளவுக்கு விரைவாக அசையும்.

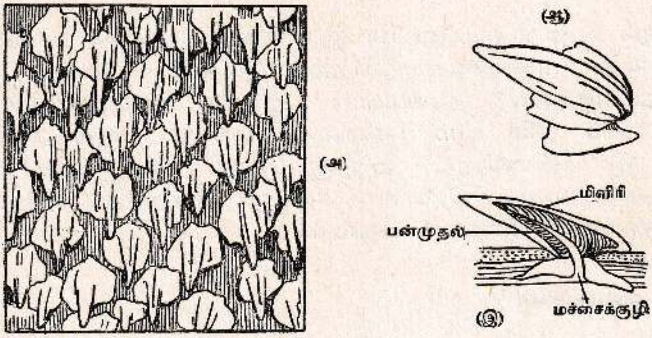
'தோல் வன்கூடுகள்'

பூச்சியின் புற வன்கூட்டிலுந் திறங் குறைந்த பாதுகாப்பையே முள்ளந் தண்டுவிலங்கினது அகவெலும்புக்கூடு அளிக்க வல்லது. எனினும், முள்ளந் தண்டுவிலங்குகளுட் பெரும்பாலானவற்றில் மேலதிகமான பாதுகாப்பை அளிக்குமொரு 'தோல் வன்கூடு' உடலை மூடியிருக்கும். மீன்களுக்கும் நகருயிர்க்கும் உடலை மூடிச் **செதில்களுண்டு**; பறவைகளுக்கு **இறகுகளுண்டு**; முலையூட்டிகளுக்கு **மயிருண்டு.** இவையெல்லாம் பாதுகாப்பளிக்கும் புற மூடிகள். கசியிழைய மீன்களில், உதாரணமாகச் சுறாக்களில், தோலை மூடி ஆயிரக்கணக்கான நுண்செதில்களுள. இச் செதில்களொவ்வொன் றும், தோலினுட் பதிந்து கிடப்பதும், எலும்பாலாயதும், தட்டையாக வுள்ளதுமான ஓரடித்தளத்திலிருந்து தோன்றுகின்றது. ஒவ்வொரு செதி லும் பன்முதலால் ஆயதாய், பின்னோக்கிய முள்ளுப் போன்றிருக்கும். இம்முள்ளொவ்வொன்றும் எனமற் படையால் மூடப்பட்டிருக்கும். இந்த முள்ளின் மையத்திலே ஒரு **கூழ்க்குழி** யுண்டு. புராதன மீன்களின் இச் செதில்கள், மீன்களுடைய பற்களின் அமைப்பைச் சற்றேனும் வேறு பாடின்றி ஒத்திருக்கும். எங்களுடைய பற்களின் அமைப்பையும் அவை பெரிதும் ஒத்துள. (74 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க.)

கொண்டை போன்ற எலும்புடைய மீன்களிற் காணப்படுகின்ற, ஒன்றின் மேலொன்று பொருந்துஞ் செதில்கள் வேறு விதமான அமைப்பையுடையன. தோலாகிய புறப்படையொன்றினால் மூடப்பட்டுள்ள, மெல்லிய, வசையு மியல்புடைய, ஒளிகசிகின்ற தகடுகளினால் இச் செதில்கள் ஆக்கப்பட்டிருக் கும். மீனின் வயதை அறிதற்கு ஏதுவான வளர்ச்சி வளையங்கள் இவைகளிற் சிலவேளை காணப்படும்.

கடலாமை போன்ற நகருயிர்களின் ஓட்டுச் செதில்களும், பறவைகளின் கால்களிலுள்ள செதில்களும் எலும்புள்ள, அல்லது கசியிழையமுள்ள மீன்களின் செதில்களினின்றும் வேறுபட்டவை.

மூன்றும் நூலில், 2 ஆம் 3 ஆம் அதிகாரங்களில் தோற்கூட்டிலிருந்து விருத்தியாகின்ற வேறிரு மூடிகளாகிய **இறகுகளையும் மயிரையும்** பற்றி விளக்கியுள்ளோம்.



உருவம் 74. சுருவின் தோற்செதில்கள்

(அ) தோல் மேற்பரப்பின் கைவில்லைத் தோற்றம்.

(ஆ) பல்போன்ற தனியொரு செதில் (பெரிதாக்கப்பட்டுளது).

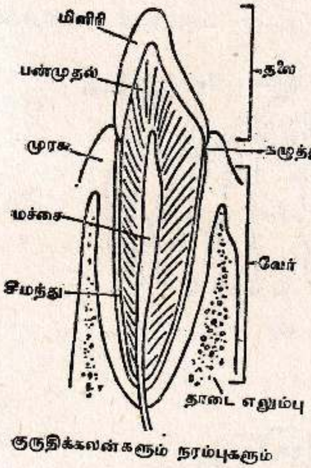
(இ) செதிலின் நிலைக்குத்து வெட்டுமுகம் (வரைபடம்-**பொரொடெயினைப்** பின்பற்றி).

பற்கள்

முள்ளந்தண்டுவிலங்குகளுடைய வாயின் உள்ளுறையானது உண்மையில் தோலின் உண்முக மடிப்பேயாம். கசியிழைய மீன்களில் (உதாரணமாகச் சுருவில்), வாயின் உள்ளுறையானது உடலின் வெளிப்புறத்து மேற்பரப்பிலுள்ள முள்ளனைய செதில்களை முற்றுமொத்த செதில்களாலேயே மூடப்பட்டிருக்கும். தாடையின் பக்கங்களில் முள்ளனைய இச் செதில்கள் மிகவும் பெரிதாக வளர்ந்து **பற்களா**கின்றன. இப் பற்களினொரு வரிசை தேய்ந்துபோக, இன்னொரு வரிசை தாடையின் மேலாக வளர்ந்து பழைய பற்களினிடத்தைக் கொள்ளும். இவ்விதமான பின்னோக்கியிருக்குங் கூரிய பற்களிருப்பது பிரதானமாக உணவைப் பற்றிப் பிடிப்பதற்கன்றி, அதை மெல்லுதற்கன்று. ஈரூடகவிலங்குகளிலும் நகருயிர்களிலும் இப்பற்களின் பிரதானமான தொழில் இதுவேயாம். பறவைகளுக்கோ பற்களில்லை.

வெவ்வேறு கிரியைகளுக்கு வெவ்வேறு விதமான பற்களிருத்தல் முலையூட்டிகளின் முக்கியமான ஒரு சிறப்பியல்பாகும். விலங்கின் புசித்தற பழக்கங்களுக்கு இணங்கப் பருப்பத்திலும் வடிவத்திலுஞ் சகல பாலூட்டிகளின் தனிப் பற்கள் யாவும் பெரிதும் வேறுபடுமெனினும், ஒரே அடிப்படைத் திட்டத்தின்படி அவை அமைக்கப்பட்டுள்ளன. வாயினுள் வெளிப்பட்டு நிற்கும் பல்லின் பாகம் **பற்றலை** எனப்படும்; தாடையினுட் பதிந்து கிடக்கும் பாகம் **வேர்** எனப்படும். பற்றலையும் வேருஞ் சந்திக்கின்ற,

முரசு மட்டத்திலுள்ள பகுதி **பல்லின்** கழுத்து எனப்படும். பல்லின் பெரும்பாகம் பன்முதலினுல் (தந்தப் பொருளால்) ஆயது. இப்பன் முதல் மிக்க வன்மையானதெனினும், அதற்கு **மீள்சத்தி** யுண்டாதலின் சடுதியான அமுக்கத்தையும் அது ஒடியாது தாங்கும். என்றனும், ஓயாது நிகழுந் தேய்வைத் தாங்குதற்கு வேண்டிய வன்மை பன்முதற்கு இல்லை. எனவே, பற்றலையானது எனமல் (மிளிரி) என்னுங் கடினமான பதார்த்தப் படையால் மூடப்பட்டிருக்கும். இழையங்களெல்லாவற்றுள்ளும் எனமல் வன்மையிற் கூடியது. பூரணமாக வளர்ந்து பற்களில் அது முற்றுகக் கனிப்பொருட் (அசேதனப்பொருட்)பதார்த்தத்திலுலானது. எனமலானது நொருங்குமியல்பினதெனினும், அதற்குக் கீழுள்ள மீள்சத்தியுடைய பன்முதலில் அது பொருத்திருக்கின்றதனுல், ஒடியாது காக்கப்படுகின்றது. இந்த எனமல் பற்கழுத்து மட்டுங் கீழ்நோக்கிப்பரந்திருக்கும். வேரிலுள்ள பன்முதலை, தாடையின் தாங்கு குழியினுள்ளே பல்லை நிலைப்படுத்தும், எலும்பன்ன **சிமந்து** மென்படையொன்று மூடியிருக்கும். பன் முதலின் நடுவிற் **பற்குழியுண்டு.** அக்குழியினுள்ளே, வேரின் நுனியிலுள்ள ஒரு நுண்துவாரத்தின் வழியாகப்புகுகின்ற, குருதிக் கலன்களும் நரம்பு நார்களும் ஒருங்குள்ள மென்றெகுதியொன்றுண்டு (75 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).



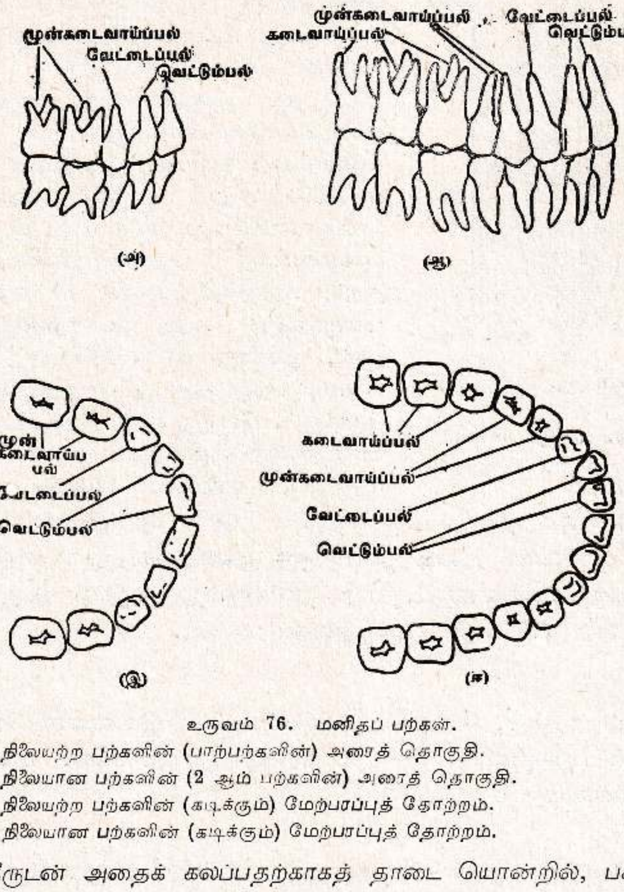
உருவம் 75. மனித வெட்டும் பல்லின் நிலைக்குத்து வெட்டுமுகம். (வரைபடம்)

முலையூட்டிகளுக்கு, வெவ்வேறு கிரியைகளுக்கு இசைவான வெவ்வேறு வகையான பற்களுண்டு (76 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). மனிதனுக்கு நான்கு வகையான பற்களுண்டு :

(அ) **வெட்டும் பற்கள்**—கடிப்பதற்கு வாய்ப்பான தட்டைப் பற்கள். ஒவ்வொரு தாடையிலுமுள்ள முன் பற்கள் நான்கும் வெட்டும் பற்களே. எலிகள், சுண்டெலிகள், கேவிகள், அணில்கள் என்னுமிவை போன்ற கொறி விலங்குகளின் வெட்டும் பற்கள் நன்கு விருத்தியடைந்திருக்கும்.

(இ) **வேட்டைப் பற்கள்**—வெட்டும் பற்களின் இரு புறத்திலும், ஒவ்வொரு தாடைக்கும் இரண்டாகவுள்ள, கூர்மையிலும் பலத்திலுங் கூடிய பற்கள். பூனை, நாய், புலி போன்ற ஊனுண்ணும் முலையூட்டிகளில் இவ் வேட்டைப்

பற்கள் உணவைக் கிழித்தற்காக மிகவும் நன்ருக விருத்தியடைந்திருக்கும். (மனிதனில், வெட்டும் பற்களுக்கு வேட்டைப் பற்கள் கடித்தலிற்றுணை செய்கின்றன.) (உ) **முன் கடைவாய்ப் பற்கள்**—தாடையொன்றுக்கு நான்காக, வேட்டைப் பற்களுக்குப் பின்னுக, சோடிகளாவுள்ள அரைக்க வல்ல சிறு பற்கள். (எ) **கடைவாய்ப் பற்கள்**—இவை உணவை அரைத்து



உருவம் 76. மனிதப் பற்கள்.

(அ) நிலையற்ற பற்களின் (பாற்பற்களின்) அரைத் தொகுதி.
(ஆ) நிலையான பற்களின் (2 ஆம் பற்களின்) அரைத் தொகுதி.
(இ) நிலையற்ற பற்களின் (கடிக்கும்) மேற்பரப்புத் தோற்றம்.
(ஈ) நிலையான பற்களின் (கடிக்கும்) மேற்பரப்புத் தோற்றம்.

உமிழ் நீருடன் அதைக் கலப்பதற்காகத் தாடை யொன்றில், பக்கத்துக்கு மும்மூன்ருகவுள்ள ஆறு பெருங் கடைப் பற்கள். கடைவாய்ப் பற்களும் முன் கடைவாய்ப் பற்களும் (அல்லது இரட்டைப் பற்கள்), வெள்ளாடு, மாடு, செம்மறி போன்ற தாவர முண்ணும் முலையூட்டிகளில், நன்கு விருத்தியடைந்திருக்கும்.

மனிதனில் இரு தொடையாகப் பற்கள் வளரும். பிள்ளைப் பருவத்தில் வளரும் நிலையற்ற தொகுதியொன்று, வளர்ந்தபின் வளரும் நிலையான தொகுதி மற்றையது. சிசுவின் வயது 7 மாதம் மட்டிலிருக்கும்போது,

முதல் முற்பற்கள் தோன்றும். குழந்தைக்கு வயது ஏறக்குறைய இரண்டாண்டாகுமளவும், தாடையொவ்வொன்றிலும் வெட்டும்பற்கள் 4 உம், வேட்டைப் பற்கள் 2 உம், முன் கடைவாய்ப் பற்கள் 4 உம் வளர, நிலையற்ற பற்களின் தொடை பூரணமாகும். குழந்தைக்கு ஏறக்குறைய 6 வயதாகுமட்டும் இப் 'பாற்பற்கள்' இருபதும், வேண்டியாங்கு பயன்படும். இக் காலத்தின் போது, தாடைகள் நீண்டு வளர்ந்து, அத்தாடைகளினகத்துப் படிப்படியாக விருத்தியாகின்ற நிலையான பற்களுக்கு இடவசதியளிக்கும். பிள்ளைக்கு வயது 6 ஆண்டு மட்டிலாகும்போது, நிலையற்ற பற்களின் பின்னாக நிலையான முதற் கடைவாய்ப் பற்கள் தோன்றுகின்றன. அடுத்துச் சில ஆண்டுகளில், நிலையற்ற பற்கள் ஆடி வீழ்ந்துவிடும்; அவற்றிற்குப் பதிலாக நிலையான பற்கள் தோன்றும். 15 ஆம் ஆண்டளவில், 3 ஆவது கடைவாய்ப் பற்கள் (அல்லது 'ஞானப் பற்கள்') மாத்திரம் வளர வேண்டியிருக்கும். தாடையொன்றிலுள்ள நிலையான பற்களின் நிறைவான தொகுதியில் வெட்டும் பற்கள் 4 உம், வேட்டைப் பற்கள் 2 உம், முன் கடைவாய்ப் பற்கள் 4 உம், கடைவாய்ப் பற்கள் 6 உம் உள. எல்லாமாக வளர்ந்த மனிதனுக்குப் பற்கள் 32 ஆகும்.

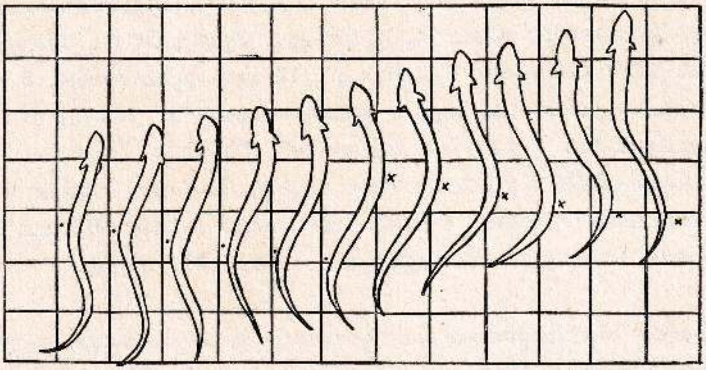
பற்களின் எண்ணிக்கையையும் வகையையுஞ் சுருக்கமாகக் கூறுதற்கு ஒரு **பற்சூத்திரம்** உபயோகிக்கப்படும். மனிதனுடைய நிலையான பற்களுக்குச் சூத்திரம் பின்வருமாறு : $2(\frac{2}{2}$ வெட்டும் பற்கள் $\frac{1}{1}$ வேட்டைப் பற்கள் $\frac{2}{2}$ முன் கடைவாய்ப்பற்கள் $\frac{3}{3}$ கடைவாய்ப்பற்கள்), மொத்தம்=32, அல்லது இன்னுஞ் சுருக்கமாக $2(\frac{2}{2}\,\frac{1}{1}\,\frac{2}{2}\,\frac{3}{3})=32$. இன்னுஞ் சில உதாரணங்கள் : மனிதப் பாற்பற்கள், $2(\frac{2}{2}\,\frac{1}{1}\,\frac{2}{2}\,\frac{0}{0})=20$; நாய், $2(\frac{3}{3}\,\frac{1}{1}\,\frac{4}{4}\,\frac{2}{3})=42$; செம்மறியாடு, $2(\frac{0}{3}\,\frac{0}{1}\,\frac{3}{3}\,\frac{3}{3})=32$; குழிமுயல், $2(\frac{2}{1}\,\frac{0}{0}\,\frac{3}{2}\,\frac{3}{3})=28$; பூனை, $2(\frac{3}{3}\,\frac{1}{1}\,\frac{3}{2}\,\frac{1}{1})=30$; எலி, $2(\frac{1}{1}\,\frac{0}{0}\,\frac{0}{0}\,\frac{3}{3})=16$; யானை, $2(\frac{1}{0}\,\frac{0}{0}\,\frac{0}{0}\,\frac{6}{6})=26$; தந்தங்கள் எனப்படும் இரண்டு வெட்டும் பற்கள் தவிர; யானையின் மற்றெல்லாப் பற்களுங் கடைவாய்ப் பற்களாகவிருத்தல் விநோதமானது. ஆனால், இக் கடைவாய்ப் பற்கள் மிகவும் பெரிதாக இருக்கின்றமையினால், கடைவாயின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் ஒரே முறையில் இரண்டு கடைவாய்ப்பற்களுக்கே இடமுண்டு. இக் கடைவாய்ப் பற்களுள் ஒன்று விழுமாயின், இன்னொன்று அதனிடத்திலே வளரும்.

மண்டையோடு ஏதுங் கிடைத்தால், அதனைப் பரிசோதித்துப் பற்களின் வகைகளையும் அவற்றின் ஒழுங்குபாட்டையுங் கவனிக்க. அவற்றின் பற்சூத்திரத்தை அமைக்க.

முள்ளந்தண்டு விலங்குகளின் அசைவு வகைகள்

முள்ளந்தண்டு விலங்குகள் அசையும் வழிகளுட் பிரதானமானவை மூன்றுள : அவை (அ) நீந்தலும், (இ) நடத்தலும், (உ) பறத்தலுமாம்.

உடலின் இரு பக்கங்கள் வழியாக, தலைநின்று வால் வரையும் மாறி மாறிச் செல்லுகின்ற தசைச் சுருங்கலலைகளினுல் மீன்கள் அசைந்து செல்லும் (**77** ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). சோடியாகாத துடுப்புக்கள் வள்ளத்தின் ' ஏரா ' போலவும், சோடித்துடுப்புக்கள் சமநிலைப்படுத்தவும் வழிப்படுத்தவும் உபயோகிக்கப்படும்.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

உருவம் **77.** *மீனென்றின் நீச்சலசைவுகள் (ஒருநிறைவான சக்கரம்).*

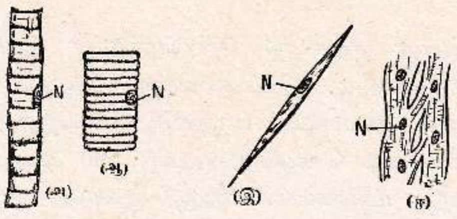
பாம்புக்கு அவயவங்களில்லை. அது தன் கீழ்ப்புறத்திலுள்ள அகன்ற செதில்களின் அசைவுகளால் ஊருகின்றது. தசைகளினுல் அசைக்கப்படும் விலாவெலும்புகளோடு இச் செதில்கள் தொடுக்கப்பட்டிருக்கும். செதில்கள் முறையே ஒன்றன்பின் ஞென்ருக உயர்த்தப்பட்டுப் பாம்பை நிலம் வழியே தள்ளுகின்றன.

முள்ளந்தண்டு விலங்குகளுட் பெரும்பாலானவற்றின் நடையில் மூட்டப் பட்டுள்ள சோடியான அவயவங்கள் பங்குபெறுகின்றன. தசைகளிழுக்க நெம்பு கோல்களாகத் தொழிற்படுகின்ற மூட்டப்பட்டுள்ள எலும்புகளை யுடைய நான்கு அவயவங்களால் முள்ளந்தண்டுடையிகளுட் பெரும்பான்மை யானவை நடக்கின்றன. இவ்வவயங்களுள் இரண்டு உடற்பாரத்தைத் தாங்க, மற்றையிரண்டும் நிலத்திலிருந்து தூக்கப்படுகின்றன. தத்துக் கிளி, தவளை, கங்காரு போன்ற பாயும் விலங்குகளுக்கு அபூர்வமாக நீண்டு பலத்திருக்கும் பின்னங்கால்கள் உண்டு.

நெஞ்சு நேராக வலித்து நாம் நீந்தும் போதுள்ள அசைவுகளை ஒத்த, மேலுங் கீழுமான அசைவுகளைப் பறத்தல் நிகழுகையிற் சிறகுகள் விளைக்கும் ; என்றாலும், பறத்தல் நிகழும்போது சிறகுகளின் அசைவு மிகவுஞ் சிக்கலானது. சிறகுகளைக் கீழுக்கும் முன்னுக்குமாக அடிக்கும் போது, இறகுகள் காற்றுக்கு உச்சமான தடையைக் கொடுக்க, பறவை மேனோக்கி எஃகிச் செல்லும். பின்னுக்கும் மேலுக்குமாக அடிக்கும் போது, சிறகின் இறகுகள் காற்றுக்குக் கொடுக்குந் தடை குறைவாக விருக்க, அக் காற்றானது அவைகளுக்கிடையே பாயத்தக்கதாகவிருக்கும். காற்றில் மிதந்து செல்லலும் ஒரு விதமான பறத்தலாகும். விரித்த தன் சிறகுகளைக் கிட்டத்தட்ட அசையாமல் வைத்துக்கொண்டு, மேன்முகமான மேற்காவுகைக் காற்றோட்டங்களைப் பயன்படுத்திச் சிறகடிக்காது பறவை யானது (பறக்குங் கதியோ, குத்துயரமோ குறையாவண்ணம்) காற்றில் மிதந்து செல்லும்.

தசைகளும் அவற்றின் தொழிற்பாடும்

மிகக் கீழானவை நீங்கலாக மற்றெல்லா விலங்குகளிலுஞ் **சுருங்குதலைத்** தம் சிறப்பான தொழிற்பாடாக் கொண்ட தசைக் கலங்களால் அசைவு உண்டாகின்றது. இத்தசைக் கலங்கள் மிக நீண்டிருத்தல் காரணமாக அவற்றைத் **தசைநார்கள்** என்றுங் கூறுவர். இத்தசைக் கலங்களின் பெருந் தொகுதிகள் கூடித் தசையிழையம் அல்லது **தசைகளாகின்றன.**



உருவம் 78. தசைநார்கள் (உருப்பெருக்கப்பட்டுள்ளது).

(அ) தளர்ந்த நிலையிலிருக்கும், இச்சைவழியியங்கு தசைநாரின் (வரியுள்ள) ஒரு பகுதி (×130).

(ஆ) அதே நாரின் சுருங்கிய நிலை (×130).
இச்சையின்றி இயங்குதசை நார் (அழுத்தமானது) (×700).

(ஈ) இதயத்தசைநார்கள் (×259).N.கரு.

தசையிழையம் பிரதானமான மூன்று வகையினது : **(அ) இச்சை வழி யியங்குந் தசை, (இ) இச்சையின்றியியங்குந் தசை, (உ) இதயத் தசை.**

9—R 6038 (11/59)

இச்சைவழியியங்குந் தசைகளைச் சில வேளை **எலும்புத் தசைகள்** என்று சொல்வதும் உண்டு. ஏனெனில், பெரும்பாலும் அவை எலும்புகளோடு தொடுக்கப்பட்டுள்ளனவாய் எலும்புக்கூட்டில் இயக்கங்களை உண்டாக்கு மாதலின். இவ்விதமான தசைகளைப் பொதுவாக இச்சையே ஆளுகின்ற தாதலின், அவற்றுக்கு 'இச்சைவழியியங்குந் தசைகள்' என்னும் பெயர் வழங்குகின்றது. நுணுக்குக் காட்டி கொண்டு, இச்சைவழியியங்குந் தசை யைப் பார்க்க, குறுக்குக் கீற்றுத் தோற்றமுடையதாக அது காணப்படு மாதலால், 'கீற்றுத் தசை' என்னும் பிறிதொரு பெயரும் அதற்கு வழங்குகின்றது (78 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இச்சைவழியியங்குந் தசையொவ்வொன்றும் மிருதுவான, தடித்த, (சுருட்டுவடிவான) மத்திய பாகத்தையும், அதன் இரு முனைகளையும் இரண்டெலும்புகளோடு இணைக்குஞ் சிறைகளையுங் கொண்டது. மைய நரம்புத் தொகுதியிலிருந்து இயக்கு நரம்பொன்றினூடாகப் பெறுந் தூண்டலின் பேறாய்த் தசைக் கலங்கள் (3 மி.மீ. நீளமுள்ளனவாகவுஞ் சில விருக்கும்) சுருங்கி நீளத்திற் குறையும். தசையின் நீளங் குறையும்போது அதன் தடிப்புக் கூடுமென்பதையும், அதனால் அதன் கனவளவு **மாறாதிருக்குமென்பதை** யுங் குறித்துக் கொள்ள வேண்டியது முக்கியமானது. 'தசையொன்று சுருங்குகின்றது' என்று நாம் கூறும்போது கருதுவது யாதெனில் அது **நீளத்திற் சுருங்குகின்றது** என்பதே. ஆதலின், '**தசைகுறுகித் தடிப் பாகின்றது**' என்பது கூடிய திருத்தமுடைத்து.

இச்சைவழியியங்குந் தசைக்குச் சிறப்பாகவுள்ள இயக்கங்கள் குறுகிய விரைவான சுருக்கல்களாம். இவ்வகையான 'கீற்றுத் தசை' விலங்கின் விரைவாக இயங்க வேண்டிய பகுதிகளெல்லாவற்றிலும் எப்பொழுது முண்டு. உதாரணமாக, செக்கனொன்றுக்கு 500 தரத்துக்கு அதிகமாகச் சுருங்கியுந் தளர்ந்து மியங்கவல்ல சிறகுத் தசைகள் நுளம்புக்கு உண்டு. என்றாலும், இச்சைவழியியங்குந் தசை விரைவில் இளைத்துப் போகும் (III ஆம் நூலின் 'அ' என்னும் பகுதியின் 108–109 ஆம் பக்கங்களையும் பார்க்க).

இச்சையின்றியியங்குந் தசையைச் சில வேளைகளில் **அழுத்தமான தசை** அல்லது **ஒப்பமான தசை** என்பர். ஏனெனில், நுணுக்குக்காட்டி கொண்டு அதைப் பார்த்தாற் குறுக்குக் கீற்றுத் தோற்றமுடையதாக அது காணப் படாது (78 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இச்சையின்றியியங்குந் தசை யானது எலும்புகளோடு தொடுக்கப்பட்டிராது. ஆனால், வழக்கமாக அது

உணவுக் கால்வாயையுங் குருதிக் கலன்களையும் போன்ற, இச்சையின் ஆளுகைக்குக் கீழ்ப்படாத உடற்பகுதிகளாகிய உள்ளுறுப்புக்களின் உள்ளுறைத் தசைப்படலத்தில் உண்டு. இச்சையின்றியியங்குந் தசைகளுக்குச் சிறப்பாகவுள்ள இயக்கங்கள் நெடு நேரம் நிலைநிற்கும் மந்தமான சுருங்கல்களாகும். எனவே, இந்த 'அழுத்தமான தசை' விரைவான இயக்கங்களை உண்டாக்குதற்குப் பயன்படாது. உதாரணமாக, தவளையின் இரைப்பையிலுள்ள இச்சையின்றியியங்கும் 'அழுத்தமான' தசை சுருங்குதற்குப் 10 செக்கன் செல்லக்கூடும். அதே விலங்கின் காலிலுள்ள, இச்சைவழியியங்குகின்ற கீற்றுத்தசை சுருங்குதற்கோ 0·05 செக்கன் போதுமானது. இச்சையின்றியியங்குந் தசையில் இளைப்புப் டையவே உண்டாகும்.

முள்ளந்தண்டுவிலங்குகளின் இதயத்தசை, அதன் நுணுக்கமான அமைப்பிலும், நரம்புத் தூண்டல் யாதுமின்றி ஓரளவு விரைவான இயக்கங்களைத் தாங்க வல்லதாக இருத்தலினும், இச்சைவழியியங்குந் தசை, இச்சையின்றியியங்குந் தசை யிரண்டினுமிருந்து வேறுபடுகின்றது (78 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). உதாரணமாக, தவளையின் இதயம் அதனுடலிலிருந்து அகற்றப்பட்டபின்னும், நெடுநேரம் அடித்துக்கொண்டிருக்கும் இதயத்தசை இளைப்பதில்லை.

தசைக்கலங்களுக்கு உயிருண்டென்பது வெளிப்படை. சுருங்கும்போது அவை வேலை செய்கின்றன. வேலை செய்வதற்குச் சத்தி வேண்டுமென்று நாமறிவோம். ஆதலினால், தசைக் கலங்கள் இரசாயன சத்தியைப் பொறிமுறைச் சத்தியாக மாற்றுஞ் சத்தி மாற்றிகளாகும். சுவாசம் நிகழும்போது தசைக் கலங்களில் ஒட்சியேற்றப்பெறுங் குளுக்கோசிலிருந்தே இச்சத்தி பெறப்படுகின்றது. உள்ளபடி நிகழுகின்ற இரசாயன மாற்றங்கள் மிகவுஞ் சிக்கலானவையாக இருக்கக் கண்டனர். அவற்றின் விவரங்களெதனையும் இப்பருவத்தில் அறியவேண்டியதில்லை.

உயிருள்ளனவற்றின் நடத்தை

உணர்திறனும், உறுத்துணர்வும், இசைவாக்கமும்

உயிருள்ளன வெல்லாந் தங்கள் சூழலில் நிகழ்வனவற்றுக்குப் பிரதிச் செயல்களைச் செய்கின்றன. அதாவது, தம் சூழலின் மாற்றங்களை உணர்ந்து, பொருத்தமான பிரதிச் செயல்களைச் செய்து, புறத்தூண்டல்களுக்குத் தக்கவாறு தங்களை இசைவாக்கிக் கொள்கின்றன. உயிருள்ளனவற்றுக்கு

மிக்க நன்மையைக் கொடுக்கக்கூடிய பிரதிச் செயலை அதனிடத்தே தூண்டலானது தோற்றுவித்தற்கு **இசைவாக்கம்** வேண்டப்படும். நடத்தையின் மூன்று காரணிகளாவன. (அ) உணர் திறனும்—தூண்டலை ஏற்றுக் கொள்ளலும், (இ) உறுத்துணர்வும்—தூண்டலுக்குப் பிரதிச் செயலைச் செய்தலும், (உ) இசைவாக்கலும்—தூண்டலுக்கேற்றவாறு பிரதிச் செயலைச் சீர்ப்படுத்தலுமாம்.

' தாவர நடத்தை '

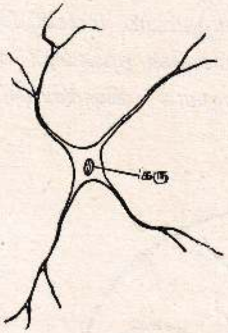
விலங்குகளைப் போலத் தாவரங்களும் புறத்தூண்டல்களுக்குப் பிரதிச் செயல்களைச் செய்கின்றன. ஆயின் உணவைத் தேடிப் பிடித்தற்கு, அல்லது சத்துராதிகளிலிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளுதற்குத் தாவரங்கள் இயங்கித் திரிவதில்லையாதலின் அவைகளின் பிரதிச் செயல்கள் மிக்க மந்தமாகவே நிகழும். மந்தமான இவ்வித வியக்கங்கள் வழக்கமாக வளர்ச்சியினால் மாத்திரம் நிகழும். விலங்குகளுக்குள்ள புலனுறுப்புக்களின் சிக்கலான ஒழுங்கும் நரம்புத் தொகுதியும், மூட்டப்பட்டுள்ள எலும்புக் கூடும், தசைகளுந் தாவரத்துக்கில்லை. தாவரங்களைத் தாக்கும் பிரதானமான புறத்தூண்டல்களாவன, புவியீர்ப்பும், ஒளியும், நீருமாம். இவை மூன்றுமே ' தாவர நடத்தை ' யின் பிரதானமான காரணிகள்.

விலங்கு நடத்தை

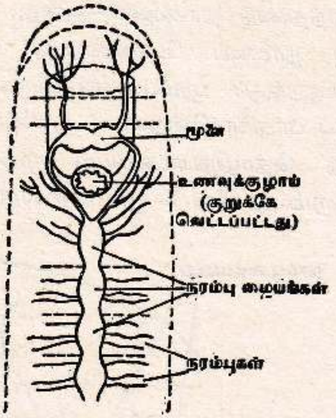
தாவரங்களைப் போலல்லாது, பெரும்பான்மையான விலங்குகள் தம் முணவைத் தேடித்திரிந்து பெறுகின்றன ; தம் சத்துராதிகளுக்குத் தப்பிப் பிழைக்கவும் வல்லன. இவ்வாறு நடத்தற்கு, வழக்கமாகப் புறத்தூண்டல்களை ஏற்றுக் கொள்ளுதற்கு உணர்திறன்மிக்க ஒழுங்குகளும், விரைவான பிரதிச் செயல்களைச் செய்தற்கு வினைத்திறன் மிக்க முறைகளும் வேண்டும். இப்பாடக் கிரமத்தில் நாம் இந்நூலிற் கற்றுள்ள விலங்குகளில், உணர்திறன், உறுத்துணர்வு, இசைவாக்கம் என்னும் மூன்றும் அடைந்திருக்கும் முன்னேற்றத்தை இப்பொழுது ஆராய்வோம்.

அமீபா, பரமீசிய மிரண்டிலும், புலனுறுப்புக்களும் நரம்புத் தொகுதியுமில்லை. அவற்றின் மேற்பரப்பு முழுவதும் புறத்தூண்டல்களை உணரவல்லது. அதன் முதலுரு முழுவதும் பிரதிச் செயலைச் செய்யும். **ஐதராவிற் சில** கலங்கள் தூண்டல்களைக் கொண்டு செல்லுஞ் சிறப்புக் குணத்தைப் பெற்றிருக்கும். இயக்கம், உணவு பிடித்தல், சமிபாடு போன்ற உடற் கிரியைகளுக்கிடையில் இசைவை உண்டாக்கவல்ல நரம்புக் கலன்களின் வலைப்பின்னலொன்றும் உண்டு (79 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

ஐதராவில் நரம்புகளென்பனவேனும், ஆளும் மையவுறுப்பென்பவேனும் இல்லை. உள்ளது யாதெனில், ‘தசைவால்கள்’, நரம்புக் கலங்கள் என்னுமிரண்டையும் புலக்கலன்களோடு இணைக்கின்ற நுண்ணிய நரம் பிழைகளின் வலைப்பின்னலொன்றேயாம்.



உருவம் 79. ஐதராவின் நரம்புக்கலம்.



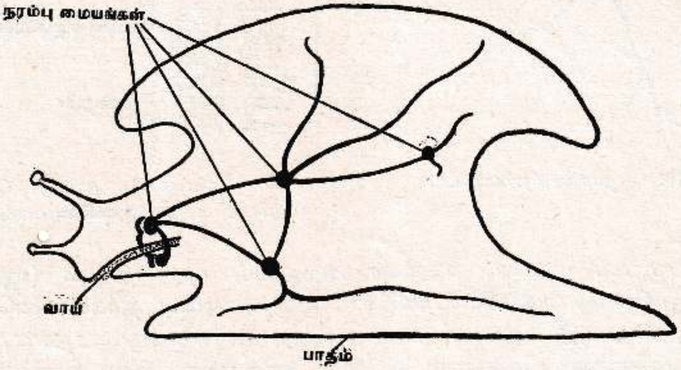
உருவம் 80. மண்புழுவின் நரம்புத் தொகுதி (முற்பாகம் மட்டும்-**இடாக்கினைப்** பின்பற்றி).

மண்புழுவின் நரம்புக் கலங்கள் அதனுடல் முழுவதிலும் (**ஐதராவி**லிருப்பது போல்) பரவிக்கிடப்பதில்லை. ஆனால், அவை தீர்க்கமானவொரு **நரம்புத் தொகுதி** யுண்டாகுமாறு ஒன்று கூடியிருக்கும். நரம்பு நார்களால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் நரம்புக் கலங்களின் சிறு திணிவுகளால் (நரம்பு மையங்களால்) ஆனவொரு அகப்பக்க நரம்பு நாணொன்று உண்டு. இந்த நரம்பு மையங்களிலிருந்து உடலின் பல்வேறு உறுப்புக்களுக்குச் செல்லும். மண்புழுவின் மிகப்பெரிய நரம்பு மையங்களிரண்டும் அதன் தலையினுள் ஒரு மூலமூளையாகவுள்ளன (80 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

பூச்சிகளின் நரம்புத் தொகுதி மண்புழுவின் நரம்புத் தொகுதியை ஒத்து அமைந்திருக்கும்—அவற்றின் ஒவ்வொரு துண்டிலும் ஒரு நரம்பு மையத்தோடு கூடிய (அல்லது துணை ‘மூளையோடு’) ஓர் அகப்பக்க நரம்பு நாணுண்டு (44 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). நத்தையைப் போன்ற மொலக்காப் பிராணிகளின் நரம்புத் தொகுதி கூடிய செறிவுற்றிருக்கின்றது. தலையையும், சமிபாட்டுறுப்புக்களையும், ‘பாதத்தை’யும் ஆளுகின்ற பெரிய நரம்பு மையங்கள் மூன்றுண்டு (81 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

முள்ளந்தண்டுவிலங்குகளின் நரம்புத் தொகுதி

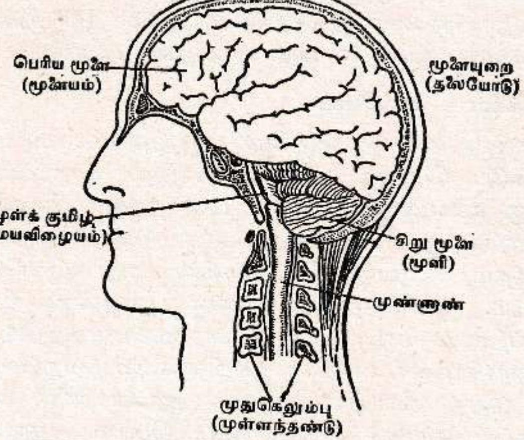
முள்ளந்தண்டு விலங்குகளின் நரம்புத் தொகுதியானது முள்ளந் தண்டிலா விலங்குகளின் நரம்புத் தொகுதியினின்றும் பெரிதும் வேறு பட்டது. முள்ளந்தண்டுடையிக ளெல்லாவற்றிலும் **மையநரம்புத் தொகுதி** யானது, முற்பக்கம் பருத்து மூளையாகுமொரு வெறுங் குழாயினுல்—முள்ளந்தண்டு நாணினுல்—ஆனது. முள்ளந்தண்டிலிகளின் **அகப்பக்க** நரம்பு நாணைப் போலல்லாது, இந்த நரம்புத் தொகுதி உணவுக் குழாயினுக்குப் **புறப்பக்கமாக**விருக்க, முள்ளெலும்பும் மண்டையோடும் அதைப் பாதுகாக்கின்றன. முள்ளந்தண்டுடையிகளின் மூளையின் அமைப் பையுந் தொழிற்பாட்டையும் முன்பு பெரும்படியாக விளக்கியுள்ளோம் (மூன்றும் நூலின் 2 ஆம் அதிகாரம்).



உருவம் 81. மொலக்காப் பிராணியின் நரம்புத் தொகுதி
(வரைபடம்-**பிரைற்றுவெல்லைப்** பின்பற்றி).

முள்ளந்தண்டு நாணின் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றை முனைக்குப் போகும் **மையக் கால்வாய்** மூளையினுட் பல குழிகளாக விரிந்து திறக் கின்றது. மையக் கால்வாயும் மூளைக் குழிகளும் திரவத்தினுல் நிரம்பி யிருக்கும். முள்ளந்தண்டுடைய இளம் விலங்கானது கருவுற்ற முட்டைக் கலத்திலிருந்து விருத்தியாகுகையில், மைய நரம்புத் தொகு தியில் முதல் விருத்தியாகும் பகுதி முள்ளந்தண்டு நாணேயாம். அடுத்து, முள்ளந்தண்டின் முன்னந்தம் புடைத்துப் பருத்து மூளையாகின்றது. முள் ளந்தண்டுடைய இளம் விலங்குகளெல்லாவற்றுக்கும் இவ்விதமான புடைப் புக்கள் மூன்றுண்டு.—அவை முன் மூளை, நடு மூளை, பின் மூளை என்பன. மூலமான முன் மூளையிலிருந்து பெரு மூளையின் இருபாதிகளும் (மூளைய

வரைக் கோளங்கள்) விருத்தியாகின்றது. மூளையம் எவ்வளவுக்கு விருத்தியாகியிருக்கின்றதோ அவ்வளவுக்கு விலங்கு விவேக முடையதாகவிருக்கும்.



உருவம் 82. மண்டையோட்டுக்கும், முதுகெலும்பின் ஒரு பாகத்திற்குமூடாகச் செல்லும் வெட்டுமுகம் (குலிசு, பொற்று ஆகியோரைப் பின்பற்றி).

ஏனெனில், இச்சைவழியியற்றுஞ் செயல்கள் நினைவு நிலைப் பொறியுணர்ச்சிகள் எல்லாவற்றுக்கும் உறைவிடமாகவுள்ளது மூளையின் இப்பாகமே. அபூர்வமாகப் பருத்தும் மெத்த மடிந்துமுள்ள அதன் மூளையவரைக் கோளங்களே மனிதமூளைக்கு அதிசிறப்பாகவுள்ள அங்கமாகும். நடு மூளையானது கட்புலனையுஞ் செவிப்புலனையும் ஆளுவதுமன்றி, நிலையை, அதாவது, உடலைக் கொண்டு திரியும் பான்மையை ஆளுதலோடு தொடர்புடையதாகவும் இருக்கின்றது. **பின் மூளை**யானது **முள்ளந்தண்டுக் குமிழா**கவும் (சுரமாகவும்) **சிறு மூளை**யாகவும் (மூளியாகவும்) விருத்தியடைகின்றது. **முள்ளந்தண்டுக் குமிழா**னது சுவாச நிலையியக்கங்களையும், சமிபாட்டுறுப்புக்களின் இயக்கங்களையும், இதயத் துடிப்பையும், சில சுரப்பிகளின் தொழிற்பாட்டையும் ஆளுகின்றது. **சிறு மூளை**யானது இயக்கத்தோடு தொடர்புடைய தசைகளெல்லாவற்றினதுஞ் சிக்கலான செயல்களை இசைவாக்குவதாகத் தோற்றுகின்றது. உதாரணமாக, பழுதுபட்ட சிறு மூளையையுடைய முலையூட்டியொன்று நிற்கமாட்டாது. உட்காதின் ஒரு பகுதியான சமநிலையுறுப்பிலும், தசைகளிலும், மூட்டுக்களிலுமுள்ள சிறிய அகப் புலனுறுப்புக்களிலுமிருந்து வருஞ் செய்திகளைச் சிறு மூளை வாங்குகின்றது.

இந்த மைய நரம்புத் தொகுதியைவிட, முள்ளந்தண்டுவிலங்குகளுக்கு, முள்ளந்தண்டு நாணின் இரு பக்கங்களிலும் அதற்குச் சமாந்தரமாக ஓடுகின்ற, இரட்டை நரம்புச் சங்கிலியொன்றாலான பரியும்நரம்புத் தொகுதி

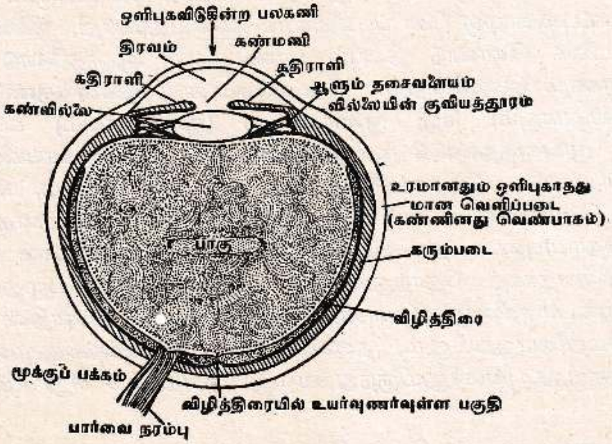
யும் உண்டு. இந்தப் பரியும்நரம்புத் தொகுதியிலிருந்து புறப்படுங் கிளை நரம்புகள் நினைவு நிலையாளுகைக் கப்பாற் பட்டு நின்று தாமாக இயங்குந் தசைகளினுள்ளுஞ் சுரப்பிகளினுள்ளுஞ் செல்லுகின்றன. உணவுக் கால்வாயின் சுரப்பிகளுங் குருதிக் கலன்களும், கண்விழியின் கதிராளித் தசையும், தோலிலுள்ள குருதிக் கலன்களும் இவற்றுக்கு உதாரணங்களாம் (மூன்றும் நூலின் 75 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

புலனுறுப்புக்கள் — வாங்கிகள்

ஒரு விலங்கின் நடத்தை அதனைச் சூழ்ந்துதிருக்கும் புறவுலகில் நிகழ்வனவற்றிலேயே பெரிதுந் தங்கியிருக்கின்றது. உதாரணமாக, உணவை ஒரு விலங்கு கண்டவுடன் அதைப் பிடித்தற்கு வேண்டியவாறு அது முயன்றியங்குகின்றது. அன்றேல், ஒரு திசையிலிருந்து பயங்கரமானவொரு சத்தம் வருவது கேட்குமாயின் அது இன்னொரு திசையை நோக்கியோடும். முள்ளந்தண்டு விலங்கு புறவுலகின் நிகழ்வனவற்றைப் பற்றிய செய்தியைக் கண், காது, மூக்கு என்பனவற்றின் வாயிலாகவும், தோலினுணர்ச்சியுள்ள கலங்கள் வாயிலாகவும் பெறுகின்றது. உணர்ச்சி நரம்புகள் இந்த வாங்கிகளிலிருந்து தூண்டல்களை மைய நரம்புத் தொகுதிக்குக் கொண்டு போகின்றன. இப்பாட நூலில், மனிதனை உதாரணமாகக் கொண்டு, முள்ளந்தண்டுவிலங்குகளின் புலனுறுப்புக்களை மாத்திரம் விளக்க நேரமுண்டு.

பார்வை—கண்

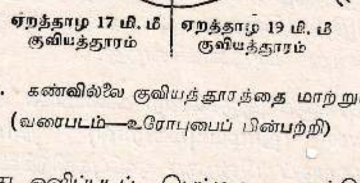
கண்விழியானது எலும்பாலாய தன் தங்கு குழியினுள்ளே கொழுப்பு மெத்தை யொன்றின் மீது பொறுத்திருக்கின்றது. மேலுங் கீழுமாகவும்,



உருவம் 83. வலது கண்ணின் கிடைவெட்டுமுகம்
(வரைபடம்—குலிசு, பொன்டு ஆகியோரைப் பின்பற்றி)

ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றொரு பக்கத்துக்கும் தட்டையான தசைக் கீலங்களாறினால் அதைத் திருப்ப முடியும். மண்டையோட்டெலும்புகள் மேலுங் கீழும் வெளித்தள்ளியிருப்பதுமல்லாமல், மூக்கும் பாதுகாப்பளிக்கின்றது. கண்விழியில் யாதேனும் முட்டுமாயின், அல்லது கண்ணுக்கருகே யொரு பொருள் வருமாயின், இச்சையில் **விளைவினையாகக் கண்மடல்கள்** மேலதிகமான பாதுகாப்பை அளிக்கும். கண்விழியின் முற்பக்கம் ஒளி புகவிடு மியல்புடையது. கட்குழியொவ்வொன்றினதும் புறமூலையிலுள்ள ஒரு சிறு கண்ணீர்ச் சுரப்பியினால் உண்டாக்கப்படுகின்ற, வன்மையான அழுகலெதிரித் திரவத்தால் (கண்ணீரால் அது ஈரமாக வைத்திருக்கப்படும். கண்விழியின் முன்னுள்ள ஒளிபுகவிடுஞ் சாளரம் (விழிவெண்படலம்), கண்மடல்கள் மூடித் திறக்கு மொவ்வொரு முறையும், பற்றீரியங்களைக் கொண்டுள்ள தூசுத் துணிக்கைகள் நீங்குமாறு கழுவப்படுகின்றது. கண்மடல்களொவ்வொன்றினதும் உட்புற மூலையிலிருந்து திறக்கின்ற ஒரு நுண்கானினூடாக மூக்குக் குழியினுள்ளே கண்ணீர் வடிந்து வந்து விழுகின்றது. (அழும்போதும், அடக்காச் சிரிப்புச் சிரிக்கும் போதும், கடுமையாக இருமும் போதும், நுண்ணிய இந்தக் கான் வழியாக மூக்கினுள்ளே வடிந்து வந்து விழக்கூடிய அளவினுங் கூடுதலான திரவத்தைக் கண்ணீர்ச் சுரப்பி உண்டாக்க, கண்ணீர் கன்னங்கள் வழியே சிந்தும்.)

கண் விழியை உரத்தவொரு நார்ச் சுவர் சூழ்ந்திருக்கும். இச் சுவருக்கு முற்பக்கம் நீங்கிய மற்றெல்லாப் பக்கங்களிலுங் கருமையான, தெறிக்கச் செய்யாத உள்ளுறையும், முற்பக்கத்தில் ஒளிபுகவிடும் மெல்லியவொரு புறப்படையும் உண்டு.



உருவம் 84. கண்வில்லை குவியத்தூரத்தை மாற்றும் விதம்
(வரைபடம்—உரோபுபைப் பின்பற்றி)

மனிதக் கண்ணனது ஒளிப்படப் பெட்டியை ஒத்திருக்கின்றதெனினும் (மூன்றும் நூலின் 4 ஆம் அதிகாரத்தைப் பார்க்க), உத்தமமான எந்தப் படப் பெட்டிதானும் உணர்திறனிலும், இசைதலிலும், அமைப்பின் சிக்கலிலும் அதற்கு இணையாகாது. கண்விழியினுள்ளே அதனை வளைந்த, ஒளிபுகவிடுஞ் சாளரத்தினூடு (விழிவெண்படலத்தூடு) ஒளிக்

கதிர்கள் புகுந்து, **விழித்திரை** மீது விம்பமுண்டாகுமாறு முறிவெய்து கின்றன. இவ்வொளிக் கதிர்கள் கண் வில்லையிலும் விழி வெண் படலத்தாலேயே அதிகமாக வளைக்கப்படுகின்றன. தன்னுடைய குவியத் தூரத்தைத் தானே இசைவாக்கிக் கண்ணின் குவியவலுவை **மாற்றுதலே** கண்வில்லையின் பிரதானமான தொழிற்பாடாகும் (84 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). விழித் திரையின் தடிப்பு ஏறக்குறைய 0·02 அங். **மஞ்சட் பொட்டின்** நடுவிலுள்ள ஆழமிலாச் சிற்றிறக்கந் தவிர மற்றையிடங்களி லெல்லாம் நரம்பு நார்களும் நரம்புக் கலங்களும் விழித்திரை மீது குவிந்திருக்கும் விம்பத்தின் கூர்மையைத் தாக்குகின்றன. படப்பெட்டி யிலாயின் அது ஒரு பெரும் இழுக்காகுமெனினும், கண்ணிலோ அது செயன்முறை நயமுடைத்து. ஏனெனில், நாங்காண்பனவெல்லாம் ஒரே யளவான தெளிவுடையனவாயின், குறித்தவொரு பொருளில் எங்களு டைய கவனத்தைச் செலுத்துதல் மிகவுஞ் சங்கடமாக இருக்கும். எனவே, ஒரு பொருளை நாம் ' நோக்கு ' மிடத்து ஒவ்வொரு கண்ணிலும், அதி கூர்மையான பார்வைக்குரிய இச் சிற்றிடத்தில், ஒரு விம்பமுண்டாகு மாறு நாம் எங்கள் கண்விழிகளைத் திருப்புகின்றோம். விழித்திரையி லுள்ள நொய்ம்மையான செவ்வூதாப் பொருளொன்று (பார்வைச் செவ் வூதா) அதன்மீது ஒளி வீழ வெளுறுகின்றது. இந்த ஒளியிரசாயன விளைவு நரம்புத் தூண்டல்களை எழுப்ப, அவை மூளைக்கோடிப்போய் ஆங்கு கட்புலனுணர்வாக மாற்றப்படுகின்றன.

படப்பெட்டிக்கு ' **நிறுத்தி** ' யிருப்பது போன்று, வட்டவடிவமான, நிறுத்தவொரு தசைப்படலமாகிய **கதிராளி** கண்ணுக்குண்டு. அதனால், வேண்டியவாறு விரிந்துஞ் சுருங்கியும், **கண்மணியின்** (கதிராளியின் மத் தியிலுள்ள துவாரத்தின்) பருப்பத்தை மாற்றவியலும். இவ்வாறு கண் ணினுள்ளே புகுமொளியை வேண்டியாங்கு கட்டுப்படுத்தலாம். நிழலுள்ள ஓரிடத்திலே, ஒளிக்கு முதுகைக்காட்டி நின்றுகொண்டு, ஒரு கைக் கண்ணாடி யில் உம்முடைய கண்ணைப் பார்ப்பீராயின், அதிகமான ஒளியை உள்வர விடுவதற்காக, கண்மணி பருத்திருக்கக் காண்பீர். அதன் பின்பு, திரும்பி ஒளிக்கு முகங்காட்டுவீராயின், கருவிழிப் படலஞ் சுருங்கக் காண்பீர். உட்பு குமொளியின் கணியஞ் சடுதியாகக் கூடுதலினால் வரும் அதிர்ச்சியிலிருந்து நொய்ம்மையான விழித் திரையையும் உணர்திறனுள்ள கலங்களையும் இந்த **விளைவினை**யானது பாதுகாக்கின்றது.

கண்வில்லையின் முன்னாக இருக்கின்ற கண்ணின் அறையானது நீரன்ன வொரு திரவத்தால் **(நீர்மயவுடனீரால்)** நிரம்பியிருக்கும். கதி ராளியை அடுத்து அதற்குப் பின்னாக ஒளிபுகவிடுகின்ற, மீள் சத்தியுள்ள இருகுவிவுள்ள **கண்வில்லை**யுண்டு. முலையூட்டிகளில், இவ்வில்லையின் வளைவை அதன் பரிதியிலுள்ள தசை வளையங்களின் அசைவுகளினால், கிட்டவுள்ள பொருள்களிலிருந்து வரும் ஒளிக் கதிர்களை, தெளிவான ஒரு விம்பம் விழித்திரைமீது உண்டாகுமாறு, குவிக்க முடியும் (84 ஆம்

உருவத்தைப் பார்க்க). வில்லைக்கும் விழித்திரைக்கு மிடையிலுள்ள பருத்த பின்னறை ஒளிபுகவிடுகின்ற, பாகனைய ஒரு பதார்த்தத்தினால் (கண்ணாடியுடனீரால்) நிரம்பியிருக்கும்.

கண்ணைக் கிறியாய்தல்

கொல்களத்திலிருந்து எருது, வெள்ளாடு, செம்மறியாடு என்னுமிவற்றுள் ஏதேனுமொன்றின் கண்ணைப் பெற்று அதைப் பரிசோதிக்க. முற்பக்கமொன்று தவிர ஏனைப் பக்கங்களிலெல்லாம், எலும்பாலாய கட்குழியினுள்ளே ஒரு பாதுகாப்பு மெத்தையாகவிருக்குங் கொழுப்பானது கண்விழியைச் சூழ்ந்திருப்பதைக் கவனிக்க. இக்கொழுப்பில் எடுக்கக் கூடியதெல்லாவற்றையுங் கவனமாக எடுத்து நீக்கி, (அ) கண்தசைகளாறினையும், (ஆ) **பார்வை நரம்பையும்** இன்னதின்னதெனக் கண்டறிக.

கத்தரிக்கோல், அல்லது கூரிய கத்தி கொண்டு கண்ணின் முற்பாதியைப் பிற்பாதியிலிருந்து பிரித்தெடுத்து, (I) கண்வில்லைக்கு முன்பாகவுள்ள, நீரன்ன திரவம் நிரம்பியிருக்கும் முன்னறையையும், (II) கண்வில்லைக்குப் பின்னாகவுள்ள பாகனைய பதார்த்தத்தினால் நிரம்பியுள்ள (கண்வில்லையோடு இதனையும் நீர் வெளியே எடுக்கத்தக்கதாக விருக்கும்) பின்னறையையும், (III) **கண்வில்லையையும்**, (IV) **கதிராளியையும்**, (V) **கண் மணியையும்**, (VI) உரத்து வெண்மையாகவுள்ள **புறப்படலத்தையும் (வல்லுறையையும்)**, (VII) மெல்லிய கரும்படலத்தையும் (விழிநடுப்படலத்தையும்), (VIII) சாம்பனிறமான (கவனஞ் செலுத்தியுரித்தால், அகற்றக் கூடிய) விழித்திரையையும், இன்னதின்னதெனக் கண்டறிக.

40 ச.வீ. போமலிடிகைட்டில் ஓரிரவு முழுவதும் வைத்துக் கடினமாக்கிய கண்ணொன்றை ஆராய்க. அதை முன்னிருந்து பின்னுக்குக் குத்து வெட்டுமுகமாக இரண்டாய் வெட்டியெடுத்துக் காண்பதை வரிப்படமாக வரைக. பழுதின்றிப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு கண்வில்லையையும் பரிசோதிக்க.

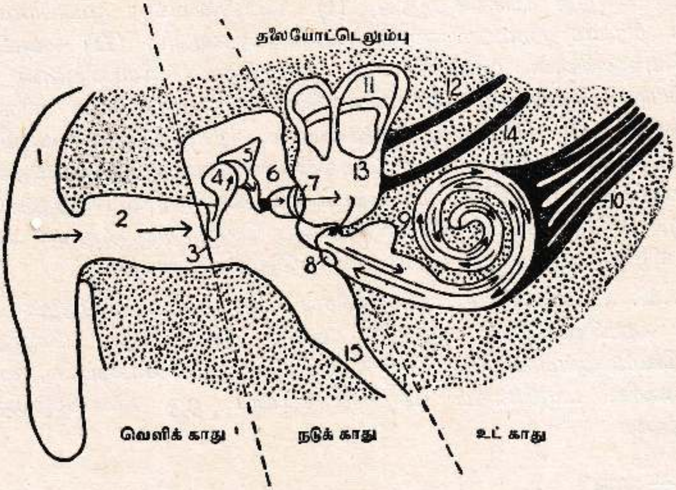
கேட்டல் — காது

மனிதனில், ஏனை முலையூட்டிகளுட் பெரும்பாலானவற்றிற்போல, கண்ணுக்குத் தெரிகின்ற வெளிக் காதானது ஒலியலைகளைச் சேர்த்து ஒரு குழாய் நெடுகே கீழ்நோக்கிச் செவிப் பறைக்கு அவைபோக வழிப்படுத்தும் ஓரமைப்பாகும். குதிரையையும் குழி முயலையும் போன்ற சில முலையூட்டிகள் வெவ்வேறு திசைகளிலிருந்து வருகின்ற ஒலிகளை ஒன்று கட்டுதற்கேற்ப வெளிக் காதைத் திருப்பவல்லன. (தன் காதுகளை நன்குகத் திருப்பவல்ல குதிரைக்கு அதன் ஒவ்வொரு காதையுந் திருப்புதற்கென்று 17 தசைகளுண்டு ; மனிதனுக்கு அவ்விதமான தசைகள் 9 மாத்திரம் உண்டு ; அவை யொன்றும் அரிதாக வன்றிப் பயன்படுவதில்லை.)

சற்று வளைந்த, ஒடுக்கமான (மனிதனில் ஏறக்குறைய ஓரங்குல நீளமான) ஒரு குழாய் புறக்காதிலிருந்து செவிப்பறைக்கு உண்ணோக்கிப்

போகின்றது. செவிப் பறையைப் பூச்சிகளினுந் தீங்கான திண்மப் பொருள் களினுமிருந்து பாதுகாப்பதற்கு உதவியாக, வெளிநோக்கி நீண்ட மயிர்க ளும், மெழுகை உண்டாக்குஞ் சுரப்பிகளும், இந்தக் குழாயினில் நிரையாக அமைந்திருக்கின்றன. புறக் காதிலிருந்து உள்ளே போகின்ற குழாயின் உட்புறத் தந்தத்துக்குக் குறுக்கே ஈர்க்கப்பட்டிருக்கின்ற இந்த மெல்லிய சவ்வினால் (ஓரங்குலத்திலொரு சில ஆயிரத்திலொரு பங்குகள் மாத்திரமே மனிதனுக்குள்ள இந்தச் சவ்வின் தடிப்பு) ஆனதே செவிப்பறை. இவ்வளவுக்கு மெல்லியதாக இருக்கின்றமையினாற் செவிப் பறையானது இலேசாகப் பழுதடையும்.

காதின் எஞ்சிய பாகம் (**உட்செவி**) மண்டையோட்டின் ஒரு பகுதியாகிய காதறைகளின் எலும்பினால் முற்றாக மூடப்பட்டிருக்கும். **உட்செவி** இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். அவையாவன (அ) **நடுச் செவியும்** (ஆ) **அகச்செவியு**மாம் (85 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).



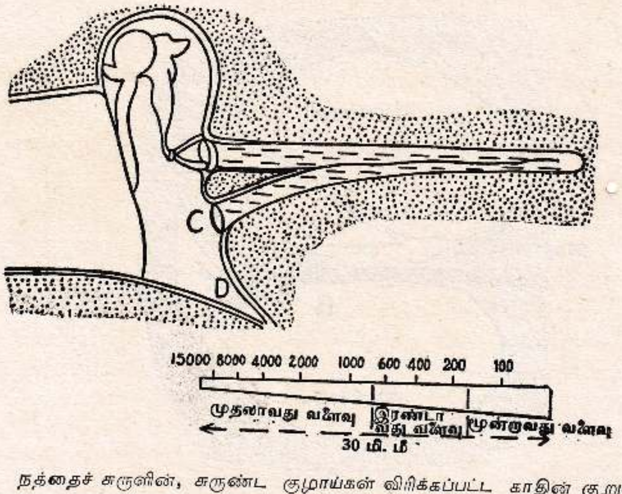
உருவம் 85. வலது காதின் நிலைக்குத்து வெட்டுமுகம் (வரைபடம்).

1. வெளிக் காது. 2. செவிப்பறைக்குச் செல்லும் குழாய். 3. செவிப் பறை. 4, 5, 6. எலும்புகளாலாய சங்கிலி. 7. முட்டையுருச் சாளரம். 8. வட்டச் சாளரம். 9. கேட்குமங்கம். 10. கேட்கும் நரம்புகள். 11. அரைவட்டக் கால்வாய்கள். 12. திசை, அசைவு ஆயவற்றின் புலன்நரம்பு. 13. சமமாக்குமங்கம். 14. சமநிலை நிலை ஆயவற்றின் புலன் நரம்பு. 15. தொண்டைக்குச் செல்லும் ஊத்தேகியோவின் குழாய்.

நடுச் செவியானது மண்டையோட்டினெலும்பினுள்ள, காற்றினால் நிரப்பப் பட்டிருக்கின்ற ஒரு குழி. தொண்டையின் பிற்புறத்தோடு அது ஒரொடுங் கிய பாதையினால் (ஊத்தேக்கியோவின் குழாயினால்) இணைக்கப்பட்டிருக் கும். செவிப் பாறையின் உண்மேற்பரப்பின் மீதுள்ள வளியமுக்கம் அதன் வெளிமேற்பரப்பின் மீதுள்ள வளியமுக்கத்துக்குச் சமமாகவிருக்கச் செய்

வதற்கு இக் குழாய் கருவியாகின்றது. (போர்க் காலத்திற் குண்டுகள் அருகில் விழும்பொழுது, வாயைத் திறந்து வைத்துக் கொள்ளுமாறு சனங் களுக்கு அறிவுறுத்தப்படுவதன் காரணம் இப்போது உமக்கு விளங்கும். இதனால், திடீரென அதிகரிக்கின்ற வளியமுக்கமானது செவிப்பறையின் இருபக்கங்களையும் ஒக்கத்தாக்க, இம் மெல்லிய சவ்வு உட்பக்கமாக வெடியாது பாதுகாக்கப்படுகின்றது.)

ஒன்றோடொன்று பொருத்தியுள்ள மூன்று சிறு எலும்புகளாலாய சங்கிலியொன்று நடுச் செவிக்குக் குறுக்கே அமைந்துள்ளது ; இச் சங்கிலி செவிப்பறையிலிருந்து அதிர்வுகளை அகச் செவிக்குக் கொண்டு செல்லு கின்றது. உள்ளபடி கேட்டலுறுப்பாகவிருக்கும் அகச் செவி மண்டையோட்டி னெலும்புத் திணிவினுள்ளே அடைபட்டுக் கிடக்கின்றது. ஆதலின், புறச் செவியும் நடுச் செவியும் ஒலியலைகளை ஏற்று, அவைகளை அகச் செவிக்கு அனுப்புவதில் மாத்திரம் ஈடுபடுகின்றன. (என்றாலும், அகச் செவியானது கேட்டலுறுப்போடு, வேறு சில உறுப்புக்களையுந் தன்னகத்தே அடக்கி

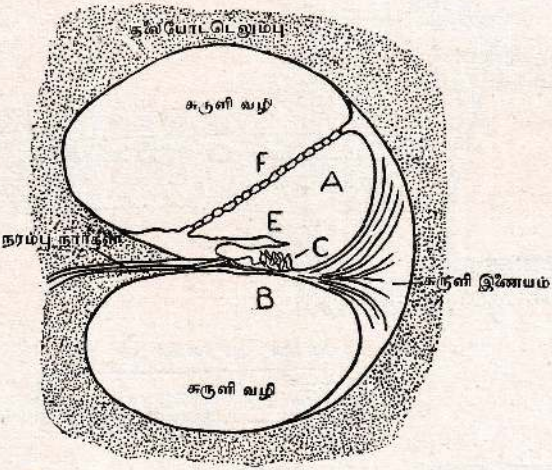


உருவம் 86. நத்தைச் சுருளின், சுருண்ட குழாய்கள் விரிக்கப்பட்ட காதின் குறுக்கு வெட்டு முக வரைப்படம். (W. H. வைற்றைப் பின்பற்றி) கீழுள்ளது, மீழ்சத்தியுள்ள மென்ற கட்டின் மாதிரிப்படம். இது சுருண்ட குழாயை இரு பாகங்களாகப் பிரிக்கின்றது. இம் மென்றகட்டின் வெவ்வேறு பகுதிகள் அதிர்வு காரணமாக மாற்றமடையும் அதிர் வெண்கள் படத்திற் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

யுள்ளது. உடலைச் சமநிலைப் படுத்துதற்கும் அதன் நிலையுணர்தலுக்குமுரிய உறுப்பாகிய அதனினொரு பகுதியைப் பின்னர் விளக்குவாம்.) நடுச் செவிக்கும் அகச் செவிக்குமிடையிற் சவ்வினால் மூடப்பட்ட இரு சிறு துவாரங்களுண்டு. அவற்றுளொன்றுக்கு **முட்டைவடிவச்** சாளரமென்றும், மற்றதற்கு **வட்டச்** சாளரமென்றும் பெயர்களுண்டு (85 ஆம் 86 ஆம் உருவங்களைப் பார்க்க.)

சிறிய நத்தையோட்டை வடிவத்திலொத்த, திரவமொன்றினால் நிரப்பப் பட்டிருக்குஞ் சுருளியாகச் சுருண்ட ஒரு பாதையே உள்ளபடியான **கேட்ட லுறுப்பு** ஆகும். இதனை **நத்தைச் சுருள்** என்பர். செவிப்பறையின் அதிர்வுகளானவை, அப்பாற் கடத்தப்பட்டு நடுச் செவிக்குக் குறுக்கேயுள்ள எலும்புச் சங்கிலியினாற் பெருப்பிக்கப்பட்டு, முட்டைவடிவச் சாளரத்தின் சவ்வைப் போயடைகின்றன. அப்பொழுது, இவற்றை யொத்த அதிர்வுகள் நத்தைச் சுருளை நிரப்பியிருக்குந் திரவத்திலுண்டாகி, அத்திரவத்தி னூடாக மேனோக்கியெழுந்து சுருளிக் குழாயினுச்சியை அடைந்து, பின் கீழ் நோக்கி யிறங்கி வந்து வட்டச் சாளரத்தை மீண்டும் அடைகின்றன. (எனவே, திரவங்களமுக்கமுடியாதனவாகையால், முட்டைவடிவச் சாளரம் உண்ணோக்கி அசையும்.)

சுருளிக் குழாயின் இரு பாதிகளையும் பிரிக்கின்ற, மீள் சத்தியுடைய சவ்வினுள்ளே, நீளத்திலும் இழுவிசையிலும் வேறுபடுகின்ற, நுண்ணிய நார்கள் 24,000 வரையிற் பதிந்து கிடக்கின்றன (86 ஆம் உருவத்தைப்



உருவம் 87. கேட்குழங்கத்திற்கூடாகச் செல்லும் வெட்டுமுகத்தின் வரைபடம் (பெரிதாக்கப் பட்டுளது). உரு 85 இலும் 86 இலும் காட்டப்பட்டுள்ள சுருளிப் பாதைகளின், பெரிதாக் கப்பட்ட குறுக்கு வெட்டுமுகத்தையே, இப்படம் காண்பிக்கின்றது. A. நத்தைச் சுரு வின் இரு சுருளிப் பாதைகளுக்குமிடையில் உள்ள ஒடுங்கிய 3 ஆம் கான். B. கம்பங் களைத் தாங்கும், புலனுள்ள மயிர்க் கலங்கள். C. கொண்ட மீள்சத்தியுள்ள மென் றகடு. E. புலனுள்ள மயிர்க் கலங்களின் மேல் ஒரு தட்டுப் போன்றிருக்கும் மென்றகடு. F. சுருளிப பாதையை, A யெனும் காதினின்றும் பிரிக்கும் மென்றகடு.

பார்க்க). இவற்றுட் பருமையில் மிக்கது $\frac{1}{15}$ அங். மாத்திரம் நீள முடையது. காதின் இந்தப் பகுதி, சிறிய சிக்கலான (சாவிகளில்லாத) பியானோ கருவிக்கு ஒப்பிடுவதுண்டு. சுருளிக் குழாயினுள்ள திரவமானது அதிரும்போது, ‘இசைவுடைய’ நார்களும் ஒத்ததிர்ந்து (**பரிவுற்று**) மூளைக்கு

நுண் மின்கணத் தாக்கல்களை அனுப்பும். இத்தாக்கல்களை, அவற்றைக் கொண்டு செல்லுகின்ற அவ்வந் நரம்பு நார்களின்படி வேறுபடுகின்ற சுருதியுடைய சுரங்களாக, மூளை தெரிந்துகொள்ளுகின்றது. 'நத்தைச் சுருளின் சிறு கனவளவுக்குள் 24,000 நுண் மின் பொறிகள் கிடக்கின்றன. அதனிலிருந்து கடத்தும் நரம்புகள் 24,000 கொண்ட ஒரு வடங்கிளம்பு கின்றது. இப்பொறிக் கூட்டமானது—அளவிறந்து சிக்கலுடையதாதலின், அது தொழிற்படும் விதத்தை இன்னமும் விஞ்ஞானங் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை.'[1]

கேட்டலைப்பற்றிய பரிசோதனைகள்

(I) சுருதியைப் படிப்படியாக உயர்த்தக் கூடிய சீழ்க்கைக் குழலின் சுரத்தை உற்றுக் கேட்க. சுரத்தின் சுருதி மிகவுயர அதைக் கண்டு பிடிப்பது அரிதாகி ஈற்றில் அதைக் கேட்கவே முடியாது போகின்றது. சிலர் மற்றையோரினும் 'உயர்வான' சுரங்களை கேட்க வல்லர். (உதாரண மாகச் சிலருக்கு வௌவாலின் உயர்ந்த சுருதியினுள்ள கீச்சிடுதல் கேட் காது.)

(II) உள்ளங்கைகள் பின்னேக்கியிருக்குமாறு உம்முடைய கைகளை விரித்து தலையின் இருபக்கங்களினுங் காதுகளுக்கு முன்னுக வைக்க. உரத்தொலிக்கும் ஒரு மணிக்கூட்டுக்கு முன்னுக நின்றுகொண்டு கண்களை மூடுக. ஒலியெங்கிருந்து வருவதாகத் தோற்றுகின்றது? உம்முடைய கைகள் முன்புறத்திலிருந்து வருகின்ற ஒலியை செவிப்பாதைகளினின்றும் 'மறைக்கின்றன.' எனவே, ஒலியலைகள் பிற்பக்கத்தையும் பக்கங்களையுஞ் சுற்றியே செல்ல முடியும். வெளிக்காதின் நீள் விரிவுகளாக உமது கைகளை உபயோகித்து உமக்கு முன்னிருந்து வருகின்ற ஒலிகளின் அதி கரித்த வுரப்பைக் குறிக்க.

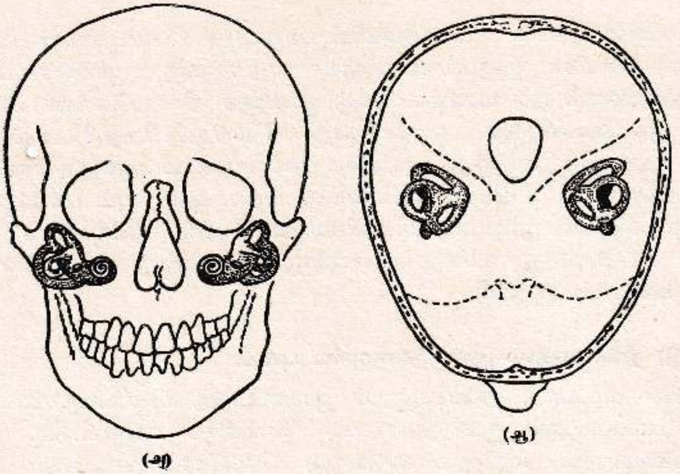
சமப்பாடு, நிலை எனும் இரண்டுக்குமுரிய புலன்

உடலின் சமப்பாடு, நிலையெனும் இரண்டோடுந் தொடர்புடைய அரை வட்டக் கால்வாய்கள் மூன்றும் அகச் செவிக்குட் காணப்படும். இவை யொவ்வொன்றும் மற்றையிரண்டுக்குஞ் செங்கோணமாகவுள்ள தளத் திற் கிடக்கும். ஒவ்வொரு கால்வாயினதும் முனையொன்றில் நரம்புக் கலங்களுடைய ஒரு புடைப்புண்டு (88 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இவ்வரைவட்டக் கால்வாய்கள் ஒரு வகைத் திரவத்தால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். எந்தப் பக்கமாகத் தலையசைக்கப்பட்டாலும், இத்திரவஞ் சற்றே பின்னுக்கு இழுபட்டு நரம்புக் கலங்களைத் தாக்க, அவை கணத்தாக்க மொன்றை மூளைக்கு அனுப்புகின்றன. மூளையில் இக்கணத்தாக்கங் குறி த்தவொரு திசையை நோக்கி **அசைவுப்** புலனுணர்வாகின்றது.

---

[1] இயீன்சின் (Jeans's) 'விஞ்ஞானமும் சங்கீதமும்'

அசைவுப் புலனுணர்வு; அரைவட்டக் கால்வாயிலுள்ள திரவத்தின் அசைவிலே தங்கியிருக்கின்றதென்பது தெளிவு. தலையசையாதிருக்கும் போதும் அதன் நிலையை நாம் உணரவல்லோம். இவ்வல்லமையை, கால்வாய்களுக்குக் கீழேயுள்ள, சமநிலையுறுப்பின் பிறிதொரு பாகம் எமக்குத் தருகின்றது. அகச் செவியின் இப்பாகம், உணர்ச்சியுள்ள கலங்க ளோடு இணைக்கப்பட்ட சோக்குமயமான நுண்டுணிக்கைகளைக் கொண்டும் ஒன்றேடொன்று தொடுக்கப்பட்டுமுள்ள, இரு பைகளால் ஆனது. இத் திண்மத் துணிக்கைகள், புவியீர்ப்பினுற் கீழ்முகமாக இழுக்கப்படும்போது, குறித்த சில உணர்ச்சிக் கலங்களை, வேறு கலங்களையிழுப்பதிலும் அதிக மாக, இழுக்கின்றன. இக்கலங்களிலிருந்து எழுகின்ற கணத்தாக்கங் கள் மூளையில் **நிலைப்** புலனுணர்வை உண்டாக்குகின்றன. இக்கிரியையில், சமப்பாட்டுறுப்புக்கு வேறு பொறியுறுப்புக்களுந் துணை செய்கின்றன. இவ்வண்ணம், எங்கள் கண்களானவை எங்களைச் சூழ்ந்திருக்கும் பொருள் களின் தொடர்பாக எங்களசைவை, இன்றேல் நிலையைப்பற்றி எவ்வளவோ எமக்குத் தெரியச் செய்கின்றன.



உருவம் 88. தலையில் அரைவட்டக் கால்வாய்கள் இருக்கும் நிலையைக் காட்டும் **வரைபடம்**.
(அ) தலையின் முற்பக்கத்தினின்றும் வரைந்த தோற்றம்.
(ஆ) தலையின் மேற்பக்கத்தினின்றும் வரைந்த தோற்றம்.
(**உரோபுபைப்** பின்பற்றி).

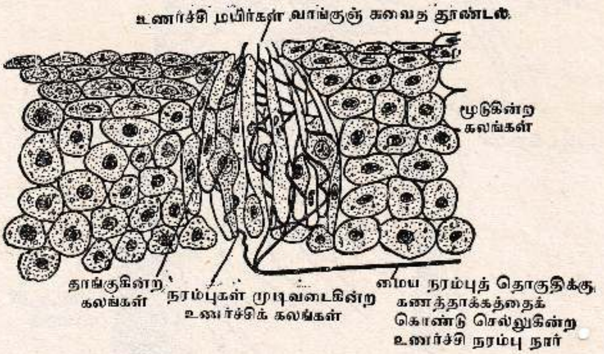
அகப்புலனுறுப்புக்கள்

இச்சைவழியியங்குந் தசைகளிலும், சிரைகளிலும், மூட்டுக்களிலும் உட லின் ஏனைப் பாகங்களிலும் நிகழுகின்றனவற்றைப் பற்றிய செய்திகளை மூளைக்குக் கொண்டு போகின்ற பிற புலனுறுப்புக்கள் உடல் முழுவதிலும் பரம்பிக் கிடக்கின்றன. உதாரணமாக, இவ்வகைப் புலனுறுப்புக்கள் நீர்

இளைப்புற்றிருப்ப தெப்போதென்றும், பசியாக அல்லது தாகமாகவிருப்ப தெப்போதென்றும், அன்றேல் இரைப்பை அளவுக்கதிகமாக நிரம்பி யிருப்ப தெப்போதென்றும் உமக்கு அறிவிக்கும். இவ்வாறே உமது அவயவங்களின் அசைவுகளையும் நிலைமையையும் உணருதற்குக் கண்கள் திறந்திருக்க வேண்டியதில்லை; ஏனெனில், இச் செய்தியை உமக்குத் தர அகப் புலனுறுப்புக்களால் முடியும்.

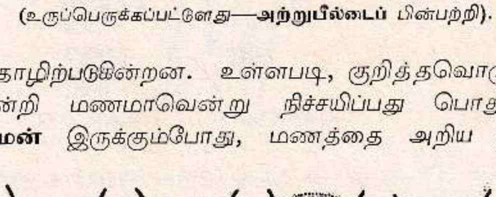
சுவைப்புலனும் மணப்புலனும்

சுவைப் புலனுறுப்பு நாக்கிலும், வாசனைப் புலனுறுப்பு மூக்கின் மேற் பாகத்திலும் உண்டு. இவ்விரண்டு உறுப்புக்களும் பெரும்பான்மையாக



உருவம் 89. மனிதநாவின் சுவையரும்புக் கூடாகச் செல்லும் வெட்டுமுகம். (உருப்பெருக்கப்பட்டுளது—**அற்றுபீல்டைப்** பின்பற்றி).

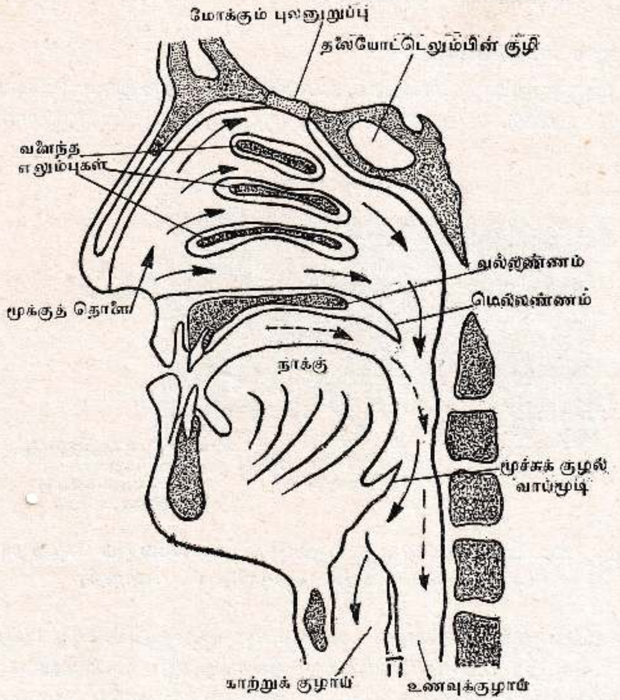
ஒருமித்துத் தொழிற்படுகின்றன. உள்ளபடி, குறித்தவொரு புலனுணர்வு **சுவையா**, அன்றி மணமாவென்று நிச்சயிப்பது பொதுவாக அரிது. **மூக்கிலே தடிமன்** இருக்கும்போது, மணத்தை அறிய முடியாதிருத்த



உருவம் 90. மனிதநாவின் சுவை உணர்ச்சிக்குரிய பிரதேசங்களைக் காட்டும் வரைபடம்.

லோடு, உணவின் சுவையும் நன்றாக உணரப்படாது. உணவுகளின் ' சுவை ' யைப் பற்றி எங்களுக்குள்ள கருத்துக்கள், அவ்வுணவுகளின் சிறப்பியல் பான மணத்தையும் அடக்கியிருத்தலே இதற்குக் காரணமாகும்.

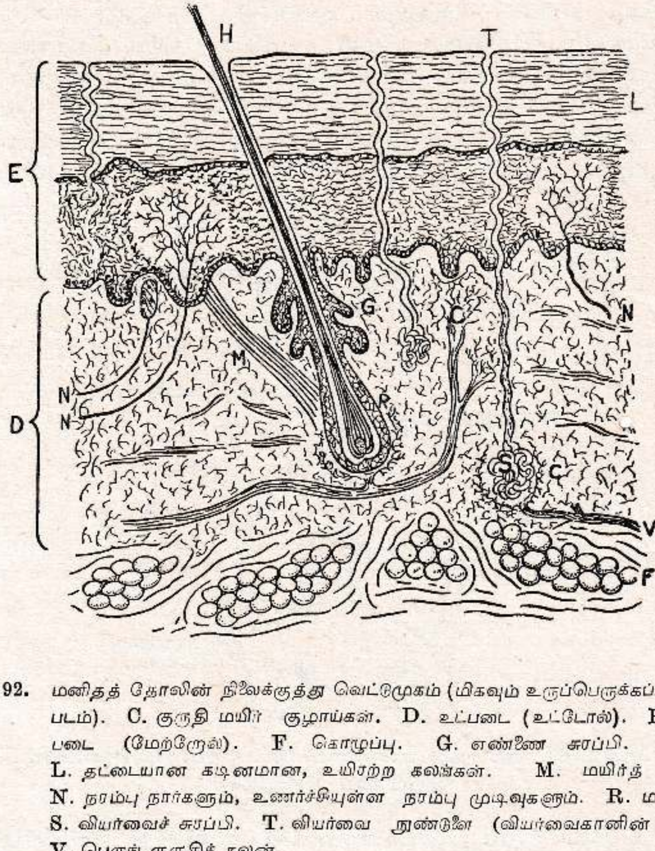
நாக்கின் மேற்புறத்து மேற்பரப்பின் மீதும் வாய்க்குழியின் பிற பாகங் களினுமுள்ள நுண்புடைப்புக்களில் அமைந்துள்ள சுவையரும்புகளெனப்படும் உணர்ச்சியுள்ள நரம்புக் கலங்களின் விசேடமான தொகுதிகளைக் கொண்டே நாம் சுவைக்கின்றோம். இச்சுவையரும்புகள் நரம்பு நார்களால் மூளையோடு தொடுபட்டிருக்கின்றன. 89 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க.



உருவம் 91. *தலையின் நிலைக்குத்து வெட்டுமுகம்* (குலிக, பொன்டு ஆகியோரைப் பின்பற்றி). புள்ளியிடப்பட்ட அம்புகள் உணவு, நீர் ஆயன செல்லும் பாதையைக் காண்பிக்கின்றன. கரிய அம்புகள் உள்ளிழுக்கப்பட்ட காற்றினைக் காண்பிக்கின்றன,

உமிழ்நீரிற் கரைந்துள்ள பதார்த்தங்களை மாத்திரஞ் சுவைத்தறிதற்கு உதவுகின்ற இச்சுவையரும்புகள் நான்கு வகையின. ஒவ்வொரு வகையும் **இனிப்பு, புளிப்பு, கைப்பு, உவர்ப்பு** என்னும் நான்கு தூய சுவைகளுள் ஒன்றேடொத்திருக்கும். அன்றன்றை வாழ்க்கையில் நாம் காணுஞ் சுவைகளுள் அதிகமானவை இம்மூலச் சுவைகளின் சேர்மானங்களேயாம். நால்வகைச் சுவையரும்புகளும் நாக்கின் மீது சமமாகவெங்கும் பரவியிருப்பனவல்ல (90 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இவ்வண்ணமாக, இனிய பொருள்களை இன் சுவையரும்புகள் மலிந்துள்ள நுனி நாக்கினாலேயே

நன்கு சுவைக்கின்றோம்; கைப்புச் சுவைகளோ பிரதானமாக நாக்கின் பிற்பக்கத்தைப் பாதிக்கின்றன. புளிப்புக்கும் உவர்ப்புக்குமுரிய சுவை வரும்புகள் பிரதானமாக நாக்கின் பக்கங்களிலுள்ளன. புளிப்புக்குரிய சுவையரும்புகள் ஒவ்வொரு பக்கத்தின் நடுவிலும், உவர்ப்புக்குரிய சுவையரும்புகள் நாக்கின் நுனிப்பக்கத்தையடுத்தும் பெருந் தொகையாக உள்ளன. வெவ்வேறு சுவைக்கலங்களிலிருந்து மூளைக்கு வருகின்ற கணத்தாக்கை நாங்கள் தனித்த ஒரு சுவையாக உணர்கின்றோம்.



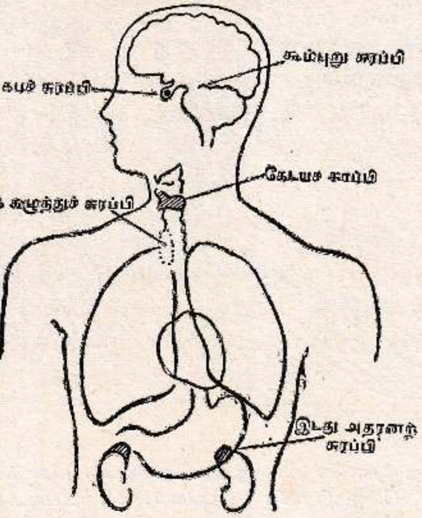
உருவம் 92. மனிதத் தோலின் நிலைக்குத்து வெட்டுமுகம் (மிகவும் உருப்பெருக்கப்பட்ட வரைபடம்). C. குருதி மயிர் குழாய்கள். D. உட்படை (உட்டோல்). E. வெளிப்படை (மேற்றோல்). F. கொழுப்பு. G. எண்ணெய் சுரப்பி. H. மயிர். L. தட்டையான கடினமான, உயிரற்ற கலங்கள். M. மயிர்த் தசைகள். N. நரம்பு நார்களும், உணர்ச்சியுள்ள நரம்பு முடிவுகளும். R. மயிர்க்குளி. S. வியர்வைச் சுரப்பி. T. வியர்வை நுண்டுளை (வியர்வைகானின் வாயில்). V. பெருங் குருதிக் கலன்.

மூக்குக் குழியின் மேற்பாகத்திலுள்ள சதுர வடிவமானவொரு மணப்பிடத்திலிருக்கின்ற, உணர்ச்சியுள்ள விசேடமான மயிர்க் கலங்களால் மணத்தை முகருகின்றோம் (91 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இக்கலங்கள் நரம்பு நார்களினால் மூளையுடன் தொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மூக்கினூடாகக் காற்று உள்ளே போக, அதனிலுள்ள தீர்க்கமான மணமுள்ள

யாதும் மாசுகளால் இவ்வுணர்ச்சிக்கலங்கள் தூண்டப்பட, நரம்பு நார்கள் வழியாகத் தூண்டலொன்று மூளைக்கு அனுப்பப்படுகின்றது. இத்தூண்டலை ஒரு தனிமணமாகத் தெரிந்து கொள்ளுகின்றோம். (சுவையையும் மணத்தையும் பற்றிய சில எளிதான பரிசோதனைகளைச் செய்வதெப்படியென்று ஆசிரியர் உமக்குச் சொல்லுவர்).

தொடுகை, வெப்பநிலை, நோவு என்பவற்றுக்குரிய புலன்கள்

உடலின் மேற்பரப்பினதிகமான பாகங்களின் மேலுள்ள வெளித்தோலின் கீழ், அதனை அடுத்துத் தொடுகைப் புலனுறுப்புக்கள் உள. இவ்வுறுப்புக்கள் வாயிலாக, எங்கள் சூழலைப் பற்றிய செய்தியை நாம் மிகப் பெறுகின்றோம் (92 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). கண்களை மூடிக் கொண்டே, ஏதேனுமொரு பொருளைத் தொட்டாலும் அது சூடானதா, அன்றிக் குளிரானதா, கடினமானதா, அன்றி மெதுமையானதா, வருத்தக் கூடியதா, அல்லதாவென்று நாம் சொல்லலாம்.



உருவம் 93. சில முக்கிய கானில் சுரப்பிகளின் நிலை (**கோமெசு, கிப்சு** ஆகியோரைப் பின்பற்றி).

(1) சூடு, (11) குளிர், (111) நோவு, (IV) தொடுகை என்னும் நான்கு விதப் புலனுணர்வுகளுள் ஒன்றை மாத்திரம் ஒவ்வொன்றும் உணரவல்ல நால்வகைப் புலனுறுப்புக்கள் தோலில் இருத்தலே இதற்கு நியாயமாகும். இப்புலனுறுப்புக்களிலிருந்து தூண்டல்களை மூளைக்கும் முள்ளந்தண்டு நாணுக்கும் நரம்பு நார்கள் கொண்டு செல்லுகின்றன (தோலின் புலனுறுப்புக்களைப் பற்றி எளிதான சில பரிசோதனைகளை நடத்துவதெப்படியென ஆசிரியர் உமக்குச் சொல்லுவர்).

நோவுக்குரிய புலனுணர்வு எங்களை ஊறுபாட்டினின்றும் பாதுகாக்க உதவுகின்றது. உதாரணமாக, நோவிற்கு ஏதுவாகவுள்ளதிலிருந்து அவயவங்கள் மடக்கி அப்பால் இழுக்கப்படும். உடலில் ஏதும் பிசகிருப்பின், நோவானது அதை எங்களுக்கு அறிவிக்க, சிறுபழுது பெரிதாகிக் கூடிய கெடுதியைச் செய்யுமுன்னர், அதைக் கவனித்து ஆவன செய்யத்தக்கதாக விருக்கும். உதாரணமாக, பல்லொன்று பழுதாகின்றதென்று நோவெங்களுக்குத் தெரியச் செய்ய, அது மேலும் பழுதடையாமலிருக்குமாறு உரிய காலத்தில் ஆவன செய்யலாம். ஊறுபாடு எங்கே உளதென்றும் நோவெங்களுக்கு அறிவிக்கின்றது. ஊறுபட்ட பகுதிக்கு நாங்கள் ஓய்வு கொடுக்குமாறு செய்வதனுற் சுகம் பெறுதற்கும் பழுது பார்ப்பதற்கும் இந்த நோவுணர்வு துணை செய்கின்றது. (சுகம் பெறுதற்குள்ள சிறந்த துணைகளுள் ஓய்வும் ஒன்று).

இரசாயன ஆளுகை—தூண்டுமுட்சுரப்புக்கள்

உடலின் பல்வேறு பகுதிகளை உட்புறத்தே இசைவாக்கல், எப்பொழுதும் நரம்பு மண்டலத்தினுல் நிகழ்வதன்று. இரசாயனப் பதார்த்தங்கள் குருதியோடு சேர்ந்து சுற்றியோடுதலினுலும் இசைவாக்கல் நிகழுகின்றது. இந்த 'இரசாயனத் தூதர்களைத்' **தூண்டுமுட்சுரப்புக்கள்** என்பர். இவை சிறப்பாகவுள்ள கானிலாச் சுரப்பிகளாற் குருதியருவியினுள்ளே அனுப்பப்படுகின்றன (93 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). உதாரணமாக, சதையமானது ஓயாது சதையச்சாற்றைச் சொரிந்து கொண்டிருப்பதில்லை. ஆனுல், சமிக்கவேண்டிய உணவு சிறுகுடலினுள்ளே இருந்தால் மாத்திரம் அது சதையச்சாற்றைச் சொரியும். இரைப்பையினுள்ளிருந்து சிறுகுடலினுள்ளே உணவு போகும் போதெல்லாம், சிறுகுடலின் சுவரினுள்ள கலங்கள், குருதியருவியினுள்ளே செலுத்தப்பட்டு உடலைச் சுற்றிக்கொண்டு செல்லப்படுகின்ற, தூண்டுமுட்சுரப்பை உண்டாக்குகின்றன. இந்தத் தூண்டுமுட்சுரப்பைக் கொண்ட குருதி சதையத்தைப் போயடைந்ததும் அச் சுரப்பியை அது தூண்ட, சுரப்பி சதையச் சாற்றைச் சொரியும். அதே தூண்டுமுட்சுரப்பானது கல்லீரலிலிருந்து பித்தவோட்டத்தைத் தூண்டுகின்றது.

பெண் முலையூட்டிகளில், கருவுற்ற முட்டைக் கலம் உடலினுள்ளே விருத்தியாகத் தொடங்கும்போதே, குழவி பிறந்த பின் அதற்குக் கொடுப்பதற்காகப் பாலைச் சுரக்கவல்ல பாற் சுரப்பிகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டும் பிறிதொரு தூண்டுமுட்சுரப்பி உண்டாக்கப்படுகின்றது.

சிறு நீரகங்களுக்கு முன்னுக அவற்றை மருவி 'அதிரனற் சுரப்பிகள்' எனுங் கானில்லாச் சுரப்பிகள் ஒரு சோடியுண்டு. இச் சுரப்பிகள் **அதிரனலின்** எனப்படும் மிக முக்கியமான வேறெரு தூண்டுமுட்சுரப்பை

உண்டாக்குகின்றன. சினம், அச்சம் போன்றனவற்றால் எழுகின்ற கடும் பதைபதைப்பு உண்டாகுமேயானால், குருதியருவியினுள்ளே **அதிரன** லினை அதிரனற் சுரப்பிகள் புகுத்துகின்றன. உடலின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் இந்தத் தூண்டுமுட்சுரப்புப் பரப்பப் படுகையில் ஏறத்தாழ எல்லா உறுப்புக்களும் விசேடமான முயற்சிகளைப் புரிவதற்கு ஆயத்தஞ் செய்யப்படுகின்றன. உதாரணமாக, இதயத் துடிப்பு விரைவாகின்றது; மயிர்த்துளைக் குழாய்கள் விரிகின்றன; குருதியிலுள்ள குளுக்கோசின் கணியங் கூடுகின்றது; வியர்வைச் சுரப்பிகளின் தொழிற்பாடு விரைவாகின்றது; உணவுக் கால்வாயின் தொழிற்பாடு மெதுவாகின்றது.

கழுத்திலேயுள்ள **கேடயச் சுரப்பி**யானது வளர்ச்சியையும் விருத்தியையும் ஒழுங்குபடுத்துகின்ற, ஒருவகைத் தூண்டுமுட்சுரப்பை உண்டாக்குகின்றது. இச் சுரப்புக் குறைவாக விருப்பின், இதையத் துடிப்பும், குருதிச் சுற்றோட்டமும், உடலிழையங்களிற் சுவாசம் நிகழும்போது குளுக்கோசுக்கு ஒட்சியேற்றப்படலுந் தாமதமாகும். இளைஞரிற் கேடயச் சுரப்புக் குறைவுண்டேல், வளர்ச்சியும் எலும்பு விருத்தியுந் தடைப்படுகின்றன. நரம்புத் தொழிற்பாடுங் குறைவெய்துகின்றது. அதன் பேறாக, உளவிருத்தியும் பிற்போக்கடைகின்றது.

மூளைக்குக் கீழேயுள்ள கபச் சுரப்பியுண்டாக்குகின்ற இன்னொரு தூண்டுமுட்சுரப்பும் வளர்ச்சியை ஆளுகின்றது. மனிதருட் ' பெருந் தேகி ' களுக்கு அபூர்வமாகத் தொழிற்படுகின்ற கபச் சுரப்பில்லாதவர் ' குள்ளர் ' ஆவர்.

விரைவான தொழிற்பாட்டுக்கு நரம்பின் ஆளுகையை உடல் உபயோகிப்பதையும், தொழிற்பாடு மெல்லவாக நீடித்து நிகழுமிடத்துத் தூண்டுமுட்சுரப்புக்கள் இரசாயன முறைப்படி அதை ஆளுவதையுங் கவனிக்க.

மிகவுஞ் சிறிய கணியங்களாக உள்ளபோதும் ஆச்சரியமான பேறுகளைத் தருவதன் வழி, தூண்டுமுட்சுரப்புக்கள் உயிர்ச்சத்துக்களை ஓரளவு ஒத்திருக்கின்றன. உள்ளபடி, உடலானது தானாகத் தனக்காக்கிக் கொள்ளமுடியாத தூண்டுமுட்சுரப்புக்களை சீவசத்துக்களென்று கொள்ளலாமெனக் கூறுவாரும் உளர்.

இன்னொரு வகையான இரசாயன ஆளுகை

கழிவுப் பொருள்களாய காபனீரொட்சைட்டாலுஞ் சிறுநீருப்பினாலும் இன்னொரு வகையான இரசாயன ஆளுகை விலங்குகளில் நிகழுகின்றது.

ஆனல், இப்பதார்த்தங்கள் தூண்டுமுட்சுரப்புக்கள் எனப்படுவதில்லை. உதாரணமாக, மயிர்த்துளைக் குழாய்களின் விட்டங் குருதியிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டின் கணியத்தின்படி மாறுகின்றது. உடற்றசைகள் ஓய்ந்திருக்கும்போது, குருதியிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டு மிகவுங் குறைவாகவிருக்க, மயிர்த்துளைக் குழாய்கள் மிகவும் ஒடுக்கமாக விருக்கும். தசைகள் வேலை செய்யும்போது, காபனீரொட்சைட்டானது குருதிக்கு அதிகமாகப் போக, மயிர்த்துளைக் குழாய்கள் விசாலித்துக் குருதி வழங்கலைக் கூட்டுகின்றன. அதே நேரத்தில், காபனீரொட்சைட்டைக் கொண்டுள்ள இந்தக் குருதி மூளைக்குப் போக, நரம்புத் தூண்டல்கள் விலாவெலும்புகளுக்கிடையிலுள்ள தசைகளுக்கும் இடைத்தடுப்புக்கும் அனுப்பப்படும். அப்பொழுது சுவாச வியக்கங்கள் விரைவிலும் ஆழத்திலுங் கூடி நிகழும்.

இவ்வாறே குருதியருவியிற் சிறுநீருப்பு அதிகமாகவுண்டேல், மேலதிகமாகவுள்ள சிறுநீருப்பை நீக்குதற்குச் சிறுநீரகங்கள் வெகுவாகத் தொழிற்படுமாறு தூண்டப்படுகின்றன.

இயல்பூக்கமும் விவேகமும்

கீழ் விலங்குகளின் நடத்தை பிரதானமாக இயல்பூக்கத்திஞல், வழிப்படுத்தப்படுகின்றது. அதாவது, பல்வேறு சந்தர்ப்பங்களில், நடக்கும் விதங்களை அவை பரம்பரை வழிப்பெறும்; என்னென்ன செய்ய வேண்டுமென்று அவை கற்கவேண்டியதில்லையென்பதே. சிலந்தி தன் வலையை எப்படிப் பின்னுவதென்ருே, பறவை தன் கூட்டை எப்படிக் கட்டுவதென்ருே கற்கவேண்டியதில்லை. பாரம்பரியமாக வந்துள்ள வினைப் பிரதிச் செயலை ஒத்ததெனினும், இவையிரண்டுக்குஞ் சில முக்கியமான பேதங்களுண்டு. சடுதியான உரத்த சத்தத்தை நாய் கேட்டதும் துள்ளிப் பாய்தல் அந்தச் சத்தமாகிய தூண்டலுக்கு அதன் மறிவினைப் பிரதிச் செயலே. ஆனல், அந்த நாய் ஒரெலி கீச்சிடுவதைக் கேட்குமாயின் அதன் செயல் அந்தச் சத்தமாகிய தூண்டலுக்கு மாத்திரம் பிரதிச் செயலாகாது; அச் சத்தம் நாய்க்கு என்ன கருத்தைக் கொடுக்கின்றதோ அதற்கும் பிரதிச் செயலாகும். எலியொன்றிருக்கின்றதென்று நாய்க்குக் காட்டும் ஒரு குறியாக அது விருக்கின்றது. அப்பொழுது நாயின் முயற்சியானது, அதன் தசைத் தொகுதியொன்று சுருங்குமளவில் நிற்காது, எலியைத் தேடிக் கண்டு பிடிப்பதை நோக்கமாகக் கொண்டு செய்வதாகும். இஃதெவ்வாருயினும், மேலான விலங்குகளிலாகுதல் இயல்பூக்க நடத்தையானது அறிவோடு

கூடி நிகழுமென்றும், அறச் சிக்கலான மண நிகழ்ச்சிகள் அதனுடன் சேர்ந்து நிகழுமென்றும் நாம் நம்புதற்குப் போதுமான நியாயங்களுள. ஆனால் மூலாதாரமான பண்ணென்னவெனில் கீழான விலங்குக்குக் **கல்லாமல்** என்னென்ன செய்ய வேண்டுமென்பது தெரியுமென் பதே.

கீழான விலங்குகளின் நடத்தை பிரதானமாக இயல்பூக்கத்தைப் பொறுத் தது. அனுபவத்தின் மூலம் ஒரு விலங்கு கற்கவல்லதாயின், அதற்கு விவேகமுண்டு என்பர். பூச்சிகளைப் போன்ற மிகவுங் கீழான விலங்குகள் தாமும் முற்றாக விவேகமில்லாதனவாகா எனப் பரிசோதனைகள் காட்டு கின்றன. உதாரணமாக, மஞ்சணிறக் கொள்கலனிலிருந்தே தேனைப்பெறல் வேண்டுமென்றும், வேறெந்த நிறப் பாத்திரத்திலிருந்தும் பெறக்கூடா தென்றும் தேனீக்கள் பயில வல்லன. முலையூட்டிகளுக்குக் கீழாகவுள்ள விலங்குகளெல்லாஞ் செயல்களைப் புரியும்போது விவேகமானது அற்ப பங்கே கொள்கின்றது போலும். நாயும் பூனையும் கூப்பிட வந்து கொடுக்கு முணவை உண்ணுதல் போன்ற எளிதான பல கருமங்களை விரைவாகக் கற்கின்றன. உருளியொன்றின் மேலாகப் போய்க் கதவின் கொளுவி யோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு கயிற்றை இழுத்துத் தங்களை ஒரு கூட்டிலிருந்து விடுதலையாக்குமாறு எவ்வாறென அவை கற்கவல்லன வென்று பரிசோதனைகள் காட்டியுள்ளன.

கீழான விலங்குகளிலிருந்து மனிதன் அவனுடைய மேலான விவேகத் தினாலும் பகுத்தறியுமாற்றலினாலும் வேற்றுமைப்படுகின்றான். விவேகத் துக்கும் பகுத்தறிவுக்குமுள்ள பேதத்தைப் பின்வருமாறு விளக்கிக் காட்ட லாம். ஒரு கயிற்றை இழுத்துக் கூட்டின் கதவைத் திறக்கலாமென்று குரங்கு கற்கின்றது. முதல், கயிற்றை இழுக்கக் கதவு திறக்குமென்று தற்செயலாகவே அது கண்டுபிடித்தது. விவேகமுள்ளதாதலின், அடுத்த முறை இதை நினைவுகூர்ந்து, முரட்டுத்தனமாக எப்படியாயினுங் கூட்டி லிருந்து தப்பி வெளியே போக முயலாமல், கயிறெங்கே இருக்கிறதென்று தேடி அதைப் பிடித்திழுக்கின்றது. குரங்கிற்குப் பகுத்தறியுமாற்றல் உண் டெனில், கயிற்றை இழுத்தாற் கதவு திறக்குமென்று அது கண்டறிவது மாத்திரமன்றி ஏனிப்படிக் கயிற்றை இழுக்கக் கதவு திறக்கின்றதென்றும் அதற்கு விளங்கும். அதாவது, பொறிமுறை உபாயங்களைப் பற்றியும், அவை எவ்வாறு தொழிற்படுமென்பதைப் பற்றியுஞ் சில பொதுக் கருத்

துக்களை அது அறிய வல்லதாக இருக்குமென்பதே. விவேகம் மாத்திர முள்ள விலங்கிலும் பகுத்தறியுமாற்றலுள்ள விலங்கு, முன்னர் அது பழகியறியாத சந்தர்ப்பங்களில், கூடிய திறமையோடு நடக்க வல்லதென் பது தெளிவு. சரியான வழியைத் தப்பித் தவறித் தற்செயலாகக் கண்டு பிடிப்பதற்குப் பதிலாக, புதியவொரு சந்தர்ப்பத்துக்கு ஏற்றவாறு, ஏறக் குறைய இதேமாதிரியான வேறு சந்தர்ப்பங்களில் முன்னர் கையாண்டு சரிவந்த செய்கைகளை, எவ்வாறு மாற்றலாமென அது எண்ணித்துணிய வல்லதாகும். வாலில்லாக் குரங்குகளுக்குப் பகுத்தறியுமாற்றல் சிறிது உண்டென்று பரிசோதனைகள் காட்டியுள. நாய்க்கும் பூனைக்கும் இவ் வாற்றல் மிக அற்பமாக உண்டெனத் தோற்றுகின்றது.

இஃதெவ்வாறுயினும், ஏனை விலங்குகளெல்லாவற்றிலும், மனிதன் தன்னுடைய பகுத்தறியுமாற்றலின் விசாலத்தைப் பொறுத்தமட்டில், தனிச் சிறப்புடையவனாக விளங்குகின்றான். மனிதனுக்குள்ள பேச்சுத் திறன் அவனுடைய பகுத்தறியுமாற்றலுக்குப் பேருதவியாக இருக்கின்றது. எவ் வாறெனின், நெடும் பெருக்கற் கணக்கொன்றைச் செய்தற்கு எண் குறிகள் இன்றியமையாதனவாய் இருப்பது போன்று, சிக்கலான கருத்துக் களையுஞ் செவ்வையாக அறிவுறுத்தற்குச் சொற்கள் இன்றியமையாத் துணையென்க. அன்றியும், மக்கள் தம் கருத்துக்களையும் அனுபவங்களை யும் தம்மிடையே பகிர்ந்து கொள்ளவும், அவற்றைச் சந்ததி, சந்ததியாக விட்டுப் போகவும், மொழி அவர்களுக்கு உதவுகின்றது. கல்வித் துறையில் மிகவும் முக்கியமான காரணிகளுள் இதுவொன்றாகும்.

(இரண்டாம் பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சி நூலில் 81–82 பக்கங்களில் இவ்வதிகாரத்திற்குரிய அப்பியாசங்களைக் காண்க).

அதிகாரம் 9

உயிருள்ளவற்றின் வளர்ச்சியும் இனப்பெருக்கமும்

உயிருள்ளனவெல்லாம் வளருகின்றன. இவ்வதிகாரத்தில் **வளர்ச்சி** என்னும் பதத்தின் விஞ்ஞானக் கருத்தை விளக்குவாம். அன்றன்றை வாழ்க்கையில் அதற்கு வழங்கும் மிக வெளிதான கருத்து 'பருமனிற் கூடுதல்' என்பதாம். இக்கருத்திலாயின், உயிரில்லாதன பலவும் வளரக் கூடும். உலோகச் சட்டமொன்றைச் சூடாக்க அது நீளத்தில் 'வளருகின்றது.' கறியுப்புப் பளிங்கொன்றை, நிரம்பிய உப்புக் கரைசலில் வைத்து, ஆவியாக்கல் முறைப்படி அதைச் செறிவுள்ளதாக்க, அப்பளிங்கு பருமனில் 'வளரும்'.

பளிங்கொன்று வளரும்போது, பருமனிலும் நிறையிலுமே அது கூடுகின்றது. அதன் கேத்திரகணித வடிவம் மாருதிருக்க, மேற்பரப்பிற் புது மூலக்கூறுகள் வந்து சேருவதனுல் அது பருமனிற் கூடுகின்றது. இம் மூலக்கூறுகளை (கரைத்து) அகற்றினுல் பளிங்கு பருமனிற் குறையும். இன்னும், சூடாக்கப்பட்ட உலோகச் சட்டம் வளர்தற்குக் காரணம், அதன் மூலக்கூறுகளின் இடைத்தூரங் கூடுதலேயாம். அதைக் குளிரச் செய்தால் பழைய வடிவத்தையும் பருமனையும் அது மீட்டும் பெறுகின்றது. ஆயின், உயிருள்ளதொன்று வளரும்போது, அதன் பருமனும், (வழக்கமாக) நிறையுங் கூடுவதோடு, வேறு பல மாற்றங்களும் நிகழுகின்றன. உதாரணமாக, புதிய **(அனேகமாக வேறு விதமான) கலங்கள் உண்டாகின்றன ;** சேதனப் பொருளின் அகமும் புறமும் **வடிவத்தில்** மாற்றமெய்துகின்றன ; உடலினுள்ளே புதுப் பொருள்கள் கொண்டு போகப்பட்டு, சிக்கலான புதுப் பதார்த்தங்களாக, அவை **தன்மயமாக்கப்படுகின்றன.** உயிருள்ளனவற்றின் உள்ளபடியான வளர்ச்சியானது, புது முதலுருவையும் புதுக் கலங்களையும் ஆக்குதலோடு, அக்கலங்களின் அமைப்பிலுந் தொழிற்பாட்டிலும் (அல்லது **வகையீட்டிலும்**) மாற்றமும் எய்துவதாகும். இது மீளா நிகழ்ச்சியாகும்.

விலங்குகளிலுந் தாவரங்களிலும் வளர்ச்சி பெரும்பான்மையும் ஒரே விதமான நிகழ்ச்சியாயினும், முக்கியமான ஒரு பேதமும் உண்டு. தாவரங்கள் பிரதானமாகத் தங்கள் முனையிடங்களில்—வேர்களின் நுனிகளிலும், அங்குரங்களின் நுனிகளிலுள்ள முனையரும்புகளிலும்—வளருகின்றன. சில மரங்களிலுஞ் செடிகளிலும், சிறப்பான ஒரு வகை இரண்டாம் வளர்ச்சியின் காரணமாகத் தண்டுகளும் வேர்களும் **தடிப்பில்** அதிகரிக்கக்கூடும். என்றுலும், இவ்வளர்ச்சி எங்கணும் நிகழாது. குறித்த சிலவிடத்தில் மாத்திரம் நிகழும். விலங்குகளோ இவ்வாறு வளர்வதில்லை. அவை

களுக்குள்ள வளர்ச்சி 'உடலடங்கலும்' நிகழும் வளர்ச்சி ; அதாவது, அவற்றின் உறுப்புக்கள் யாவும் ஒரே காலத்தில் (வெவ்வேறு வீதத்தி லெனினும்), உடல் பருவமுறுமட்டும், அல்லது **முதிர்ச்சியெய்துமட்டும்** வளருகின்றன. இவ்வாறு, மனிதனுக்கு ஏறக்குறைய 20 வயதாக அவன் வளர்ச்சி 'நின்றுவிடுகிறது'. மரமொன்று 1000 வயதுடையதாயினும் அதன் தண்டிலும், வேர்நுனிகளிலும், அடிமரத்தின் தடிப்பிலும் ஊக்க மான வளர்ச்சியை நாம் காணல் கூடும். இப்பேதம் எப்பொழுதும் இவ்வாறு துலக்கமாக இருக்காது. ஓராண்டு தாவரங்கள் பலவற்றில், தண்டு நுனிகள் பூக்களாக விருத்தியெய்த, தாவரங் குறுகிய ஆயுட் காலத்தை உடைத்தாக இருக்கலாம்.

முதிர்ச்சி வந்தெய்தியதும் விலங்கொன்று வளராதொழியுமென்பது பூரணமான உண்மையன்று. அப்பொழுது அது பருமனிற் பெருக்காது, அல்லது வடிவத்தில் மாறுதெனினும், சில விதமான வெளிப்படை வளர்ச்சி இன்னமும் நிகழுகின்றது. உதாரணமாக, மேற்பரப்பிலுள்ள மயிரும் நகங்களும் வளரக் காணலாம். அன்றியும் ஓயாது புதுக் குருதிக் கலங்களையும் புதுத் தோற் கலங்களையும் விலங்கு ஆக்கிக் கொண்டிருக் கின்றது. முதிர்ச்சியடைந்த உடலின் ஒவ்வொரு பகுதியும் ஓயாது தேய்ந்து போகும். அப்பகுதிகளினிடத்தைப் புதிதாக வளரும் இழையம் எடுக்கின்ற தென்பது உண்மையாகவிருக்கலாம். எனவே, பருவமுற்ற விலங்கிலும் முதிர்ச்சியடைந்த தாவரப் பகுதிகளிலும் வளர்ச்சியானது பொதுவான தேய்வை நிவிர்த்தியாக்குதற்குப் போதுமான அளவுக்கே தொடர்ந்து நிகழுமெனக் கூறுதல் பொருத்தமுடைத்து.

தாவரங்களின் வளர்ச்சி

வித்துக்களைக்கொண்டு நாம் பரிசோதனைகள் செய்து தாவரங்களின் வளர்ச்சியை ஆராய்தல் எளிது. ஒவ்வொரு வித்திலும் நுண்ணிய மூல வுருத் தாவரமொன்றும், சேதனவுறுப்பு உணவுப் பொருள் சிறிதும் உண்டு. வேண்டிய வசதிகளைக் கொடுத்தால், மூலவுரு விரைவில் நாற்றாக வளர்ந்து, ஈற்றில் முதிர்ச்சியெய்திய (ஆனால், இன்னமும் வளருகின்ற) தாவரமாகின்றது. வித்தின் தொடக்க வளர்ச்சி 'முளைத்தல்' எனப்படும். இந்த முறையைப் பற்றி நாம் முதலாம் நூலில் 4 ஆம் அதிகாரத்திற் கற்றுள்ளோம்.

ஈரமிலா நிறையில் வளர்ச்சி

உண்மையான வளர்ச்சியுடன், கலங்கள் தொகையிற் கூடுதலும், புது முதலுருவுண்டாதலும் நிகழுமென்று முன்பு கற்றுள்ளோம். ஆதலின், ஈரமிலா நிறை (அதாவது, நீரை நீக்கிய பின்னர் தாவரத்துக்குள்ள நிறை) கூடுமென நாம் எதிர்பார்த்தல் இயல்பே. **புது நிறை**யிலும் நாம் பெருக்

கத்தை எதிர்பார்ப்போம். ஆனால், விசேடமாகத் தாவரங்களில், வளர்ச்சி ஒருபுறமிருக்க, புது நிறையானது (உதாரணமாக, தாவரம் வாடும்போது) மாறுகின்றது. தாவரங்களின் வளர்ச்சியினது உத்தமமான அளவினை அவற்றின் ஈரமிலா நிறையிலெழும் மாற்றங்கள் காட்டும்.

செய்து காட்டல்

100 நெல்மணிகளை[1] எடுத்து, அவற்றைக் கனலடுப்பில், 100° ச. இல், 24 மணி நேரஞ் சூடாக்கியபின் நிறுக்க. 100 நெல்மணிகள் கொண்ட ஒரு சாதாரணமாதிரியின் ஈரமிலா நிறையை இது தருகின்றது. இது போன்று ஒவ்வொன்றும் 100 நெல் மணிகளைக்கொண்ட சாதாரண மாதிரிகள் நான்கை எடுத்து, அவற்றின் ஈரமிலா நிறைகளை (அ) 3 நாட்கள் (ஆ) 7 நாட்கள் (இ) 14 நாட்கள், (ஈ) 21 நாட்கள் வரை அவை ஒளியில் முளைத்த பின்னர், முன்போலவே அவற்றின் ஈரமிலா நிறைகளைக் காண்க. வித்துக்களை, ஒரு நாள் முழுவதும் நனைத்து வைத்தபின்னர், தளர்வான மூடிகளையுடைய சாடிகளுள் ஈரமான வடிதாளின் மீது, முளைக்க வைத்தல் வேண்டும். வளருங் காலத்தில், அவற்றை ஈரமாக வைத்திருந்து, பின்னர், 100° ச. இல் 24 மணி நேரத்துக்கு அவை வடிதாளின் மீதேயிருக்க (வேர்கள் வடிதாளில் ஒட்டிக்கொள்ளும்) உலர்த்துக. நிறுத்துப் பெறும் ஒவ்வொரு நிறையிலுமிருந்து அதே வடி தாளின் சாதாரண மாதிரியொன்றின் ஈரமிலா நிறையைக் கழித்தல் வேண்டும்.

முளைக்கும் பருவத்தின் தொடக்கத்தில், நாற்றுகள் (வளருகின்றன வெனினும்) மொத்தத்தில் ஈரமிலா நிறையிற் குறைவது காண்பீர். வித்தின் அகத்துள்ள ஒதுக்கவுணவுப் பொருளிலிருந்து அங்குரங்களுக்கும் வேர்களுக்கும் உணவு கொண்டுபோகப்படும்போது, காபோவைதரேற்றின் ஒரு பகுதியை ஒட்சியேற்றமடையச்செய்து, சுவாசம் நிகழ்ந்துகொண்டிருப் பதனாலேயாம் இங்கு விதைகள் ஈரமிலா நிறையிற்குறைய, அங்குரங்களும் வேர்களுங் கூடுகின்றன). காலஞ் செல்ல (இலைகள் பச்சை நிறமானதும்) முழு நாற்றும் ஈரமிலா நிறையிற் கூடத்தொடங்கி, அது வளர்ந்துகொண்டு போக அந்நிறையேற்றமும் படிப் படியாக விரைந்தேறும். இதற்குக் காரணம் புதுணவைப் பச்சையிலைகள் உண்டாக்க, அதன் பேறுகப் புதுக் கலங்கள் வளருவதேயாம்.

நீளத்தில் வளர்ச்சி

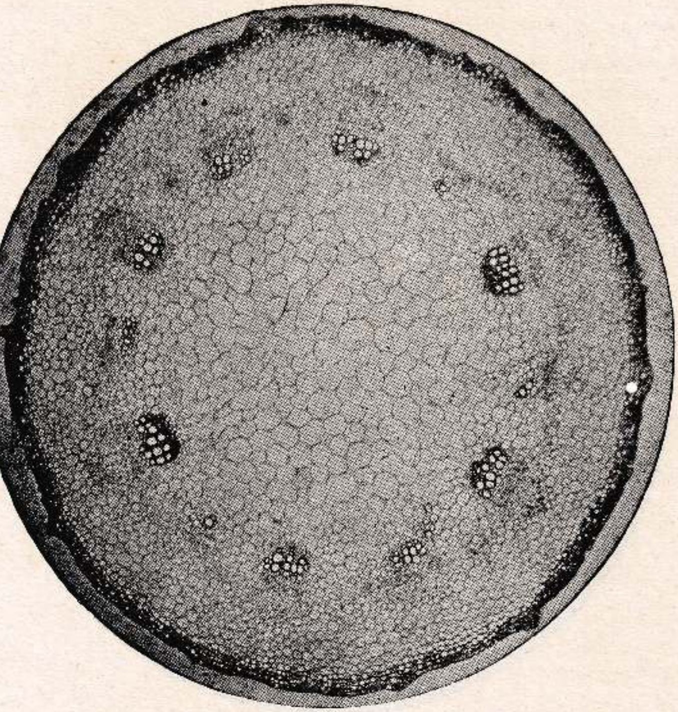
நாற்று வளரும்போது, அதன் உயரமும், அல்லது நீளமும், ஈரமிலா நிறையுங் கூடிக் கூடிப் போகும். வளர்ச்சியினை நீளத்தில் ஏற்படுங் கூடுத லாகக் கொண்டு அளத்தல் சில வகையிற் பயனுடைத்தாகும். ஆனால், ஈரமிலா நிறை வளர அதனோடு எப்பொழுதும் நீளம் அதிகரிப்பதில்லை. இவ்வாறே, ஈரமிலா நிறையில் மாற்றமேதும் நிகழாதிருக்கவும் நீளம் அதிகரிக்கக்கூடும். இதற்குக் காரணம் என்னவெனில், சேதனப் பொரு

[1] Daniel's General Science Book IV

ளின் பருமன் அதனிலுள்ள கலங்களின் தொகையில் மாத்திரந் தங்கி யிராது, தனிக்கலங்களின் பருமனிலுந் தங்கியிருக்கின்றது. தனிக் கலங் களின் பருமன், நீரடக்கத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கேற்பப் பெரிதும் வேறுபடலாம்.

செய்துகாட்டல்

ஒவ்வொன்றுங் கொம்புப் பயற்றம் வித்துக்கள் 20 இனைக்கொண்ட மூன்று மாதிரிகளை எடுக்க. ஒரு மாதிரியை, 100° ச. வெப்பநிலையிலுள்ள கன



உருவம் 94. கலன்கட்டுக்கள் வளையவொழுங்கிலுள்ளதைக் காட்டும் இளஞ்சூரியகாந்திச் செடித் தண்டின் (இருவித்திலையி) குறுக்கு வெட்டு முகம் (மிகவும் உருப்பெருக்கப் பட்டுளது).

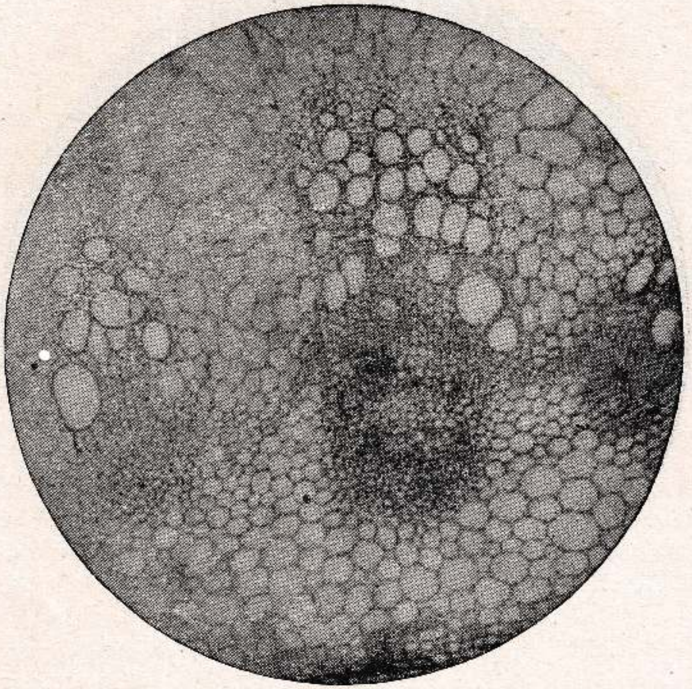
வடுப்பில் உலர்த்தி, ஈரமுலர்த்தியொன்றுள் ஆறவைத்து, பின்னர் அதை நிறுக்க, 20 வித்துக்களின் ஈரமிலா முதனிறை வரும். ஏனையிரு மாதிரிகளுளொன்றை இருளிலும் மற்றையதை ஒளியிலும் முளைக்க வைக்க. இரண்டொரு கிழமைகள் சென்ற பின்னர் ஒவ்வொரு தொகுதியினதும் ஈரமிலா நிறையைக் காண்க. ஒளியில் முளைத்த தொகுதி நீளத்தில்

வளர்ந்திருப்பதோடு, ஈரமிலா நிறையினும் அதிகரித்திருப்பதைக் கவனிக்க. இருளில் முளைத்த தொகுதியானது **நீளத்திற் பன்மடங்கு அதிகரித்திருப் பினும், ஈரமிலா நிறையில் உள்ளபடி குறைந்திருப்பதைக்** காண்க.

இக்குறிப்புக்களை விளக்குக.

தடிப்பில் வளர்ச்சி (தாவரங்களில்)

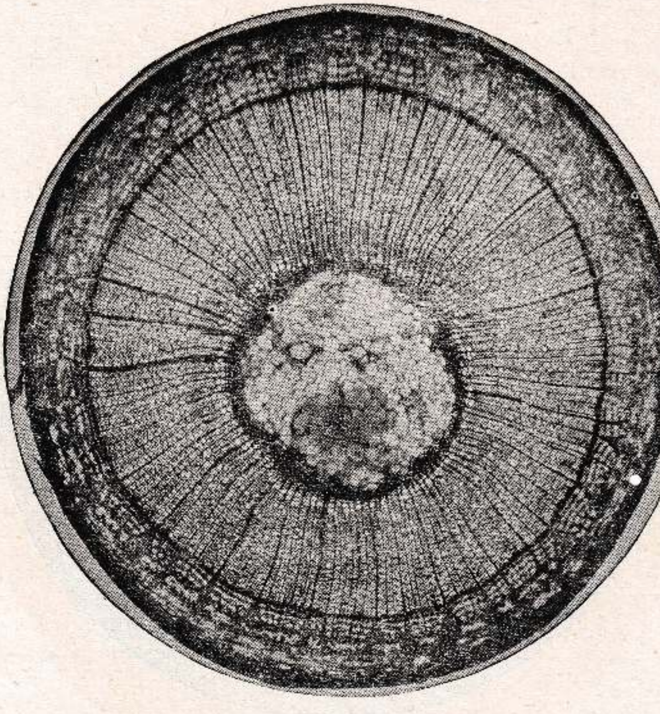
முதலாம் நூலில் **4** ஆம் அதிகாரத்தில், வேரினது நீள வளர்ச்சி முழுவதும் வேர் நுனிக்குச் சற்றுப் பின்னாக நிகழுமென்றும், தண்டினது



உருவம் **95.** கலன்கட்டுகளையும், மாறிழையப்படையையும் காண்பிக்கும், சூரியகாந்தித் தண்டினது குறுக்கு வெட்டுமுகத்தின் ஒரு பாகம் (மிகவும் உருப்பெருக்கப்பட்டுளது).

நீள வளர்ச்சி இளந் தண்டின் நீளத்திற் பெரும் பாகத்தை அடுக்கி நிகழுமென்றுங் கற்றுள்ளோம். முதல் வளர்ச்சிப் பருவத்தின் பின்னர், வைரஞ் செறிந்த இரு வித்திலையிகளின் வேர்களுந் தண்டுகளும் தடிப்பில் வளருவது எவ்வாறெனஇனி ஆராய்வோம். நொய்ய கலங்களாலான உருளையுருவப் படையாகிய மாறிழையமானது வைரத்துக்கும் (காழுக்கும்) நார்ப்

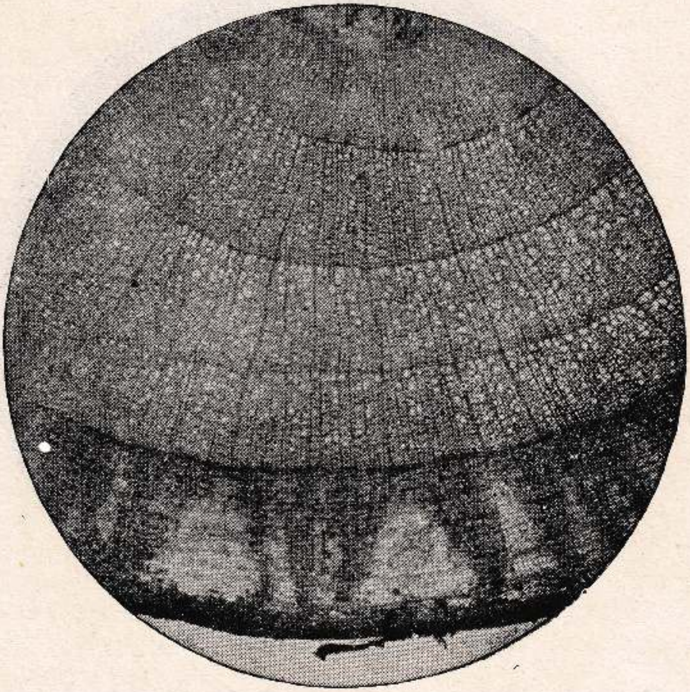
பட்டைக்கும் (உரியத்துக்கும்) இடையில் உண்டாகின்றது. இந்த மாறிழையக் கலங்கள் பெரும்பாலும் மையவுருளைக்குத் தொடுகோட்டு முறையாக அமைந்துள்ள சுவர்களாற் கூறுகளாகப் பிரிகின்றன. மாறிழையப் படைக்கு உட்புறத்தே புதிய காழ்க் கலங்களும், வெளிப்புறத்தே புதிய உரியக் கலங்களும் உண்டாகின்றன. (இஃதெவ்வாறுயினும்,



உருவம் 96. இளம் வைரத்தண்டொன்றின் (இரு வித்திலையியின்) குறுக்கு வெட்டுமுகம். இது, மாறிழையம், ஒரு பூரண உருளையான வைரத்தினூற் சூழப்பட்டுள்ளதைக் காட்டுகின்றது. மாறிழைய வளையமொன்று வைரத்தை, உரியத்தினின்றும் பிரிக்கின்றது, மரப்பட்டையின் வெளிப்படையையும், வைரத்தினூடாகச் செல்லும் கதிர்களையும் கவனிக்க (மிகவும் பெரிதாக்கப்பட்டுளது).

காழினையே அதிகமாக உண்டாக்கும்.) இவ்வாறு, மாறிழையமானது வளருகின்ற வேர்த்தொகுதி உட்கொள்ளும் மேலதிகமான நீரைக் கொண்டு செல்லுதற்கு வேண்டிய கூடுதலான வைரக்கலன்களையும், பெருகுகின்ற இலைகள் தொகுக்கும் மேலதிகமான உணவைக் கொண்டு செல்லுதற்கு வேண்டிய, கூடுதலான நார்ப்பட்டைக் கலன்களையும் கொடுக்கின்றன. தண்டிலே மிகுத்துள்ள வைரமானது புதுக் கிளைகளாலும் இலைகளாலுங் கூடுகின்ற பாரத்தைத் தாங்குதற்குப் பெலத்தையும் அத்தண்டிற்குக்

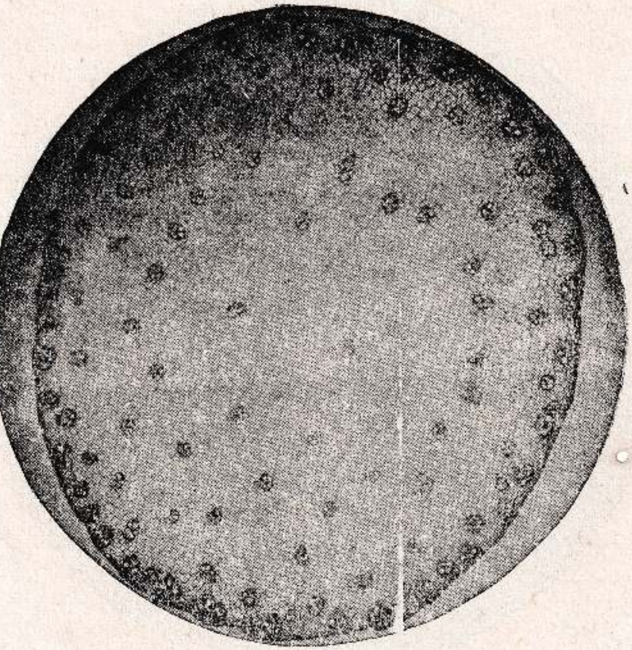
கொடுக்கின்றது. ஆயுள் குறுகிய வைரமிலாத் தாவரங்களுக்கு (மிகவும் பாரமான கிளைகளை ஒருபோதும் வளர்க்காத தாவரங்களுக்கு) முற்றுய் வைர வுருளை—வைரத்தாவரங்களுக்கு வேண்டிய அளவுக்குத் தேவைப்படாது. கலன்கட்கு வளையமொன்றே போதுமானது. இரண்டாம் வளர்ச்சியின் புதுக் கலங்களை, முதிர்ந்த ஒரு சிறிய கிளையின், அல்லது தண்டின் குறுக்கு வெட்டு முகத்தில் எளிதாகத் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஏனெனில், மையத்



உருவம் 97. வளர்ச்சி வட்டங்களையும், கதிர்களையும் காட்டும், பழைய வைரமுள்ள தண்டின் குறுக்கு வெட்டுமுகம். (மிகவும் உருப் பெருக்கப்பட்டுளது).

திலிருந்து ஆரை வீச்சாகப் போகின்ற நிரைகளில் அவை கிடக்குமாதலின் (96 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). வைரப் படைகள் இவ்வாறு ஒன்றன்பின் ஒன்ருகத் தோன்றுகின்றமையினுல், ஒரு மரத்தின் வயதை அதன் அடி மரத்தின் வெட்டு முகத்திற் பெரும்பாலும் மதிப்பிடக்கூடும் (97 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). ஈரப் பருவங்களில், வைரம் விரைவாகவளரும், கலன்கள் மென்சுவருடையனவாக இருக்கும். வறண்ட பருவங்களில் வைரம் மிகவும் மெதுவாக வளர, கலச் சுவர்கள் கூடிய தடிப்புடையனவாக இருக்கும். இவ்வாறு, அடிமரத்தின் குறுக்கு வெட்டுமுகத்தில் வளர்ச்சி வளையங்கள்

பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு வளையமும், ஓரீரப் பருவத்திலும் ஒரு வறண்ட பருவத்திலும் நிகழ்ந்த வளர்ச்சியைக் குறிக்கின்றது. இடை வெப்பக் காலநிலைகளில், ஒரு வளையமானது ஓராண்டு வளர்ச்சியையே பொதுவாகக் குறிக்கும். ஓராண்டில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நன்கு வரையிறுத்த பருவங்களை அயனமண்டலக் கால நிலைகளில், ஒவ்வொராண்டிலும்



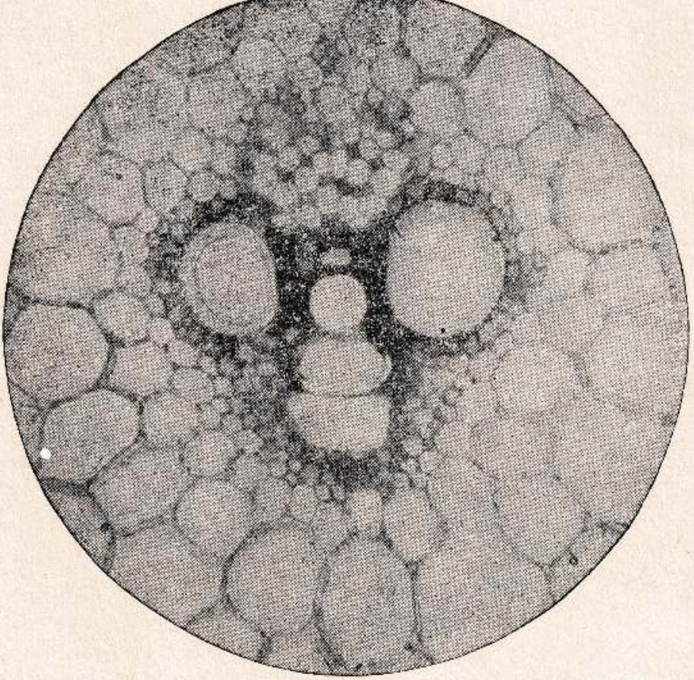
உருவம் 98. சிதறியிருக்கும் கலன்கட்டுகளைக் காட்டும், சோளத்தண்டின் (ஒரு வித்திலையி) குறுக்குவெட்டுமுகம் (மிகவும் உருப்பெருக்கப்பட்டுளது).

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வளையங்கள் உண்டாகக்கூடும். அல்லது, வளர்ச்சி ஒரே சீராக நிகழ, தெளிவான வளையங்கள் கண்ணுக்குப் புலப்படாதிருக்கக் கூடும்.

இழிவு நிறையுடன் உயர்வான வளைக்கும் விசையைத் தாங்க வல்லதாக, வைரத்தை அதன் கலன்களில் குழாய்வடிவமைப்பு ஆக்குகின்றது. ஒரு மரத்தை வெட்டி விழுத்தி, வெட்டுமரத்தை வளைகளாகக் கட்டிடங்களுக்கு உபயோகிக்கும் பொழுது நாம் பயன்படுத்துவதும் இந்தத் தத்துவத்தையேயாம். வித்திலைத் தாவரங்களில் வைரத்தாலும் நார்ப்படையாலுமாய முற்றுய உருளைகள் உண்டாகாதிருக்க கலன்கட்டுக்கள் வேருகவிருக்கும்.

10—R 6038 (11/59)

எனவே, ஒரு வித்திலை மரத்தின் தண்டுகள் வழக்கமாக நார்ப்பற்றுள்ளன வாக இருக்குமாதலின், அதன் வெட்டுமரம் (வைரமும் நார்ப்படையுஞ் சேர்ந்ததாதலின்) மரவேலைக்குப் பயன்படுவது மிகக்குறைவு. ஒரு வித்திலைத் தாவரத்தண்டுகளின் கலன்கட்டுக்களுக்கு **மாறிழையம் இல்லை.** ஆகவே, தடிப்பளவில் வளர்ச்சி அவற்றுக்கில்லை. இவ்விதமான தாவரங்களின்

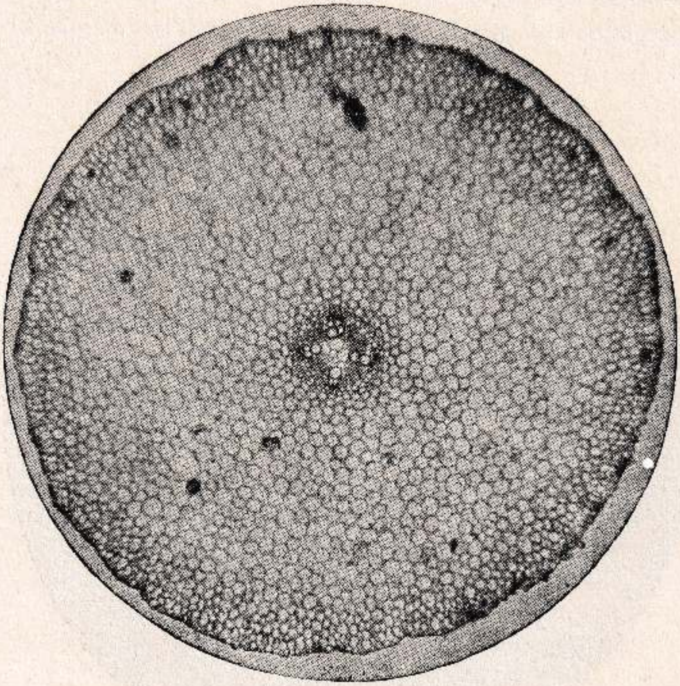


உருவம் 99. 98 ஆம் உருவத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள கலன்கட்டொன்றின் மிகவும் பெரிதாக்கப் பட்ட குறுக்கு வெட்டுமுகம். இக் கலன்கட்டு, காழையும், உரியத்தையுமுடையது. ஆனால் மாறிழையம் கிடையாது. (உரு 95 உடன் ஒப்பிடுக).

(உதாரணமாக, பனை போன்ற தாவரங்களின்) தண்டுகள் அடி நின்று நுனிவரை எறக்குறைய ஒரே விட்டவளவுடையன (98 ஆம் 99 ஆம் உருவங் களைப் பார்க்க).

தடித்த முது வேரின் அமைப்புத் தடித்த முது தண்டின் அமைப்பை ஒத்ததெனினும், இளம் வேரின் உள்ளமைப்பு இளந்தண்டின் உள் ளமைப்பினின்றும் வேறுபடும் (100 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இளம் வேர்களில் வெவ்வேறு வைரநார்க் கட்டுக்களும் நார்ப்படைகளும் ஒன்று

விட்டொன்ருக ஒரு வட்டமுண்டாகுமாறு, அடுக்கப்பட்டிருக்கும். வேரில், இந்த நார்க்கட்டுக்கள் இருவித்திலைத் தாவரத்தண்டிலிருப்பதிலும் மையத்துக்கு அண்மையாகவுள்ளன. இவ்வாறு, அவை உரமானவொரு **மைய வுருளை**யாகின்றன (100 ஆம் 101 ஆம் உருவங்களைப் பார்க்க). இது வேர்களைத் தாக்கும் இழுவிசையைத் தாங்குதற்கு வேண்டிய, பலப்படுத்து மிழை



உருவம் 100. மத்திய உருளையைக் காட்டும், ஒரு இளம் இருவித்திலையியினது வேரின் குறுக்கு வெட்டுமுகம் (மிகவும் உருப்பெருக்கப்பட்டுளது).

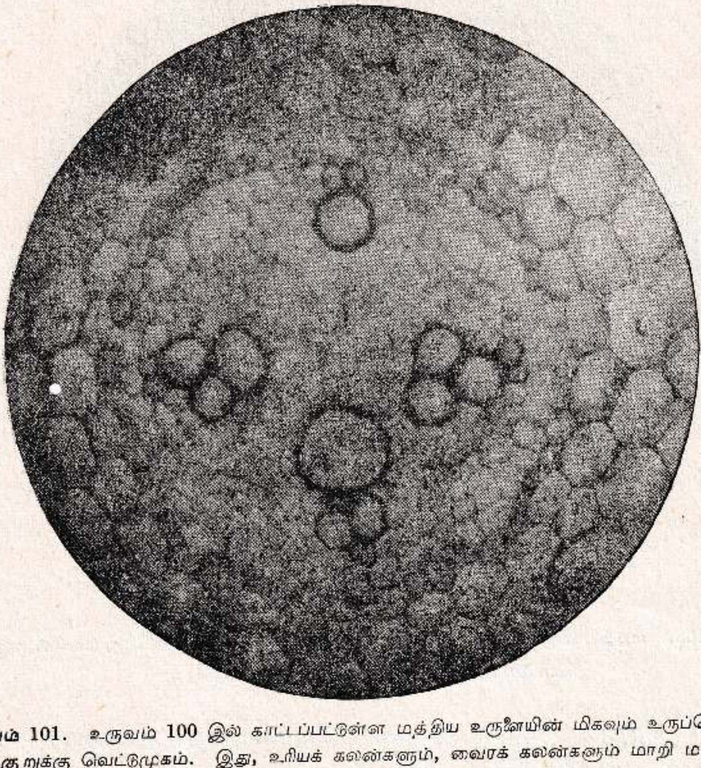
யத்தின் சிறந்த வொழுங்காகும் (வழக்கமாகத் தண்டுகள் வளை விசையைத் தாங்க வேண்டியனவாதலின், அவற்றைப் பலப்படுத்துமிழைய மானது தண்டின் **வெளிப்புறத்துக்குக்** கிட்டவிருக்கு மொழுங்கே சிறந்ததாகும்.)

தண்டினை வேர் சந்திக்குமிடத்தில் வேரின் வைரக் கலன்களும் தண்டின் வைரக் கலன்களும் வந்து ஒன்ருேடொன்று கூட, வேரின் நார்ப் படைக்கலன்களுந் தண்டின் நார்ப்படைக்கலன்களும் ஒன்ருேடொன்று

தொடர்ச்சியாகவிருக்கும். (நுணுக்குக் காட்டி, அல்லது நுணுக்கெறி கருவி கொண்டு, இலை, தண்டு, வேர் என்னுமிவற்றின் வெட்டு முகங்களைப் பரிசோதிக்க.)

வளர்ச்சியளவீடுகளின் செயன்முறை முக்கியம்

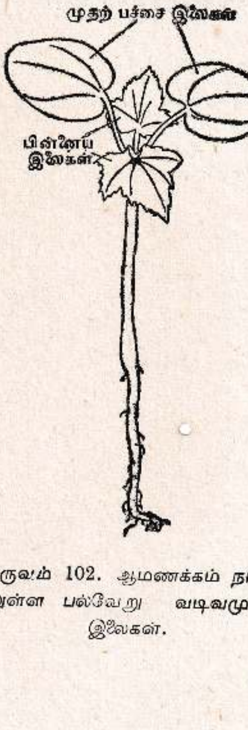
உயிரினவியலார்க்கு வளர்ச்சியளவீடுகள், பலவிதமாகப் பெரிதும் பயன் படும். தாவரங்களில், நீளவளர்ச்சி வீத மாற்றங்களின் காரணிகளை அறி



உருவம் 101. உருவம் 100 இல் காட்டப்பட்டுள்ள மத்திய உருளையின் மிகவும் உருப்பெருக்கப் பட்ட குறுக்கு வெட்டுமுகம். இது, உரியக் கலன்களும், வைரக் கலன்களும் மாறி மாறியிருப் பதைக் காட்டுகின்றது.

வோமேயாயின், தண்டுகள் வேர்கள் என்னுமிவற்றின் இயக்கங்களுட் பல வற்றை நாம் விளக்கவியலும். விலங்கு தாவரம் எனுமிரண்டிலும் நிறையின் வளர்ச்சியைப் பல காரணிகள் பாதிக்கின்றன. அவையாவன, வெப்பநிலை, ஒளி, உணவு, வழங்கல், உயிர்ச்சத்துக்கள், தூண்டுமுட்சுரப்புக் கள் என்பன.

ஆதலின் வேளாண்மை ஆராய்ச்சியாளரும் வைத்திய விற்பனரும், குறித்தவொரு தாவரத்துக்கு, அல்லது விலங்குக்கு மிகவும் வாய்ப்பான நிலைமைகளுண்டா, அல்லவா வென்று கண்டுபிடிப்பதற்கு, வளர்ச்சியை அளப்பர். நாமறிந்திருப்பதுபோல, இந்நோக்கத்தின் பொருட்டு, தாவரங்களின் வளர்ச்சியை **ஈரமிலா நிறையின்** மாற்றத்தைக் கொண்டளப்பதே உத்தமமாகும். தாவரங்களில் நிகழ்வனபோன்ற, 'தெளிவான' நீரடக்க மாற்றங்கள் விலங்குகளிலே நிகழ்வதில்லையாதலின், **புது** நிறையின் அல்லது **உயிர்நிலை நிறையின்** மாற்றங்களை அளந்து வளர்ச்சியை அளத்தல் போதுமானது. இது ஒரெளிதான முறை. அதிற் பெரியவொரு நயமுண்டு. அதாவது ஒரு தொடர்பான வளர்ச்சியளவீடுகளை, (தாவரங்களுக்குப் போன்று) மாதிரிகள் பலவற்றை அளக்காது, முதலெடுத்துக் கொண்ட விலங்குகளையே அளந்தளந்து பார்க்கலாம். என்றாலும், இவ்விதமான வேலையில், உயிருள்ளன வெல்லாவற்றுள்ளும் இயற்கையான வேறுபாடு இருப்பதனால், பரிசோதனையொவ்வொன்றையும் பன்முறை மீட்டும் மீட்டும் நடத்துதல் (அதாவது, வெவ்வேறான பரிசோதனையொவ்வொன்றுக்கும் பலவிலங்குகளை உபயோகித்தல்) இன்றியமையாதது.



உருவம் 102. ஆமணக்கம் நாற்றிலுள்ள பல்வேறு வடிவமுள்ள இலைகள்.

III ஆம் நூலிலுள்ள முதலாம் உருவ வரைப்படம் போசணை பற்றிய பரிசோதனைகளில் வளர்ச்சியளவீடுகளின் பயனை எடுத்துக்காட்டுகின்றது.

வளர்ச்சியும் வடிவமும்

சேதனப் பொருளினது உடலின் வெவ்வேறு பகுதிகளின் வளர்ச்சி வீதங்கள் காலத்துக்குக் காலம் வேறுபடுகின்றமையினால், அது வளர வளர அதன் வடிவம் மாறிக்கொண்டு போகின்றது. உறுப்புக்களின் விகிதசமன்களில் உண்டாகின்ற இம் மாற்றம் பெரும்பாலுந் தெளிவாக இருக்கக் காணலாம். உதாரணமாக, ஆமணக்க நாற்றிலுஞ் சுரை நாற்றிலும் முதிர்ந்த தாவரத்தின் இலைகளினின்று தொடக்கத்திலுள்ள இலைகள் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன (102 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). விலங்குகளிலும், விகித சமன்களைப் பொறுத்தமட்டில், முதிராதனவும் முதிர்ந்தனவும் எத்துணை வேறுபாடு உடையனவென்று நாமறிவோம். உதாரண

மாக, ஒரு சிசுவின் தலையினது நீளம் அதனுடலின் நீளத்தின் காற் பங்காக இருக்க, வளர்ந்த மனிதனுடைய தலை அவனுடலின் நீளத்தின் ஏழிலொரு பங்கேயாம். என்றாலும், விருத்திக் காலத்தில் நிகழும் இவ் வடிவமாற்றம் பூச்சிகளிலும் ஈரூடகவிலங்குகளிலும் மிகவுந் தெளிவாக விருக்கும். இவ்விலங்குகள் தங்கள் வாழ்வில் தீர்க்கமான வெவ்வேறு விருத்திப் பருவங்களைக் கடந்து போகின்றனவாதலின், அவற்றின் உரு மாற்றத்தைப் பற்றி நாம் பேசுவதுண்டு (மூன்றும்நூலின் 3 ஆம் அதிகாரத்தைப்பார்க்க).

அதிகாரம் 10

விலங்குகளும் தாவரங்களும் இனம்பெருக்குதல்

உயிரில்லாச் சடப்பொருளிலிருந்து உயிருள்ளனவற்றைப் பிரித்துக் காட்டும் பிரதானமான சிறப்பியல்பு ஒன்றுண்டு. அது யாதெனில், உயிரில்லாதன தம் மினத்தைப் பெருக்க முடியாதனவாயிருக்க, **உயிருள்ளன அவ்வாறு செய்ய வல்லனவாக இருத்தலே.** அமீபாவையும் பற்றீரியங்களையும் போன்ற மிக எளிதான சில தனிக்கலவுயிரிகளைத் தவிர மற்றெல்லா உயிரிகளும் ஓரெல்லைக்குட்பட்ட காலத்துக்கு வாழ்ந்து முடிவில் **இறந்தொழியும்.** பல தாவரங்களும் விலங்குகளும் முதுமையடையு முன் இளம் பருவத்தே தற்செயலாக இறக்கின்றன. உதாரணமாக, விலங்குகளாற் புசிக்கப்பட்டும், உணவின்மையாலும், ஒட்டுண்ணிகளாற் கொல்லப்பட்டும் அதிகமாக அவை அழிந்து போகின்றன. இவ்வாறு இடையூறுகளால் இறவாது தப்பிப் பிழைக்கும் உயிரிகள் தாமும் முடிவில் முதுமையெய்தி இறக்கின்றன.

மிக எளிதான தனிக்கலவுயிரிகள் நீங்கலாக, தனியுயிரியொவ்வொன்றும் இறப்பது திண்ணம். ஆனால் இனமழிந்து போகாதிருப்பதற்காக இறந்தனவற்றுக்குப் பதிலாகப் புதிய தனியுயிரிகள் ஓயாது உண்டாக்கப்படுகின்றன. இனப் பெருக்கம் நிகழும் போது **மற்றைத் தனியுயிரிகளிலிருந்து பிரிந்த,** உயிர்ப் பொருட்டுண்டுகளிலிருந்து, இப்புதுத் தனியுயிரிகள் உண்டாகின்றன.

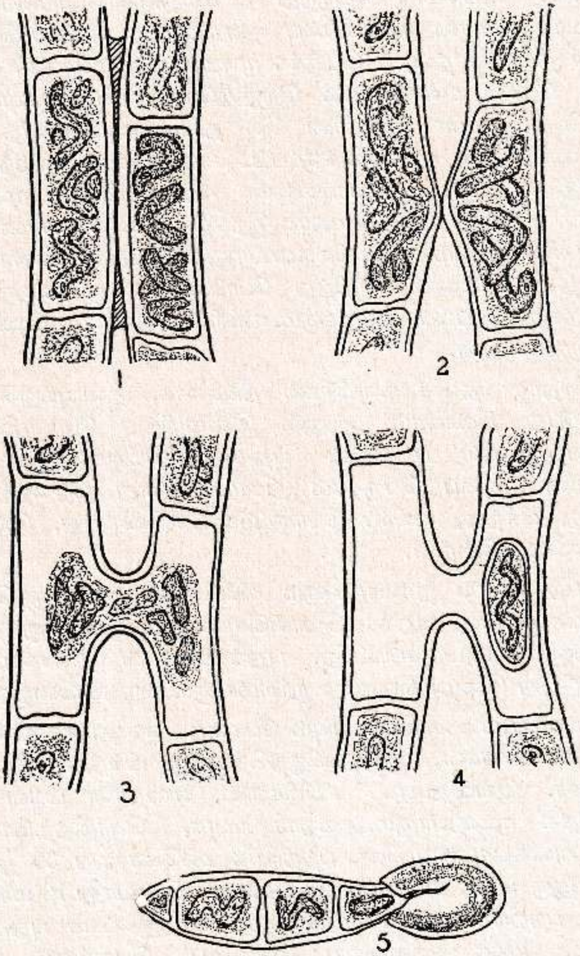
பருமையிற் கூடிய தாவரங்களும் விலங்குகளும் பெருந்தொகையான கலங்களாலானவை. புதுக்கலமொவ்வொன்றும் முன்னிருந்த ஒரு கலத்தின் பிரிவினால் உண்டாக்கப்பட்டது. புதுக் கலங்கள் இணைக்கப் பட்டிருக்க, அவற்றிலிருந்து இழையங்களும் உறுப்புக்களும் உரு வாகின்றன.

பற்றீரியங்களையும் அமீபாவையும் போன்ற, எளிதான தனிக் கலவுயிரிகளில், புதுக் கலங்கள், ஒன்றிலிருந்தொன்று பிரிந்து புதிய தனியுயிரிகளாகின்றன. இவ்விதமாக உயிரிகளில், எளிதான பிரிவு திறன்மிக்க இனப்பெருக்க முறையாகும். உதாரணமாக, பொருத்தமான உணவு போதிய அளவுக்குண்டாயின், பற்றீரியக் கலமொன்று 30 நிமிடத்துக்கு ஒரு தரம் இரு புதுக் கலங்களாகப் பிரியும். இவ்வாறு 10 மணித்தியாலத்தில், ஒரு பற்றீரியக் கலம் ஏறக்குறைய 10 இலட்சம் புதுப் பற்றீரியங்களாகலாம். மிக்க விரைவான இவ்விதப் பெருக்கம் இயற்கையில் அதிகமாகக் காணப்படுவதில்லை. ஏனெனில், வளருங் கலங்களுக்கு வேண்டியவுணவு விரைவிற் குன்றிப் போக வளர்ச்சியுங் குன்றும். ஆனால், இவ்வித விரைவான வளர்ச்சியுந் தொகைப் பெருக்கமும் நிகழக் கூடியதாகவிருத்தல், இறந்துபட்ட தாவரங்களும் விலங்குகளும் விரைவிற்

சிதைந்து போவதையும், பற்றீரியங்களினுல் விளையும் நோய்கள் விரை வாக விருத்தியாவதையும் விளக்குகின்றது.

தாவரங்களின் இனப்பெருக்கம்

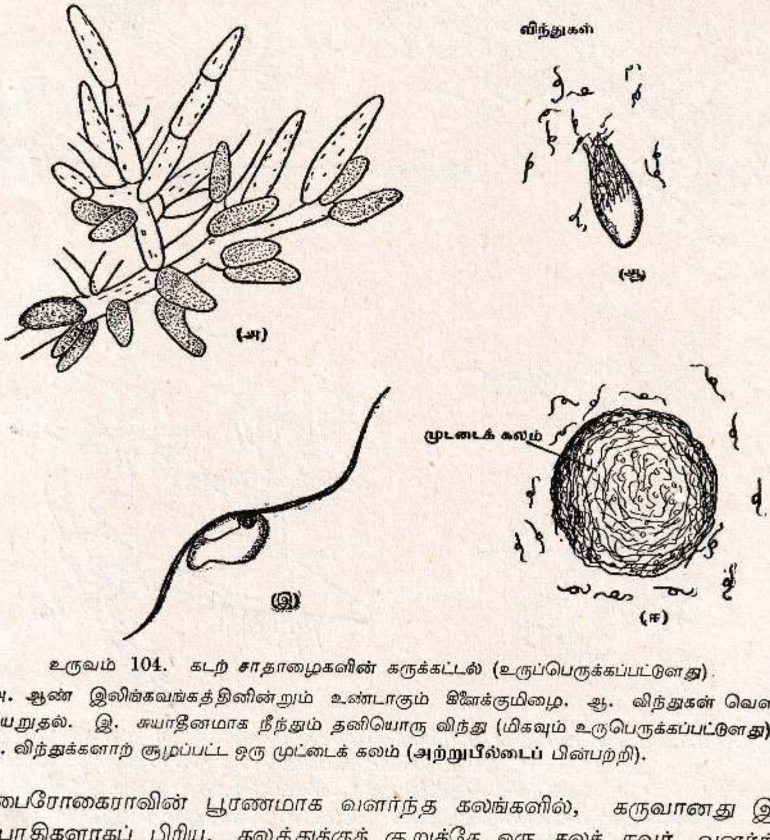
மிக எளிதான இனப்பெருக்கம் **பிரிவினுல்** நிகழ்கின்றது. ஒரு தனி யுயிரி ஒத்தவிரு பாதிகளாகப் பிரிய, அப்பாதிகளிரண்டும் இரு புதுத்



உரு. 103. ஸ்பைரோகைராவின் ஆதிவகையான கலவி இனம் பெருக்கு முறை (உருப்பெருக்கப் பட்டுள்ளது).

1. ஒன்ருகச் சேர்ந்திருக்கும் இழைகள்.
2. கலங்கள் ஒன்றேடொன்று இணைகின்றன.
3. கலவுள்ளடக்கங்கள் புணர்தல்.
4. ஓய்வு காலம்.
5. புதிய தாவரம் முளைத்தல்.

தனியுயிரிகளாக வளருகின்றன. ஆதியான இவ்வினப்பெருக்க முறை மிக எளிதான தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் மாத்திரம் நிகழக்கூடும். தனிக் கலவுயிரிகளிலேயே இது பொதுவாக நிகழ்கின்றது. உதாரணமாக, சுயாதீனமாக நீந்திச் செல்லுந் தனிக்கலத்தாவரங்கள் வழக்கமாக இவ்வாறே தம்மினத்தைப் பெருக்குகின்றன.



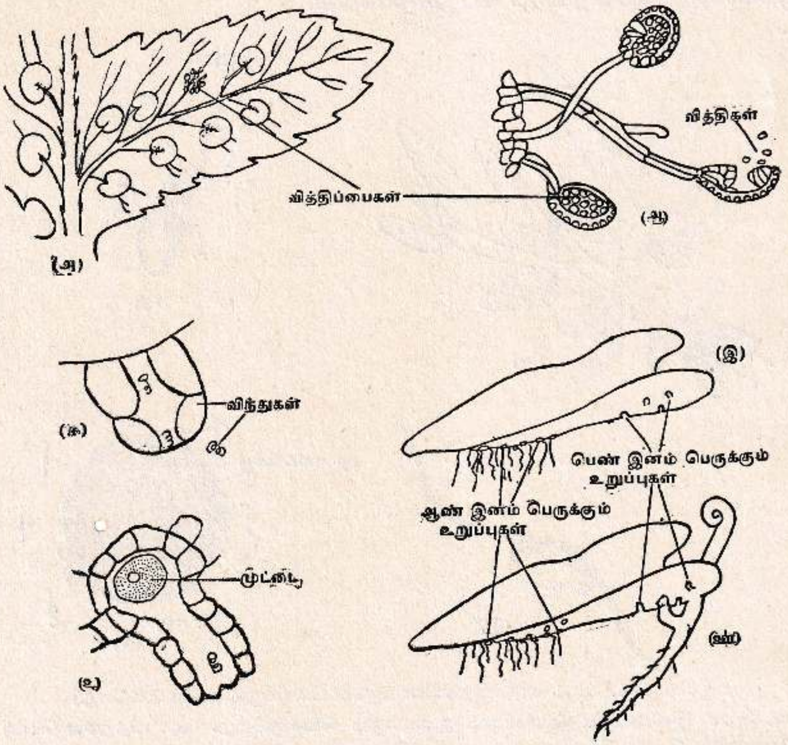
உருவம் 104. கடற் சாதாழைகளின் கருக்கட்டல் (உருப்பெருக்கப்பட்டுளது).
அ. ஆண் இலிங்கவங்கத்தினின்றும் உண்டாகும் இழைக்குமிழை. ஆ. விந்துகள் வெளியேறுதல். இ. சுயாதீனமாக நீந்தும் தனியொரு விந்து (மிகவும் உருபெருக்கப்பட்டுளது). ஈ. விந்துக்களாற் சூழப்பட்ட ஒரு முட்டைக் கலம் (அற்றுபீல்டைப் பின்பற்றி).

பைரோகைராவின் பூரணமாக வளர்ந்த கலங்களில், கருவானது இரு சமபாதிகளாகப் பிரிய, கலத்துக்குக் குறுக்கே ஒரு கலச் சுவர் வளர்ந்து இரு 'மகட் கலங்களை[1]' உண்டாக்கும். இம் 'மகட் கலங்கள்' ஆதியோடந்தமாக இணைக்கப்பட்டிருப்பினும், ஒவ்வொன்றும் உயிருள்ள தனியலகேயாம். புணர்ச்சி அல்லது கருவுறுதலின்றி ஒரு தனித் தாய்க்கலத்திலிருந்து விருத்தியாகு மிவ்வித ஆதியான இனப் பெருக்கம் **பதியமுறையினப் பெருக்கம்**, அல்லது **கலவியிலாவினப் பெருக்கம்** எனப்படும்.

---

[1] கலம் பிரிதலை விளக்கும்போது, 'தாய்க்கலம்' 'சேய்க்கலம்' என்னுந் தொடர்மொழிகளை உபயோகித்தல் இசைவுடைத்து. ஆனால், இம்மொழிகள் 'பெண்' கலங்களைக் குறியாவென்பதை மனத்தே வைத்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

பைரோகைராவில் இன்னொரு விதமான, இரண்டு கலங்கள் பங்குபெறு கின்ற, இனம் பெருக்கு முறையும் உண்டு. பைரோகைராவின் இழை களிரண்டு அக்கம் பக்கமாக இருக்கும்பொழுது, எதிராகவுள்ள இரு கலங்கள் கலச்சுவர்களின் எறியங்களை வீசக்கூடும். இவ்வெறியங்கள்



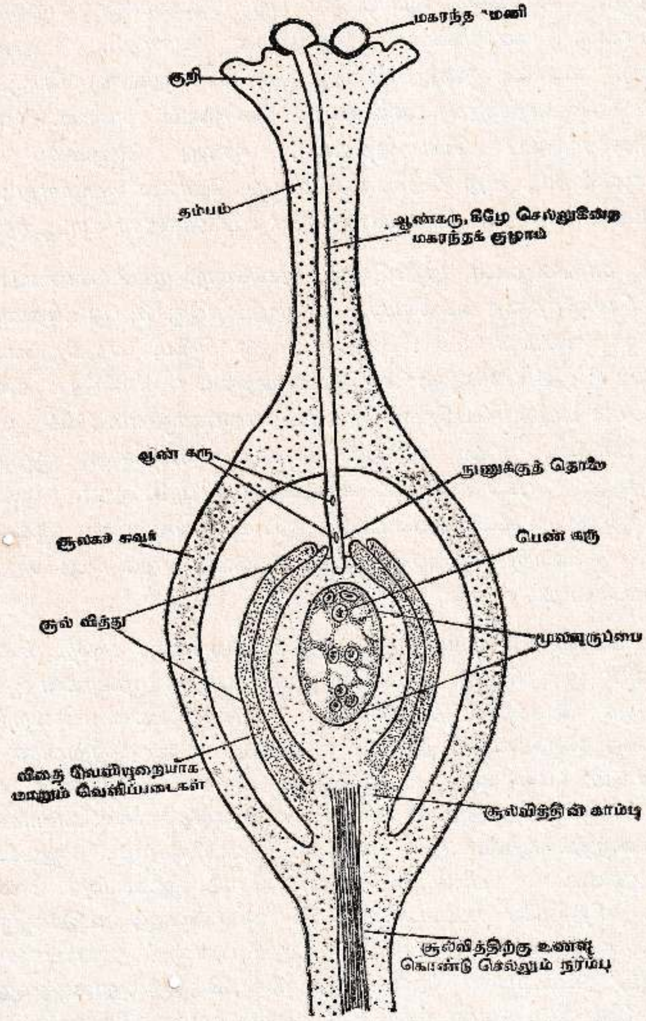
உருவம் 105. பன்னமொன்றின் வாழ்க்கை வரலாறு (வரைபடம்). அ. பல வித்தியுறைகள் உள்ள தொகுதிகளைக் காண்பிக்கும், பன்னமொன்றின் சிறிலையின் கீழ்ப்பாகம் (ஒரு வித்தியுறை மூடியில்லாது காணப்படுகிறது). ஆ. உருப்பெருக்கப்பட்ட மூன்று வித்திப் பெட்டிகள் காட்டப்பட்டுள. அவற்றுள் ஒன்று வெடித்து, வித்திகளை வெளிவிடுகிறது. இ. கீழ்ப்பாகத்தில், ஆண், பெண் இலிங்கவங்கங்களைக் கொண்ட ஒரு வித்தித் தாவரம் (நூல்போன்ற வேர்களையும் கொண்டுளது). ஈ. ஆண் இலிங்கவங்கம் விந்துகள் வெளியேறுவதைக் காட்டுகின்றது. உ. ஒரு முட்டைக் கலத்தையுடைய, பெண் இலிங்கவங்கம், ஒரு உட்புகும் விந்துடன் காணப்படுகிறது. (மிகவும் உருப்பெருக்கப்பட்டுளது). ஊ. கருக்கட்டப்பட்ட முட்டைக்கலம், ஒரு புதிய பன்னத் தாவரமாகவிருத்தியாதல். (கோமிசு ; இப்புசு ஆகியோரைப் பின்பற்றி).

சந்தித்து, ஈற்றில் இரு கலங்களையும் இணைக்கும் பாதையாகும் (103 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). ஒரு கலத்தின் உட்பொருள் இப்பாதைவழியே

போய் மற்றைக் கலத்தின் உட்பொருளோடு ஒன்று சேருகின்றது. பைரோகைராக்கலங்களிரண்டு ஒன்றுதலால் உண்டாகின்ற, இனப்பெருக்கும் இத்தனிக் கலமானது, தடித்த பாதுகாப்புச் செலுலோசுப் படையொன்றை வளர்த்து, வளர்ச்சிக்கு வாய்ப்பான புற நிலைமைகள் வந்தெய்தியதும், புதியவொரு பைரோகைரா இழையாக வளரும். கருவுறுதலின் (இரண்டு கலங்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு கலமாதலின்) பேருய இவ்வித வினப் பெருக்கத்தைக் **கலவியினப் பெருக்கம்** என்பர். (என்றுலும், பைரோகைராவைப் பொறுத்தவரை, ஒன்று சேருமிரு கலங்களுள் எது ஆண்கலம், எது பெண்கலமென்று சொல்ல முடியாது ; எனவே, ஆதிவகையான இனப் பெருக்கத்தையே பைரோகைரா காட்டிநிற்கும்).

கடற் சாதாழைகள் இதனிலும் முன்னேற்றமுடையவகையான கலவியினப் பெருக்கத்தை உடையன. அவற்றில் இரு வேறு விதமான இனப் பெருக்கக் கலங்கள் உள : (அ) மிகவுஞ் சிறிய, சுறுசுறுப்பான, சுயாதீனமாக நீந்திச் செல்லும் விந்துக்கலங்களும், (ஆ) விந்துக் கலங்களினும் பல்லாயிரம் மடங்கு பெரிதான முட்டைக் கலங்களுமாம் (104 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). ஆண் விந்துக் கலங்கள் அவற்றைச் சூழ்ந்திருக்கும் நீரில் நீந்திப் பெண் முட்டைக் கலங்களிடம் போகின்றன. ஆண் விந்துக் கலமொன்று முட்டைக் கலமொன்றினுட் புக அவற்றின் கருக்கள் ஒன்று சேரும். இவ்வாறு கருவுற்ற முட்டைக்கலம், புதுக் கடற் சாதாழையாக விருத்தியடையும்.

பன்னங்களிலும் பாசிகளிலும் இனப்பெருக்கஞ் சற்றே சிக்கலானது. ஏனெனில் இரு வேறு விதமான இனப்பெருக்க முறைகள் ஒன்று விட்டொன்றாக அவற்றில் நிகழ்கின்றன. பன்னவிலைகள் பலவற்றின் கீழ்ப் புறங்களிற் சிறு கபில நிறமான, அல்லது கறுப்பு நிறமான மறுக்கள் காணப்படும் (105 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). **வித்திகள்** எனப்படும் இனம் பெருக்கும் நுணுக்கக் கலங்களைப் பெருந்தொகையினவாகக் கொண்டுள்ள **வித்தியுறைகளை** இம் மறுக்கள் மூடியிருக்கும். ஆதலின் சாதாரண, துலக்கமான பன்னத் தாவரம் சோடு இணையாது அல்லது கருவுறுது. வித்திகளை உண்டாக்குகின்ற, **கலப்பிலாது உதிக்குஞ் சந்ததி** யாகும். என்றுலும் இவ்வித்திகள் புதுப் பன்னத் தாவரங்களாக நேரே வளராது, தட்டையான சிறிய **பச்சை நிற வித்தித் தாவரத்தை** (தாய்த் தாவரத்தின் கீழ், ஈரமண்ணில் இது வளர்ந்திருக்கக் காணலாம்) உண்டாக்குகின்றன. நனி சிறிய இவ்வித்தித் தாவரமே கலவிச் சந்ததியாகும். ஏனெனில், அது முட்டைக் கலங்களையும் விந்துக்கலங்களையு முண்டாக்குகின்றது. ஒரு துளி நீரினூடாக இவ்விந்துக் கலங்கள் நீந்திச் சூலகங்களுக்குச் செல்லும். விந்துக் கலமொன்று முட்டைக் கலத்தோடு ஒன்று



உருவம் 106. பூக்கும் தாவரமொன்றின் கருக்கட்டல் (மிகவும் உருப்பெருக்கப்பட்ட வரைபடம்—எற்றுபீல்டைப் பின்பற்றி).

சேர, அதனுற் கருவுறும் முட்டைக் கலமானது புதிய பன்னத் தாவரமாக வளருகின்றது. எனவே, **சந்ததி ஒன்றுவிட்டொன்றுதல்** அதாவது, கல்வியின்றிப் பெருகும் பன்னத் தாவரம் வித்திகளை உண்டாக்க, கலவியினுற் பெருகும் வித்தித் தாவரம் பெண் முட்டைக் கலங்களையும் ஆண் விந்துக் கலங்களையுமுண்டாக்குதல்—ஒழுங்காக நிகழ்கின்றது.

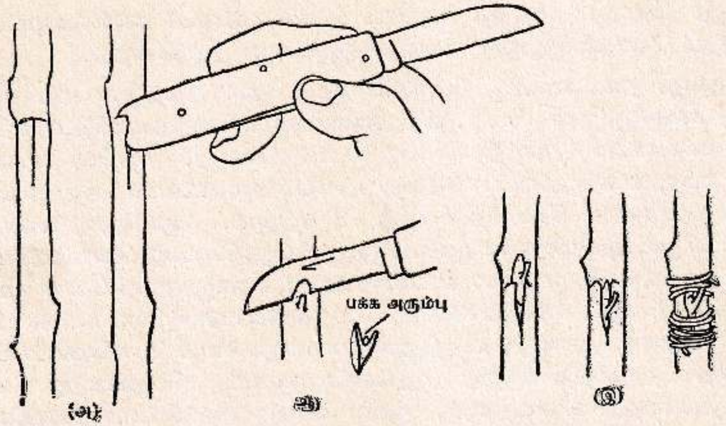
பூக்குந் தாவரங்களின் இனப்பெருக்கம் உலர் நிலத்தின் மீது வாழும் வாழ்க்கைக்கு இசைவானது. விந்துக்கலமானது, மகரந்த மணியொன்றினுள் அடைக்கப்பட்டுக் காற்றின்மிசை ஊர்ந்துசென்று, ஈற்றில் மகரந்தக் குழாயினுள்ளே முட்டைக் கலத்தை நோக்கிய அதன் பயணத்தை முடிக்கும். மகரந்தமானது கேசரத்திலிருந்து காற்றினுல், அன்றேல் உணவைத் தேடிப் பூவைத் தரிசிக்கும் பூச்சியினுற் குறிக்குக் கொண்டு போகப்படுகின்றது. விந்துக் கலங்கள், முட்டைக் கலங்களிரண்டும், கருவுறுதலிற் போய் முடியும் முறை நிகழுங் காலமெல்லாம், பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அதன்பின்பு, இளம் மூலவுருவானது, வித்தினுள்ளே பாதுகாப்பும் போசணையும்பெற்று, தாய்த் தாவரத்திலிருந்து ஒதுக்கவுணவையும் பெறுகின்றது. வித்து முற்றியவிடத்து உலர்வதனுல், குளிர் அல்லது வறட்சிபோன்ற பாதகமான நிலைமைகள் வந்தெய்தும்போதும் அவற்றைத் தாங்கிநின்று வாழவல்லதாகின்றது. பூக்குந் தாவரங்களுட் பெரும்பான்மையானவற்றிலே, தாய்த் தாவரமானது வித்துக்களைச் சிதறிப் பரப்புவதனுல், அவை முளைத்து வளரத் தகவான இடம் பெறுதற்குக்கூடிய வாய்ப்பை அளிக்கின்றது. இவ்வாறு, வித்தானது, **இனம் பெருக்குதற்கும்**, ஆண்டுதோறுட் **பிழைத்து வாழுதற்கும், பரம்புதற்குமுரிய** உறுப்பாகின்றது (106 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

பூக்குந் தாவரங்களிற் பதியமுறையினப்பெருக்கம்

அதியெளிதான தனிக்கலத் தாவரங்கள் **பிரிவினுல்** இனம்பெருக்கவல்லன. சிக்கலிற்கூடிய அமைப்பும், வெவ்வேறு தொழிற்பாட்டுக்குரிய சிறப்பான உறுப்புக்களுமுள்ள மேலான தாவரங்கள் ஒத்தவிரு பாதிகளாக இவ்வாறு பிரியமாட்டா. ஆனுல், பூக்கின்ற பல தாவரங்களிற் பொருத்தமான ஒரு துண்டை வெட்டியெடுத்தால் அது பூரணமான ஒரு புதுத் தாவரமாக வளரவல்லதாயிருக்கும். தாவரத்தின் வித்தல்லாத வேறொரு பாகத்தைக் கொண்டு இனம் பெருக்குமிம்முறையானது (ஆண்பாலுக்கும் பெண்பாலுக்குமுரிய தாவரவுறுப்புக்களிலிருந்து பெறப்படுகின்ற வித்துக்களினின்றுந் தீர்க்கமான வேறுபாடுடைய பதியவுறுப்புக்களே உபயோகிக்கப்படுகின்றமையால், **பதியமுறையினப் பெருக்கம்** எனப்படும்.

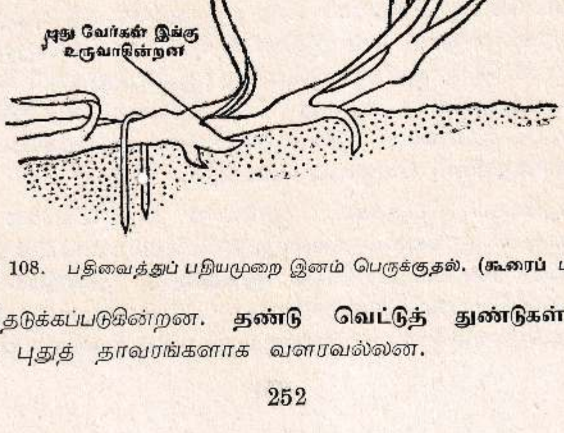
பதியமுறையினப் பெருக்கம், குறிப்பாக அயனமண்டல நாடுகளில், தோட்டக்காரர்களாலும் விவசாயிகளாலும் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. புதுத் தாவரத்தின் உற்பத்தியாக **நிலக்கீழ்த் தண்டுகள்** அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக, வெண்காயமும், **இலில்லியும்,** மூங்கிலும் **குமிழ்**களிலிருந்தும், கிழங்கு வகைகளும் ஆங்கிலவுருளைக் கிழங்கும்

சர்க்கரை **வள்ளிக்கிழங்கும் முகிழ்களி**லிருந்தும், காட்டுச் சேம்பு **தண்டுக் கிழங்கி**லிருந்தும், இஞ்சியுங் கூவைக் கிழங்கும் **வேர்த் தண்டுக் கிழங்குகளி**



உருவம் 107. அரும்பு ஒட்டுதல்—அ. ஒட்டுக் கட்டையின் பட்டையில் சிறுபிளவுண்டாக்குதல். ஆ. அரும்பை, சிறிதளவு பட்டை, உரியம், மாறிழையம் ஆயவற்றுடன் சேர்த்து, ஒட்டுக் கட்டையுடன் ஒட்டவேண்டிய தாவரத்தினின்றும் அகற்றுதல். இ. ஒட்டுக்கட்டையிலுள்ள பிளவில் அரும்பைப் பதித்தல். (**எர்வினேப் பின்பற்றி**).

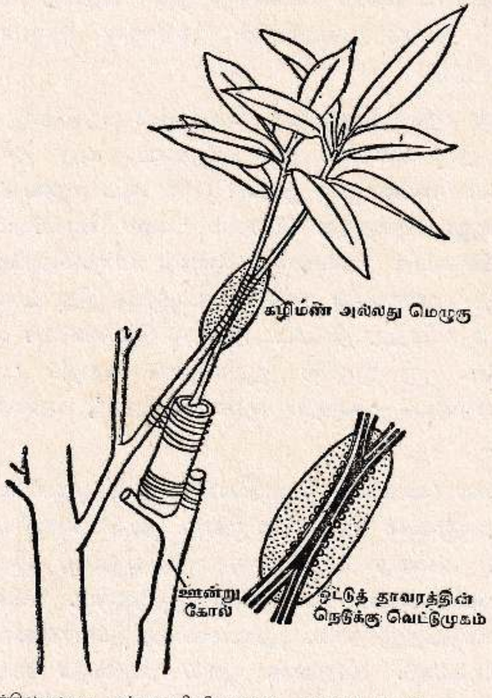
லிருந்தும், பனை வாழை **உறிஞ்சி வேர்களி**லிருந்தும், அன்னதாழை **உறிஞ்சித் தண்டுகளி**லிருந்தும் (உறிஞ்சி வேர்களிலிருந்து மாத்திரமன்று),



உருவம் 108. பதிவைத்துப் பதியமுறை இனம் பெருக்குதல். (**கூரைப் பின்பற்றி**).

வளர்த் தெடுக்கப்படுகின்றன. **தண்டு வெட்டுத் துண்டுகள்** விரைவில் வேர்விட்டுப் புதுத் தாவரங்களாக வளரவல்லன.

ஒட்டுதல் என்பது இன்னொரு விதமான பதியமுறையினப்பெருக்க முறையாகும். இம்முறையைக் கையாளுமிடத்து, நல்லினத்தோடை, அல்லது நல்லின மா போன்ற, தேவையானவொரு தாவரத்தின் அங்குரமொன்று, அதன் வெட்டுமுகப் பரப்பு, வேரூன்றியிருக்குமொரு தாவரத்தின் ('ஒட்டுக்கட்டை' எனப்படும்) வெட்டுமுகப் பரப்போடு, இரண்டின் **மாறிழையப்படைகளும்** பொருந்தி வளருமாறு, ஒட்ட வைக்கப்படும்.



உருவம் 109. மூங்கிலாலான பூச்சாடியிலிருக்கும், குறைக் காட்டுமாவை, " அணுகல் எனும் முறைப்படி " ,இனிய மாவின் தண்டுடன் ஒட்டுதல். **(எர்வினைப் பின்பற்றி).**

'ஒட்டுக்கட்டை' யானது திடம் பலமுள்ள வேர்த் தொகுதியைக் கொடுக்க, ஒட்டப்பட்ட அங்குரமானது அதன் தாய் மரத்தின் கனிகளையொத்த சிறந்த குணமுடைய பழங்களைப் பயக்கும். என்றாலும், அயனமண்டல நாடுகளில் ஒட்டுமுறைகளுள் அரும்பொட்டல் முறையே அதிகமாகக் கையாளப்படுகிறது. இம்முறைப்படி, தெரிந்தெடுத்த தாவரத்தின் ஒரு தனிமுளை (அல்லது மொட்டு) வேரோடு கூடிய வாய்ப்பான ஒரொட்டுக் கட்டை மீது ஒட்டப்படும். (107 ஆம் படம் பார்க்க) எனினும், ஒரேயினமான, அல்லது தொடர்புடைய இதமான தாவரங்களையே இவ்வாறு அவையொன்ற ஒட்டலாம். பால்

நன்கூறும் இறப்பர்த் தாய்மரங்களிலிருந்து புது மரங்களை உண்டாக்குதற்கு இம்முறை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இவ்வாறு அரும்பொட்டலாற் சாதாரண செவ்வரத்தையொன்றைக்கொண்டு பல்வேறு வகையான அரத்தைப் பூக்களைப் பல்வேறு வண்ணங்களிற் பூக்கச் செய்யலாம். இதுபோலவே, பம்பளி மாசு மரத்தோடு தோடை, எலுமிச்சை கொடிமாதுளை போன்ற கிச்சிலிச் சாதியைசேர்ந்த தாவரங்களின் அரும்புகளை ஒட்டி, வேறான இத்தனை பழங்களையெல்லாம் பயக்கின்ற ஒரு மரத்தை உண்டாக்கலாம். 'அண்டவைத்து' ஒட்டும் முறையாகிய வேறொரு முறையை 109 ஆம் உருவம் காட்டுகின்றது.

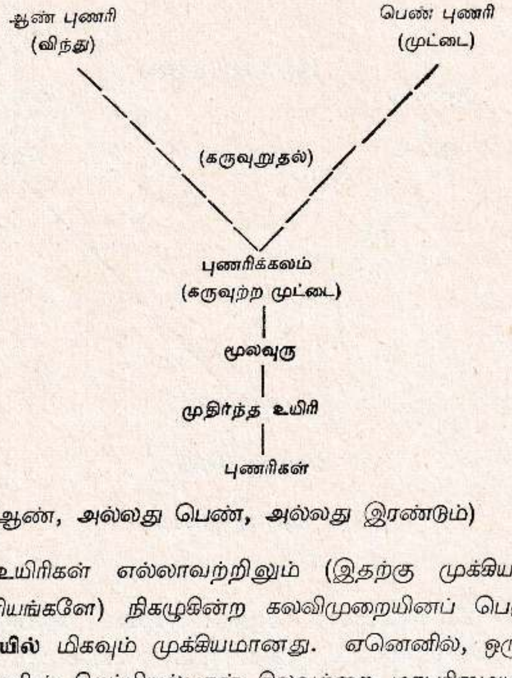
பதிவைத்தல் பதியமுறையாகப் பெருக்கும் பிறிதொரு முறையாகும். இம்முறைப்படி, ஒரு கிளையின் ஒரு பகுதியை, அது தாய் மரத்தோடு இருக்கத்தக்கதாய் மண்ணினுல் மூடுவர் (108 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இவ்வாறு மண்ணுட் புதைந்து கிடக்கும் பாகம் வேர்விடும். அது வேர் விட்ட பின்பு கிளையைத் தாய்மரத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கலாம். (புதுப் பொகன்விலியாத் தாவரங்களை உண்டாக்குவதற்கு இது வாய்ப்பானவொரு முறை.) கிளையை வளைத்து நிலமட்டத்துக்குக் கொண்டுவர முடியாதாயின், ஈர மண்கொண்ட ஒரு மூங்கிற் குழாயினூடு அதைப் புகுத்திவிடலாம். இப்பின்னை முறையைக் 'கூற்றீப் பதியவைத்தல்', அல்லது '**மாக்கொற் றேச்சு**' என்பர்.

பதியமுறையான (கலவியில் முறையான) இந்த இனப்பெருக்க முறைக ளெல்லாவற்றுக்குமுள்ள ஒரு செய்முறை நயமென்னவெனில், தண்டு வெட்டுத்துண்டு, அல்லது பிறிதொரு பதியவுறுப்பு, இன்னமுந் தாய் மரத்தின் சிறப்பியல்புகளை மீட்டுங்கொண்டிருக்கும். விதைகளிலிருந்து தாவரங்களை வளர்த்தெடுத்தால், புது வகையான தாவரங்கள் உண்டாவதற்கு எப்போதும் இடமுண்டு. உள்ளபடி, தாய் மரத்தைச் சரியொத்திருக்கும் நாற்றுக்கள் மிகச்சிலவே. இதற்குள்ள நியாயத்தைப் பின்னுல் விளக்கு வாம்.

கலவிமுறை இனப்பெருக்கம்

பெரும்பான்மையான விலங்குகளுந் தாவரங்களும், புது உயிரியாக வளருமொரு தனிக்கலம் உண்டாகுமாறு, இரு வேறு கலங்கள் ஒன்று சேருமொரு முறைப்படி இனம்பெருக்குகின்றன. ஒன்றுசேருங் கலங்கள் பாற் கலங்கள், அல்லது **புணரிகள்** எனப்படும். வழக்கமாக அவை பருமனிலும் நடத்தையிலும் வேறுபாடுடையன. ஒன்றை **ஆண்புணரி**, அல்லது **விந்து** என்றும், மற்றையதைப் **பெண்புணரி** அல்லது முட்டை

(சூல்) என்றுஞ் சொல்லுவர். முதிர்ந்த தாவரம், அல்லது விலங்கு (அதன் **பாலுறுப்புக்களுள்**) ஆண்கலங்களை, அல்லது பெண் கலங்களை மாத்திரம் உண்டாக்கலாம். அல்லது இருவகைகளையும் உண்டாக்கக் கூடும். என்றாலும், **கலவிமுறையினப் பெருக்கத்தில்,** இரு வேறு தாய்க் கலங்களிலிருந்து உதிக்கின்ற ஒரு கலத்திலிருந்தே உயிரியொன்று வளர்தல் வழக்கம். புணரிகள் ஒன்று சேருவதைக் கருவுறுதல் என்பர். இவ்வாறு ஒன்று சேர்ந்த கலங்கள் கருவுற்ற ஒரு முட்டைக்கலம், அல்லது புணரிக் கலமாகும் ; இப்புணரிக்கலமே புதிய உயிரியாக வளர்கிறது. இம்முறையைப் பின்வருமாறு சுருக்கிக் கூறலாம் :

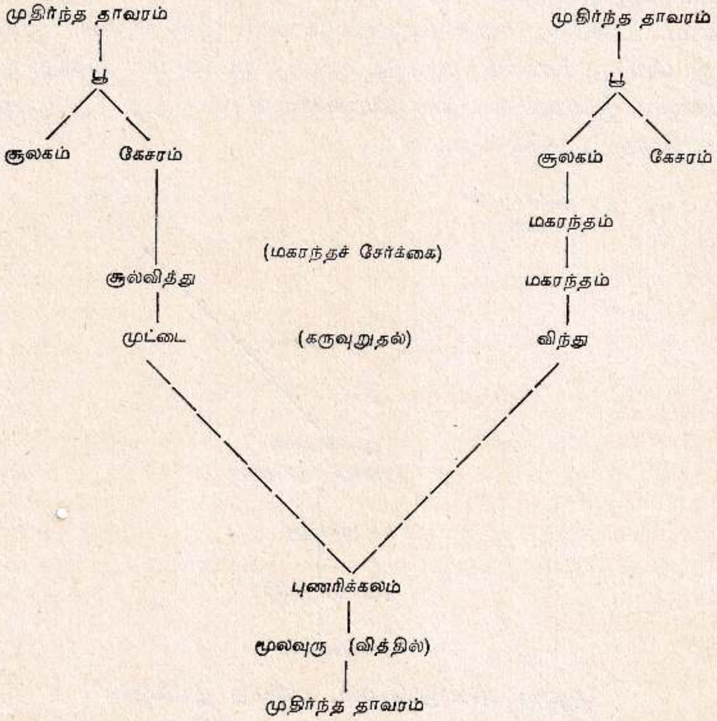


(ஆண், அல்லது பெண், அல்லது இரண்டும்)

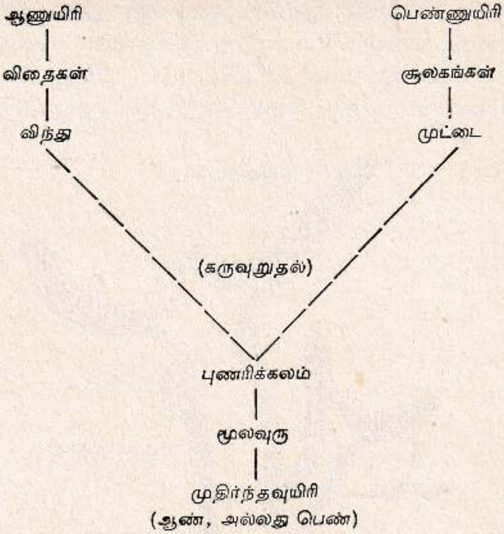
பொதுவாக உயிரிகள் எல்லாவற்றிலும் (இதற்கு முக்கியமான விதி விலக்குப் பற்றீரியங்களே) நிகழுகின்ற கலவிமுறையினப் பெருக்கமானது **சிறத்தல் முறையில்** மிகவும் முக்கியமானது. ஏனெனில், ஒரு தனியுயிரி தன்னிரு பெற்றாரின் சிறப்பியல்புகள் சிலவற்றை மரபுரிமையாகப் பெறக் கூடுமென்க. வேற்றுமையும் மாற்றமும் நிகழ்தற்கு எவ்வாறு இது வாய்ப்புக்களை அளிக்கின்றதென்று பின்னர் கற்போம்.

சில தாவரங்கள் கேசரங்களையும் யோனிகளையுமுடைய, ஒரு பாற்று வரங்களாயினும் அவற்றுட் பல ஆண் புணரிகள் பெண் புணரிகளி ரண்டையும் உண்டாக்குகின்றன. இஃதிவ்வாறாயினும், கலவிமுறையினப் பெருக்கத்தில் இரு வேறு பெற்றார் பங்கு பெறுகின்றனரென்பது இவற்றுக்

கும் ஒவ்வும் உண்மையாகவே இருக்கின்றது. பாலுறுப்புக்கள் பூக்களி லேயே உண்டாக்கப்படுகின்றன. பின்வரும் விளக்கப்படம் இனப்பெருக்க வட்டத்தைச் சுருக்கமாகத் தருகின்றது :

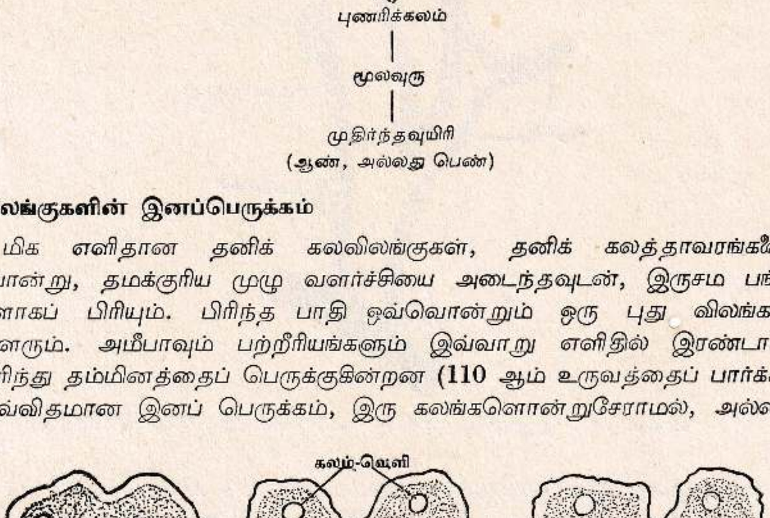


மேலான விலங்குகளுள் அதிகமானவை ஒருபாலுக்கே உரியன (அதாவது, தனிவிலங்குகள் ஆணுக அல்லது பெண்ணுக விருக்கும்). இரு பாலுக்குமுரிய விலங்குகள் ஏறக்குறையச் சமவெண்ணிக்கையினவாக விருக் கும். ஆண்விலங்கு, அதற்குச் சிறப்பாகவுள்ள ஆண்பாலுறுப்புக்களில் **(விதைகளில்), விந்தையும்,** பெண்விலங்கு, அதன் **சூலகங்களில், முட்டை** யையும் உண்டாக்கும். இருவிதப் புணரிகளும், இருபாலுக்கு முரிய விலங்குகள் புணரும்போது, அல்லது இணையும்போது, ஒன்று கூட்டப் படுகின்றன. இவ்வாறு கருவுற்ற முட்டைகள் ஆணுயிரிகளாக அல்லது பெண்ணுயிரிகளாக வளருகின்றன.



விலங்குகளின் இனப்பெருக்கம்

மிக எளிதான தனிக் கலவிலங்குகள், தனிக் கலத்தாவரங்களைப் போன்று, தமக்குரிய முழு வளர்ச்சியை அடைந்தவுடன், இருசம பங்குகளாகப் பிரியும். பிரிந்த பாதி ஒவ்வொன்றும் ஒரு புது விலங்காக வளரும். அமீபாவும் பற்றீரியங்களும் இவ்வாறு எளிதில் இரண்டாகப் பிரிந்து தம்மினத்தைப் பெருக்குகின்றன (**110 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க**). இவ்விதமான இனப் பெருக்கம், இரு கலங்களொன்றுசேராமல், அல்லது

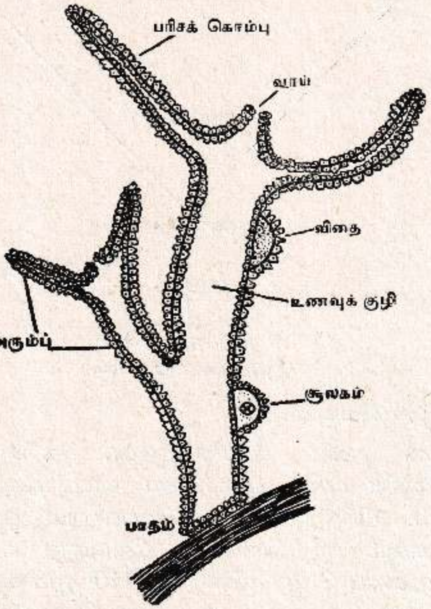


உருவம் 110. அமீபா, பிரிதலினால் இனம்பெருக்குதல்.

இரு கலங்களுக்கிடையே உட்பொருள் மாற்றமேதுமின்றி நிகழுவதால், **கலவியிலா இனப்பெருக்கம்** எனப்படுமென்று முன்னர் விளக்கியுள்ளோம்.

பரமீசியமும், அமீபாவைப் போலவே, வழக்கமாக ஒன்று இரண்டாகப் பிரிந்து கலவியின்றியினம் பெருக்கும். வாய்ப்பான நிலைமைகள் வந்தெய்துமாயின், இவ்விதமான இனப்பெருக்கம், ஒரு நாளிலுங் குறைந்த காலவிடை இருக்க அடுத்தடுத்து நிகழக் கூடும் ; என்றாலும், ஒரேவழி ஆதியான ஒருவகைக் கலவியினப்பெருக்கம் பரமீசியத்தில் நிகழ்வது

மூண்டு. இரு பரமீசியங்கள், இரண்டு கலங்களினதும் முதலுருத் தொடர்ந்திருக்குமாறு வாயொடுவாய் பொருந்த இணையும். அப்பொழுது, அவற்றுக்கிடையே கருப்பகுதிகளின் பரிமாற்றமும் நிகழும். பின்னர், இரு தனிப் பரமீசியங்களும் பிரிந்து, கலவியின்றி, பிரிவதனால் இனம் பெருக்கும்.



உருவம் 111. ஐதராவின் நெடுக்கு வெட்டுமுகம் (உருப்பெருக்கப்பட்டுளது).

கலவிமுறை யினப்பெருக்கம், கலவியிலாமுறை யினப்பெருக்க மிரண்டும் **ஐதரா**வுக்கு உண்டு. இயற்கையிலே, எளிதான பிரிவினால் ஐதரா இனம் பெருக்காவிடினும், இரு பாதிகளாக அதை வெட்டிப் பிரித்தால், ஒவ்வொரு பாதியும் அததற்கில்லாத பாகங்களை வளர்த்து, இரு புது விலங்குகளாகும். ஐதராவின் இயற்கையான **கலவியிலாமுறை யினப் பெருக்கம் அரும்பு** முறையேயாம். அதன் பக்கத்திலே ஒரு புடைப்பு, அல்லது **அரும்பு** தோன்றிப் புதிய ஐதராவாக வளருகின்றது. அரும்பிலிருந்து ஒரு ' வாய் ' தோன்றித் தனது உணவைத் தானே பெறத் தக்கதாக அது வந்தவுடன், தன் தாயிலிருந்து பிரிந்து தனியே வாழுகின்றது (111 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

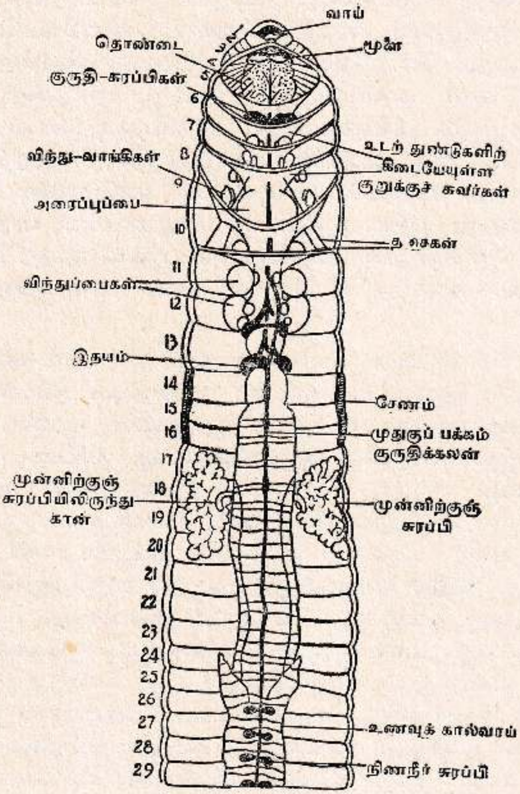
சிறப்பாகவுள்ள இனம்பெருக்குங் கலங்கள் (முட்டைக் கலங்களும் விந்துக் கலங்களும்) சேருவதாற் கலவிமுறையாகவும் ஐதரா இனம் பெருக்க வல்லது. உடலின் வெளிப்புறத்தில், வாயினந்தத்துக் கணித்தாய், சின்

னஞ் சிறு புடைப்புக்கள் உண்டாகும். இவை, விந்துக்களை உண்டாக்கு கின்ற இனம்பெருக்கும் **ஆணுறுப்புக்கள்** அல்லது **விதைகளா**கின்றன. பக்குவமான விதைகள் வெடித்துத் திறக்க, சூழ்ந்துள்ள நீரினுள் விந்துக்கள் விடுதலையாக்கப்படுகின்றன. இனம்பெருக்கும் பெண்ணுறுப் புக்கள், அல்லது சூலகங்கள், விந்துக் கலங்களிலும் பெரியனவாய் விலங்கின் (பாதத்துக்கு) அணித்தாயிருக்கும் புடைப்புக்களேயாம். சூலக மொவ்வொன்றும் பெரியவொரு தனி முட்டைக் கலத்தை உண்டாக்கும். அம்முட்டைக் கலம் அதனைச் சூழ்ந்திருக்கும் நீரதனிற் படத்தக்கதாக வெளிப்பட்டிருக்கும். சின்னஞ் சிறிய வாற்பேத்தைகளை வடிவத்திலொத்த இவ்விந்துக்கள், தம் வால்களை அசைப்பதனால், சூழ்ந்திருக்கும் நீரில் நீந்திச் சென்று, பக்குவமான முட்டைக் கலமொன்றை அணுகியதும், அதனுட் புகுந்து, புதிய ஐதராவாக (வழக்கமாக, பாதுகாப்பாகவுள்ள ஓடனைய மூடியொன்றனுள் ஓய்ந்திருக்கும் பருவங் கடந்த பின்பு) விருத்தி யடையக்கூடிய, கருவுற்றவொரு முட்டையை உண்டாக்குகின்றது.

மேலான விலங்குகளுள் அதிகமானவை ஒரு பால்வகைக்கு உரியன. ஆனால், ஐதராவிலும், மண்புழுவும் நத்தையும் போன்ற வேறு சில கீழான விலங்குகளிலும், விதைகள் சூலகங்கள் இரண்டும் ஒரே விலங் குள்ளன. இவ்விலங்குகள் **இருபால்வகைக்கு உரியன** (அல்லது **இணை பாலுக்குரியன**). ஒருபால் விதமான விலங்குகளில், புணரும் முட்டை யும் விந்தும் எப்பொழுதும் வெவ்வேறு விலங்குகளிலிருந்து வருகின்றன வாதலின், கடந்து கருவுறல் மாத்திரம் நிகழும். எனினும், இருபால் விலங்குகளில், **கடந்து கருவுறல் தற்கருவுறல்** எதுவேனுமொன்று நிகழக் கூடும். இவ்விரு முறைகளுள் யாது நிகழுமென்பது, கருவுறச் செய்யும் விந்துக்கலமானது முட்டைக்கு ஒரே விலங்கிலிருந்தோ வெவ்வேறு விலங்கிலி ருந்தோ வருகின்றதென்பதைப் பொறுத்தது. என்றாலும், இவ்விதமான தற்கருவுறல் நிகழ்வதரிது. உதாரணமாக, மண்புழுவும் நத்தையும் இரு பால்வகையின வாயினும் எப்பொழுதுங் கடந்து கருவுறுகின்றன வென்பதை இனிக்காண்போம். (அதி மேலான விலங்குகள் எப்பொழுதும் ஒரு பால் வகையினவாயிருக்க, அதிமேலான தாவரங்களேறக்குறையவெல்லாம், ஒரே பூவிற்கே சரங்களும் யோனிகளும் உள்ளனவாய், இரு பால்வகையின வாயிருக்கும்.)

மண்புழுக்களில், இருபால் விலங்கொன்றிலேயே இரண்டுபாலும் இணைந் துள்ளன. என்றாலும், கடந்து கருவுறுதல் மாத்திரம் நிகழும். இதனால், இனப்பெருக்கத் தொகுதி மிகவுஞ் சிக்கலானதாகின்றது. இந்திய மண் புழுவில் (பெறற்றீமாவில்) இரு சோடி விதைகளுண்டு. அவை 10 ஆம் 11 ஆந் துண்டங்களில், அகப்பக்கமாக உணவுக் குழாயினுக்குக் கீழே யுள்ள இரண்டு சோடி **விதைப்பைகளுள்** முற்றாக மூடப்பட்டிருக்கும் சின்னஞ் சிறிய வெண்பொருள்களாம் (112 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

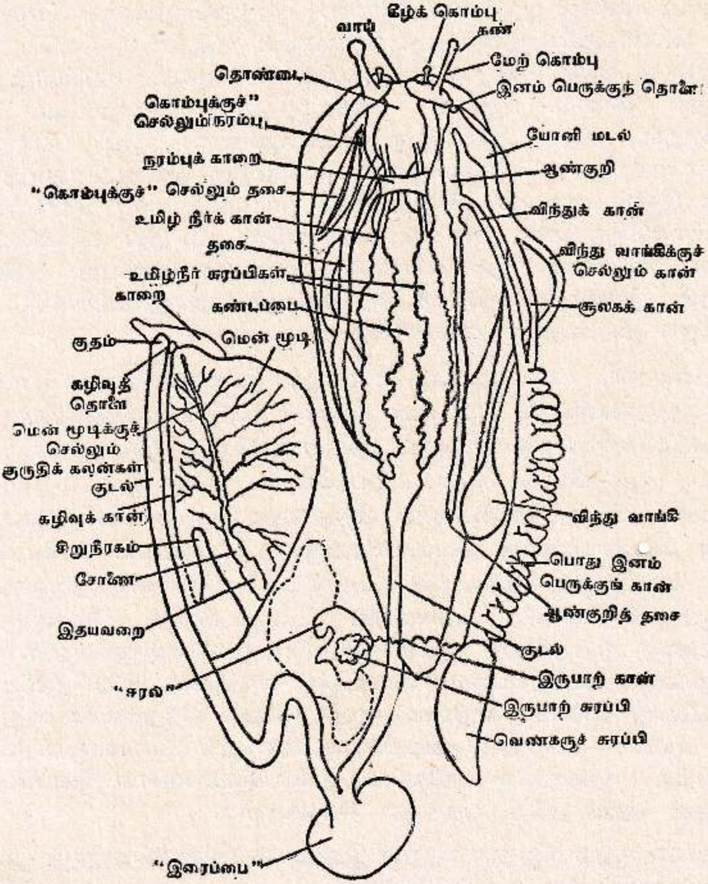
விதைகளுண்டாகும் **விந்துக்கலங்கள்,** 11 ஆம் 12 ஆந் துண்டங்களிற் கிடக்கும் இரண்டு சோடி விந்துப்பைகளுட் செலுத்தப்படும்; ஆங்கவை பூரண விருத்தியடையும். விந்துக் கலங்களே 18 ஆந் துண்டத்திலுள்ள ஒரு சோடி இனம் பெருக்கும் ஆண் துவாரங்களுக்கு, நுட்பமான இரு



உருவம் 112. முற்புறத்திலுள்ள உடற் குழியத்தின் உள்ளடக்கங்களைக் காட்டுவதற்காக முதுகுப்புற மேற்பரப்பிலிருந்து வெட்டப்பட்ட, இந்திய மண்புழு (பாலைப் பின்பற்றி).

சோடி விந்துக் கான்கள் கொண்டு போகும். இனம்பெருக்கும் பெண்ணுறுப்புக்கள், 13 ஆம் 14 ஆந் துண்டங்களில் அகப்பக்கமாக உணவுக் குழாயினுக்குக் கீழாகக் கிடக்கும், மிகவுஞ் சிறிய ஒரு சோடி **சூலகங்களே.** முதிர்ந்த முட்டைக் கலங்கள், 14 ஆந் துண்டத்திலுள்ள, இனம் பெருக்கும் பெண் துவாரத்துக்கு, நுண்மையான ஒரு சோடி சூலகக் கான்களூடு கொண்டு போகப்படுகின்றன.

இவ்வாணுறுப்புக்களும் பெண்ணுறுப்புக்களுமன்றி, மண்புழுவுக்குப் பல சோடி விந்துக் கொள்கலன் 6–8 வரையான துண்டங்களில் உண்டு ; இக்கொள் கலன்களில் பிறிது புழுவிலிருந்து பெற்ற ' அன்னிய ' விந்துக்



உருவம் 113. வெட்டிச் சோதித்த இராட்சத நத்தையின் பாகங்கள். (முதுகுப்புறத் தோற்றம்).

கள் சேமித்து வைக்கப்படும். விந்துக்களைப் பரிமாறிக் கொள்ளுதற்காகக் கூடுகின்ற புழுக்கள், ஒன்றன் தலையும் மற்றதன் வாலும் பொருந்துமாறு தங்களை ஒன்றவைக்கும். அப்பொழுது, ஒரு புழுவின் இனம்பெருக்கும் ஆண் துவாரங்கள் மற்றைப் புழுவின் விந்துக் கொள்கலன்களின் புறத் துவாரங்களுக்கெதிரே வரும். இவ்வாறு விந்துக்களைப் பரிமாறிய பின்னர்

இரு புழுக்களும் பிரிந்துவிடும். கருவுறுதல் பின்பு நிகழும். 'சேணத்தி' லிருந்து மீள்சத்தியுடைய ஒரு தோற்பட்டை உண்டாக, அத னிலிருந்து பிற்பக்கமாகப் புழு பின்வாங்கும். இனப் பெருக்கப் பெண் துவாரத்துக்கு மேலாக இந்தத் தோற்பட்டை போகையில், அதனுள்ளே முட்டைக் கலங்கள் புகுத்தப்படுகின்றன. புறத்துவாரங்களின் மேலாக விந் துக் கொள்கலன்களுக்கு அது போகையில், (ஆதியில், வேறொரு புழு விலிருந்து வந்த) விந்துக்களை வாங்கிக் கொள்ளும். அப்பொழுது கரு வுறுதல் நிகழும். புழுவின் முன்னந்தத்தைத் தோற்பட்டை கடந்து போனதும், அது ஓடீனய ஒரு **முட்டையுறை**யாக மூடிப் பொருந்தும். முட்டையுறையொவ்வொன்றினுள்ளும், கருவுற்ற முட்டையொன்று மாத் திரம் இளம் புழுவாக விருத்தியாதல் வழக்கம். ஒப்பு நோக்குமிடத்து ஏனையுடற்றொகுதிகள் எளிதானவையாகவிருக்கும் இவ் விலங்கில், இத் தகைய சிக்கலான இனப்பெருக்கவொழுங்குகள் இருப்பது அதிசயமே. ஆனால், இச்சிக்கல்களெல்லாந் தற் கருவுறலை அசாத்தியமாக்கிக் கடந்து கருவுறல் நிகழ்வதற்கு ஏதுவாகின்றன.

நத்தைகள், மண்புழுவைப் போன்று, இருபால்வகையினவெனினும், தற்கருவுறுவனவல்ல. முட்டைக் கலங்கள் விந்துக் கலங்களிரண்டும் ஒட் டினுச்சிக் கருகே கல்லீரலினுட் பதிந்து கிடக்கின்ற, ஒரே இருபாற் சுரப்பி யினால் (சூல்–விதை) உண்டாக்கப்படுகின்றன (113 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). பின்பு, முட்டைகளும் விந்துக்களும் பெரிய வெண்கருச் சுரப் பிக்கு அலைவடிவமான வெண்ணிறவிருபாற் கானூடாகப் பெரிய வெண் கருச் சுரப்பிக்குக் கீழ்நோக்கிப் போகும். அங்கே, விருத்தியாகுங் கரு வுக்குப் பிற்காலத்தே உணவாகப் பயன்படுகின்ற வெண்கருப்படை யொன்றை (புரத்தீனை) முட்டைகள் பெற்றுக்கொள்ளுகின்றன. இந்த முட்டைகளும் விந்துக்களும் வெண்கருச் சுரப்பியை விட்டு நீங்கிய பின் வெவ்வேறு கான்கள் வழியாகச்—சூலகக்கான், விந்துக்கான் எனுமிரண் டின் வழியாக—செல்லும். முடிவில், ஆண்கானும் பெண்கானும் மீண்டும் இணைந்து நத்தையின் தலையில் வலப்பக்கமாகவுள்ள இனப்பெருக்கப் பொதுத் துவாரத்திற் புறத்தே திறக்கின்றன.

சூலகக்கானும் விந்துக் கானும் இறுதியாக இணைந்தொன்று முன்னர், சூலகக்கானின் கடைப்பாகம் (யோனிமடல்) அகன்று தடிப்பான சுவருடைய தாகும். அதன் பின்னந்தத்திலிருந்து ஒரு பையில் (விந்துக்கொள் கலனில்) முடியுமொரு நீண்ட குழாய் எழுகின்றது. வேறொரு நத்தை யிலிருந்து வந்த 'அன்னிய' விந்துக் கலன்கள் அவ்வுறையினுட் சேமித்து வைக்கப்படும். விந்துக்கானின் கீழந்தமானது, இனப்பெருக்கத் துவாரத்தி னூடாக இன்னொரு நத்தையின் இனப்பெருக்கத் துவாரத்தினுள்ளே தள்ளிவிடக்கூடிய, தசைக் குழாயொன்றினை (ஆண்குறியினை) சென்றடை கின்றது. இணைகின்ற நத்தைகள் தம்மினப் பெருக்கத் துவாரங்களை ஒட்ட வைத்து விந்துக்களைப் பரிமாறிக் கொள்கின்றன. இவ்வாறு, ஒரு விலங்கின்

விந்துக்கள் மற்றையதன் விந்துக்கொள்கலனுக்கு மாற்றப்பட்டு, அதனுட் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. இரு விலங்குகளும் அதன் பின்பு பிரிந்து விடும். சூலகக்கானின் கீழந்தத்தைக் கடந்து முட்டைகள் போகையில், விந்துக் கொள்கலன்களுள் இருக்கும் 'அன்னிய' விந்துக்களாற் கடந்து கருவுறுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு கருவுற்ற முட்டைகள் ஓடுகளினால் மூடப்பட்டு மண்ணுள் ஒரு குழியில் இட்டு வைக்கப்படுகின்றன. மண்புழுவில் இருப்பது போல், நத்தையின் இனப்பெருக்க வொழுங்குகள் மிகவுஞ் சிக்கலானவை. இப்படியவையிருத்தல், இரு பால் விலங்குகளில், கடந்து கருவுறுதலை நிச்சயப்படுத்தல் சங்கடமாக இருத்தலால் என்க.

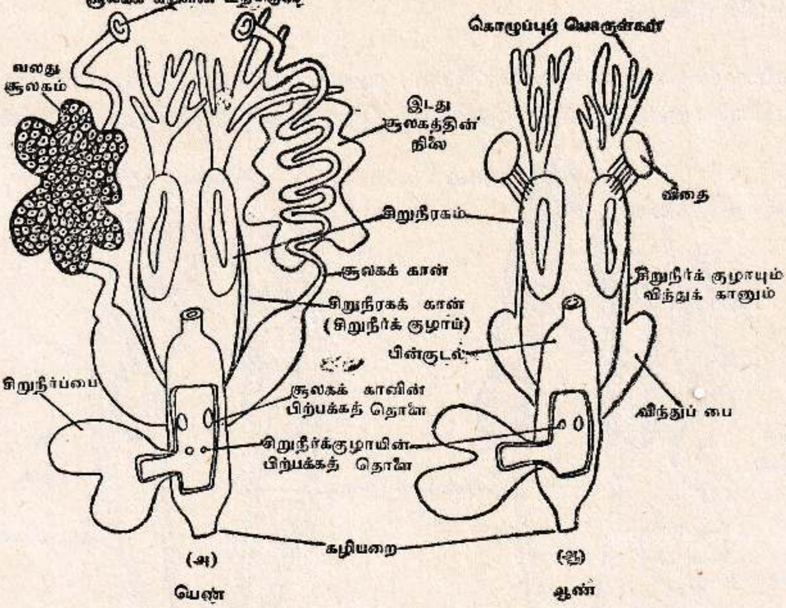
பூச்சிகள் ஒரு பால்வகையின. அவைகளின் விந்துக்கள் ஆணிலிருந்து பெண்ணின் உடலுக்குட் புகுத்தப்படும். அதாவது, அகக் கருவுறுதல் நிகழும். நத்தைகள், பூச்சிகள், நகர்வன, பறவைகள், முலையூட்டிகள் என்பனவற்றைப் போன்ற, தரைவாழ் விலங்குகளெல்லாவற்றைப் போன்ற, தரைவாழ் விலங்குகளெல்லாவற்றுக்கும் இவ்வகையான கருவுறல் சிறப்பியல்பாகும். எனெனில் பெரும்பாலான மீனினங்களையும் ஈரூடக விலங்குகளையும் போன்ற, நீரிலுண்டாகும் விலங்குகளிலேயே புறக் கருவுறுதல் நிகழக்கூடும். சிறு பூச்சிகளின் இனப் பெருக்கத் தொகுதி சற்றே சிக்கலானதும் பிரித்துக் கண்டறிவதற்குக் கடினமானதுமாக விருக்கும். உதாரணமாக, ஆண் கரப்பான் பூச்சியில், விதைகளானவை, அதன் பின்னுடலின் 5 ஆம் 6 ஆந் துண்டங்களிற் கிடக்கின்ற, மிகச் சிறிய முட்டை வடிவச் சோடியுறுப்புக்களேயாம். பூரண வளர்ச்சியை விலங்கு அடையுமுன்னர், விதைகள், தேய்ந்து போகின்றனவாதலின், இளமாண் விலங்குகளில் மாத்திரம் அவற்றைக் காணத்தக்கதாகவிருக்கும். விந்துக்கள், விதைகளிலிருந்து விந்துப்பைகளுக்கு, ஒரு சோடி விந்துக் கான்களினூடாகப் போக்கப்படுகின்றன. இவ்விந்துப் பைகள், காளான் வடிவமாகக் குவிந்திருக்கும், சிறு குருட்டந்தக் குழாய்களாலானவை. (இக் காளான் வடிவச் சுரப்பியை முதிர்ந்த ஆண் கரப்பான் பூச்சியிற் காணலாம். இச் சுரப்பியை விதையென்று ஒருகாலம் பிழையாகக் கருதினர்.) ஒரு தனிக் கானனது விந்துப் பைகளிலிருந்து, குதத்துக்குக்கீழ் அதற்கணித்தாகவுள்ள, இனப்பெருக்க ஆண் துவாரத்துக்குப் போகும். பெண் கரப்பான் பூச்சிக்கு, பின்னுடலின் பிற்பக்கத்தில், ஒரு சோடி சூலகங்களுண்டு (44 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இடம் வலமாகவுள்ள இரு சூலகங்களொவ்வொன்றும், எட்டு முட்டைக் குழாய்கள் கூடியவொரு கூட்டத்தாலானது. முட்டைக்குள்ளிருப்பதனால், முட்டைக் குழாயொவ்வொன்றும் ஒரு பாசி மணி மாலையை ஒத்திருக்கும். முட்டைக் குழாய்களிலிருந்து சூலகக் கான்களுக்கு முட்டைகள் போகும். பின்னுடலின் பின்னந்தத்திலுள்ள ஓடவடிவமான அமைப்பினுள்ளே திறக்கும். இனப்பெருக்கப் பெண் துவாரத்தில் திறக்குமுன்னர் அச்சூலகக்கான்கள் ஒன்று கூடுகின்றன. இந்த இனப் பெருக்கப் பெண் துவாரத்துக்கு மேலே அதற்கணித்தாக, சோடி

இணையும்போது ஆண் கரப்பான் பூச்சியிலிருந்து பெற்ற விந்துக்கள் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள குழாய் வடிவச் சிறு விந்துக் கொள்கலனின் துவாரமுண்டு. சேமிக்கப்பட்டுள்ள இவ்விந்துக்கள், இடப்படும் முட்டைகளை அவ்வப்போதே கருவுறச் செய்வதற்குப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இனப் பெருக்கப் பெண் துவாரத்தைக் கடந்து முட்டைகள் செல்லுகையில், விந்துக் கொள்கலனிலிருந்து வரும் விந்துக்களினால் அவை கருவுறுத்தப் படும். அதன் பின்னர், முட்டைகள் பல (14—24) ஓடனைய முட்டையுறை யொன்றினுள்ளே அடுக்கப்படும். ஓடவடிவமைப்பிலிருந்து புறத்தே நீண் டிருக்கும் முட்டையுறையை வைப்பதற்கு வாய்ப்பான ஓரிடத்தைக் கண்டு பிடிக்குமளவும் பெண் கரப்பான் பூச்சி அதைக் கொண்டு திரியும்.

மீன்கள் ஒரு பால் வகையின. அதாவது, ஒவ்வொரு தனி மீனும் முட்டைகளை உண்டாக்குஞ் சூலகங்களுள்ள பெண்ணாகவோ, விந்துக்களை உண்டாக்கும் விதைகளையுடைய ஆணாகவோ இருக்குமென்பதே. கெண்டை போன்ற, எலும்புள்ள மீன்களில், **புறக்கருவுறுதல்** நிகழும். அதிபெருந் தொகையான முட்டைகளைப் பெண்மீன் வெளித் தள்ளிவிட, ஆண்மீன் முட்டைகளுக்கு மேலாக நீந்திச் சூழ்ந்திருக்கும் நீரினுள்ளே விந்துக் கலன்களை இறக்கிவிடும். நிச்சயமில்லாத இந்தக் கருவுறும் முறையில் விரயம் மிகவுண்டு. அதனை ஈடு செய்வதற்காக, எண்ணிறந்த முட்டைகளும் விந்துக்களும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக, ஒரு பெண் கொட்டு மீன், சூற்பருவம் ஒவ்வொன்றிலும், 40 இலட்சத்திற்கு மேற்பட்ட முட்டைகளை உண்டாக்கக் கூடும். அவற்றுள் மிகவுஞ் சிறியவொரு விகித சமம் மாத்திரம் கருவுற்று விருத்தியாகும்.

சுறாவைப் போன்ற கசியிழைய மீன்களில், அகக் கருவுறுதலினால், இப்பெருஞ் சேதம் தவிர்க்கப்படுகின்றது. ஆண் சுறா விந்துக்களை நேராக பெண்முட்டைக் கானுட் புகுத்த ஆங்கவை முட்டைகளைச் சந்திக்கின்றன. அப்பால், சில கசியிழைய மீன்களில், கருவுற்ற முட்டை பெருங் கணியமான உணவுடன் ஓடனையவொரு முட்டையுறையினுள் மூடிவைக்கப்படும். அதன் பின்னர், சூழ்ந்திருக்கும் நீரினுள்ளே, ' தம் பாட்டைத் தாமே பார்க்கு மாறு ' அவை தள்ளிவிடப்படும். இந்தியச் சுறா **(சுக்கோலியோதன்)** போன்ற வேறு சில கசியிழைய மீன்களில், அகக்கருவுறுதல் நிகழ்ந்த பின்பு கருவுற்ற முட்டைகள் சூலகக் கானின் கீழ்ப்புறத்துள்ளுறையோடு ஒட்டிக் கிடக்கும். இவ்வாறு விருத்தியாகும் மூலவுருக்கள் தம் உணவை யும் ஒட்சிசனையும் தாய் மீனிலிருந்து பெறுகின்றன. இளமீன்கள் நன் றாக விருத்தியெய்திப் பலவங்குல நீளமானபின்பு, அவை உயிரோடு பிறக்கின்றன. எண்ணிறந்த முட்டைகளையும் விந்துக்களையும், சூழ்ந்திருக் கும் நீரினுட் செலுத்தி, அதன் பின்னர் அவற்றைச் சற்றேனுங் கவனி யாது, **பெற்றாரின் தாபரிப்பு**யாதுமின்றி, விடும் முறையினிலும், இவ் விதமான இனப் பெருக்கத்தில் உண்டாகுஞ் சேதம் மிகவுங் குறை வென்பது வெளிப்படை.

தவளைகளிற் **புறக்கருவுறுதல்** நிகழும். ஆண் தவளைக்கு ஒரு **சோடி விதைகளுண்டு**; அவை சிறு நீரகங்களின் முன்னந்தத்தோடு ஒட்டியிருக்கின்ற, வெளிறின மஞ்சணிற முட்டை வடிவப் பொருள்களேயாம். விந்துக்களைப் பல நுண்கான்கள் ஒவ்வொரு விதையினின்றும் அதற்குரிய சிறுநீரகத்துக்கூடாகக் கொண்டு செல்லும். விந்துக்கள் ஆங்கிருந்து, (விந்துக்களையுஞ் சிறுநீரையுங் கொண்டு செல்லும்) சிறுநீரகக்கான் வழியாகக் கீழ் நோக்கிப் போய், விந்துப் பையொன்றினுட் சேமித்து

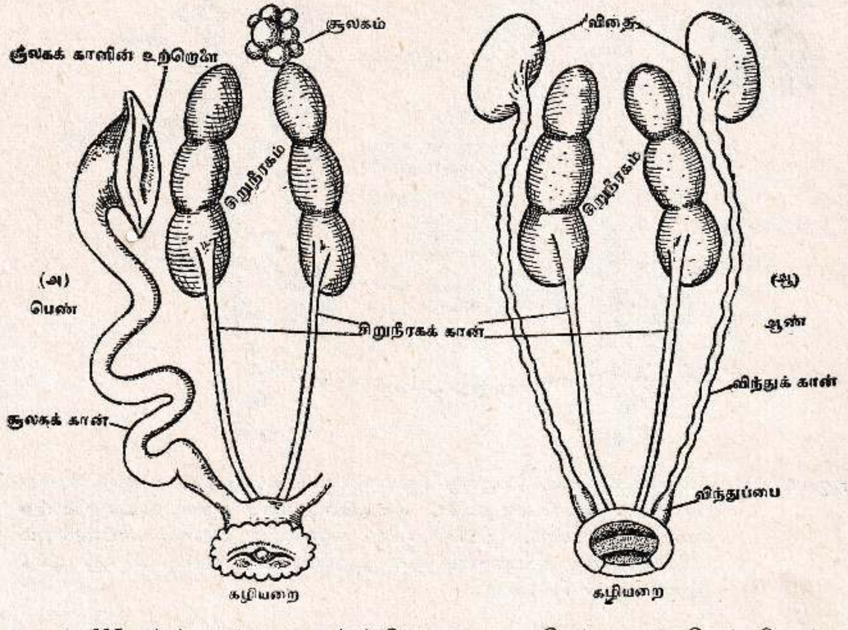


உருவம் 114. தவளையின் இனம் பெருக்குமங்கங்களும் (கழிவங்கங்களும்) **(எற்றுபீல்டைப் பின்பற்றி)**. அ. பெண் தவளை. ஆ. ஆண் தவளை. கழிவுக் கான்களின் பிற்பக்க வாயில்களையும், இனம்பெருக்கற் கான்களின் பிற்பக்க வாயில்களையும் காட்டுவதற்காகக் கழியறையின் சுவர் அகற்றப்பட்டுளது (சவ்வுப்பை ஒரு பக்கத்திற்குத் தள்ளப்பட்டுளது).

வைக்கப்பட்டு, கழியறையினூடாக, பெண் தவளையிட்ட முட்டைகள் மீது சொரிய ஆயத்தமாகவிருக்கும். ஆணுக்கு விதைகளிருக்குமிடத்திலேயே பெண் தவளைக்கும் ஒரு சோடி சூலகங்கள் உண்டு. இச்சூலகங்கள் கருமையும் வெண்மையுமான முட்டைக் கலங்களின் ஒழுங்கற்ற திணிவுகளாலானவை. நீண்டு சுருண்ட வெண் குழாய்களான வலச் சூலகக் கான், இடச்சூலகக் கானிரண்டிற்குமூடாக முட்டைக் கலங்கள் கீழ்நோக்கிக் கழியறைக்குட் போகும் (114 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

தவளைகள் நீரிலேயே புணரும். பெண் தவளையின் கழியறையிலிருந்து முட்டைகள் வெளித்தள்ளப்பட, அவற்றின் மீது ஆண் தவளை விந்துக்களைச் சொரியும்; எனவே, கருவுறுதல் புறத்து நிகழும். முட்டைகள் நீரை அடைந்ததும், அவற்றின் வழும்புப் புறப் போர்வை பொங்கி, தடிப்பான விறைத்த ஒரு குழம்புப் படையாகின்றது. நீந்திக்கொண்டிருக்கும் ஆண் விந்தொன்று இப்படையை ஊடுருவி யுட்புகுந்து பெண் முட்டைக் கலத்தோடு ஒன்று சேருகின்றது. மூன்றும் நூலில் 3 ஆம் அதிகாரத்தில், இவ்விதமாகக் கருவுற்றவொரு முட்டையிலிருந்து தவளை விருத்தியாவதை விளக்கியுள்ளோம்.

ஏனை மேலான விலங்குகளைப்போல், பறவைகளும் ஒரு பால் வகையின. பலவினப் பறவைகளில், நிறத்திலும், இறகுகளின் ஒழுங்கிலும், உடலின்



உருவம் 115. (அ) ஆண்பறவை, (ஆ) பெண் பறவை, இரண்டினதும் இனம் பெருக்கு மங்கங்களும், கழிவங்கங்களும் (தொம்சனைப் பின்பற்றி).

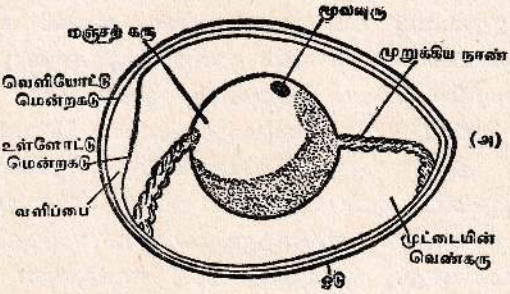
பருப்பத்திற்றுனும், ஆணுக்கும் பெண்ணுக்கும் துலக்கமான புற வேற்றுமைகள் உண்டு. முள்ளந்தண்டுடையிகளின் வழக்கமான மாதிரியாகவே பறவைகளின் இனப்பெருக்கவுறுப்புக்களும் இருக்கும். ஆனால், ஒரு வித்தியாசம் உண்டு. அது யாதெனில், முதிர்ந்த பெண் பறவை

யில் (115 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க) ஒரு சூலகமும் (இடது பக்கத்தி லுள்ள) ஒரு சூலகக் கானுமே உண்டென்பதாம். முதிர்ந்த வீட்டுப் பேட்டுக் கோழியில், சூற்கொள்ளும் பருவத்தில், சிறுநீரகங்களுக்குச் சற்று முன்னுக உடற் குழியின் புறப்பக்கச் சுவரில், உருண்டையான சிறு முட்டைக் கலங்களினெரு குலையாகச் சூலகமிருக்கும். பூரண விருத்தியெய்திய முட்டைக் கலம் ஏறக்குறைய ஓரங்குல விட்டமுள்ளது. சூலகக் கானுள்ளே அது புகுந்து, சோடுகூடியபொழுது பேடானது சேவ லிலிருந்து விந்துக்களைப் பெற்றுள்ளதாயின், **சூலகக் கானின் மேற் புறத்தில்** முட்டையுடன் விந்துக் கலம் ஒன்று சேர, கருவுறுதல் நிகழும். சூலகக் கான் வழியே முட்டை கீழிறங்கிவர, முதலாவதாக அது வெண் கருவினுலான (முட்டை வெண்கரு=ஏறக்குறைய 13 ச.வீ. புரதமும் 86 ச.வீ. நீரும்) தடித்த ஒரு போர்வையைப் பெறுகின்றது. அதன் பின்னர், அம்முட்டை ஒளிபுகவிடுகின்ற ஓட்டுச் சவ்வையும், ஈற்றில், நுண்துவாரமுள்ள கல்சியங் காபனேற்றுப்படையாலான ஓடதனையும் பெறு கின்றது. முட்டையானது, சூலகத்தை விட்டு ஏறக்குறைய 24 மணித்தி யாலஞ் சென்ற பின்பு, இனப்பெருக்கத்துக்குங் கழிவுக்கும் பொதுவான துவாரமாகிய, கழியறையினூடாக வெளியிடப்படும். முதிர்ந்த ஆண் பறவை யில், இனம்பெருக்குங் காலத்தில், விதைகளானவை, சிறு நீரகங் களுக்குச் சற்றுமுன்னுக உடற் குழியின் புறப்பக்கச் சுவர்மீதுள்ள, முட்டை வடிவமான இரண்டு மென்னிறமுடைய பொருள்களாகவிருக்கும். கழி யறைக்கு அணித்தாகவுள்ள ஒரு சோடி விந்துப் பைகளுக்கு விதைகளி லிருந்து, முற்றிய விந்துக் கலங்கள் கீழ்நோக்கிச் செலுத்தப்படும் (115 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க).

சோடுகூடும் பொழுது, ஆண் கழியறையிலிருந்து பெண்கழியறையினுக்கு விந்துக் கலங்கள், கொஞ்சத் திரவத்துடன் செலுத்தப்படும். இவ்வாறு செலுத்தப்பட்ட விந்துக் கலங்கள் மேனேக்கிச் சூலகக் கான்வழியே சென்று முட்டைக் கலங்களைக் கருவுறச் செய்யும். ஆதலினுல், கருவுறு தல், ஏனைய தரைவாழ் விலங்குகளிற் போல, அகத்தே நிகழும்.

குஞ்சின் விருத்தி. புதிதாக இடப்பட்ட முட்டையானது, 116 ஆம் உரு வத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், (அ) வளி மண்டலத்துக்கும் விருத்தியாகுங் கருவுக்குமிடையே வாயுப் பரிமாற்றம் நிகழத்தக்கதான, நுண்துவாரங் களையுடைய ஓரோடும், (ஆ) ஓட்டின் அகன்ற அந்தத்தில் ஒரு காற்றறை யாகுமிரட்டையோட்டுச் சவ்வும், (இ) விருத்தியாகுங் கருவுக்கு உணவையும் நீரையும் வழங்கும் முட்டை வெண்கருவும், (ஈ) ஏறக்குறைய 5 மி.மீ. விட்டமுள்ளதாய், எப்பொழுதும் மேலேயுள்ள மேற்பரப்பின் மீதுள்ள

வெண்தட்டாகிய சிறு மூலவுருவையும் விருத்தியாகுங் கருவுக்கு உணவையளிக்கும், மிகவும் மெல்லியவொரு சவ்வினுல் முற்றுக மூடப் பட்ட பெரிய மஞ்சட் கருவையுங் கொண்டுள்ள முட்டைக் கலமுஞ் சேர்ந் தானதே. (பறவைகளின் முட்டைக் கலங்கள் சகல கலங்களுள்ளும் மிகவும் பெரிதானவற்றுள் அடங்கும்.) ஒரு கிண்ணங்கொண்ட நீரி னுள்ளே புதிதாக இடப்பட்ட முட்டையைக் கவனமாக உடைத்துவிட்டு, அதனெல்லாப் பாகங்களையும் இன்னதிதுவெனக் காண்க. ஓரந்தத்துக்



உருவம் 116. கோழிக்குஞ்சின் விருத்தி (வரைபடம்). (அ) புதிதாய் இட்ட கருக்கட்டிய முட்டை (ஆ) 14 நாட்களுக்கு அடைகாக்கப்பட்ட முட்டை.

கொன்றுக வுள்ள முட்டை வெண்கருவின் முறுகிய இரு நாண்களினுல் மஞ்சட் கருத் தொங்கிக்கொண்டிருப்பதையுங் கவனிக்க. இதனுல், முட்டையைத் திருப்பினும் மூலவுருவானது எப்பொழுதும் மஞ்சட் கருவுக்கு மேலே அடைகாக்கும் பறவையின் சூடான உடலுக்கருகிலிருக்கும். எனவே மூலவுருவுக்கு உணவும், நீரும், காற்றுமுண்டு. அது விருத்தியாவதற்கு இனி வேண்டியது தக்க அளவான வெப்பமே. தாய்ப் பறவை முட்டைகள் மீதிருந்து அவைகளைச் சூடாக வைத்துக் கொள்ளுகின்றது. முட்டைகளிடப்படு முன்னரே கலப்பிரிவும் விருத்தியும் நிகழத் தொடங்கும். முட்டையைச் சூடாக (103°–105°ப. அல்லது ஏறக்குறைய 40° ச. ஆக) வைத்திருப்பின் விருத்தியாகுதல் தொடர்ந்து நிகழும். 21 நாட்கள் செல்லப் பூரண விருத்தியடைந்த குஞ்சுகள் முட்டையோட்டை உடைத்துக் கொண்டு வெளி

வரும். இயலுமாயின், 1 நாள், $1\frac{1}{2}$ நாள், 2 நாள், 3 நாள், 4 நாள் அடைகாக்கப்பட்ட முட்டைகளின் விருத்தியாகும் மூலவுருக்களைப் பரிசோதிக்க.

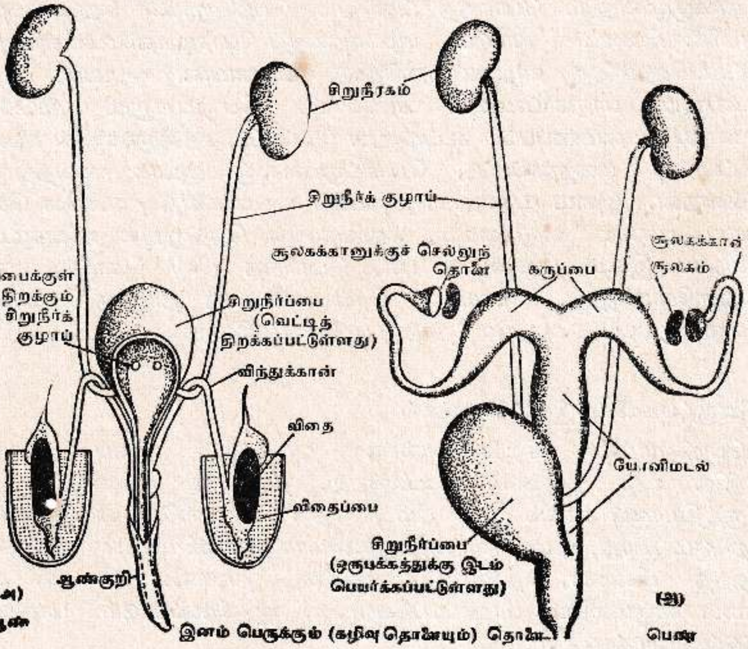
பெரும்பான்மையான பறவைகள் தங்களுடைய குஞ்சுகளில், அவை பொரிக்குமுன்னும் பொரித்த பின்னும், பெற்றேர்க்கே சிறப்பாகவுள்ள, தாபரிக்குமியல்பைக் காட்டும். மூலவுருக்குப் போதுமான உணவும் நீரும் முட்டையினுள்ளே வழங்கப்படுவதோடு, கடினமான ஓடானது அதற்கு வேண்டிய பாதுகாப்பையும் அளிக்கும். பெரும்பாலும் முட்டைகள் கவனத்தோடமைக்கப்பட்ட கூட்டினுள் இடப்பட்டு, சத்துருக்களின் கண்ணுக் கெட்டாமல் மறைக்கப்பட்டு, பொரிக்குமளவுஞ் சூடாக வைத்திருக்கப் படுகின்றன. இளம் பறவைகள், தங்கள் கருமங்களைத் தாங்களே செய்யக் கூடிய பருவம் வருமளவும், அவைகளின் பெற்றுரால் உணவூட்டப்படு கின்றன. இளம் பறவைகள் பல, பொரித்த பின் கொஞ்சக் காலம் பெற்றுரோடிருந்து, அவைகள் செய்வனபோலத் தாமுஞ் செய்யப்பழகி அவைகளுடைய அனுபவத்தாற் பயனெய்துகின்றன.

முலையூட்டிகளின் இனப்பெருக்கம்

பெற்றேர்க்குச் சிறப்பாகவுள்ள, தாபரிக்கும் பண்பு முலையூட்டி களிலே உச்ச நிலையை அடைகின்றது. தாயானது மூலவுருவை, அது விருத்தியாகுங் காலம் முழுவதும் தனது உடலினுள்ளே வைத்திருக்கும். பிறக்கும் போது, மூலவுருவானது பூரணமாக வளர்ச்சியுடையதாகவிருக்கும். பிறந்த பின்னர், தங்கள் கருமங்களைத் தாங்களே செய்யக் கூடிய காலம் வருமளவும் பாலூட்டப்பெற்றும், ஆதரிக்கப்பட்டும் பாதுகாக்கப் பட்டும் வளர்க்கப்படும்.

கேவியையும், குழிமுயலையும், மனிதனையும் போன்ற ஆண்பால் முலையூட்டிகளில், விதைகள், உடற்குழியினுள்ளே சிறு நீரகங்களுக் கணித்தாக, விருத்தியாகத் தொடங்குகின்றன. ஆனுல், பிறக்குமுன்னர் உடற்குழியின் பின்னந்தத்திலிருந்து அகப்பக்கமாகப் புடைத்திருக்கும் இரண்டுறைகளினுள்ளே (விதைப் பைகளுள்ளே) விதைகள் பின்னேக்கிப் போகின்றன (117 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). விதையொவ்வொன்றும், விந்துக் கலங்களுண்டாகுஞ் சுவர்களையுடைய, பெருந்தொகையான நுண் குழாய்களாலானவொரு முட்டைவடிவப் பொருளாகும். விந்துக் கலங் களை உண்டாக்குமிக் குழாய்கள், விந்துக் கலங்கள் தேவைப்படுங் காலம் வருமளவும், அவைகளைச் சேமித்து வைத்திருக்கும் மெத்தச் சுருண்ட நெடுங் கானென்றுக்குப் போகின்றன. தேவைப் படுங்காலம் வந்தவுடன், விதை யொவ்வொன்றிலுமிருந்து கிளம்புகின்றவொரு விந்துக் கான் வழியே விந்துக் கலங்கள் செல்லுகின்றன. இந்த விந்துக் கான்களி ரண்டும் ஒன்ருக விளைந்து, அதன் பின்னர், சிறு நீர்ப்பையிலிருந்து

ஆண்குறியினுக்கூடாக வெளியே போய் முடிகின்ற கானுக்குட் புகுகின்றன. ஆண் குறியினுல் விந்துக் கலங்கள் ஆண் முலையூட்டியினுடலிலிருந்து பெண் முலையூட்டியினுடலுக்கு மாற்றப்படுகின்றன. ஆதலின், கழிவுக்கும் இனப்பெருக்கத்துக்கும் பொதுவான இக்கானுனது சிறு

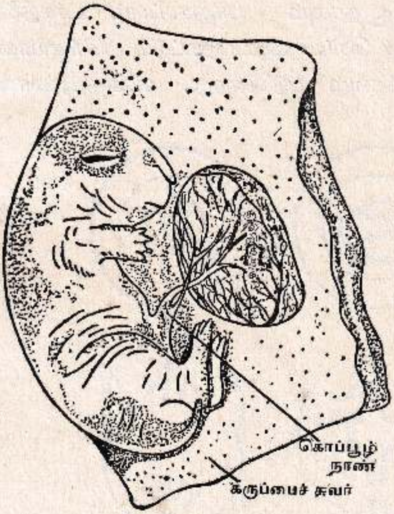


உருவம் 117. முயலின் இனம் பெருக்குமங்கங்களும் (கழிவங்கங்களும்).
(அற்பீல்டைப் பின்பற்றி)

நீரும் விந்தும் போம்வழியாகின்றது. (கேவியைப் போன்ற சில முலையூட்டிகளில், விந்துக்கலங்கள் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் விந்துக்கான்களிலிருந்து பிரிந்து போகும் ஒரு சோடி விந்துப் பைகளும் உண்டு.)

பெண் முலையூட்டிகளில், உடற் குழியின் புறப் பக்கச் சுவரில் இரு சூலகங்களுண்டு (117 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). இச் சூலகங்கள் மிகவுஞ்சிறிய முட்டை வடிவ வெண்பொருள்கள். ஏறக்குறைய 0·01 அங். விட்டம் மாத்திரமுள்ள முட்டைக்கலங்களே அவை உண்டாக்குகின்றன. முற்றிய முட்டைக் கலங்கள் காலத்துக்குக் காலம் விடுதலேயாகி, அவையொவ்வொன்றுஞ் சூலகக் கானின் முன்னந்தத்துக்கு வழிக் கொண்டு செல்ல, ஆண்விலங்கிலிருந்து வந்த விந்துக் கலங்களிலொன்று, சூலகக் கான் வழியே மேனேக்கி நீந்திப் போய், அதனேடொன்று சேருமாயின்,

கருவுறல் நிகழக் கூடும். கருவுற்ற முட்டைக் கலமானது ஒரு முட்டைக் கான் வழியே அதனகன்ற வொரு பகுதியை (கருப்பையை) அடையு மட்டுங் கீழ்நோக்கிச் சென்று அக்குழியின் சுவரோடு ஒட்டிக்கிடந்து, விருத்தியாகத் தொடங்கும். (கேவி யினுஞ் குழிமுயலினும், இவ்வித மான குழிகளில் இரண்டுண்டு. அவைகளில், பல முட்டைகள் ஒரே முறையில் விருத்தியாகக் கூடும். ஆனால், மனிதனில், வலச் சூலகக் கானும் இடச் சூலகக் கானும் ஒன் றாக விணைந்து, ஒரு தனிக் குழி யாக அமைந்திருக்கும். அன்றியும் ஒரே முறையில் ஒரு முட்டை விருத் தியாவதே வழக்கமாகும்.)



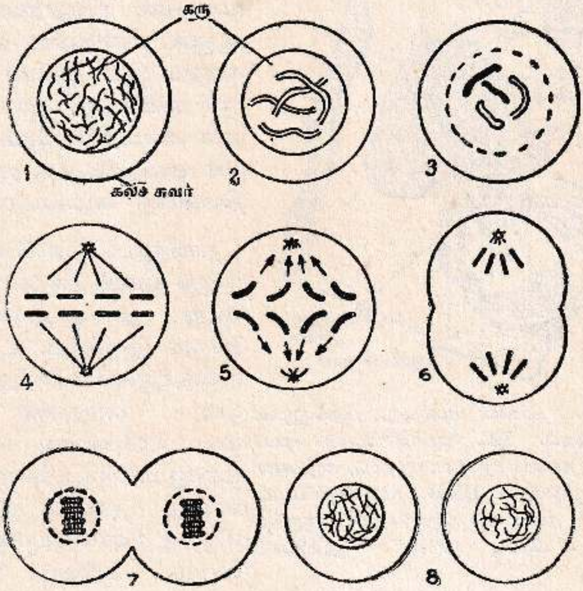
உருவம் 118. முயலின் மூலவுரு, பிறக்குமுன் உள்ள தோற்றம். PL. சடைமூளைகளால் மூடப் பட்டிருக்கும், தசையாலான வட்டத்தட்டு, கருப்பைச் சுவரில் வளருகின்றது. UMB. மூலவுருவையும், PL. வட்டத் தட்டையும் தொடுக்கும், குருதிக் கலனுள்ள "பிறப்பு நாண்" (இடக்கிளைப் பின்பற்றி).

தாயினுடலினுள்ளே விருத்தி யாகுங் காலம் (சூற்பருவம்) வெவ் வேறு முலையூட்டிகளில் வெவ் வேறாக இருக்கும். உதாரணமாக, எலிகளினுங்கேவிகளினும் 3 வார மும், மனிதனில் 9 மாத மும், யானைகளில் 15–20 மாத முமாகும். விருத்தியாகும் மூலவுரு வானது தாயின் குருதியருவியி லிருந்து உணவையும் ஒட்சிசனையும் பெற்று, கழிவுப் பொருளையும் அதே வழியாக நீக்குகின்றது. தாயினுடைய மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய் களும் மூலவுருவின் மயிர்த்துளைக் குருதிக் குழாய்களும் ஒன்றோடொன்று நெருங்கிய தொடர்புடையன. (ஆயின், ஒன்றன் தொடர்ச்சி மற்றைய தனைக் கொள்ளலாகாது. மூலவுருவிற்குச் சுயாதீனமான சொந்தக் குருதிச் சுற்றோட்டம் உளதாதலின்.) இளம் பருவ முலையூட்டி பூரண விருத்தியடைந்திருக்கும் பொழுது, கருப்பையின் தசைச் சுவர்கள் சுருங்கி அதை விசையுடன் வெளித்தள்ளும்.

புதிதாகப் பிறந்த முலையூட்டியானது, அதற்கு வேண்டிய ஒட்சிசனை அதன் சுவாசப்பையினூடு பெறவும், அதனுணவைச் சமிக்கச் செய்யவும், அதன் கழிவுப் பொருள்களை நீக்கவும் வல்லதெனினும், புதிதாகப் பிறந்த முலையூட்டிகளுட் பெரும்பாலானவை தங்கருமங்களைத் தாமே செய்ய வியலாதனவாய்ப் பெற்றோரின் உதவியை வேண்டிநிற்கின்றன. தாயின் பாற்சுரப்பிகளினால் உண்டாக்கப்படும் பாலை அவை உணவாகக் கொள்கின்றன. அற்ப சமிபாட்டோடு உறிஞ்சலுக்குந் தன்மயமாக்கலுக்

11—R 6038 (11/59)

கும் ஏறபுடைத்தாகவிருக்கும் பூரணமாக உணவாகும் இந்தப் பால். முலே யூட்டிகளுள் மேம்பட்டுள்ள மனிதனில் பிள்ளைப் பருவத்தின் தொடக்ககாலத்திலே ஒப்பலில் நீடித்தவோர் ஓய்வு காலம் உண்டு. அக் காலத்தே வேண்டப்படும் பெற்றுரிஞுதரவும் பாதுகாப்பும் உச்சநிலையி லிருக்க, தன் கருமங்களைத் தானுகச் செய்ய விடப்படுமட்டும் பிள்ளையானது வேண்டியாங்கு பழக்கவும் கற்பிக்கவும் படுகின்றது. மனிதவுடலானது



உருவம் 119. சாதாரணக் கலப்பிரிவு (வரைபடம்—பாமெரைப் பின்பற்றி).

ஏறக்குறைய இருபது வயது வருமட்டும் பூரண விருத்தியடைவதில்லை. நாகரிகமான தற்கால நிலைமையில், மிக்க திறனும் சிறப்புத் தேர்ச்சியும் வேண்டிய தொழில்களுக்கான பயிற்சியையுங் கல்வியையும் பெறுதற்குத் தேவையான காலம் நீடிக்க நீடிக்க மனிதன் தானுக உழைத்துத் தன் வாழ்க்கையை நடத்தத் தொடங்கும் வயதும் நீடித்துக் கொண்டே போகின்றது.

கலப்பிரிவு

வளர்ச்சியும் இனப்பெருக்கமும் எவ்வாறு நிகழுகின்றனவென்பதை விளங்கிக் கொள்ளுதற்கு, தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும், உடற் கலங் கள் பெருகுவதெங்ஙனமென்பதைப் பற்றிய அறிவு ஓரளவுக்கு வேண்

டும். சாதாரணமான **வளர்ச்சி** நிகழுகையில், ஒரு தனிக் கலம், அதன் கருவுடன், ஒத்தவிரு பாகங்களாகப் **பிரியும்.** இவ்வாறு பிரிந்த இரு பாதிகளும் வெவ்வேருகி இரு வேறு புதுக் கலங்களாகின்றன. கருவின் பிரிவோ மிகவுஞ் சிக்கலானது. இப்பிரிவின் பிரதானமான இயல்புகளை மாத்திரம் இங்கு ஆராய்வாம். நுணுக்குக் காட்டியின் மிகுந்த பெருக்கு வலு கொண்டு பார்த்தால், கருவானது நுண்ணிழைகளின் கூட்டமொன்ருக (1) குறுகித் தடிக்கும் (2) **நிறவுருக்கள்** எனப்படும் கோல்வடிவப் பொருள்களாக வருமட்டும் (3) இருக்கக் காணலாம் (119 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). (இந்த **நிறவுருக்கள்** மிகவும் முக்கியமானவை. ஒரே தாவரத்தின் அல்லது விலங்கின் ஒவ்வொரு கலத்துக்கும், ஒவ்வொரு கலப்பிரிவும் நிகழும் போது தோற்றுகின்ற ஒரே தொகையான **நிறவுருக்கள்** உண்டு. உதாரணமாக, மனிதனுக்குரிய **நிறவுருவெண்** 48; கரப்பான் பூச்சிக்கு 34 ; பூனைக்கு 36 ; சுண்டெலிக்கு 40 ; இலில்லிக்கு 24.) ஒவ்வொரு நிறவுருவும் சரியொத்த இரு பாதிகளாக நீளப்பாட்டிற் பிரியும் (4) இரண்டு பாதிகளுங் கலத்தின் எதிரந்தங்களுக்குப் புற நோக்கி இழுபட்டு (5) பாதிநிறவுருக்களின் சரியொத்த தொகுதிகளாகும். (6) நிறவுருக்களின் ருெகுதியொவ்வொன்றும் இப்போது புதியவொரு கருவாக (7) கலத்தின் முதலுருவானது இரு பாதிகளாகப் பிரியும். இப்பாதிகளொவ்வொன்றும் 'மகட்கரு' ஒன்றைச் சூழும் (8).

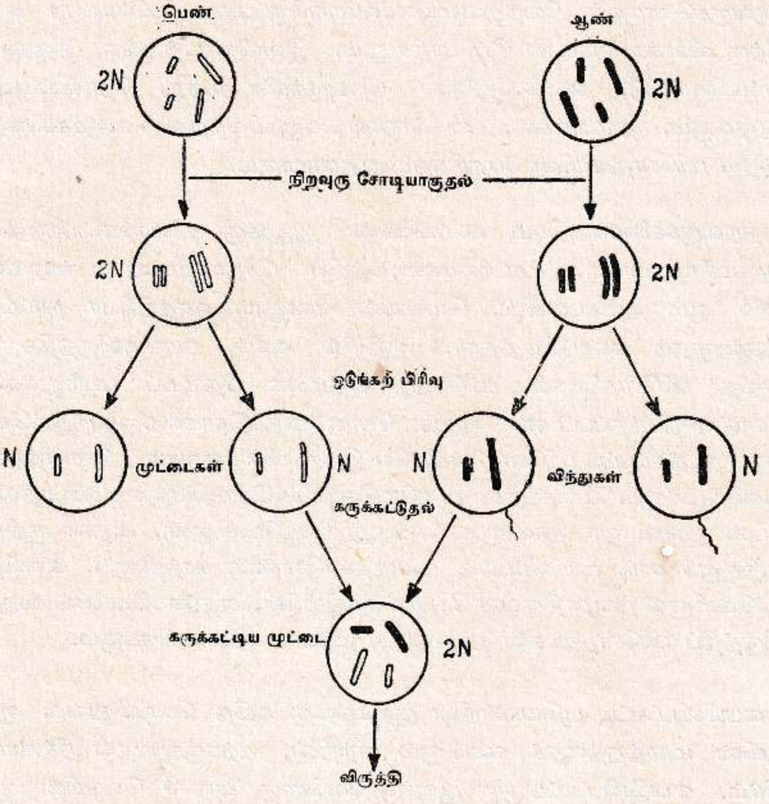
இரு பாதிகளும் பிரிந்து வெவ்வேருன பின்னர், இரு 'மகட்கலங்கள்' உண்டாயின. அவையொவ்வொன்றுக்கும், 'தாய்க்கலத்தின்' நிறவுருவொவ்வொன்றின் ஒரு பாதியைக் கொண்டுள்ள, கருவொன்றுண்டு. (நன்கு கவனிக்க—'தாய்', 'மகள்' என்னுமிரு பதங்களும் 'பெண்' என்னுங் கருத்துப்பட இங்குபயோகிக்கப்படவில்லை.) இந்தக் கலப்பிரிவு முறை முழுவதும் வழக்கமாக இரண்டொரு மணித்தியாலத்தில் நிகழ்ந்து முடிந்துவிடும். இவ்வாறு, **சாதாரணமான கலப்பிரிவில், வளர்ச்சியும் புதுப்பித்தலும் நிகழுங் காலத்து, 'மகட் கலம்' ஒவ்வொன்றுக்கும், 'தாய்க்கலத்' துக்குள்ள அதே விதமான நிறவுருக்கள் அதே தொகையினவாகவுண்டு.** இந்த நிறவுருக்களானவை 'மரபுரிமையலகுகளை', அல்லது 'சந்ததிச் சுவடுகளைக்' கொண்டுள்ளன. இச்சந்ததிச் சுவடுகள், கண்ணுற் காண்பதற்கு மாத்திரமல்ல, உயர்வலுவுடைய நுணுக்குக்காட்டி கொண்டேனும் பார்க்கவியலாத அளவுக்குச் சிறியனவாக விருப்பினும், மரபுரிமையினுண்மைகளை விளக்குகின்றனவாதலின் (இரசாயனச் சேர்க்கையின் மர்மங்களைக் கட்புலனுகா அணுக்கள் விளக்குகின்றனவாதலின், அவையுண்டெனத் **தாற்றன்** என்பவர் நம்ப வேண்டியிருந்தது போல) விஞ்ஞானிகள் அவையுண்டென நம்புகின்றனர். இச்சந்ததிச் சுவடுகளே ஒவ்வொரு கலத்துக்குமுரிய மரபுரிமைச் சிறப்பியல்புகளை நிச்சயிக்கும், அலகுகள், அல்லது காரணிகளாம். இழையொன்றிற் கோர்க்கப்பட்ட மணிகளைப்போன்று, திட்டமான ஒழுங்கின்படி, நிறவுருநெடுகே அடுக்கப்

பட்டுள்ள சிறிய துணிக்கைகளாலான ஒரு தொடரையொத்து ஒழுகுகின்ற, இந்நிறவுருக்கள் பெருந்தொகைகளாகும். சாதாரணமான கலப்பிரிவு நிகழுகையில், நிறவுரு ஒவ்வொன்றும் நீளப்பாட்டிற் பிளக்கும்போது, மகட்கலம் ஒவ்வொன்றும் சரியொத்த சந்ததிச் சுவடுகளின் 'மரபுரிமை யலகுகளின்' தொடையைப் பெறுகின்றது. இவ்வாறு, சாதாரணமான கலப்பிரிவுரிவினால் நிகழுகின்ற 'கலவியிலா இனப்பெருக்கத்தில்', தனிப் புதுவுயிரி யொவ்வொன்றுக்கும், தாய்க்குள்ள அதே விதமான சந்ததிச் சுவடுகள், அதே தொகையினவாகவுண்டாதலின், தாயின் சிறப்பியல்பு களேயே தப்பாமல் மரபுரிமையாக அது பெறுகின்றது.

பாற் கலங்களின் கலப்பிரிவு

மேலான தாவரங்களினும் விலங்குகளினும், விசேடமான பாற்கலங்கள்— முட்டைக் கலங்களும் விந்துக் கலங்களும்—கலவியினப் பெருக்கத்துக் கென்றே சிறப்பாகவுள்ளன. பெண் முட்டைக் கலமொன்றின் கருவானது ஆண் விந்துக் கலமொன்றினது கருவோடு ஒன்று சேரக் கருவுறுதல் நிகழுகின்றது. எனவே, கருவுற்ற முட்டைக் கலத்துக்கு **இரட்டைத் தொடை யான நிறவுருக்களுண்டு. ஒரு தொடை தாயிலிருந்தும், மற்றைத் தொடை தந்தையிலிருந்தும் பெறப்படுகின்றன.** இதனால், பொதுவான உடற் கலங் களுக்குள்ள அதே தொகையான நிறவுருக்கள் பாற்கலங்களுக்கும் உண் டெனில், கலவியினப் பெருக்கத்தின் வழிவருகின்ற மகவின் உடற் கலங் களுக்குத் தாய் தந்தையரிருவரினும் யாராயினுமொருவருக்குள்ள நிற வுருக்களின் இருமடங்கு நிறவுருக்கள் உளவாதல் வேண்டும். அதாவது, நிறவுருவெண்ணனது, ஒவ்வொரு புதுச் சந்ததியினும், இரட்டித்தல் வேண் டும். **பாற் கலங்கள் உண்டாகும்பொழுது, நிறவுருக்களின் எண்ணிக்கையை பிரிவினால் இவ்ரமூ,டித்தல் தவிர்க்கப்படுகின்றது** (120 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). உதாரணமாக மனிதனில், பக்குவமான விந்துக் கலங்கள் உண் டாகுமுன்னர் நிகழுகின்ற இறுதிக் கலப்பிரிவுகளுளொன்று நிகழும்போது **24** சோடி நிறவுருக்களும் (சாதாரணமான கலப்பிரிவில் நிகழுவதுபோன்று, நீளப்பாட்டிற் பிளக்காது, **ஒவ்வொரு சோடியிலுமிருந்து முழுமையான** ஒரு நிறவுரு கலத்தின் ஓரந்தத்துக்கும் மற்றையது மற்றையந்தத்துக்கும் போகும். கலப்பிரிவின் முடிவில், பக்குவமடைந்த விந்துக் கலமொவ் வொன்றுக்கும், வழக்கமான 48 நிறவுருக்களுக்குப் பதிலாக, 24 நிற வுருக்கள் மாத்திரம் உளவாகும். இதுபோன்ற இன்னேரொடுங்கற் பிரிவு **24** நிறவுருக்கள் மாத்திரமுள்ள பக்குவமடைந்த முட்டைக் கலங்களைத் தருகின்றது. எனவே, கருவுறுதல் நிகழும்போது, கருவுற்ற முட்டைக்கு, பெற்றுரொவ்வருவரினுமிருந்து 24 ஆக வந்த, 48 நிறவுருக்களுண்டு. ஆதலின், மேலான விலங்கெதுவாயினும் அதன் வாழ்க்கை வரலாறும், விதையிலிருந்து உண்டாகுந் தாவரமெதுவாயினும் அதன் வாழ்க்கை

வரலாறும், தன்மாட்டு மரபுரிமையாக வந்த சிறப்பியல்புகளையெல்லாங் கொண்டுள்ள, ஒரு தனிக் கலத்தோடு—கருவுற்ற முட்டைக் கலத்தோடு—தொடங்குகின்றன.



உருவம் 120. இலிங்கக் கலங்களின் கலப்பிரிவு (இறுதிப் பருவங்கள் வரைபடம்—பாமெரைப் பின்பற்றி). (எளிமைக்காக, இவ்விலங்கானது, ஒவ்வொரு கலத்திலும் ஒவ்வொரு சாடி நிறமூர்த்தத்தைக் கொண்டிருப்பதாகக் கருதப்பட்டது. ஆண் நிற மூர்த்தங்கள் கருமையாயும், பெண் நிறமூர்த்தங்கள் வெண்மையாயும் காட்டப்பட்டுளது).

அதன் பின்னர், கருவுற்ற முட்டைக் கலமானது, சாதாரணமான கலப்பிரிவு முறைப்படி, ஒரு புத்துயிராக விருத்தியாகும். அதனுடைய உடற் கலமொவ்வொன்றிலும், பெற்றோரொவ்வொருவரிலுமிருந்து 24 ஆக வந்த, 48 நிறவுருக்கள் உண்டு. எனவே, ஒவ்வொருயிரியுந் தன் சிறப்பியல்புகளுட் சிலவற்றைத் தாயிலிருந்தும் வேறு சிலவற்றைத் தந்தையிலிருந்தும் மரபுரிமையாகப் பெறுகின்றது.

சிறப்பியல்புகளை மரபுரிமையாகப் பெறுதல்

(அ) பிள்ளைகள் பெற்றுரை (முற்றுக ஒத்திராவிடினும்) ஓரளவுக்கு ஒத்திருப்பதும் (ஆ) ஒரே பெற்றுருக்குப் பிள்ளைகளாகப் பிறந்தவர்கள் ஒருவருக்கொருவர் வேற்றுமையுடையவராயிருப்பதும் ஏனென்று ஓரளவிற்கு விளக்க எம்மால் இப்போதியலும். இவ்விளக்கத்துக்கு, நுணுக்குக் காட்டிகொண்டு, கலங்களிலுள்ள நிறவுருக்களை உற்று நோக்கிப்பெற்ற பேறுகளும், தாவரங்கள், விலங்குகள் எனுமிவற்றின் வருக்கவிருத்தி பற்றிய பரிசோதனையின் பேறுகளும் ஆதாரமாகும்.

நிறவுருக்களைப்பற்றியும் கலப்பிரிவின் நுணுக்கு விவரங்களைப்பற்றியும் யாருமறியுமுன்னர், மரபுரிமையைப்பற்றிய பிரதானமான உண்மைகளை 1865 ஆம் ஆண்டளவில், மெண்டல் என்னும் ஒசுத்திரியா நாட்டவர் முதன்முதற் கண்டுபிடித்தார். ஆதியில் அவர் வருக்கவிருத்திபற்றிச் செய்த பரிசோதனைகள் பல்வேறு விதமான தோட்டப் பயற்றுக்களைக் கொண்டு நடத்தப்பட்டன. ஆனல், சோளத்தைக்கொண்டு, அவற்றுக்கொப்பாக, நடத்தப்பட்ட பரிசோதனைகளையே இங்கு விளக்குவாம். சோளத்துக்கு ஆண் பூக்களும் பெண்பூக்களும் ஒரே செடியில் வெவ்வேருக உண்டாதலின் பெண் பூவை ஒரு தாளினுல் (அல்லது செலபேனினுல்), அதன் குறிகள் முதிருமுன்னர், மூடிவிட்டால், மகரந்தச் சேர்க்கை காற்றினுல், அன்றேல் பூச்சிகளினுல் நிகழாதிருக்கச் செய்யலாமாதலின், அதனைக்கொண்டு வருக்கவிருத்திப் பரிசோதனைகளை நடத்துவது மிக்க வசதியாகவிருக்கும்.

பையிலிடப்பட்ட பூவொன்றின் குறிகளுக்கு அதே செடியிலுள்ள ஆண் பூவின் மகரந்தத்தைக் கையினுல் ஏற்றின், தற்கருவுறுதல் நிச்சயமாகிவிடும். பையிலிடப்பட்ட ஒரு பூவுக்கு வேறொரு சோளச் செடியின் அயற்கருவுறுதல் நிகழ்வதோடு, இரு பெற்றுரும் யார் யாரெனவுந் தெரியும்.

சோளத்திலே பல்வேறு வகையான தூயவினங்கள் உண்டு. அவற்றுட் சில, மஞ்சணிறத் தானியங்களையும், சில வெண்ணிறத் தானியங்களையும் ஈனும். தூயவின மஞ்சட் சோளத்தை தற்கருவுறுத்தினுல் பெறப்படும் வித்துக்களெல்லாம் மஞ்சணிறத் தானியங்களையே தருஞ்செடிகளாக முளைக்கும். இவ்வாறே, தூயவின வெண்சோளவித்துக்களைத் தற்கருவுறுத்தின் அவ்வித்துக்கள் வெண்ணிறத்தானியங்களையே ஈனுஞ் சோளச் செடிகளாகவே முளைக்கும். அதாவது, இத்தூயவினங்கள் தற்கருவுறுமாயின், பெற்ருேரின் வகைக்கொத்த சந்ததியையே உண்டாக்கும்.

இனி, மஞ்சட் சோளச் செடியொன்றின் ஆண் மலரிலிருந்து மகரந்தத்தைக் கையினுல் வெண் சோளச் செடியொன்றின் பையிலிடப்பட்ட பெண் பூவுக்கு மாற்றிவிட்டதாக வைத்துக்கொள்வோம். இவ்வாறு நிகழும் அயற் கருவுறுதலினுல் உண்டாகும் வெண் சோளத் தானியங்களை நட்டால் மஞ்சணிறத் தானியங்களை மாத்திரம் ஈனுகின்ற செடிகளாக அவை முளைக்கும். அயற் கருவுறுதலினுல் உண்டான, இம்முதற் சந்ததிக்குரிய சோளச் செடிகளானவை தானியங்களின் நிறமெனுஞ் சிறப்பியல்பில் வேறுபடும் பெற்ருேரிலிருந்து, வந்தனவாதலின், அவற்றைக் **'கலப்புப்பிறவி'** என்பர். முதனேக்கில், வெண்ணிறத்தானியங்களுக்குரிய மரபுரிமைக் காரணி (அல்லது 'வெண்சந்திச் சுவடு') அயற் கருவுறுதலினுலெழுகின்ற முதற் சந்ததியில், அற்றுப்போய்விட்டதெனத் தோற்றும். ஆனுல், மேலும் தொடர்ந்து நடத்திய பரிசோதனைகள், இந்தக் காரணி அற்றுப் போகாமல், மஞ்சணிறச் சந்ததிச் சுவட்டினுல் 'மறைக்கப்பட்டு' இன்னமுங் கிடக்குமெனக்காட்டின. கலப்புப் பிறப்பான இம்மஞ்சட் சோளத் தானியங்களை நட அவற்றிலிருந்து பெறப்படுகின்ற அடுத்த சந்ததிக்குரிய சோளச் செடிகளையுந் தற்கருவுறுத்தினுல் உண்டாகுஞ் சோளப் பொத்திகளில் இரு நிறத்தானியங்களுங் கலந்திருக்கும். அவற்றுள், மஞ்சணிறத் தானியங்கள் 75 ச. வீதமும் வெண்ணிறத் தானியங்கள் 25 ச.வீதமுமாக உண்டு. இனி, இச்சோளத் தானியங்களெல்லாவற்றையும் நட்டு வருமிரண்டாஞ் சந்ததிக்குரிய செடிகளையுந் தற்கருவுறுத்தினுல் **வெண்சோளச் செடிகளெல்லாம் வெண் பொத்திகளை மாத்திரமும் (அ) மஞ்சட் சோளச் செடிகளின் மூன்றிலொரு பாகம் மஞ்சட் பொத்திகளை மாத்திரமும் (ஆ) எஞ்சிய மூன்றிலிரண்டு பாகம் 25 சதவீத வெண்மணிகளையும் 75 ச. வீத மஞ்சள் மணிகளையுங்கொண்டுள்ள பொதிகளையுங் கலந்தீனும்.** இச்சந்ததியின் மணிகளெல்லாவற்றையும் நட்டுவரும் பூக்களைத் தற்கருவுறுத்தினுல் கலப்பிலாத வெண்பொத்திகளிலிருந்து வரும் (அ) வெண்சோளச் செடிகளும் 'வகைக்கொத்த' மணிகளை ஈனும். அதாவது வெண்மணிகளை மாத்திரம் ஈனும். கலப்பிலாத மஞ்சட் பொத்திகளிலிருந்து வரும் (ஆ) மஞ்சட் சோளச் செடிகளும் 'வகைக்கொத்த' மஞ்சள் மணிகளை மாத்திரம் ஈனும். கலப்பான பொத்திகளிலிருந்து வருகின்ற, தற்கருவுற்ற சோளச் செடிகள் பின்வருமாறெழுகும். வெண்சோளச் செடிகளெல்லாம் தூய வெண்பொத்திகளையும், மஞ்சட் சோளச் செடிகளினெஞ்சிய மூன்றிலிரண்டு பாகமும் கலப்பான பொத்திகளையும் (25 ச.வீதம் வெண் மணிகளையும், 75ச. வீதம் மஞ்சள் மணிகளையும்) முன்போல ஈனும்.

121 (i) ஆம் (ii) ஆம் உருவங்கள் இப்பேறுகளை நன்கு தெளிவாக்கும்.

இதனை விளக்குதல் மிகவெளிது. தூயவின மஞ்சட் சோளச் செடியொன்றின் கலமொவ்வொன்றுக்கும் 2 மஞ்சணிறச் சந்ததிச் சுவடுகளும் தூயவின வெண்சோளச் செடியொன்றின் கலமொவ்வொன்றுக்கும் 2 வெண்ணிறச் சந்ததிச் சுவடுகளும் உண்டு.

(i) மஞ்சட் சோளச் செடியிலிருந்து அயற்கருவேற்றப்பெற்ற வெண் சோளச்செடி.

வெண் சோளத் தாவரத்துடன் இனங் கலக்கப்பட்ட மஞ்சட் சோளத் தாவரம்

கலப்பாற் பிறந்த மஞ்சட் சோளத் தாவரங்கள்
(தற்கருக்கட்டப்பட்டவை)

25 % தூய வெண்மையான தானியங்களையுடையவை (சந்ததி சந்ததியாக தற்கருக் கட்டப்பட்டாலும் வெண் தானியங்களை மட்டுமே உற்பத்தியாக்கும்.)

50% கலப்பால் பிறந்த மஞ்சட் தானியங்களையுடையவை (தற்கருக்கட்டப் பட்டவை)

25% மஞ்சட் தானியங்களையுடையவை (சந்ததி சந்ததியாகத் தற்கருக்கட்டப்பட்டாலும் மஞ்சட் தானியங்களை மட்டுமே உற்பத்தியாக்கும்.)

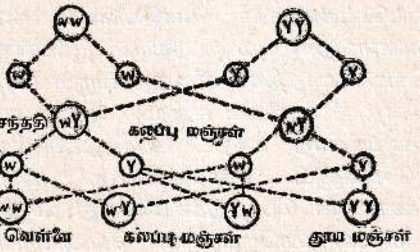
25% தூய வெண்மைத் தானியங்களை யுடையன.

50% கலப்பாற் பிறந்த மஞ்சட் தானியங்களை யுடையன.

25% தூய மஞ்சட் தானியங்களை யுடையன.

உருவம் 121. (i) சோளத் தானியங்களில் நிறம் தலைமுறை வழியாகப்பெறுதல்.

(i) ஆம் விளக்கப்படத்தைப் பின்னால் (ii) ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், மஞ்சட் சந்ததிச் சுவட்டை ம இனாலும், வெண் சந்ததிச் சுவட்டை வெ இனாலும் குறித்து, சந்ததிச் சுவடுகளின் வகையாக அமைக்கலாம்.



உருவம் 121. (ii) சோளத் தானியங்களில் நிறம் தலைமுறை வழியாகப் பெறுதல்.

கலப்பிறப்பான முதலாஞ் சந்ததியில் தோற்றுகின்ற நிறப்பண்பு (இங்கே மஞ்சணிறம்) ஆளுஞ் சந்ததிச் சுவடு (ம) என்றும், அதனால், 'மறைக்கப்படுகின்ற', நிறப்பண்பு பின்னிடையுஞ் சந்ததிச் சுவடு (வெ) என்றுஞ் சொல்லப்படும். பின்னிடையுஞ் சந்ததிச் சுவடு 'மறைந்துளது' அன்றி அற்றுவிடவில்லை யென்பதைக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டியது முக்கியமாகும். கலப்புப் பிறப்பான வழித்தோன்றலின் ஒவ்வொரு கலத்திலும் அது இன்னமும் இருந்து, அதன் பின்னே வருமொரு சந்ததியில்,

கருவுறுங் காலத்தே அதனையொத்த பிறிதொரு பின்னிடையுஞ் சந்ததிச் சுவடொன்று வந்து கூடுமாயின், 'தூயபின்னிடையாக' எப்பொழுதும் மீளத்தோன்றலாம்.

கலவிமுறையினப் பெருக்கத்தில், தாயையாவது தந்தையையாவது வழித் தோன்றலானது ஏன் முற்றுமொத்திருப்பதில்லையென்பது இப்போது தெளி வாகும். வழித்தோன்றல் பெறுகின்ற சந்ததிச் சுவடுகளில் அரைவாசி தாயிலிருந்தும் மற்றையரைவாசி தந்தையிலிருந்தும் வருகின்றன (இச் சந்ததிச் சுவடுகளுட் சில ஆளுவனவாயும் மற்றையவை பின்னிடைவன வாயுமுள்ளன). எனவே, **கலவிமுறையினப் பெருக்கமானது, புதியவினத் தாவரங்களும் விலங்குகளும் உண்டாவதற்கு, வாய்ப்பான வசதியை அளிக் கின்றது.** வாழ்க்கையின் போராட்டத்துக்கு நன்கிசைந்த ஒரு புதியவினமானது தப்பிப் பிழைக்கவும் இனம் பெருக்கவும் தகைமை குறைந்த ஒரு புதிய வினத்திலும், கூடிய ஆற்றலுடையதாதலின், **சிறத்தல் முறையானது இயற்கைத் தேர்வின்** வழியே நிகழக்கூடியதாகவிருக்கின்றது.

சிறப்பியல்புகளை மரபுரிமையாகப் பெறுதற்கு அடிப்படையாகவுள்ள இத் தத்துவங்களை மனிதன், புதிய விளைபயிரினங்களையும் மனைவிலங்குகளையும் உண்டாக்குதற்குப் பிரயோகிக்கின்றான். ஒரே தாவரத்துள் வேற்றுமை மிக்குடைய இரண்டு இனங்களை அயற்கருவுறச் செய்து, அதன் பின்னர், கலப்புப் பிறப்பான இப்பிறசந்ததியிலிருந்து தற்கருவுற்ற சந்ததிகளை உற்பத்தியாக்கி வளர்த்தெடுத்து, கோதுமை, கரும்பு, உருளைக்கிழங்கு என்பன போன்றவற்றின் திருந்திய வினங்கள் உண்டாக்கப்பட்டன. இவ் வாறு, சந்ததிச் சுவடுகளின் வெவ்வேறான சேர்க்கைகளை மீட்டும் மீட்டும் ஆயிரக் கணக்காகப்பெற்று, அவற்றிலிருந்து தகவான சிறப்பியல்புகள் வாய்ந்த புதிய வினங்கள், செயற்கைத் தேர்வு முறைப்படி உண்டாக்கப் படுகின்றன.

(இரண்டாம் பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சிநூலில் இந்த அதிகாரத்துக்கு வேண்டிய பயிற்சிகளைக் காண்க.)

பகுதி III

நிலையியக்கவியல்

அதிகாரம் 10

இயக்கமும் விசையும்

'**இயக்கம்**' என்னுஞ் சொல்லானது '**இடமாற்றம்**' என்னுங் கருத்தைத் தருகின்றது. எங்களைச் சூழ்ந்திருக்கும் பொருள்களுட் பலவற்றை, **இயங்குவன** அல்லது **ஓய்ந்திருப்பன**வென்று வகுக்கலாம். **ஆனல், இயக்கம், ஓய்வு** என்னும் பதங்கள் ஒன்றுக்கொன்று சார்புடையன. உதாரணமாக, உங்கள் பாடசாலைக் கட்டிடம் அதைத் தாங்குகின்ற நிலஞ் சார்பாக மட்டுமே ஓய்விலிருக்கின்றது. ஆனல், பூமியானது தனதச்சைச் சுற்றிச் சுழன்று கொண்டிருக்கின்றமையினல், பூமியின் மேற்பரப்பு ஓய்ந்திருக்கவில்லை. அஃதெவ்வாருயினும், சாதாரணமாகப் பூமி சார்பாக இடம் மாருதிருக்கும் பொருள்களை ஓய்விலிருக்கும் பொருள்கள் என்கிருேம்.

கதியும் வேகமும்

பூரணமாக ஒரு பொருளின் இயக்கத்தை விளக்கிக் கூறவேண்டுமாயின், அது எத்திசையை நோக்கி என்ன **கதியோடு** இயங்குகின்றதென்று கூறவேண்டும். '**கதி**' யை, '**ஓரலகு நேரத்திற் செல்லுந் தூரம்**' என்று அதற்கு வரைவிலக்கணங் கூறலாம். ஓரலகு நேரத்திற் சென்ற இத் தூரமானது குறித்த ஓர் திசையில் இருக்கும் பொழுது 'வேகம்' என்னும் சொல்லை வழங்குகின்ருேம். உதாரணமாக, ஓர் வட்டமான பந்தய ஓட்டப் பாதையிலே ஓடும் மோட்டர் வண்டியின் இயக்கத்தைக் கூறும்போது அதன் 'கதி' யைச் சொல்வது பொருத்தமானதாகும். ஆனல், அதன் இயக்கம் எப்போதும் மாறிக் கொண்டிருக்கின்றமையின் அதன் 'வேகத்தை'க் கூறுவது பொருத்தமற்றது ஆகும்.

கதியானது **ஒருசீரானதாக** அன்றேல் **மாறுகின்றதாக** இருக்கும். உதாரணமாக, ஒரு புகையிரதம் ஒவ்வொரு செக்கனிலுஞ் சரியாக 88 அடி தூரஞ் செல்லுகின்றதாயின் செக்கனுக்கு 88 அடி, அல்லது மணித்தியாலத்துக்கு 60 மைல் ஆகும். **ஒருசீரான** கதியோடு அது இயங்கிக் கொண்டிருக்கின்றது. இதுபோன்று சற்றேனுங் கூடிக்குறையாது ஒருசீராகவுள்ள கதிகளை நாளாந்த வாழ்க்கையில் நாம் காண்பதரிது. உதாரணமாக, விரைவாக ஓடுமொரு புகையிரதத்தின் கதியானது புகையிரதப் பாதையின் சாய்வுகளுக்கும் வளைவுகளுக்குந் தக்கவாறு கூடியும் குறைந்

தும் இருக்கும். அப்புகையிரதம் **மாறுகின்ற கதியோடியங்குகின்றதெனப்** படும். மாறுகின்ற கதியோடெனினும் ஒரு புகையிரதம் ஒரு **மணித்** தியாலத்தில் 60 மைல் தூரஞ் செல்கின்றதாயின் (ஒவ்வொரு தனிச் செக்கனிலும் 88 அடி தூரஞ் செல்லாதிருந்தபோதும்) அதன் **சராசரிக் கதி** மணித்தியாலத்துக்கு 60 மைல் என்று கூறுவோம்.

$$\text{வேகம்} = \frac{\text{சென்ற தூரம்}}{\text{எடுத்த நேரம்}}, \text{ அல்லது } v = \frac{s}{t};$$

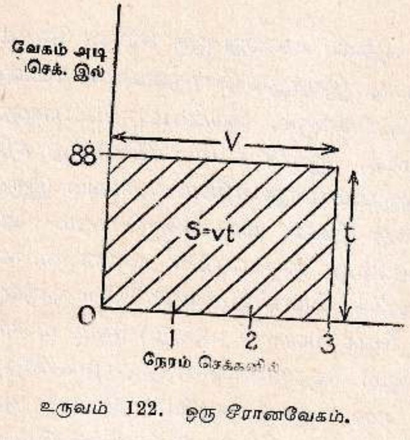
அதாவது, சென்ற தூரம்=வேகம்×எடுத்த நேரம், அல்லது $s = vt$;

அதாவது, $\text{எடுத்த நேரம்} = \frac{\text{சென்றதூரம்}}{\text{வேகம்}}$, அல்லது $t = \frac{s}{v}$.

மணித்தியாலத்துக்கு 60 மைல் ஒரு **சீரான வேகமாக** இயங்குகின்ற வொரு புகையிரதத்தின் **வேக–நேர வரைப்படத்தை** 122 ஆம் உருவங் காட்டுகின்றது. கோடிட்டு நிழற்றிய **பரப்புச் சென்ற தூரத்தைக்** காட்டு கின்ற தென்பதைக் கவனிக்க.

வேகங்களின் சேர்க்கை

ஒரே நேரத்தில் ஒரு பொருள் இருவேறு திசைகளை நோக்கிச் சென்று கொண்டிருக்கலாம் உதாரணமாக : இயங்கிக் கொண்டிருக்குமொரு கப்பலின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றப் பக்கத்துக்கு நடக்குமொரு வன் கப்பல் வடக்கு நோக்கிச் செக்கனுக்கு 20 அடி வேகமாகவும், மனிதன் கிழக்கு நோக்கிச் செக்கனுக்கு 5 அடி வேகமாகவுஞ் சென்று கொண்டிருந்தால், உள்ளபடி அவன் போகும் பாதை, பூமிசார்பாக, வடக்குக்குங் கிழக்குக்கும் இடையில் எங்கோயுளது.



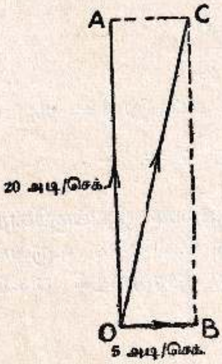
உருவம் 122. ஒரு சீரானவேகம்.

வேக இணைகரத் தத்துவம் கூறுவதாவது :

ஓரிணைகரத்தின் இருபக்கங்களாற் குறிக்கப்பட்டுள்ள இருவேறு வேகங்கள் ஒரு பொருளுக்குண்டாயின், அதன் உண்மையான (விளைவான) வேகத்தை அவ்விணைகரத்தின் மூலைவிட்டங் குறிக்கும்.

இதுபோலவே, ஒரு முக்கோணத்தின் இருபக்கங்களால் வரிசையாகக் குறிக்கப்பட்ட இருவேறு வேகங்கள் ஒரு பொருளுக்குண்டாயின், அதன் உண்மையான (விளைவான) வேகத்தை மூன்றும் பக்கங் குறிக்கும்.

ஒரு வேகத்தின் வீதத்தையும் (உதாரணம்: ஒரு செக்கனுக்கு இத்தனை அடி, அல்லது மணித்தியாலத்துக்கு இத்தனை மைல்) அது நோக்கிய திசையையுங் கொடுத்தால் அதனைப் பூரணமாக விளக்கிக் கூறியதாயிற்று. எனவே, ஒரு வேகத்தை அளவுத்திட்டமாக வரையப் பட்டதும் அம்புக் குறியை உள்ளதுமான வொரு நேர் கோட்டாற் பூரணமாகக் குறிக்கலாம். 123 ஆம் உருவத்திற் கப்பலின் வேகத்தை **OA** உம், மனித னின் வேகத்தை **OB** உம் குறிக்கும். **விளைவான வேகத்தை** (இவ்வுதாரணத்திற் செவ் வகமாகவுள்ள) இணைகரத்தின் மூலைவிட்டமாகிய **OC** குறிக்கும்.



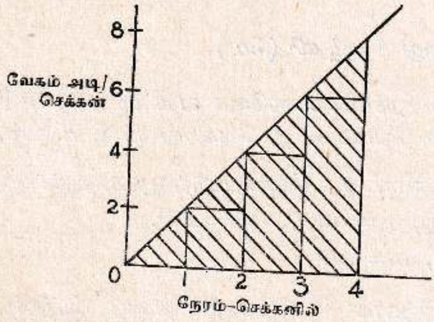
உருவம் 123.
வேகவிணைகரம்.

வேறு சில உத்திக் கணக்குக்களை வரைப்ப முறைப்படி செய்க. (இரண்டாம் **பொதுவிஞ்ஞான அப்பியாசப் புத்தகத்தின்** 101–4 பக்கங்களைப் பார்க்க.)

வேகவளர்ச்சி

நாளாந்த வாழ்க்கையில் நிலையான கதியை அல்லது ஒரு சீரான வேகத் தைக் காண்பதரிது. பெரும்பான்மையாக, இயங்கும் பொருள்களின் வேகங் கள் நேரத்துக்கு நேரம் மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். வேகம் மாறும்பொழுது பொருளுக்கு வேக வளர்ச்சி உண்டெனக. இவ்வேக வளர்ச்சியானது கதி கூடும் போது நேரானதாகவும், கதி குறையும்போது எதிரானதாகவும் இருக் கும். (ஒரு பொருளின் வேகத்தினது திசை மாறுகின்றபோதும் அப் பொருளுக்கு வேக வளர்ச்சி உண்டென்று கருதப்படும். உதாரணமாக, வட்டமான பாதையொன்றில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பொருளுக்கு வட்டத்தின் மத்தியை நோக்கிய ஓர் வேக வளர்ச்சி உண்டு.) வேக வளர்ச் சியானது வேகத்தின் மாற்று வீதமாகும். உதாரணமாக, ஒரு புகையிரதத் தானத்திலிருந்து புறப்படும்போது ஒரு புகையிரதத்தின் வேகம் ஒரு செக்கன் சென்ற பின்பு செக்கனுக்கு 2 அடியாகவும், 2 செக்கன் சென்ற பின்பு, செக்கனுக்கு 4 அடியாகவும், 3 செக்கன் சென்ற பின்பு, செக்க னுக்கு 6 அடியாகவும், 4 செக்கன் சென்ற பின்பு செக்கனுக்கு 8 அடியாகவும் இருந்தால், அதன் வேகம் ஒவ்வொரு செக்கனிலும் செக்க னுக்கு 2 அடி வீதம் வளர்ந்து கொண்டு போகின்றது. அதாவது, அதன் வேக வளர்ச்சி செக்கனுக்கு செக்கன் 2 அடியாகும்.

புகையிரதத்தின் வேக நேரவரைப்படத்தை 124 ஆம் உருவம் காட்டுகின்றது. (கோடுகளிட்டு நிழற்றிய பரப்பு சென்ற தூரத்தைக் காட்டுகின்றது).



உருவம் **124.** ஒரு சீரான வேக வளர்ச்சி.

குறியீடுகள் கொண்டிதனை விளக்குவாம் : ஓய்வு நிலையிலுள்ளவொரு பொருள் இயங்கத் தொடங்கிச் செக்கனுக்கு v அடி வேகத்தை **t** செக்கனில் அடையுமாயின், அதன் வேகவளர்ச்சி=செக்கனுக்கு செக்கன் $\frac{v}{t}$ அடி ; அதாவது, வேகவளர்ச்சி=வேகமாற்றம்$\div$நேரம்.

ஓய்வு நிலையிலிருந்து இயங்கத் தொடங்குமொரு பொருளின் இயக்கச் சமன்பாடுகள்

ஓய்வு நிலையிலிருந்து ஒரு பொருள் இயங்கத்தொடங்கி t செக்கனிற் செக்கனுக்கு v அடி வேகத்தை அடைகின்றதென வைத்துக் கொள்ளுவோம். அது s அடி தூரஞ் சென்ற பின்னர்,

அதன் வேகவளர்ச்சி a=செக்கனுக்கு செக்கன் $\frac{v}{t}$ அடி அல்லது, **(1*a*)**

$v = at$ (வேகம்=வேகவளர்ச்சி$\times$நேரம்)

சராசரி வேகமானது செக்கனுக்கு $\frac{s}{t}$ அடியாகும். அப்பொருள் ஓய்வு நிலையிலிருந்து பெயர்ந்து சென்றதாதலால், அதன் ஈற்று வேகஞ் சராசரி வேகத்தின் இரு மடங்காகும்.

அதாவது, $v = \frac{2s}{t}$, அல்லது $S = \frac{1}{2} tv$ **(2 *a*)**

எனவே, ஓய்வு நிலையிலிருந்து பெயர்ந்து செல்லும் பொருளைப் பொறுத்தமட்டில்,

$a = \frac{v}{t}$, அல்லது $v = at$, $v = \frac{2s}{t}$.

$v = \frac{2s}{t}$ இல் $v = at$ எனப் பிரதியிடவருவது

$at = \frac{2s}{t}$, அல்லது $s = \frac{1}{2} at^2$ (3a)

அதாவது, சென்ற தூரம்=அரைவேக வளர்ச்சி×நேரத்தின் வர்க்கம்.

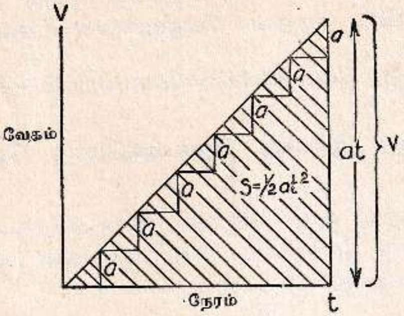
சில வேளைகளில் வேகம் v ஐ வேக வளர்ச்சி a உம், சென்ற தூரம் s உம் உறுப்புறுக்களாக வர வெளிப்படுத்துதல் வாய்ப்பாகும்.

(1a), இலிருந்து, $v = at$, $\therefore\ v^2 = a^2 t^2$.

(3a) இலிருந்து, $s = \frac{1}{2} at^2$,

$\therefore\ t^2 = \frac{2s}{a}$. t^2 இற்காக $\frac{2s}{a}$ இனை $a^2 t^2$ எனப் பிரதியிட வருவது—

$$v^2 = \frac{a^2\, 2s}{a};\ \therefore\ v^2 = 2as \qquad (4a)$$



உருவம் 125. ஓய்வுநிலையிலிருந்து தொடங்கும் வேக வளர்ச்சி.

ஓய்வு நிலையிலிருந்து பெயர்ந்து ஒரு சீரான வேக வளர்ச்சி செக்கனுக்குச் செக்கன் a அடியோடு இயங்குகின்றவொரு பொருளின் வேக நேர வரைப்படத்தை 125 ஆம் உருவங் காட்டுகின்றது.

(1a) $v = at$

(2a) $s = \frac{1}{2}at$

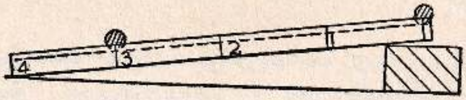
(3a) $s = \frac{1}{2}a\,t^2$

(4a) $v^2 = 2a\,s$

என்னும் இயக்கச் சமன்பாடுகள் நான்கையும் உபயோகித்து, ஓய்வு நிலையிலிருந்து பெயர்ந்து ஒரு சீரான வேக வளர்ச்சியோடு செல்லுகின்ற பொருளின் இயக்கத்தைப் பற்றிய உத்திக் கணக்குகளைச் செய்க.

நேரத்தின் வர்க்கத்துக்குச் சென்ற தூரம் விகித சமமாகவுள்ளது என்பதை நிருபித்தல்

தவாளித்த நீள் மரத்துண்டொன்றை நான்கு சமபாகங்களாகப் பிரித்து அடையாளமிட்டு **126** ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல, அதன் ஒரு அந்தத்தை ஒரு மரக் கட்டை மீது உயர்த்தி வைக்க. உருக்குக் குண்டொன்றைச் சாய்வின் மேற்புறத்திலிருந்து உருளச் செய்து அது முதலாம் அடையாளத்தைக் கடக்கும்போது இன்னேருருண்டையை மூன்ரும் அடையாளத்திலிருந்து உருளச் செய்க. இரு குண்டுகளும் தவாளியின் கீழந்தத்தை ஒரே நேரத்தில் வந்து சேரக் காணலாம். முதலாங் குண்டு மேற்பாகத்தைக் கடந்து செல்ல எடுத்த நேரம் இரண்டாங் குண்டு கீழ்ப் பாகத்தைக் கடந்து செல்ல எடுத்த நேரத்துக்குச் சமமாக இருக்குமாதலின், முதலாங் குண்டு நான்கு பாகங்களேயுங் கடந்து செல்ல எடுத்த நேரத்தின் இரு மடங்காகும். எனவே, **நேரத்தின் வர்க்கத்துக்குச் சென்ற தூரம் விகித சமமாகும்.** (சமன்பாடு $(3a)$ ஐ 284 ஆம் பக்கத்திற் பார்க்க)



உருவம் **126.** கலிலியோவின் பரிசோதனே.

ஓய்வு நிலேயிலிருந்து இயங்கத் தொடங்காத பொருளுக்குப் பொருத்தமான இயக்கச் சமன்பாடுகள்

இப்பொழுது, செக்கனுக்கு u அடி வேகத்துடன் தொடங்கி t செக்கன்களாக இயங்கி, s அடி தூரஞ் சென்று, ஈற்றில் செக்கனுக்கு v அடி வேகத்தை அடைகின்றவொரு பொருளேப்பற்றி ஆராய்வோம். அப்பொருளின் **வேகமாற்றஞ்** செக்கனுக்கு $(v-u)$ அடியும், அம்மாற்றம் நிகழ்வதற்குச் சென்ற நேரம் t செக்கன்களுமாகும்.

ஆதலால், வேக வளர்ச்சி $a=\dfrac{v-u}{t}$, அல்லது $v-u=at$,

$$\text{அல்லது } v=u+at. \qquad (1b)$$

சராசரி வேகமானது முதல் வேகம் முடிவுவேகம் இரண்டினதும் மொத்தத்தின் அரைவாசியாகும் ;

அதாவது,

$$\frac{s}{t}=\tfrac{1}{2}(v+u), \text{ அல்லது } s=\tfrac{1}{2}t(v+u), \text{ அல்லது } v+u=\frac{2s}{t}, \qquad (2b)$$

(1b) இலுள்ள $v = u + at$ ஐப் பிரதியிட வருவது :—
$s = \frac{1}{2}\ t\ (u + at + u)$ ஆதலால், $s = ut + \frac{1}{2} a^2t$ (3b)

சில வேளைகளில், வேக வளர்ச்சி a ஐயும், சென்ற தூரம் s ஐயுங் கொண்டு வேக மாற்றத்தை விபரித்துக் கூறுதல் வாய்ப்பாகவிருக்கும்.

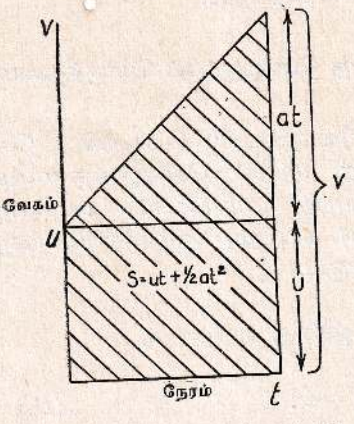
$v + u = \frac{2s}{t}$ என்பதை, $v - u = a\,t$ என்பதாற் பெருக்க வருவது :—

$$v^2 - u^2 = 2as \qquad (4b)$$

ஓய்வு நிலையிலிருந்து ஒரு பொருள் இயங்கத் தொடங்கும்போது, $v = 0$ ஆதலின், மேற் கூறிய சமன்பாடுகள் பின்வருவனவாகின்றன :—

(1a) $a = \frac{v}{t}$ அல்லது $v = at$, (2a) $s = \frac{1}{2}tv$, (3a) $s = \frac{1}{2}a\,t^2$,
(4a) $v^2 = 2as$).

127 ஆம் உருவமானது செக்கனுக்கு u அடி வேகத்துடன் தொடங்கி, a அடி வேக வளர்ச்சியோடு t செக்கன்களாக இயங்கிச் சென்று, ஈற்றிற் செக்கனுக்கு v அடி வேகத்தை அடைகின்றவொரு பொருளின் **வேக நேர வரைப்படமாகும்.**



உருவம் 127. பெயரத் தொடங்கும் போது ஓய்வு நிலையில்லாதவொரு பொருளின் ஒரு சீரான வேக வளர்ச்சி.

(1b), (2b), (3b), (4b) என்னும் சமன்பாடுகளை உபயோகித்துச் சில உதாரணக் கணக்குகளைச் செய்க.

விழும் பொருள்கள்

ஒரு சீரான வேக வளர்ச்சிக்கு விழும் பொருள்கள் சிறந்த எடுத்துக் காட்டாகும். **கலிலியோ** என்பவர் (தொலை காட்டியை முதல் உண்டாக்கியவரும், அக்காலத்திருந்த விஞ்ஞானிகளுட் தலை சிறந்தவருமானவோர் இத்தாலியர்) உயரமான கோபுரமொன்றின் உச்சியிலிருந்து பருமனிலும் அமைப்பிலும் வேறுபாடுடைய பல பொருள்களை விழவிட்டுப் பரிசோதனைகளைச் செய்தனர். **காற்றின் தடையின்றேல் எல்லாப் பொருள்களும் ஒரே வேக வீதத்தோடு விழும் என்னும் முடிபுக்கு வந்தனர்.** வளிப்பம்பி புதிதாக

உண்டாக்கப்பட்ட பின்னர், **சேர் ஐசாக்கு நியூற்றன்** என்பவர் (கலிலியோ இறந்த ஆண்டாகிய 1642 ம் ஆண்டிற் பிறந்தவர்) ஒரு காசையும் ஓரிறகையுங் கொண்டு கலிலியோ பரிசோதனை செய்து கண்ட முடிபைச் சோதித்துப் பார்த்தனர். பொற்காசொன்றையுஞ் சிறிய ஓர் இறகையும் நீண்டவொரு கண்ணுடிக் குழாயினுள் வைத்தடைத்து ஆங்குள்ள காற்றைப் பம்பி கொண்டு வெளிப்போக்கினர். குழாயைத் தலை கீழாகப் பிடிக்கப் 'பாரமான' காசும் 'இலேசான' இறகும் சரிவர ஒன்றன் பக்கத்திலொன்றாக விழுந்தன. **வெற்றிடத்தில் ஓய்விலிருந்து சுயாதீனமாக விழுகின்ற பொருள்கள் எல்லாம் ஒரே நேரத்திற் கூடாக வீழ்ந்த பின்னர் ஒரே வேகத்தை அடைகின்றன என்பது இதனிலிருந்து புலனாகின்றது.**

இத்தத்துவத்தைப் பின்வருமாறு திருட்டாந்தப்படுத்தலாம். பெரியவொரு காசின் மீது மெல்லியவொரு கடதாசி வட்டத்தை வைத்துக் கிடையான நிலையிலிருந்து இரண்டையும் விழவிட்டால், கடதாசி காசோடு விழும். ஏனெனிற் கடதாசிக்கு முன்னேயுள்ள காற்றின் தடையைக் காசு மேற்கொள்ளுகின்றது.

புவியீர்ப்பினாலுண்டாகும் வேக வளர்ச்சி

ஓய்வு நிலையிலிருந்து கட்டில்லாது விழும்பொருள்கள் எல்லாங் குறித்தவொரு நேரத்தில் ஒரே வேகத்தை அடையுமாயின், அவற்றின் வேக வளர்ச்சியும் ஒன்றாகவேயிருத்தல் வேண்டும். **விழும் பொருள்களின் இந்த மாறாத வேக வளர்ச்சியைப் புவியீர்ப்பினாலுண்டாகும் வேக வளர்ச்சி என்பர்.** அதை, g என்னுங் குறியீட்டாற் குறிப்போம்.

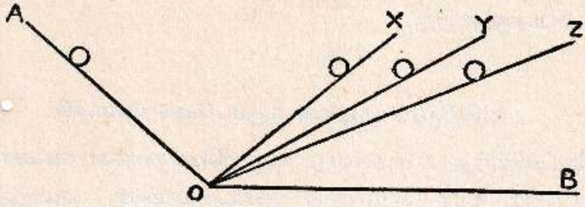
g இன் பெறுமானம் புவிமீது இடத்துக்கிடஞ் சற்றே வேறுபடும். உதாரணமாக, அது இலண்டனிற் செக்கனுக்கு செக்கன் 32·19 அடியும், நியூயோக்கிற் செக்கனுக்கு செக்கன் 32·16 அடியும், கல்கத்தாவிற் செக்கனுக்கு செக்கன் 32·11 அடியும், சிங்கப்பூரிற் செக்கனுக்கு செக்கன் g = 32·09 அடியுமாகவிருக்கும். சாதனையில் g = செக்கனுக்கு செக்கன் 32 அடியெனக் கொள்ளுவோம். **சதம மீற்றர்/கிராம்/செக்கன் (ச.கி.செ.)** முறையில் g இனது பெறுமானம் செக்கனுக்கு செக்கன் 981ச.மீ. (கதிகளின் அளவை மணித்தியாலத்திற்கு எத்தனை மைல் என்ற முறையில் நாம் அன்றாட வாழ்வில் நன்கு உணர்ந்திருப்பதால், g என்பது

செக்கனுக்கு 22 மைல் மணித்தியால வேக மாற்றம் என்பதை ஞாபகத்தில் வைத்திருப்பது நன்று) ஒவ்வொரு பொருளும் ஒய்வு நிலையிலிருந்து பூமியை நோக்கி விழும்பொழுது முதல் செக்கனில் 16 அடி தூரம் விழும் என $s = \frac{1}{2} a t^2$ எனும் சமன்பாட்டிலிருந்து நாம் காண்கின்றோம்.

புவியின் மேற்பரப்பெங்கணும் ஒரு பொருளின் நிறைமாறுது சரிவர ஒன்றுக விராதெனக் கண்டுள்ளோம். துருவங்களில் அது கூடியும் மத்திய ரேகையிற் குறைந்துமிருக்கும். இதனுல் g இன் பெறுமானமும் ஒரு பொருளின் நிறையும் இடத்துக்கிடங் கூடிக் குறைவது ஒரே காரணத்தினுலென்பது தெளிவாகிறது.

நியூற்றனின் முதல் இயக்க விதி

இயங்கும் பொருள்களை அவ்வாறு இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் வண்ணம் செய்வது யாது ? அவைகளை நிற்பாட்டுவது யாது ? பண்டைக்கால கிரேக்க



உருவம் 128. கலிலியோவின் இன்னுமோர் பரிசோதனை.

விஞ்ஞானிகள் கற்பித்தவாறு, 'இயக்கம் ஓயாதிருப்பதற்கு விசை தேவை' என்பதே இயக்கத்தைப் பற்றிய பழைய கருத்தாகும். ஒரு பொருளானது ஓய்விற்கு வராது என்றும் இயங்கிக் கொண்டிருப்பதற்கு அப்பொருளானது இடைவிடாது தள்ளப்படல் வேண்டும் அல்லது இழுக்கப்படல் வேண்டும் எனவும் இயக்கத்தை உண்டாக்கிய விசை எடுக்கப்பட்டதும் அந்தப் பொருள் இயங்காது நின்றுவிடுமெனவும் கருதினர். கலிலியோ என்பவர் மேற் கூறியது தப்பு என்று எடுத்துக் காட்டியதோடு, பின்னர் **நியூற்ற**னுல் விதிகள் போன்று அமைக்கப்பெற்ற அடிப்படைத் தத்துவங்களையும் கண்டு பிடித்தார். இரு சாய்தளங்களைக் கொண்டு நடாத்திய பரிசோதனையைக் கொண்டே கலிலியோ என்பவர் தனது முடிபுகளுக்கு வந்தார். (படம் 128 ஐப் பார்க்க.)

ஒரு பந்தானது AO எனும் அழுத்தமான சாய் தளம் வழியே கீழ் முகமாகவும் பின்பு OX, OY, OZ ஆகிய சாய் தளங்களுள் ஒன்றின் வழியே மேன் முகமாகவும் உருட்டப்பட்டபொழுது அப்பந்து ஏறத்தாழத் தான் முதன் முதலாக இருந்து வந்த அதே செங்குத்து உயரத்திற்கு ஏறிச் சென்றதைக் கண்டார். XOB ஆகிய கோணம் குறைக்கப்பட்ட போது (உதாரணமாக ZOB இற்கு) பந்தானது ஏறத்தாழ அதே செங்குத்துயரத்திற்கு ஏறுவதற்குக் கூடிய தூரத்திற்கு உருண்டு செல்லும்; எனவே OX ஆகிய தளமானது கிடைத்தளமாக வரும் வரைக்கும் (OB) தாழ்த்தப்பட்டால், உராய்வு யாதேனும் இல்லாவிடின், வரையறையில்லாத நெடுந்தூரத்திற்குப் பந்து உருண்டு செல்லுமெனக் கலிலியோ வாதித்தார். மேற் கூறிய நிபந்தனைகளைக் கொண்ட நிலைமைகளில், பந்திலே புவியீர்ப்பு விசையின் கிடைத்தளக் கூறுவது, எதிர்க்கும் உராய்வு விசை யாவது இல்லை (300 ஆம் 301 ஆம் பக்கங்கள் பார்க்க) எனவே, இயங்கும் பொருளொன்று அதில் ஒரு விசையும் தாக்காதபோது மாறு வேகத்துடன் இயங்கிக் கொண்டிருக்குமெனும் முடிபுக்கு நாம் வருகின்றோம்.

நியூற்றனின் முதல் இயக்க விதி கூறுவதாவது :—ஒரு பொருள், விசையொன்றினால் தாக்கப்பட்டாலன்றி, தான் இருந்த ஓய்வு நிலையிலோ அல்லது ஒரு நேர் கோட்டில் இருக்கும் மாறு இயக்கத்திலோ இருக்கும்.

எனவே, ஓய்விலிருக்கும் உயிரில்லாப் பொருள் எதுவும் **தானாகவே** இயங்குதல் முடியாததாகும். இன்னும், இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் உயிரற்ற பொருள் எதுவும் தனது கதியையாவது, திசையையாவது தானாகவே மாற்ற முடியாது.

இது சடப் பொருளின் ஓர் அடிப்படைத் தத்துவமாகும் ; அதாவது ஒரு பொருள் அது ஓய்விலிருக்கும்போது அதை அசைக்க முயலுவதையோ அல்லது இயங்கிக் கொண்டிருக்கும்போது அதை நிறுத்த முயலுவதையோ அது எதிர்க்கும். இந்தப் பொதுப் பண்பானது **ஒரு பொருளின் சடத்துவம் எனப்படும்.**

சூரியனை நோக்கிக் கோள்கள் விழாதவாறு இருப்பதற்கும், சுழலும் துவிச்சக்கரச் சில்லினின்று சேறும் நீரும் நேரே அதன் தொடுகோடு வழியே வீசி எறியப் படுவதற்கும், பூமியின் நடுக்கோட்டிலே உள்ள விட்டம் அதன் முனைகளிலுள்ள விட்டத்திலும் கூடுதலாக இருப்பதற்கும் இச்சடப் பண்பே காரணம்.

மாறு இயக்கத்துடன் என்றும் தானாகவே இயங்கும் பொறியொன்றை மனிதன் இதுகாறும் செய்ததில்லை. உராய்வை முற்றிலும் அகற்றுவது இயலாதாதலின், அவ்வித நித்திய இயக்கப் பொறியொன்றை மனிதன் எப்போதாவது அமைப்பது அசாத்தியம். உராய்வை முற்றிலும் அகற்று

வது இயலாததாதலின், நியூற்றனின் முதலாவது விதியை உண்மையில் பரிசோதனை மூலம் நிறுவிக் காட்டுவது அசாத்தியம். எனினும், அவ் விதியின் உண்மையைக் காட்டுவதற்குப் பல சான்றுகள் உள. உதாரண மாக (1) இவ்விதியைப் பிரயோகித்து, பின் வருவது கூறும் வானசாத்திர நிகழ்ச்சிகள் உண்மையாக இருக்கின்றமை ; உதாரணமாக, இவ்விதியைப் பிரயோகித்து ஒரு கோளின் நிலையை எந்த எதிர்காலத்திலேனும் நிதான மாகக் கூறுவதோடு அதன் கிரகணம் நிகழும் தேதியையும் கூற இயலும். (2) எவ்வளவிற்கு உராய்வு குறைக்கப்படுகின்றதோ அவ்வளவிற்கு ஒரு பொருளின் இயக்கம் ஒருசீரானதாக இருக்கும் ; உதாரணமாக, ஒரு பந்தானது முறையே ஒரு கிறிக்கெற் மைதான மத்தித் தரையிலும், பலகைத் தளத்திலும், பனிக்கட்டித் தளத்திலும் வீசப்படின், அது மிகக்கூடிய தூரத்திற்குப் பனிக்கட்டித் தளத்திற் செல்லும் ; அத்தோடு அதன் இயக்கம் ஏறத்தாழ ஒரு சீரானதாகவிருக்கும். (3) நீர் மிக வேகத்தோடு ஒரு சைக்கிளில் ஓடும்போது அது ஒரு தடையோடு மோதினால் நீர் முற்பக்கமாக சைக்கிளின் கைபிடிக்கு மேலால் வீசப்படுவீர். (4) பாதை ஈரமாகவோ சேருப்பட்டோ இருக்கும் நேரத்தில் ஒரு மோட்டார் வண்டியின் தடுப்புக்கள் சடுதியாகப் பிரயோகிக்கப்படின் அது சறுக்கிக் கொண்டு செல்லும். (5) ஒரு புகையிரதம் சடுதியாகப் புறப்பட்டு இயங்கும்பொழுது அதனுள் நிற்கும் ஒரு பிரயாணி பிற்பக்கமாகவும், அது சடுதியாக நிற்கும்பொழுது முற்பக்கமாகவும் எறியப்படுவான்.

இந்த விதியை விளக்கமாகக் காட்டும் வேறு எடுத்துக் காட்டுக்களை உம்மாற் கூற முடியுமா ?

விசை

நீர் இந்த மட்டில் பலவித விசைகளையும்பற்றி அறிந்திருப்பீர் : (1) **புவி–ஈர்ப்பு விசை.** பொருட்களைப் பூமி ஈர்க்கும் ஈர்ப்பை அளந்து அவற்றின் நிறையைக் கண்டறிந்தோம். (2) **காந்த விசை.** ஒரு சட்டக் காந்தத்தின் வட–முனைவு வேறு சட்டக் காந்தங்களின் தென்–முனைவுகளில் ஓர் இழு விசையையும் வட–முனைவுகளில் ஓர் தள்ளுவிசையையும் உஞற்றுகின்றது. (3) ஒரு பொருள் உருமாற்றமடைவதால் உண்டாகும் விசைகள், அதாவது, அதன் விரிவால் அல்லது சுருங்கலால் ; உதாரணமாக, இழுத்து நீட்டிய விற்சுருளின் அல்லது மிருகமொன்றினுடைய தசைநாரின் இழுவிசை ; நிலத்தினூடு தள்ளிக்கொண்டு வெளிவரும் நாற்றுக்களால் உஞற்றப்படும் தள்ளுவிசை. (4) **உராய்வு**. ஒரு பொருள் பிறிதொரு பொருளுடன் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது அப்பொருளை அசையாது தடுக்கும் விசை.

இதுகாறும் விசையை அது **தள்ளல்** அல்லது **இழுவை** என இலக்கணம் கூறித் திருத்திகரங் கண்டோம். எனினும், விசை யாது **செய்கின்றதென** நாம் அறிவோம். விசைகளினால் உண்டாக்கப்படும் விளைவுகளே அன்றாட வாழ்வில் நாம் கருதவேண்டியதாகும். ஒரு வேளை நியூற்றனின் முதல் இயக்க விதியிலேதான் (இந்த விதி விசையை அளப்பது எவ்வாறெனச் சொல்லாவிடினும்) விசையின் மிகச் சிறந்த வரைவிலக்கணம் கூறப்படும். விசை என்பது ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையையேனும் ஒரு நேர்கோட்டி லிருக்கின்ற மாறாவியக்க நிலையையேனும் மாற்றுகின்ற அல்லது மாற்ற முயலுகின்ற யாதுமொன்று. உதாரணமாக (1) ஒரு விசையானது ஒரு பொருளை ஓய்விலிருந்து இயங்கச் செய்தல் கூடும். (2) ஒரு விசையானது இயங்கும் பொருளொன்றைக் கூடிய விரைவாகவோ அல்லது தாமத மாகவோ இயங்கச் செய்தல் கூடும் (அல்லது இயங்காது நிறுத்தவும் கூடும்). (3) ஒரு விசையானது இயங்கும் பொருளொன்றின் திசையை மாற்றக்கூடும். (4) ஒரு விசையானது மீள் சத்திவாய்ந்த இயங்க முடியா திருக்கின்ற பொருளொன்றில் ஒரு விகாரத்தை ஆக்குதல் கூடும்.

இயக்கத்தை உண்டாக்காத விசைகள்

அசைகளானவை இயக்கத்தை எப்பொழுதும் உண்டாக்குவனவல்ல. நாற் காலி ஒன்றில் நீர் உட்கார்ந்திருக்கும்போது உம்மைப் புவியீர்ப்புக் கீழே இழுத்துக் கொண்டிருக்கின்றது. (நீர் அமரும்போது நாற்காலியை மெல்ல இழுத்தெடுத்து விட்டால் இவ்வுண்மை நன்கு புலப்படும்.) ஆனால், நீர் நாற்காலியில் உட்கார்ந்திருக்கையில் அதன் மேன்முக அமுக்கம் உம்முடைய பாரத்தைச் சரியாகச் சமப்படுத்திக் கொண்டிருக்கின்ற தாதலின் உம்முடைய உடல் ஓய்வு நிலையிலிருக்கின்றது. இயக்கத்தை உண்டாக்காதிருக்கும் (ஒன்றுக்கொன்று) **எதிரானதும் சமமானதுமான** இவ்விரு விசைகளும் **சம நிலையிலுள்ளன**வென்று சொல்லப்படும்.

இதுபோலவே, விற்றராசொன்றிற் றூக்கப்பட்டுள்ளவொரு பொரு ளானது புவியீர்ப்பின் கீழ்முக இழுத்தலுக்கு வில்லின் மேன்முகவிசை சமமாகுமட்டும் இறங்கும். இறங்கி ஓயும்பொழுது இவ்விரு விசைகளுஞ் சமப்படுகின்றன, அல்லது சமநிலையை அடைகின்றன. **நியூற்றனின் மூன் றும் இயக்க விதிக்கும்** (அல்லது எதிர்த்தாக்க விதிக்கும்) இவ்வுதாரணங் கள் எடுத்துக் காட்டுகளாகின்றன. **தாக்கம் எதற்கும் எதிர்த்தாக்கமொன் றுண்டு** என்பதே இவ்விதி. மேசை மீது ஓய்விலிருக்கும் ஒரு புத் தகத்தை நோக்குக. அதனைப் புவியீர்ப்புவிசை தாக்கிக் கொண்டிருக்கின் றது. இவ்விசை யொன்றுமே புத்தகத்தைத் தாக்குமாயின், அது இயக் கத்தை உண்டாக்கவே புத்தகமானது மேசைக்கூடாகக் கீழ்நோக்கி விழும். இவ்விசைக்குச் சமமான எதிர்விசைகொண்டு மேசை, புத்தகத்தை நிலைக் குத்தாக மேனோக்கித் தள்ளிக் கொண்டிருக்கின்றதாகையாற் புத்தகம் ஓய்வு நிலையிலிருக்கின்றது.

கீழே காணப்படும் எளிய பரிசோதனைகள் சமமானதும் எதிரானதுமான தாக்கங்களின் தத்துவத்தை எடுத்துக் காட்டுகின்றன. (அ) இரண்டு விற்றராசுகளை ஒன்றேடொன்று கொழுவி அவைகளை எதிர்த்திசைகளில் இழுக்க. அவற்றின் அளவீடுகளை ஒப்பிட்டுப் பார்க்க (ஆ) தமது விட்டங்கள் 1 அங்குல மட்டிலுள்ள மர உருளைகள் மட்டமான தளத்திலே 18 அங்குல இடைத் தூரத்திலே வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஏறத்தாழ 6 அடி நீளமும் 10 அங்குல அகலமுமான பலகையொன்று உருளைகள்மீது தாங்கப்பட்டிருக்கின்றது. இப்பலகைமீது நடக்க எத்தனிப்பீராஞல், நீர் முற்புறமாக எவ்வளவு விரைவாக நடந்துகொண்டு போகிறீரோ அதே விரைவுடன் பலகையானது பின் நோக்கிச் செல்லும், பலகைமீது பிற்புறமாக நடந்தீராஞல் அது முற்புறமாக இயங்கும். (இ) ஒரு இறப்பர் வாயுக் கூண்டை ஊதியதன் பின்னர் அதன் கழுத்தைப் பெருவிரலுக்கும் இன்னெரு விரலுக்கும் இடையில் வைத்து நெருடிப் பிடித்துக் கொண்டு அதை வளிமண்டலத்திலெறிக. வாயுக்கூண்டிலுள்ள காற்று, பின்புறமாக விரைவாக வெளியேறக் கூண்டானது முன்ஞேக்கிச் செல்லும். வாணச் செலுத்துகையின் தத்துவத்தையும் தாரைச் செலுத்துகையின் தத்துவத்தையும் இது விளக்கிக் காட்டுகின்றது.

புவியீர்ப்பு விசை–நிறை ஓர் விசை

இந்த விடயம் முதலாம் புத்தகத்தில் நான்காவது பந்தியில் முதன் முதலாகப் புகுத்தப்பட்டுளது. பல பரிசோதனைகளையும் அவதானிப்புக்களையும் கொண்டு, நியூற்றன் பின்வரும் முடிபுகளுக்கு வந்தார். (அ) எல்லாப் பொருள்களும் ஒன்றையொன்று கவர்ந்திழுக்கின்றன. (ஆ) இந்தக் கவர்ந்திழுக்கும் விசையானது பொருள்களுக்கிடையே இருக்கும் தூரத்தைப் பொறுத்துளது (அதாவது இரு பொருள்கள் எவ்வளவு அண்மையிலிருக்கின்றனவோ, அவ்வளவிற்குப் இவ்விழுவிசையானது பெரிதாயிருக்கும்). (இ) இக்கவர்ச்சி இழுவிசையானது பொருள்களின் திணிவில் அல்லது பொருள்களிலுள்ள சடப் பொருளின் அளவில் தங்கி யுள்ளது (அதாவது சூரியனைப்போன்ற பெரிய பொருள்கள் சிறிய பொருள்களிலும் பார்க்கக் கூடிய விசையோடு இழுக்கின்றன). (ஈ) பூமியின் அண்மையிலுள்ள பொருள்கள் அதன் பிரமாண்டமான திணிவிஞல் இடைவிடாது இழுக்கப்படுகின்றமையிஞல் பூமியின் மையத்தை நோக்கி விழுகின்றன. (அவைகள் விழும்பொழுது வேக வளர்ச்சியைப் பெறுகின்றன.)

எல்லாப் பொருள்களுக்கும் இடையேயுள்ள கவர்ச்சி இழுவையானது **ஈர்ப்பு விசை** என்றழைக்கப்படும். கவர்ந்து இழுக்கும் பொருட்களுள் ஒன்று பூமியாக இருக்கும்போது நாம் **புவிஈர்ப்பு விசையைக்** கருதுகின்றேம். எமது அன்ருட வாழ்க்கையில் பூமியே மிகப் பெரிய பொருளாகும். ஏனைய பொருட்களில், அதன் கவர்ச்சி இழுவையை நாம் அவதானிக்கின்றேம். ஒரு பொருளைப் பூமி கவர்ந்திழுக்கும் **இவ்விசை**

யையே அப்பொருளின் **நிறை** என்று நாம் கூறுகின்றோம். **எனவே, நிறையானது ஒரு விசையாகும்.** இன்னும், ஒரு பொருளின் நிறையானது பூமியும் அந்தப் பொருளும் ஒன்றையொன்று கவர்ந்திழுக்கும் விசையாகும்.

உராய்வு விசை

மேசையிலிருக்கும் புத்தகமொன்றை மெதுவாகத் தள்ளுவோமாயின் முதலில் அது அசையாதிருக்கும். ஆனால், தள்ளும் விசையைக் கூட்டுவோமாயின் அது வழுக்கிச் செல்லத் தொடங்கும். அதை **இயங்கிக் கொண்டிருக்கச்** செய்வதற்கு அது **இயங்கத் தொடங்குவதற்கு** வேண்டிய விசையிலும் **குறைந்த விசையே** வேண்டும். இப்பொழுது, எதிர்க்கும் உராய்வுத் தடையெனும் விசைக்கு எதிராக நாம் ஓர் விசையைப் பிரயோகிக்கின்றோம். ஒரு பொருள் பிறிதொரு பொருளின்மீது சறுக்கிச் செல்லும்பொழுதெல்லாம் இவ்வுராய்வு விசையானது தொழிற்படும். இன்னும் இந்த விசையானது இயங்கும் பொருளை இயக்கும் விசையின் திசைக்கு எதிர்த் திசையிலிருக்கும். ஒரு பொருள் இயங்கு முன்னர் சமநிலைப்படுத்தப்பட வேண்டிய **நிலை உராய்வு விசையானது** அப்பொருளைப் பிறிதொரு பொருளின்மீது மாறுவேகத்துடன் இயங்கிக் கொண்டிருக்கச் செய்யும் இயக்கவுராய்விலும் எப்பொழுதும் கூடியதாயிருக்கும்.

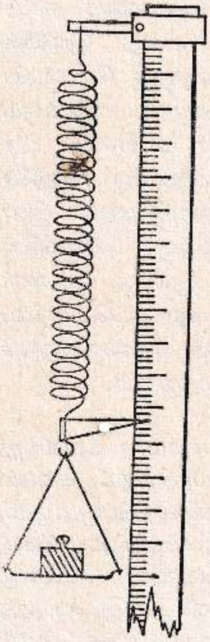
உராய்வானது எந்திரிக்கு மிகவும் முக்கியமான ஒரு காரியம். உராய்வுத் தாக்கத்தைக் குறைப்பதற்கு அவர் எப்பொழுதும் முயற்சித்துக் கொண்டிருக்கிறார். சரியான போதிகைத் தளங்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதாலும், இவற்றை மிகவும் அழுத்தமாக்குவதாலும், இவற்றிற்கு எண்ணெய் போடுவதாலும் இந்த உராய்வைக் குறைக்கலாம். எண்ணெயின் மெல்லிய படை இயங்கும் தளத்துடன் சறுக்கிச் செல்லும். ஆகவே, இப்பொழுது உராய்வானது ஒரு திரவத்திற்கும் திண்மத்திற்கும் இடையேயுள்ளதொன்றாகும்; இது எப்பொழுதும் இரு திண்மப் பொருள்களுக்கிடையே உள்ளதிலும் குறைவாகவே இருக்கும்.

ஒரு பொருளின்மீது பிறிதொரு பொருள் சறுக்கிச் செல்லும்போதுள்ள உராய்விலும் பார்க்க அப்பொருள்கள் ஒன்றின்மீது ஒன்று உருளும்பொழுதுள்ள உராய்வு குறைவாக இருக்கின்றமையால் சாதாரண போதிகைகளுக்குப் பதிலாகக் குண்டுப் போதிகைகளும் உருளைப் போதிகைகளும் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன. எவ்வளவிற்கு உராய்வு குறைக்கப்படுகின்றதோ அவ்வளவிற்கு வீண்போகும் சத்தி குறைவாக இருக்கும். ஏனெனில், உராய்வு விசைகள் வேலை செய்யும்போது சத்தியின் ஒரு பாகம் பிரயோசனமற்ற அல்லது அபாயகரமான சூடாக மாற்றப்படுகின்றது. (போதிகைகள் இறுகும்போது இப்படியாகவே இருக்கும்.)

சிலவேளைகளில் எந்திரி உராய்வைப் பிரயோகப்படுத்துகின்றார். உதாரணமாகத் தடுப்புக்கள் செய்யப்படும்பொழுது உராய்வுத் தன்மை தம்மிடையே மிகவும் கூடுதலாகவுள்ள பொருள்களைக் கொண்டே ஆக்கப்படுகின்றன.

விசையை அளத்தல்

விசைகளை அளப்பதற்குப் பொதுவாகப் பிரயோகப்படுத்தும் அலகுகள் **இருத்தல் நிறையும், கிராம் நிறையுமாகும்.** இருத்தல் நிறையானது பூமியும் ஒரு இருத்தல் திணிவும் ஒன்றையொன்று கவர்ந்து இழுக்கும் விசையாகும். ஒரு இரும்புத் துண்டொன்றைக் கையினுற்றூங்கி வைத்திருப்போமாயின் அது கீழ்நோக்கித் தாக்குவதை உணரக்கூடியதாயிருக்கும். கையினின்றும் இரும்புத்துண்டை விடுவிப்போமாயின், அத்துண்டு பூமியினுல் இழுக்கப்பட்டுத் தரையில் விழும். இரும்புத்துண்டை வில்லொன்றிற் றெங்க விட்டால், வில்லின் விரிவு பூமியின் இழுவையை அளக்கும் ; அதாவது இரும்பின் நிறையை. எனவே, விசைகளை அளப்பதற்கு மிகவும் எளிய முறை விற்றராசுகள் மூலமாகும்.



பொருள் எவ்வளவு பாரம் கூடியதோ, அவ்வளவிற்கு வில்லின் விரிவு பெரிதாயிருக்கும். ஒரு வில்லை விரிக்கும் விசைக்கும் அது வில்லில் உண்டாக்கும் விரிவுக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு **ஊக்கின் விதியிற்** கூறப்பட்டுள்ளது ; குறித்த ஒரு எல்லைக்குள் நீள விரிவானது (ஈர்ப்பு) ஈர்ப்பு விசைக்கு (அல்லது நிறைக்கு) நேர் விகித சமமானது. இந்த விதியைப் பரிசோதனை மூலம் சரி பார்க்கலாம்.

படம் 129. விசையளவீடு.

129 ஆம் உருவத்திற்காட்டி யிருப்பது போல் கொடுக்கப்பட்ட வில்லையும் மீற்றர் வரைகோலையும் ஒழுங்கு செய்து கொள்க. வில்லின் கீழந்தத்தில் வளைக்கப்பட்டு மெழுகினுல் ஒட்டிய வொரு தகடு வில்லின் நீளத்தில் எழுகின்ற மாற்றங்களைக் காட்டு மொரு சுட்டுகோலாகத் தொழிற்படும். தராசுத் தட்டிற் **பாரம் யாதும் இல்லாதபொழுது** சுட்டுகோல் காட்டும் அளவீட்டைக் கீழே காட்டிய வாறு குறிக்க. அதன் பின்னர், தட்டில் 10 கிராம் நிறையை வைத்து வந்த புதிய அளவீட்டைக் குறிக்க. பத்துப் பத்துக் கிராம் நிறையாகத் தட்டிலிருக்கும் பாரத்தைக் கூட்டி, மொத்தப் பாரம் .... கிராமாக வருமட்டும், வரும் அளவீடுகளைக் கீழ்க் காட்டியவாறு குறித்துக் கொள்க. பின்பு பாரத்தைப் பத்துப் பத்துக் கிராம்களாகக் குறைத்துக் கொண்டு வருக. இப்பொழுதுள்ள நீளவிரிவு முன்போலிருக்கின்றதோவென்பதை அவதானித்துக் கொள்க.

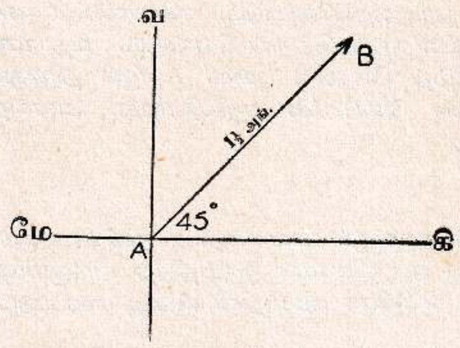
உமது பெறுபேறுகளை நிரல்களாகக் குறிக்க

பாரம் கிராம்-நிறை	முழு நீளம் அளவு கோலிலிருந்து	முழு நீளவிரிவு	10 கிராம் நிறைக் குரிய விரிவு
0			
10			
20			

ஒரு வில்லானது ஒரு சீராக விரிகின்றதெனும் தத்துவம் விற்றராசிற் பிரயோகிக்கப்பட்டுளது. இன்னும் அது நிறைகளை அளப்பதற்குப் பொருத் தமான முறையில் அளவீடு செய்யப்பட்டிருக்கின்றது.

மீள்சத்தி

மேலே கூறிய பரிசோதனையில் பிரயோகிக்கப்பட்ட வில்லினது ஈர்ப்பு விசையானது நீக்கப்பட்டபோது அது தனது **முந்திய நீளத்தைத் திரும்பப்பெற்றது.** ஒரு பொருளோ அல்லது திரவியமோ இவ்வாறுகத் தனது பழைய உருவத்தையோ பருமனையோ திரும்பவும் அடையும்போது அது மீள் சத்தியுடையதெனக் கூறப்படும். ஆனால், ஒரு சுருள் வில்லானது ஒரு குறிக்கப்பட்ட எல்லைக்குள் மட்டுமே மீள்சத்தித் தன்மையைக் கொண்டது. பாரமானது அகற்றப்படும்போது வில்லுத் தனது முந்திய நீளத்தைப் பெறுது நிலையாகவே நீடிக் கப்பட்டிருக்குமாறு போதிய பாரத்தை ஏற்றமுடியும். வில்லானது நிலையாக நீடிக்கப்பட்டிராதவாறு சுமக்கக்கூடிய உயர்வு சுமை ஒன்று உண்டு. இந்தச் சுமையைத்தாங்கும் போது வில்லானது **மீள்சத்தி எல்லையை** அடைந்திருப்பதாகக் கூறப்படும். ஈயக் கம்பியானது ஈர்க்கப்படும்போது மிகவிரைவில் தனது மீள்சத்தி எல்லையை அடைவதனுல் அது மிகக் குறைவான மீள் சக்தியை உடையதெனக் கூறப்படும். எனினும், இறப்பரானது நிலையாக நீடிக்கப்பட்டிருக் காதவாறு ஓரளவு பாரத்தைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்குமாதலின் அது பெரிய மீள்சத்தியை உடையதெனக் கூறப்படும். ஆகவே, **ஊக்கின்**



உருவம் 130. வரைப்படமூலமாக குறிக்கப்பட்ட விசை.

விதியினது விரிவான விளக்கவாசகம் கூறுவதாவது, மீள்சத்தியுடைய ஒரு பொருளானது ஈர்க்கப்படும்போது, அது மீள்சக்தி எல்லை நிலையையடையா திருக்கும் வரை, அதன் நீளவிரிவு பாரத்திற்கு நேர்விகித சமமுடையது.

இரண்டாம் புத்தகத்தில் vii ஆம் அத்தியாயத்தில் ஒலியானது அலை இயக்கத்தின் விளைவேயென்று படித்துள்ளோம். ஒலி அலை **மீள்சக்தியுள்ள பொருள்களில் மட்டுமே** உண்டாக்கலாம். **வடிவ** மாற்றம் நிகழாதிருப் பதற்குரிய தடை, திண்மங்களில் **குறுக்கலைகளை** ஏற்படுத்துகின்றன. **பருமனில்** மாற்றம் ஏற்படாதிருக்கத் தேவையான தடை, மீள்சத்தித்திண்மங் களிலும், திரவங்களிலும், வாயுக்களிலும் **நீள்பக்கவலைகளை** (அல்லது **அமுக்கவலைகளை**) ஏற்படுத்துகின்றன.

விசைகளை வரைப்படமுறைப்படி குறித்தல்

விசைகள் (நிறையலகுகளில் அளக்கப்பெறும்) **பருமனையும், திசையையும்** உடையன. எனவே, அவற்றை வரைப்பட முறைப்படி நேர்கோடுகளாற் குறிக்கலாம். கோட்டின் **நீளம்** விசையின் பருமனையும், அதன் **திசை,** விசை தாக்கும் திசையையுங் குறிக்கும். (கோட்டின் வழியே விசை தாக்கும் திசையை கோட்டின் மீதுள்ள ஓர் அம்புக்குறி காட்டுகின்றது). விசையொன்றை முழுமையாகக் குறிப்பதற்கு, பொருளின் எப்புள்ளியில் அது தாக்குகின்றதென்பதையும் நாம் அறியவேண்டும். எனெனில், விசைக் கோடு ஒரு வரையறுத்த புள்ளியிலிருந்து தொடங்கவேண்டும். உதாரண மாக, உருவம் 130 இல், வடகிழ்த் திசையில் புள்ளி A இல் தாக்கும் 15 இரு நிறை விசையொன்றை கோடு AB குறிக்கின்றது. அளவுத் திட்டம் : 1 அங்=10 இரு நிறை.

விசைக் கூட்டல்

தொழிற்படுமுறையில் பல விசைகளுக்குச் சமவலுவுள்ள தனிவிசையைக் காணுமுறையே இதுவாகும். பல கூறுவிசைகள் ஒருமித்துத் தாக்குமிடத் துள்ள அதே விளைவை ஆக்கும் தனிவிசை அவற்றின் **விளைவு** எனப்படும்.

விசைச் சேர்க்கையும் பிரிப்பும்

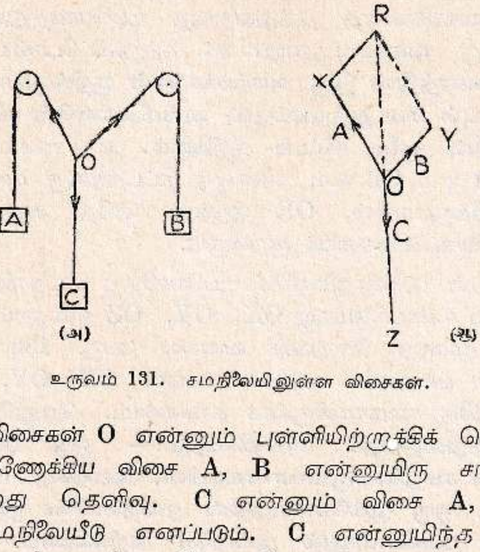
இரு விசைகள் ஒருமித்துத் தாக்குமிடத்துள்ள அதே விளைவை ஆக்கும் தனி விசை அவற்றின் விளைவு எனப்படும். ஒருமித்துத் தாக்கும் பல விசைகளின் அதே விளைவை உண்டாக்கத் தனிவிசையொன்றைப் பிரதியிடல் **விசைச் சேர்க்கை** எனப்படும். ஒரு தனி விசையின் அதே விளைவை உண்டாக்கும்படி ஒருமித்துத் தாக்கும் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட விசைகளின் மறுதலைப் பிரதியீடு **விசைப் பிரிப்பு** எனப்படும். **ஒரே திசையில்** தாக்கும் இரு விசைகளை ஒரே புள்ளியிற் பிரயோகிப்பின், **விளைவு விசை**யானது இரு விசைகளினதுங் **கூட்டுத்தொகைக்குச்** சமம். இதே மாதிரியாக, எதிர்த் திசைகளில் தாக்கும் இரு விசைகளை ஒரே புள்ளியிற் பிரயோகிப்பின், விளைவு விசையானது இரு விசைகளினதும் **வித்தியாசத்**

திற்குச் சமமாய், பேரளவினதான விசையின் திசையில் தாக்கும். அதாவது, **ஒரு பொருளின் மீது பல விசைகள் ஒரே நேர்கோட்டில் தாக்கின், அவற்றின் விளைவு, விசையானது கூறு விசைகளின் அட்சரகணிதத் கூட்டுத்தொகை யாகும்.** உதாரணமாக, ஒரு தொலைபன்னிக் கம்பத்தில் முறையே இழு விசை, 100 இரு. நிறையும் 80 இரு. நிறையுங் கொண்ட இரு கம்பிகள் இணைக்கப்பெற்றுள்ளன. கம்பத்திலிருந்து ஒரு கம்பி வடக்கேயும், மற்றை யது தெற்கேயுஞ் செல்லின், விளைவு விசையானது பேரளவினதான இழுவை விசையின் திசை, அஃது. வடக்கு நோக்கி 20 இரு. நிறை இழுவை விசையாகுமென்பது தெளிவு. கம்பத்திலிருந்து இரு கம்பிகளும் தெற்கே செல்லின், விளைவு விசையானது அதே திசையில் 180 இரு. நிறை இழுவை விசையாகும்.

இனி, ஒரே நேர் கோட்டிலில்லாத கோணமொன்றில் தாக்கும் விசைகளை ஆராய்வோம்.

ஒரு புள்ளியில் தாக்கும் சாய்விசைகள்

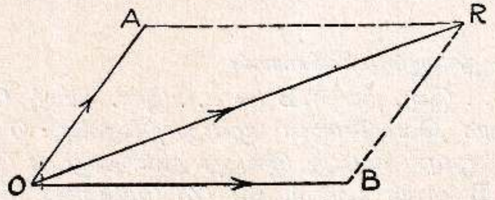
(i) **A** (= . . . இரு. நிறை), **B** (= . . . இரு. நிறை), **C** (= . . . இரு. நிறை) என்னும் வெவ்வேறான மூன்று நிறைகளை, **O** இல் ஒருமித்து முடிச்சிடப் பெற்றுள்ள மூன்று இழைத் துண்டுகளுடன் இணைக்க. நிறை கள் **A** ஐயும் **B** ஐயும் உருவம் 131 **(Z)** இற்போல, இரு கப்பிகளின் மேலாகத் தொங்கவிடுக. இத்தொகுதி ஓய்வுநிலையிலிருக்கும்போது, சம நிலையினுள்ள மூன்று விசைகள் புள்ளி **O** இல் தாக்கும். திண்மங்களிலே



உருவம் 131. சமநிலையிலுள்ள விசைகள்.

யுள்ள மூன்றுவிசைகள் O என்னும் புள்ளியிற்றாக்கிக் கொண்டிருக்கும். C என்னுங் கீழ்நோக்கிய விசை A, B என்னுமிரு சாய்விசைகளையுஞ் சமப்படுத்துகின்றது தெளிவு. C என்னும் விசை A, B என்னும் விசைகளின் சமநிலையீடு எனப்படும். C என்னுமிந்த விசையானது A, B என்னும் விசைகளின் விளைவு விசைக்குச் சமமாகவும் எதிராகவும் இருத்தல்வேண்டும்.

(ii) மூன்று கயிறுகளுக்கும் பிற்புறமாக ஒரு கடதாசித்தாளை வைத்து அவற்றின் திசைகளை அதனிற் குறிக்க. கடதாசித்தாளை எடுத்து அதனில் OX, OY, OZ என்னும் நீளங்களை முறையே, A (............), B (............), C (............) என்னும் நிறைகளுக்கு விகித சமமாகக் குறிக்க. ZO = OR ஆக ZO வை R இற்கு நீட்டுக. (உருவம் 131, (b) ஐப் பார்க்க.). ஆகவே, OR ஆனது A இனதும் B இனதும் விளைவு விசையைப் பருமனளவிலுந் திசையளவிலுங் குறிக்கும். XR ஐயும் YR ஐயும் இணைத்து வரும் OYRX என்னும் உருவத்தை நோக்குக. எடுத்துக்கொண்ட கப்பிகள் அழுத்தமானவையாகவும், கயிறுகள் மிக்க இலேசானவையாகவும், பரிசோதனை கவனத்தோடு செய்யப்பட்டதாகவும் இருந்தால், ஓரிணைகரமாகவிருக்கும்.

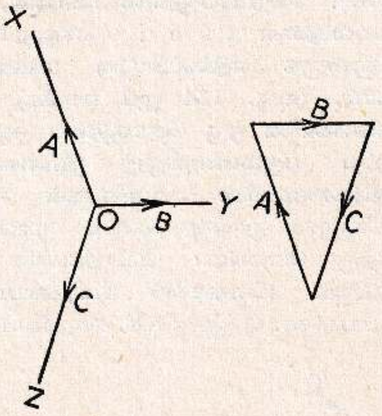


உருவம் 132. விசையிணைகரம்.

இம்மட்டில், ஒரு புள்ளியிற்றுக்கும் இரு சாய்விசைகளின் விளைவு விசையினை, விசையிணைகரத் தத்துவத்தை உபயோகித்துக் காண்பதற்கு வாய்ப்பானவொரு வரைப்படமுறையைக் கற்றுவிட்டோம்; **இரு வேறு விசைகளை ஓரிணைகரத்தின் இரு அயற்பக்கங்கள் குறிக்குமாயின், பருமன், திசை இரண்டையும் பொறுத்தமட்டில், அவ்விசைகளின் விளைவு விசையை அவ்விணைகரத்தின் மூலை விட்டங் குறிக்கும்.** உதாரணமாக, 132 ஆம் உருவத்தில், OA உம் OB உம் அளவுத் திட்டத்துக்கு வரையப்பட்ட இரு விசைகளைக் குறிக்குமாயின், OR ஆனது அதே அளவுத் திட்டமாக வரையப்பட்ட விளைவு விசையைக் குறிக்கும்.

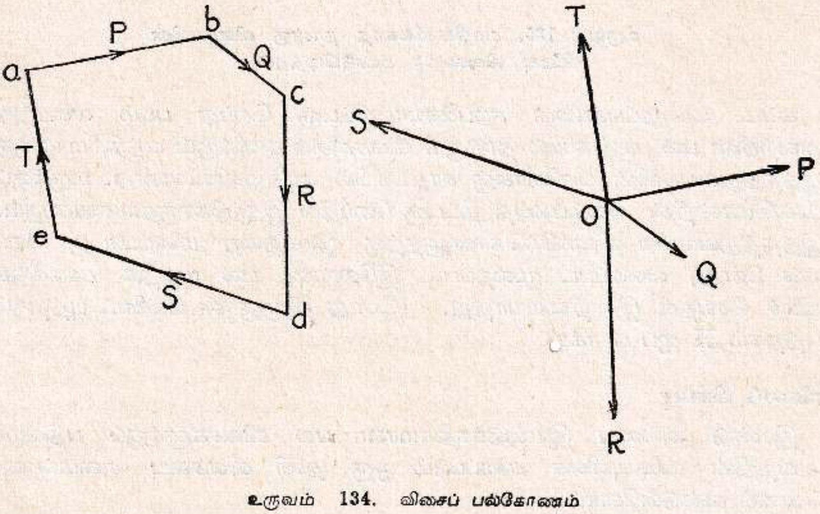
(iii) இரண்டாம் பரிசோதனையில் உபயோகித்த கடதாசித் தாளிலேயே ஒரு முக்கோணம் உண்டாகுமாறு OX, OY, OZ என்னும் விசைகளுக்குச் சமாந்தரமான மூன்று கோடுகள் வரைக. (உரு. 133 ஐப் பார்க்க.) முக்கோணத்தின் பக்கங்களை அளக்க, அவை OX, OY, OZ என்னும் விசைகளுக்கு விகித சமமாகவிருக்கக் காணலாம். **பெறுபேறுனது விசை முக்கோண தத்துவத்தைக் காட்டுகின்றது :— ஒரு புள்ளியிற்றுக்கும் மூன்று விசைகள் சமநிலையிலுள்ளனவாயின், அவற்றைப் பருமனளவிலும் திசையளவிலும், ஒரு முக்கோணத்தின் ஒன்றன்பின் ஒன்றுக எடுக்கப் பெற்ற மூன்று பக்கங்களிலும் முறையே குறிக்கலாம்.** மறுதலையாக, **ஒரு புள்ளியிற்றுக்கும் மூன்று விசைகளைப் பருமனளவிலும் திசையளவிலும் ஒரு முக்கோணத்தின் மூன்று பக்கங்களில் ஒன்றன்பின்**

ஒன்றுக முறையே குறிக்கலாமாயின், அவ்விசைகள் சமநிலையிலுள்ளன. எனவே, ஒரு விசை முக்கோணத்தை வரைய முயலுகையில் அது மூடி முக் கோணமாகாதாயின், அம் மூன்று விசைகளும் சமநிலையிலுள்ளனவல்ல.



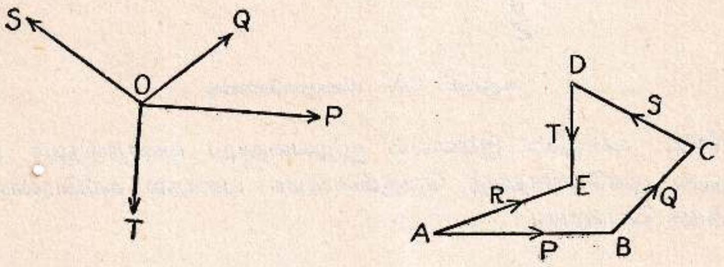
உருவம் 133. விசைமுக்கோணம்

OYRX என்னும் இணைகரம் முழுவதையும் வரைதலினும் **OYR** என்னும் முக்கோணத்தை வெகுவிரைவாக வரைதல் கூடுமென்பதைக் குறித்துக் கொள்ளுக,



உருவம் 134. விசைப் பல்கோணம்

விசையிணைகரமும் விசைமுக்கோணமும் மும்மூன்று விசைகளாலான தொகுதிகளுக்கு மாத்திரமே உரியன. இவைபோன்ற இன்னெரு தத்துவம் மூன்றுக்கதிகமான விசைகள் சமநிலையிலிருப்பதற்கான நிபந்தனைகளைக் கூறும் :— **ஒரு புள்ளியிற்றுக்கும் P, Q, R, S, T என்னும் பல விசைகள் சமநிலையிலுள்ளனவாயின், பருமனளவிலுந் திசையளவிலும், மூடப்பட்டுள்ள a b c d e என்னுமொரு பல்கோணத்தின் ஒன்றன்பின்னென்றாக எடுக்கப்பெற்ற பக்கங்களால் முறையே அவற்றைக் குறிக்கலாம். (உரு. 134 ஐப் பார்க்க) மறுதலையாக, ஒரு புள்ளியிற்றுக்கும் விசைகளின் ஒரு தொகுதியை ஒரு பல்கோணத்தின் பக்கங்களால் முறையே பருமனளவிலுந் திசையளவிலும் ஒன்றன் பின்னென்றாகக் குறிக்கலாமாயின் அவ்விசைகள் சமநிலையிலுள்ளன.** எனவே, விசைப்பல்கோணம் ஒன்றை வரைய முயன்ற விடத்து அது மூடாதாயின், மூடுதற்கு வேண்டிய மேலதிகமான கோடானது சமநிலைப்படுத்தப்படாதிருக்கும் விசைகளின் சமநிலையீட்டைக் குறிக்கும். (135 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க. **Q** இங்கு **AE.** சமநிலையீடு **R** ஐக் குறிக்கும்)



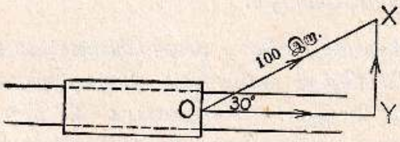
உருவம் 135. சமநிலையில்லாத நான்கு **விசைகளின்**
விளைவு **விசையைக்** கண்டுபிடித்தல்

கட்டட அமைப்புக்களைக் கற்பனையாற்றிட்டஞ் செய்து படம் வரைந்து அவற்றின் பல பகுதிகளில் தாக்கும் விசைகளைக் கணிக்கும் எந்திரிமாருக்கு இத்தத்துவங்களின் பிரயோகஞ் சாதனையில் அதிமுக்கியமானது. உருக்குப் பாலமொன்றின் அமைப்பைத் திட்டஞ் செய்தல் இதற்கோருதாரணமாகும். இத்தத்துவங்களை விளங்கிக்கொள்ளுதற்கு (அவற்றை மனப்பாடஞ் செய்தல் வேறு) வரைப்பட முறைப்படி இலேசான பல உத்திக் கணக்குக்களைச் செய்தல் இன்றிமையாதது. (பொது விஞ்ஞான வேலைப் புத்தகம் புத்தகம் II ஐப் பார்க்க)

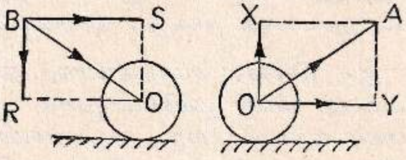
விசைப் பிரிப்பு

இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கதிகமான பல விசைகளுக்குப் பதிலாக அவற்றின் விளைவுவிசை எனப்படும் ஒரு தனி விசையை அமைக்கலாமெனக் கண்டுள்ளோம்.

சிலவேளைகளில், ஒரு தனி விசைக்குப் பதிலாக அதன் அதே விளைவை (தாம் ஒருமித்துத் தாக்குகின்றபொழுது) தரவல்ல இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கதிகமான பல விசைகளை அமைக்கவேண்டியிருக்கும். பல்வேறு திசைகளை நோக்கித் தாக்கும் இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கதிகமான பல விசைகளாக ஒரு விசை பிரிக்கப்படுவதனுல் அல்லது மாற்றப்படுவதனுல் இதனை **விசைப் பிரிப்பு** என்பர். ஒரு சிறு புகையிரத வண்டியை அதன் பாதை வழியே X என்னும் ஒரு மனிதன் பாதைக்குப் புறத்தே நடந்து சென்று பாதையோடு 30° கோணங்கொண்டிருக்கும் OX என்னுமொரு கயிறு கொண்டு இழுப்பது இதற்குதாரணமாகும்.



உருவம் 136. விசைப் பிரிப்பு



உருவம் 137. விசைப் பிரிப்பு

அம்மனிதன் 100 இரு. விசைகொண்டிழுப்பானேயானுல், அவ்விசையின் எவ்வளவு பாகம் பயன்றரும் வேலையைச் செய்து வண்டியைப் பாதை நெடுகே செல்லச் செய்கின்றதென்றும், எவ்வளவு பாகம் சில்லுக்களைப் பாதைக்கு நிலைக்குத்தாக இழுப்பதில் வீண் போகின்றதென்றுங் காண்க. 100 இரு. விசையை OY, OX வழியே தாக்குகின்ற வேறிரண்டு விசைகளாகப் பிரித்தல் வேண்டும் (136 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). எனவே, 100 இருத்தலுக்கு விகித சமமானவொரு நீளம் OX ஐ (2 அங். என்றதை வைத்துக் கொள்ளுவோம்) குறித்து OY இற்குச் செங்குத்தாக XY ஐ வரைக. அப்பொழுது, பயன்றரும் முன்னேக்கிய இழுவிசையை (= ....அங். = ...இரு.) OY உம், பாதைக்கெதிரே தாக்கி வீண்போகும் பக்க உதைப்பை XY உங் குறிக்கும்.

இதற்கு வேறொருதாரணம் :— மென்மையான தரைமீது ஒரு தோட்ட உருளையைத் **தள்ளுவதிலும், இழுப்பது** ஏன் இலேசாகவிருக்கும். 137 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க. BO என்னுந் தள்ளு விசையைக் கிடையானவொரு விசையும் நிலைக்குத்தானவொரு விசையுமாகப் பிரித்துப் பார்த்தால், BS என்னுங் கிடையான விசையானது உருளையைத் தரைநெடுகே பெயர்ந்து செல்லச் செய்யவல்ல விசையாகவும், BR என்னும் நிலைக்குத்தான விசையானது உருளையை மேலும் மேலுந் தரையினுள்ளே **கீழ்நோக்கித்** தள்ளிக்கொண்டிருக்கும் விசையாகவும் அமையும். OA என்னும் விசையைக் கிடையானவொரு விசையும் நிலைக்குத்தானவொரு விசையுமாகப் பிரித்தால், OY என்னும் கிடையான விசையானது உருளையைத் தரை

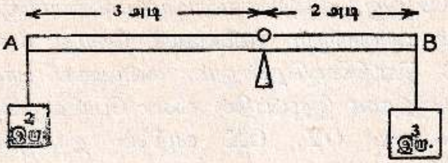
யிலே தள்ளவல்லதாகவும், **OX** என்னும் நிலைக்குத்தான விசையானது **மேனோக்கித்** தாக்கித் தரைமீது உருளை உண்டாக்கும் அமுக்கத்தைக் குறைப்பதாகவும் அமையும். எனவே, இழுத்த லிலும் இலேசாகத் தள்ளுதலால் உருளையைப் பெயர்த்துச் செலுத்தலாம்.

வரைப்பட முறைப்படி சில இலகுவான உத்திக் கணக்குக்களைச் செய்க.

சமாந்தர விசைகள்

(a) ஒரே நேர்கோடு வழியே தாக்கும் விசைகளையும், (b) கோணம் ஒன்று உண்டாகுமாறு ஒன்றிற்கொன்று சாய்ந்துள்ள விசைகளையும்பற்றிச் சிந்தித்துவிட்டோம். இனிச் சிந்திக்கவிருப்பது (c) ஒன்றிற்கொன்று சமாந்தரமாகத் தாக்கும் விசைகளைப்பற்றியேயாகும்.

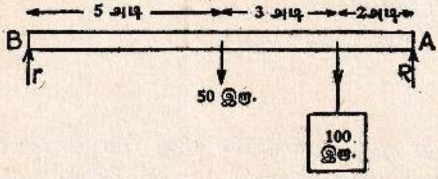
இரு விசைகள் சமாந்தரமாகத் தாக்குவனவாயின், விசையிணைகரத்தை அல்லது விசை முக்கோணத்தை உபயோகித்து அவற்றின் விளைவு விசையைக் காணமுடியாது. உதாரணமாக, 2 இரு. நிறையையும் 3 இரு. நிறையையும் 5 அடி நீளமுள்ளவொரு சட்டத்தின் A, B என்னும் அந்தங்களில், 138 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், தூக்கினால்,



உருவம் 138. சமாந்தர விசைகள்

அவ்விரு விசைகளும் ஒரே சட்டத்தின்மீது தாக்கும் இரு சமாந்தரமான விசைகளாகும். கத்தி விளிம்பொன்றைச் சட்டத்தின் கீழே வைத்தால், B இலுள்ள விசையானது வலஞ்சுழியாக இயங்குந் தன்மயுள்ளதாகவும், A இலுள்ள விசை இடஞ்சுழியாக இயங்குந் தன்மையுள்ளதாகவும் இருக்கும். ஆனால், அச்சட்டஞ் சமநிலைக்கு வருவதற்குற்ற புள்ளியொன்றுண்டு. அதைத் கண்டு பிடிக்கலாம். (O என்று அதைச் சொல்லுவோம்) கீழ்நோக்கிய அவ்விரு விசைகளின் விளைவு விசையானது இந்த O என்னும் புள்ளிக்கூடாக நிலைக்குத்துக் கோடு வழியே தாக்கும். **O என்னுமிப்புள்ளியை இவ்விரு சமாந்தர விசைகளின் மையமென்பர்.** இவ்விதமான நிலையிலேதான், **கீழ்நோக்கிய விசைகள் ஒவ்வொன்றையும்,** O இற்கும் அவை ஒவ்வொன்றிற்குமுள்ள தூரங்களாற் பெருக்க, வரும் பெருக்கங்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகவிருக்கும். இப்பெருக்கத்தை O என்னும் புள்ளியைப்பற்றிய **நெம்பு நயம்** (அல்லது **திருப்புதிறன்**) என்பர். சட்டம் சமநிலையிலிருக்கும்போது, B இலுள்ள வலஞ்சுழி நெம்பு

நயம் A இலுள்ள இடஞ்சுழி நெம்பு நயத்துக்குச் சமம். **இதுவே, ஒரு சட்டத்தைத் தாக்குஞ் சமாந்தரமான விசைகள் எத்தனையாயினும் அத்தனைக்கும் பொருத்தமான நெம்பு நயம் (அல்லது திருப்புதிறன்) என்னுந் தத்துவம்.**



உருவம் 139. சமாந்தர விசைகள்

138 ஆம் உருவத்தில், A இல் தாக்கும் விசையின் நெம்பு நயம் 2 (இரு.) $\times$ 3 (அடி) $=6$ ஆகவிருக்க B இல் தாக்கும் நெம்பு நயம் 3 (இரு.) $\times$ 2 (அடி) $=6$ ஆகும். இவ்வுதாரணத்தில், விளைவு விசையானது A ம்லிருந்து 3 அடி தூரத்திலும் B இலிருந்து 2 அடி தூரத்திலுமுள்ள இ விற்றெங்கும் நிலைக்குத்தான கீழ்நோக்கிய 5 இரு. நிறை விசையாகும் Oசட்டத்தின் நிறையைப் புறக்கணித்தால்).

நெம்பு நயம் (அல்லது திருப்புதிறன்) என்னுந் தத்துவமானது பாரமேற்றப்பெற்றவொரு வளையில் அல்லது பாலத்தில் தாக்கும் விசைகளைக் கணித்தறியப் பயன்படும். உதாரணமாக, 139 ஆம் உருவத்தில், A இலும் B இலுமுள்ள தாங்கிகளின் மீது ஓய்ந்திருக்கின்ற 10 அடி நீளமும் 50 இரு. நிறையுமுள்ள AB என்னுமொருசீரான வளையொன்று தூக்கப்பட்டிருக்கின்றது. 100 இரு. நிறையுள்ள திண்மமொன்று A இலிருந்து 2 அடி தொலைவில் தொங்குகின்றது. A, B என்னுமிரு தாங்கிகளிலுந் தாக்குங் கீழ்நோக்கிய விசைகள் அப்புள்ளிகளிலேயே தாக்கும் எதிர்த்தாக்கங்களாகிய R இற்கும் r இற்கும் முறையே சமம்.

வளையானது சமநிலையிலுள்ளதாதலின், மேனோக்கிய விசைகளாகிய R உம் r உம் கீழ்நோக்கிய விசைகளைச் சமப்படுத்துகின்றன ; அதாவது, $R+r=50+100=150$இரு ; அன்றியும், A ஐயும் B ஐயும் பற்றியுள்ள இடஞ்சுழி வலஞ்சுழி நெம்பு நயங்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமம்.

A ஐப் பற்றிய நெம்பு நயத்தை நோக்குங்கால் :—

$$10\ r = (100 \times + (50 \times 5)$$
$$= 200+250$$
$$= 450.$$

ஆதலால், r $= 45$ இரு. நிறை. ஆனால் $R+r=150$ இரு. நிறை.

ஆதலால், R $= 105$ இரு. நிறை.

12—R 6038 (11/59)

இதன் சரி பிழையை B ஐப்பற்றிய நெம்பு நயத்தை நோக்கிக் காணலாம் :—

$$10R = (50 \times 5) + (100 \times 8)$$
$$= 250 + 800$$
$$= 1050.$$

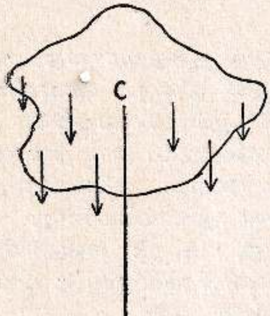
ஆதலால், $R = 105$ இரு. நிறை .

சமநிலை

சமநிலையென்பது, ஒரு பொருளின் மீது பல விசைகள் தாக்கும்போது அவை இயக்கத்தை யுண்டாக்காவிடத்து சமநிலைப் படுமோர் நிலைமை—அ+து பல்வேறு விசைகளின் தாக்கத்தில், ஒரு பொருளின் ஒய்வு நிலைமையாம்.

புவியீர்ப்பு மையம் (திண்ம மையம்)

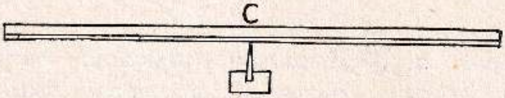
பொருட்களானவை பெருந்தொகையான சிறு துணிக்கைகளால் ஆக்கப் பெற்றுள்ளன (மூலக் கூறுகள்). ஒவ்வொரு துணிக்கையும் பூமியின் மையத்தை நோக்கிக் கவர்ந்திழுக்கப் படுகின்றது. அவ்வாறுகப் பல சமாந்தர விசைகளை நாம் பெறுகின்றோம். இவற்றுள் எவையேனும் இரு சமாந்தரவிசைகளின் விளைவு விசையை நாம் காணுதல் கூடும். இத்தனி விசையைக் கண்டதும், ஒரு மூன்றுவது சமாந்தர விசையோடு, ஒன்றுசேர்ந்த இம்மூன்று விசைகளுக்கும் சமமாகவுள்ள விளைவு விசையைக் காணமுடியும். இவ்வாறே ஒரு நான்காவது விசையோடும் இன்னும் பிறவற்றோடும். இறுதியில் எல்லாத் துணிக்கைகளின் நிறைகளினது விளைவு விசையான (W) ஆகிய தனிவிசையொன்றைப் பெறுவோம். (உரு. 140 ஐப் பார்க்க.) பொருளின் நிறைக்குச் சமமான இந்த விளைவு விசை (W) ஆனது அந்தப் பொருள் எந்த நிலையில் வைக்கப்பெற்றபோதிலும் பொருளிலே நிலைமாருது இருக்கும் C எனும் ஓர் புள்ளிக்கூடாக எப்போதும் செல்லும். இந்த நிலையான புள்ளி அப்பொருளின் **புவியீர்ப்பு மையம்** எனப்படும்.



உருவம் 140. புவியீர்ப்பு மையம்

ஒரு **பொருளின் புவியீர்ப்பு மையமானது,** அந்தப் பொருள் எந் நிலையில் வைக்கப்பட்டபோதிலும், **அதன் நிறையானது (அது ஒரு தனி விசையாகக் கருதப்படும்போது) தாக்குங்கோடு எப்போதும் ஊடு செல் இன்ற புள்ளியாகும்.**

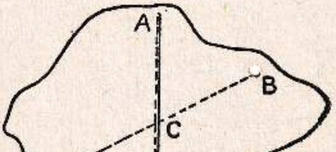
இந்த முழுநிறை அல்லது விளைவு விசையாகிய W ஐ, இதற்குக் கீழே இருந்து மேல் நோக்கித் தாக்குகின்ற ஒரு தனிவிசையினால் சம நிலைப் படுத்தமுடியும். எனவே, புவியீர்ப்பு மையமானது ஒரு பொருள் சம நிலையில் தாங்கப்பெற்று நிற்கும் புள்ளிக்கு நேர் மேலேயிருக்கும். உதாரணமாக, ஒரு கூரிய முனையில் சமநிலைப்படுத்தப்பெற்ற அளவுகோலொன்று (உரு. 141 ஐப் பார்க்க) தனது புவியீர்ப்பு மையத்தை C இல் உள்ளதாகும்.



உருவம் 141. புவியீர்ப்பு மையமும் சமநிலைப் புள்ளியும்.

ஒரு பொருளானது, தனது புவியீர்ப்பு மையத்தினில் தாங்கப்படும் பொழுது அது வைக்கப்படும் எந்த நிலையிலும் இருக்கும். ஒரு பொருளானது நூலொன்றினால் தொங்கவிடப்படும்பொழுது, அது தனது புவியீர்ப்பு மையம் எப்பொழுதும் தாங்கப்பட்டிருக்கும் புள்ளிக்குக் கீழ் இருக்கும் வண்ணம் ஓய்வு நிலைக்கு வரும்.

(i) ஒழுங்கற்ற உருவுள்ளவொரு அட்டையின் புவியீர்ப்பு மையத்தைப் பின்வருமாறு காண்க. ஒரு குண்டூசி கொண்டு அட்டையைத் தூக்குக. உதாரணமாக, A என்னும் புள்ளியில் (உரு. 142 ஐ பார்க்க). புவியீர்ப்பு மையமானது செங்குத்தாகத் தாங்கு புள்ளிக்கு நேர் கீழேயிருக்குமாறு அட்டை தூங்கும். அதே குண்டூசி யிற் குண்டுநாலொன்றைத் தூக்கினால் அக்கோட்டில் எங்கோவோரிடத்திற் புவியீர்ப்பு மையம் இருக்கும். இது அட்டையில் வரையப்படல் வேண்டும்.



உரு. 142. புவியீர்ப்பு மையமறிதல்

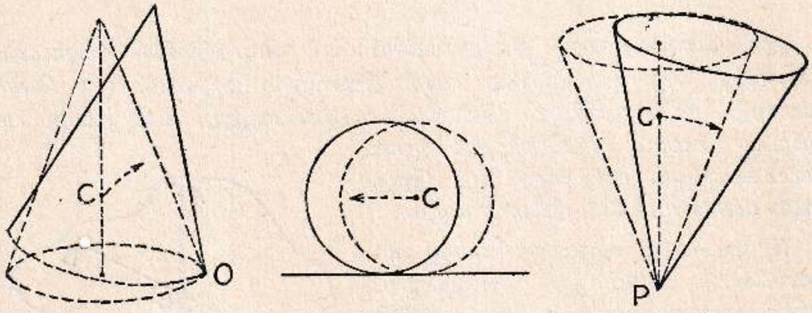
இனி, B என்னும் வேறொரு புவியீர்ப்புப் புள்ளியிலிருந்து முன் செய்ததுபோலவே குண்டூசி கொண்டு அட்டையைத் தொங்கவிட்டு அப்புள்ளிக்கூடாகச் செங்குத்தான கோடொன்று வரைக. புவியீர்ப்பு மையமானது, இவ்விரு கோடுகளிலும் எங்கோவுளதாதலின், அவை ஒன்றையொன்று வெட்டுமிடமாகிய C இல் இருத்தல் வேண்டும்.

(ii) உம்முடைய ஊரின் படத்தை ஒரு அட்டையில் வரைந்து கத்தரிக்கோல் கொண்டு அதை வெட்டியெடுக்க. ஒலிபரப்பு நிலையமொன்றுக்குப் பொருத்தமான (தூரத்தைப் பொறுத்த அளவில் மாத்திரம்) மத்திய தானத்தை அதனிற் காண்க.

(iii) (a) முக்காலித் தாளொன்றினதும், (b) வாலைத் தாளொன்றினதும் புவியீர்ப்பு மையங்களைக் காண்க.

உறுதி நிலை

ஒரு பொருளின் **உறுதிநிலையானது** (அதாவது, அதை இலேசாகப் பெயர்க்கலாமா அல்லவா என்பது) தாங்குபுள்ளி சம்பந்தமாகப் புவியீர்ப்பு மையம் இருக்கும் இடத்திற்றங்கியிருக்கின்றது.



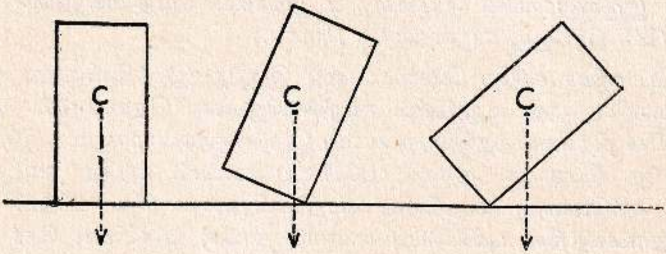
(அ) (ஆ) (இ)

உருவம் 143. சமநிலை

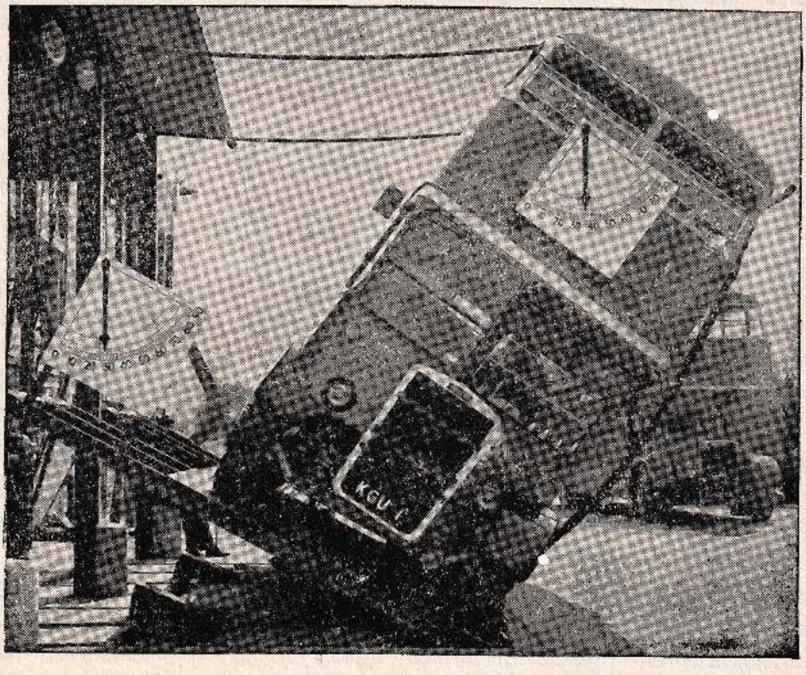
(அ) உறுதிச்சமநிலை (ஆ) நடுநிலைச் சமநிலை (இ) உறுதியில் சமநிலை.

ஒரு பொருளைச் சற்றே பெயர்த்த பின்னர் அது முன்னிருந்த தானத்துக்கு மீண்டும் போகுமாயின் அப்பொருள் **உறுதிச் சமநிலையிலுள்ள**தெனப்படும். ஊசற்குண்டு, பெரும்பக்கங் கீழாகக் கிடக்குஞ் செங்கல், கூம்பு அல்லது அடி கீழாகக் கிடக்கும் வடிபுனல் இவை மூன்றும் இதற்குதாரணங்களாகும். **உறுதிச் சமநிலையில்** ஒரு பொருள் இருக்க வேண்டுமாயின் **அதன் புவியீர்ப்பு மையம் எவ்வளவுக்குத் தாழ்ந்திருக்கக் கூடுமோ அவ்வளவுக்குத் தாழ்ந்திருத்தல் வேண்டும்.** (143 (a) ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க.)

ஒரு பொருளைச் சற்றே பெயர்த்த பின்பு அது எந்தத் தானத்துக்கு வருகின்றதோ வந்த அந்தத் தானத்திலேயே நிலைத்து நிற்குமாயின் அது **நடுநிலைச் சமநிலையில்** உள்ளதெனப்படும். கிடையானவொரு மேற்



உருவம் 144. உறுதி நிலை



உருவம் 145. " வசு " வின் உறுதிநிலை அறியுஞ் சோதனை.

பரப்பிற் கிடக்குமொரு கோளம் அல்லது ஒருருளை, பக்கங் கீழாகக் கிடக்குங் கூம்பு அல்லது வடிபுனல் என்னுமிரண்டும் இதற்குதாரணங்களாகும்.

ஒரு பொருளைச் சற்றே பெயர்க்க அதன் புவியீர்ப்பு மையம் உயராது தாழாது இருக்குமாயின் அப்பொருள் நடுநிலைச் சமநிலையிலுள்ளதெனப் படும். (143 (b) ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க.)

ஒரு பொருளைச் சற்றே பெயர்க்க அது இருந்த இடத்திலிருந்து அப்பாற் செல்லுமாயின் **அது உறுதியில் சமநிலை**யிலுள்ள தெனப்படும். கீழாகச் சமநிலையில் நிற்கவைத்தவொரு கூம்பு இதற்குதாரணமாகும். ஒரு பொருளைச் சற்றே பெயர்க்க அதன் புவியீர்ப்பு மையம் சற்றே தாழ்த்தப்படு மாயின் அப்பொருள் உறுதியில் சமநிலையிலுள்ள தெனப்படும். அதாவது தொடக்கத்தில் புவியீர்ப்பு மையம் தாங்கு புள்ளிக்கு நேர் மேலே செங்குத்தாகவிருந்தது. 143 (c) ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க.

ஒரு தாங்கியின் மீது ஓய்வு நிலையிலிருக்கும் ஒரு பொருள் உறுதிச் சமநிலையில் இருப்பதற்கு அதன் புவியீர்ப்பு மையத்துக்கூடாக வரையப் பட்ட செங்குத்துக் கோடு அதன் அடித்தளத்தினுள்ளே விழவேண்டும் (உரு. 144 ஐப் பார்க்க). குதிகள் சுவரிலே சாருமாறு தலை கீழாக நின்றுகொண்டு முழங்கால்களை வளையாமலும் பாதங்களை அசைக் காமலும் நிலத்தில் உமக்கு முன்னுகைக் கிடக்குமொரு புத்தகத்தை எடுக்க முயலுக. இப்படிச் செய்து பார்த்தால் மேற்கூறிய தத்துவத்தின் உண்மை புலப்படும்.

இக்காரணத்தினாலேதான், இலேசாகப் பெயர்க்கக்கூடாதிருக்கவேண்டிய எப்பொருளையும் அதன் புவியீர்ப்பு மையம் தாழ்ந்திருக்கத்தக்கதாக உண்டாக்குவர். உதாரணமாக, எஞ்சினும் பாரம் அதிகமுள்ள ஏனைய பகுதிகளும் எவ்வளவுக்குத் தாழ்ந்திருக்கலாமோ அவ்வளவுக்கவை தாழ்ந் திருக்குமாறு மோட்டர் வண்டி உண்டாக்கப்படுகின்றது. இதுபோலவே, ஒடுக்கமான சில்லுச் சுவடுடையவொரு மோட்டர் வண்டி பெயர்தலினும் அகன்ற சில்லுச் சுவடுடையவொரு மோட்டர் வண்டி பெயர்தல் அரிதாகும். பிணையல்களால் இணைக்கப்பட்டு உழலுமொரு தளத்தின்மீது மோட் டர் வசு வண்டியை வைத்து அது பெயரத் தொடங்குமட்டும், அதாவது அதன் புவியீர்ப்பு மையத்துக்கூடாகச் செல்லுஞ் செங்குத்துக்கோடு சில் லுச் சுவட்டுக்குப் புறத்தே விழுமட்டும், உயர்த்தி அதன் உறுதிநிலையைக் காண்பர். இக்கால இரட்டைத்தட்டுப் பிரயாணி "வசு" ஒன்று பாரத்தை நிரம்ப ஏற்றியிருக்கும்போது 30° சரிவிற் பெயராமற் சரிந்து நிற்கும். உரு. 145 ஐப் பார்க்க.)

இந்த ஒளிப்படத்திலே "வசு" விற்குத்தொடுக்கப்பட்டுள்ள சாய்வுமானி (அல்லது கோண அளவு கருவி) காட்டும் அளவீட்டிலிருந்து, பிணையல்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ள தளத்திற்குத் தொடுக்கப்பட்டுள்ள சாய்வுமானி காட்டும் அளவீடு வித்தியாசமாயிருப்பதேன்? இப்படிப்பட்ட உறுதிநிலைப் பரிசோதனையில் "வசு" வின் தொழிலாளி

களினதும் பிரயாணிகளினதும் நிறையைக் காட்டுவதற்கு வசு வண்டியின் ஆசனங்களில் மணற் சாக்குகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். உண்மையில் அப்படியான பக்கச் சாய்வு உள்ள பாதையில் வசுவானது ஒரு போதும் செல்வதில்லை ; ஆனால், பாதுகாப்பிற்காகவிடப்படும் அளவு பக்கத்தில் தாக்கும் காற்றுதைப்பையும், வேகத்துடன் முடக்குகளில் செல்லுவதனால் வரும் விளைவையும் எதிர்க்கக்கூடிய அளவிற்கு அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

(இந்த அத்தியாயத்திற்குரிய எண் உத்திக்கணக்குக்களுக்கும் மாதிரி அப்பியாசங்களுக்கும் இரண்டாம் பொது விஞ்ஞானச் செயல் முறைப் புத்தகத்தின் (87–108) **பக்கங்களைப்** பார்க்க.)

அதிகாரம் XI

சத்தி

சடப்பொருளுக்கும் **சத்திக்கும்** உள்ள வேறுபாட்டினை இவ்வத்தியாயக் கிரமம் முற்றிலும் எடுத்துக் கூறியுள்ளோம். "சடப்பொருள்" என்பதால் நாம் என்னத்தைக் கருதுகின்றோம் என்று நாம் ஓரளவிற்குத் தெளிவாக அறிந்துள்ளோம். அது நாம் நிறுக்கக் கூடியதும், "இடத்தை எடுக்கும்" தன்மையுடையதுமான ஒன்றுகும். **ஒளியும், வெப்பமும், ஒலியும்,** இவையெல்லாம் சடப்பொருளின் வேறு விதங்களல்லவென்பதை நாம் அறிவோம்; அவற்றை நாம் சத்தியின் வேறு விதங்கள் என்றே கூறுகின்றோம்.

ஏதேனும் ஒன்று **வேலை** செய்யக்கூடியதாயிருப்பின், அது **சத்தி**வாய்ந்துளது என்று கூறப்படும்; அதாவது, **சத்தியானது வேலை செய்வதற்கான திறமையாகும்.** வேலையை அளக்கும் அலகுகளினுலேயே அது அளக்கப்படும். ஆகவே, விஞ்ஞானிகள் "வேலை" என்பதனுல் என்னத்தைக் கருதுகிருர்கள் என்றும் அதை எப்படியாக அளக்கிருர்கள் என்றும் அறிவது நன்று.

வேலை

பிரயாசைகொண்ட எதையும் அல்லது தேகத்தால் செய்யும் முயற்சியாதையும் பலர் "வேலை" எனக் கருதுகின்றனர். ஆனுல், விஞ்ஞானத்தில் "வேலை" என்பதற்குச் சரிதிட்டமான கருத்து ஒன்று உண்டு. **ஒரு விசையானது தான் தாக்கும் புள்ளியை அசைக்குமாயின், அது வேலை செய்கின்றதெனக் கருதப்படும்.** எனவே, விஞ்ஞானக் கருத்தில், வேலையானது எப்போதும் யாதாயினும் ஒரு பொருளின் இயக்கத்துடனே தொடர்புடையதென்பது தெளிவு. உதாரணமாக, ஒரு பாரத்தை (புவியீர்ப்புக்கெதிராக) உயர்த்தும் பொழுதும் அல்லது யாதாயினும் ஒன்றை அதன் பக்கமாக (உராய்வுக்கெதிராகத்) தள்ளும் பொழுதும் வேலை செய்யப்படுகின்றது. ஒரு விசையானது தனது எதிர்ப்பை வெல்லும் வரைக்கும் அது செய்து முடித்த வேலை ஒன்றுமில்லையென்றே கருதவேண்டும். இதே மாதிரியாகவே கூலியாட்களுக்குச் சம்பளம் அநேகமாக அவர்களின் **முயற்சிக்கல்லாது அவர்கள் செய்த வேலைக்கு அல்லது அதன் விளைவுக்குத் தகுந்தவாறு** அளிக்கப்படும்.)

செய்யப்பட்ட வேலையின் கணியமானது சத்தியையும் அது அசைந்த தூரத்தையும் ஒன்றை ஒன்றுற் பெருக்கி வரும் பெருக்கத்தைக் கொண்டு அளக்கப்படும். அதாவது, **வேலை = சத்தி × தூரம்.** சாதனையிலும் எந்திரத்

துறையினும் வழங்கும் **வேலை அலகு, அடி இருத்தல்** ஆகும். **ஒரு இருத்தல் நிறையை ஒரு அடி உயரத்திற்கூடாகத் தூக்கும்பொழுது செய்யப்படும் வேலையென** இதற்கு வரைவிலக்கணம் கூறலாம். அவ்வாருக நீர் **10** இரு. நிறையொன்றை நிலத்திலிருந்து உயர்த்தி **3** அடி உயரமுள்ள மேசையொன்றின் மேல் வைக்கும்பொழுது நீர் செய்த வேலை **30** அடி-இரு. ஆகும்.

ஒரு விசையானது தான் தாக்குகின்ற பொருளை அசைத்து இடம் பெயர்த்தாலேயன்றி விஞ்ஞானக் கொள்கைப்படி அது ஒரு வேலையும் செய்யவில்லையென்பதை நாம் நன்கு அவதானித்தல் வேண்டும். அவ்வாருக, ஒரு பாரமான மோட்டர் வண்டியை நீர் தள்ளும் போது அதில் ஓர் விசையை நீர் உளுற்றுகின்றீர். அவ்வாருக விசையை அதில் உளுற்றுவதனுல் நீர் ஒரு வேலை இளைப்புறவுங் கூடும். எனினும், மோட்டர் வண்டி இடம் விட்டுப் பெயருமட்டும் நீர் செய்த வேலையாதும் இல்லை. "வேலை" என்னும் சொல்லுக்கு அன்றுட வாழ்க்கையில் உள்ள கருத்துக்கும், விஞ்ஞானப் பகுதியிலுள்ள கருத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசத்தை ஞாபகத்தில் வைத்திருத்தல் முக்கியம்.

வலு

வேலையை அடி-இருத்தலில் அளக்கும்போது அவ்வேலையைச் செய்ய எடுத்த நேரத்தை நாம் கருதுவதில்லை. பல சந்தர்ப்பங்களில் **வேலையின் கதியை** நாம் அறியவேண்டியது அவசியமாகின்றது. அதனை **வலு** என்பர். வலுவை (அல்லது வேலை செய்யுங் கதியை) ஒரு செக்கனுக்கு அல்லது நிமிடத்திற்கு இத்தனை அடி இருத்தல் என்று கணக்கிடலாம். எந்திரிக் கலைஞர் வலுவைக் குறிப்பதற்கு உபயோகிக்கும் அலகு **பரிவலு** எனப்படும்.

பிரித்தானிய வலுவலகு எனப்படுவது நீராவி எந்திரத்தைக் கண்டு பிடித்த **இயேமிசு உவாட்டு (1736–1819)** என்னும் புனைவாளனுற் புகுத்தப் பட்டது. ஒரு நாளில் வேலைக்காரர் வேலைசெய்யுஞ் சராசரி நேரத்தில், சாதாரணமான, குதிரை ஒன்று நிமிடம் ஒன்றுக்கு 33,000 அடி-இருத்தல் (அல்லது செக்கன் ஒன்றுக்கு 550 அடி-இருத்தல்) வேலை செய்யுமென்று அவர் கருதினுர். **நிமிடம் ஒன்றுக்கு ஒரு எந்திரம் 33,000 அடி-இருத்தல் வீதமாக வேலை செய்துகொண்டிருக்கையில் அது ஒரு பரிவலுவை வெளிப் படுத்துகின்றது.**

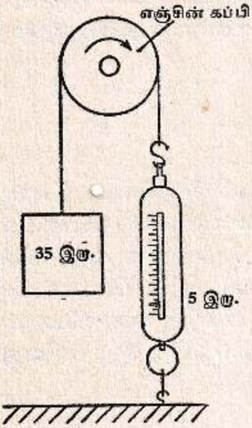
உம்முடைய பரிவலுவைப் பின்வருமாறு அளக்க :—படியடுக்கு ஒன்றின் மீது இயன்ற மட்டும் விரைவாக ஓடி ஏறுக. ஏறும்போது இன்னெருவர் நிறுத்தற் கடிகாரங்கொண்டு கீழ்ப்படியில் (அதாவது முதலாம் படியில்) நீர் வந்தேறிய நேரத்தையும் நீர் மேற்படியைக் கடந்த நேரத்தையுங்

குறித்தல் வேண்டும். இவ்வாறு நீர் ஓடி ஏறிய நேரத்தில் உம்முடைய பாரத்தைப் படியடுக்கின் நிலக்குத்துயரத்துக்கு உயர்த்தி விட்டீரென்றறிக. இவற்றிலிருந்து பின்வருமாறு உம்முடைய வேலை வீதத்தைக் கணித்தறிக :—

நிறை =..................இரு.   படிகளின் தொகை=......
ஒரு படியின் உயரம் =...................அங்.
∴, படிகளின் நிலைக்குத்துயரம் =....................அடி.
எடுத்த நேரம் =................செக்.

$$\text{வெளிப்படுத்திய பரிவலு} = \frac{\text{நிறை (இரு.)} \times \text{உயரம் (அடி)}}{\text{நேரம் (செக்.)} \times 550} = \frac{\quad \times \quad}{\quad \times 550}$$
$$= \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ \text{ப.வ.}$$

இது ஏறத்தாழ உம்முடைய மிகக்கூடிய வேலைசெய்யும் வீதமாகும். சில செக்கன்களுக்குத்தான் அவ்வீதத்தில் உம்மால் வேலை செய்யக் கூடும். அதனிலுங் கூடிய நேரத்துக்கு வேலை செய்வீராயின் உம்முடைய வேலை வீதம் 0·1 பரிவலு மட்டிற்றான் இருக்கும்.

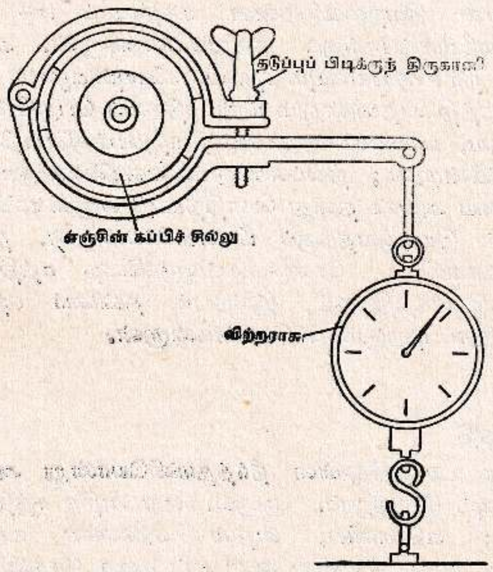


உருவம் 146.
வலுவை அளத்தல்

மின்சார வலு அலகும் மீற்றர் வலு அலகும் (இயேமிசு உவாட்டென்பவரின் பேரால் வழங்கப்படுகின்ற) உவாட்டு எனப்படும். மின்சார மோட்டர்களின் வலுவைச் சாதாரணமாகக் கிலோவாட்டுக்களில் (ஒரு கிலோவாட்டு=1,000 உவாட்டுக்கள்) கணித்துக் கூறுவர். ஒரு பரிவலு=746 உவாட்டு (அல்லது ஏறக்குறைய $\frac{3}{4}$ கிலோவாட்டு), அதாவது, 1 கிலோவாட்டு=ஏறக்குறைய $1\frac{1}{3}$ பரிவலு. ஏனைய மின்சார அலகுகளுக்கும் உவாட்டுக்களுக்குமுள்ள தொடர்பைப் பின்னால் விளக்குவோம்.

ஓரெந்திரம் அல்லதொரு மோட்டர் வேலைசெய்யும் வீதத்தைக் காணும் முறையை 146 ஆம் உருவம் விளக்குகின்றது. எந்திரத்தின் மீதுள்ள கப்பி ஒன்றின் மேலாக ஒரு பட்டி அல்லது நாண் வைக்கப்படும். பட்டியின் ஒரு அந்தத்திற் பாரமொன்று (35 இருத்தல் என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம்) தூங்கும். மற்ற அந்தம் ஒரு விற்றராசோடு தொடுக்கப்பட்டிருக்கும். அந்த விற்றராசு நிலத்திலுள்ளவொரு வாங்கிற் பூட்டப்பட்டிருக்கும். எந்திரம் வேலை செய்யாது இருக்கும் போது விற்றராசு 35 இருத்தலைக் காட்டும். ஆனால், அது வேலை செய்யும் போது கப்பிக்கும் பட்டிக்கும் இடையே எழுகின்ற உராய்வானது பாரத்தை உயர்த்துந் தன்மை உடையதாதலின் விற்றராசு பாரத்தைக் குறைத்துக் காட்டும் (5 இருத்தல்

மட்டில் என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம்). கப்பியின் சுற்றல் **வீதத்தையும்** (நிமிட மொன்றுக்கு 1,100 சுற்றல் என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம்) அதன் பரிதியையும் (1 அடி என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம்) அறிவோமாயின், எந்திரம் வேலை செய்யும் வீதத்தை நாம் கணித்தறியலாம்.



உருவம் 147. பரிவலுவை அளக்கும் முட்டுக் கட்டை உபகரணம்
(அரிசனைப் பின்பற்றி)

கப்பி ஒருமுறை பூரணமாகச் சுற்றிவர எந்திரம் $35-5=30$ அடி–இருத்தல் வேலையை உராய்வுக்கெதிராகச் செய்யும். எனவே, செய்யப்பட்ட வேலையின் வீதம் நிமிடமொன்றுக்கு $30 \times 1,100 = 33,000$ அடி இருத்தலாகும். அதாவது, ஒரு பரிவலுவை எந்திரம் வெளிப்படுத்துகின்றது.

இவ்வாறு, நாம் அளந்தறிகின்ற எந்திரவலுவை அதன் **தடுப்புப் பரிவலு** என்பர். பயன்படுத்தக்கூடிய இத்தகைய தடுப்புக்கட்டை உபகரணத்தின் ஒரு விதத்தை 147 ஆம் உருவம் காட்டுகின்றது.

சத்தி

இவ்வத்தியாயத் தொகுதியின் முற்பகுதியில் **சத்தியின்** பலவிதமான தோற்றங்களைப்பற்றிக் குறிப்பிட்டிருக்கின்றோம். உண்மையில் முழுத் தொகுதியின் மூன்றிலொன்றுக்குக் குறையாத பாகத்தைச் **சடப்பொருள் பலவிதமான சத்திகளாற்றுக்கப்பட உண்டாகின்ற பேறுகளைப்பற்றிக் கூறும்**

பௌதிக நூலுக்குரியதாக்கிவிட்டோம். உயிர் நூற்பாடங்களிலும் உயிர் வாழ்தலுக்கு வேண்டிய மூலாதாரமான கருமங்களாகிய ஒளிச் சேர்க்கையும் மூச்சுவிடுதலுஞ் சத்தியின் தோற்றங்களெனக் கண்டோம்.

பழங்காலந்தொட்டு, மனிதன் தன் வேலைகளைச் செய்ய மிருகங்கள் கொடுத்துதவிய சத்தியைப் பயன்படுத்தியிருக்கின்றான். ஆனால், வருடாவருடம் அவன் இயற்கையிலுள்ள சத்தியைப் பல வழிகளிலும் அதிகமாகப் பிரயோகிப்பதற்குக் கற்றுக்கொள்கிறான். அவன், ஓடும் நீரைக்கொண்டு, நீர் உருளைகளையும் தேபைன்களையும் சுழலச் செய்து தைனமோக்களைச் செலுத்தி அதனின்றும் மின்சக்தியைப் பெறுகின்றான். அவன் காற்றின் சக்தியை, பாய்க்கப்பல்களிலும் காற்றியக்குபொறிகளிலும் இன்னும் பிரயோகிக்கின்றான் ; நிலக்கரியிலும் எண்ணெயிலும் அடைபட்டுக் கிடக்கின்ற சத்தியை அவன் தனது கொதிநீராவி எஞ்சின்களையும் உட்கனவெஞ்சின்களையும் இயக்குவதற்குப் பிரயோகிக்கின்றான். தாவர உணவிலும் மாமிச உணவிலும் சேகரிக்கப்பட்டிருக்கின்ற சத்தியைத் தனது வளர்ச்சிக்கும், இயக்கத்திற்கும், இன்னும் தன்னைச் சற்றுச் சூடான நிலையில் வைத்திருப்பதற்கும் பிரயோகிக்கின்றான்.

நிலைப்பண்புச் சத்தி

மலையின் மீது உயரத்திலுள்ள **நீர்த்தாங்கியொன்று அமைதியாகவும்** அபாயமற்றதாகவும் தோற்றும். ஆனால், அது அதிக சத்திச் சேமிப்பைக் கொண்டதாகும் ; ஏனெனில், அதன் அணையை உடைத்து நீரை விடுப்போமாயின், அந்த நீரானது கடல் மட்டத்தை நோக்கி ஓடும்பொழுது வேலைசெய்யும். நீர் உருளையொன்றை உருட்டுவதற்கு இந்த நீரை உபயோகிப்பது போன்ற சந்தர்ப்பங்களில் அது செய்யும் வேலை பயனுடையதாகும் ; அவ்வாறில்லாது அது மரங்களைப் புரட்டியும் கட்டிடங்களை அழித்தும் உருண்டோடும்பொழுது அது செய்யும் வேலை தீங்குள்ளதாகும். உயரத்திலிருக்கும் தாங்கியிலுள்ள நீரானது **நிலைப்பண்புச் சத்தி**யையுடையதென நாம் கூறுகின்றோம்.

ஒரு பொருளானது தான் இருக்கும் நிலையை (இடத்தை)ப் பொறுத்து அல்லது நிலைமையைப் பொறுத்து நிலைப்பண்புச் சத்தியைக் கொண்டதாகும். இயக்கத்திற்குரிய சத்தியைவிட சத்தியின் ஏனைய விதங்களெல்லாம் நிலைப்பண்புச் சத்தி அல்லது சேமிக்கப்பெற்ற சத்தியெனக் கருதப்படும். உதாரணமாக நிலத்திலிருந்து 3 அடி உயரத்தில் ஒரு மேசைமீதுள்ள 10 இரு. நிறையொன்று நிலைப்பண்புச் சத்தியையுடையது; ஏனெனின், பொருத்தமான ஒரு பொறியைப் பிரயோகிக்கும் முறையினால் அது நிலத்தை நோக்கி விழும்பொழுது அதைக் கொண்டு 30 அடி—இரு. அளவுள்ள வேலையைச் செய்விக்க முடியும். உயரத்திலுள்ள நீர்த்தாங்கியினது நீரின் சத்தியைப்போல இதன் சத்தியும் அது இருக்கும்

நிலையில்தான் தங்கியிருக்கின்றது. இது இவ்வாறுயிருக்கக் கடிகாரச் சுருள் வில்லுகள், தைனமைற்றுப்போன்ற வெடி உப்புக்கள், நிலக்கரியும் உணவும்போன்ற எரிபொருள்கள் ஆதியனவெல்லாம் தாம் இருக்கின்ற நிலைமையினால் நிலைப்பண்புச் சத்தியையுடையனவாம். சுருள் வில்லானது சுழன்று, கடிகார அகக்கருவியைப் பல நாட்களுக்கு இயங்கிக் (வேலைசெய்து) கொண்டிருக்கச் செய்யும்; வெடி உப்பானது தீவிர தாக்கத்துடன் சேர்வை பிரிவதனால் கற்பாறையைத் தகர்க்கவும் வெடிகுண்டைச் செலுத்தவுங் கூடும்; நிலக்கரியும் உணவுப் பொருள்களும் ஒட்சி ஏற்றங் காரணமாகப் பகுக்கப்பட்டு அக்காரணம்பற்றி ஒரு நீராவி எஞ்சினைச் செலுத்தவோ அல்லது ஒரு மிருகத்தை இயங்கச் செய்வதற்கோ வேண்டிய சத்தியை வெளிவிடக்கூடும்.

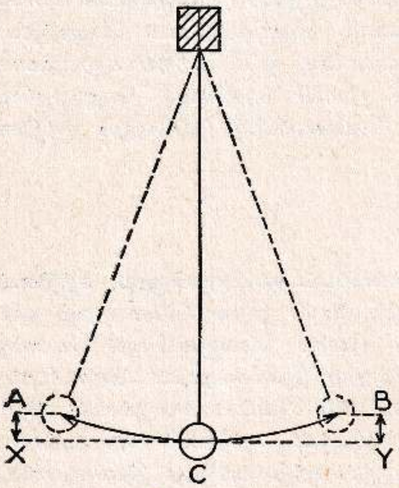
இயக்கப் பண்புச் சத்தி

இயங்கும் ஒருபொருள், அது எவ்வகைப்பட்டதாயிருப்பினும், சத்தியைக் கொண்டதாகும். சத்தியானது, வேலைசெய்யும் திறமையென நாம் வரைவிலக்கணம் கூறியுள்ளோம்; அது வேலை அலகுகளினால் அளக்கப்படுமெனவும், வேலையானது எப்பொழுதும் இயக்கத்துடன் தொடர்புள்ளதெனவும் நாம் கண்டுள்ளோம். எனவே வேலை அலகுகளில் நேரே அளவிடக்கூடிய சத்தியின் வடிவம் இயக்கச் சத்தியின் வடிவமாகும். (இது சில சந்தர்ப்பங்களில் பொறிமுறைச் சத்தி அல்லது இயக்கப்பண்புச் சத்தி என்றும் அழைக்கப்படும்.) **இயங்கும் ஒரு பொருளின் இயக்கப் பண்புச் சத்தியானது அப்பொருள் ஓய்வுக்குக் கொண்டுவரப்படுமுன்னர் அது செய்யும் வேலையின் கணியமாகும்.** உதாரணமாக, (அசையும்) காற்றின் இயக்கப்பண்புச் சத்தியானது, பாய்க்கப்பல்களைச் செலுத்துதல், காற்றியக்கு பொறிகளைச் சுழலச் செய்தல் ஆகிய பிரயோசனமுள்ள வேலைகளைச் செய்தல் கூடும்; அதைவிட, அசையும் நீரைக் (ஆறுகளையும் சிற்றாறுகளையும்) கொண்டு நீர் உருளைகளையும் தேபைன்களையும் இயங்கச் செய்தல் கூடும்.

எங்கள் எஞ்சின்களின் இயங்கும்பகுதிகளெல்லாம் இயக்கப்பண்புச் சத்தியையுடையனவாகும். அவ்வாறே, வளரும் வேர்களும் தண்டுகளும் இன்னும் பல்வேறு இயங்கும் விலங்குகளும் அச்சத்தியையுடையனவாகும்.

ஒரு சிறிய மணிக்கூடோ, கடிகாரமோ சாவி கொடுக்கப்படும்போது, மீள் சத்தியுள்ள வில்லை அமுக்குவதில் வேலை செய்யப்படும். இன்னும் அவ்வில்லானது, அதைச் சுற்றுவதிற் செலவழிந்த வேலைக்குச் சமனான நிலைப்பண்புச் சத்தியைப் பெறுகின்றது. மணிக்கூடு ஓடும்போது, அமுக்கி வைக்கப்பெற்ற வில்லிலுள்ள இந்த நிலைப்பண்புச் சத்தியானது படிப்படியாக மணிக்கூட்டின் இயங்கும் பகுதிகளின் இயக்கப் பண்புச் சத்தியாக மாறுகின்றது.

நிலைப்பண்புச் சத்தியானது இயக்கப்பண்புச் சத்தியாக மாறி மீட்டும் நிலைப்பண்புச் சத்தியாவதை ஊசல் தெளிவாக விளக்குகின்றது. 148 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல் **ஊசற்குண்டு** C என்னுந் தானத்தில் ஓய்ந்திருக்கும்போது அதனிடத்தில் நிலைப்பண்புச் சத்தியாவது இயக்கப் பண்புச் சத்தியாவது இல்லை. ஏனெனில், அதில் இயக்கமுமில்லை, அத்தானத்திலிருந்து கீழே அது இறங்குவதற்கு இடமுமில்லை. ஒரு பக்கத்துக்கு A என்னுந் தானத்துக்கு அதனை இழுப்போமாயின் XA ஆகிய நிலைக்குத் துயரத்துக்கு அதை உயர்த்தி வேலை செய்துவிட்டோம். இவ்வேலையானது நிலைப்பண்புச் சத்தியாக மாறி ஊசற்குண்டில் உறைகின்றது. குண்டைக் கைவிடுவோமாயின், அது ACB என்னும் வில் வழியே ஆடிச் செல்லும். ஊசலின் அடித்தானமாகிய C இற்கு அது வந்ததும் அதன் நிலைப்பண்புச் சத்திமுழுவதும் இயக்கப்பண்புச் சத்தியாக மாறிவிடும். B என்னுந் தானத்துக்குக் குண்டு வரப் பழையபடி அதன் இயக்கப்பண்புச் சத்தி முழுவதும் நிலைப்பண்புச் சத்தியாகிவிடும். ஆதலின், A இலும் B இலுங் குண்டிலுள்ள சத்தி **நிலைப்பண்புச் சத்தி**யேயாகும். C என்னுந் தானத்தைக் கடக்கும்போது அதன் சத்தி முழுவதும் **இயற்கைப்பண்புச் சத்தி**யேயாகும். A இற்கும் C இற்கும் இடையிலும் C உக்கும் B உக்கும் இடையிலுமுள்ள தானங்களில் அதன் சத்தியின் ஒரு பாகம் இயக்கப்பண்புச் சத்தியாகவும் மிகுதி நிலைப்பண்புச் சத்தியாகவும் இருக்கும். இவ்விரு சத்திகளின் மொத்தமானது தொடக்கத்திற்குண்டு A இல் இருக்கும்போது அதனிடத்திருந்த நிலைப்பண்புச் சத்திக்குச் சமமாகும்.

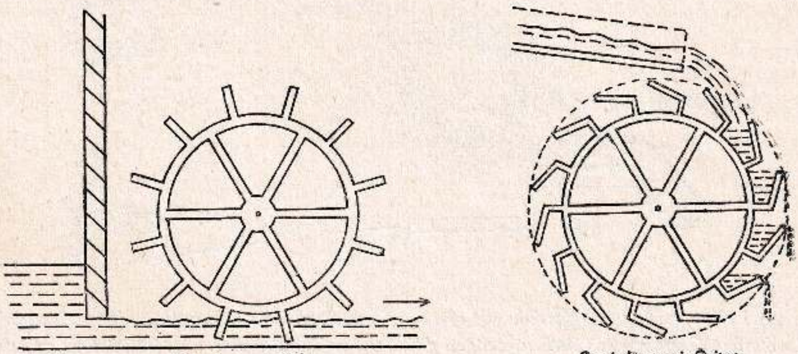


உருவம் 148.—நிலைப் பண்புச் சத்தியும் இயக்கப்பண்புச் சத்தியும்.

நீருருளைகளும் சுழல் சக்கரங்களும்

மேற் கூறியதுபோல், நீர் வீழ்ச்சியின் உச்சியிலுள்ள நீருக்கும் அதன் தானத்தைப் பொறுத்த **நிலைப்பண்புச் சத்தி** உண்டு. விழுகின்ற நீரின் பாதையில் நீருருளை ஒன்றை வைக்க அதன் மேற்புறத்துள்ள சால்களுள் நீர் விழும். விழுந்த நீரின் நிலைப்பண்புச் சத்தியானது, உருளையின் கீழ்ப் புறத்துக்குச் சால்கள் வந்து நீரை வெளியே ஊற்றுமளவும்,

சுழலுகின்ற உருளையின் இயக்கப்பண்புச் சத்தியாக மாறுகின்றது. பயன்படுத்தப்படுகின்ற நீருருளைகள் (இக்காலத்தில் இவைக்குப் பதிலாகப் பெரும்பான்மையும் நீர்ச் சுழல் சக்கரங்களும் பெற்றன் சில்லுகளும் பெருந் தேவைகளுக்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றன) இருவகையின: 149 ஆம் உருவங் காட்டுவது போன்ற கீழ்த்தாக்கவுருளைகளும் மேற்றுக்கவுருளை

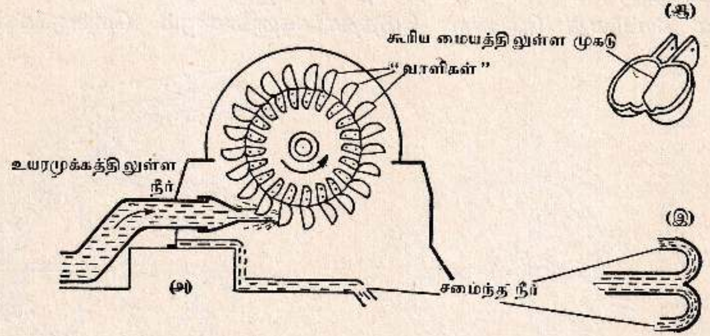


உருவம் 149.—நீருருளைகள்.

களும். தட்டையான நிலப்பரப்புள்ள நாடுகளில் உபயோகிக்கப்படுகின்ற கீழ்த்தாக்க உருளையானது, ஓடுகின்ற நீரினுள்ளே அதன் கீழ்ப்புறமிருக்க, வைக்கப்படும். அப்படி அதை வைக்க, ஓடுகின்ற நீரின் இயக்கப் பண்புச் சத்தியின் சிறுபாகம் (சாதாரணமாக 25%) உருளையைப் பற்றுகின்றது. மலைநாடுகளில் உபயோகிக்கப்படும் மேற்றுக்கவுருளையோவெனில், ஓடுகின்ற நீர் இதன் மேற்புறத்தில் விழுகின்றதாதலினால், அந்நீரின் இயக்கப் பண்புச்சத்தியை மாத்திரமன்று, விழுகின்ற நீரின் நிலைப்பண்புச் சத்தியையும் பயன்படுத்துகின்றது. கீழ்த்தாக்கவுருளையினும் மேற்றுக்க வுருளை அதிகம் மேலான காரிய சித்தியுடையது. நீரின் நிலைப்பண்புச் சத்தியின் 80% இற்கு மேலான பாகத்தை மேற்றுக்கவுருளையானது பயன் படுத்திப் பிரயோசனமான வேலையைச் செய்யுந் திறனுடையது.

நீர் மின்சார விசை நிலையங்களிற் பழமையான நீருருளைகளுக்குப் பதிலாக அவற்றினும் மேலான பயனைத்தரவல்ல நீர்ச்சுழல்சக்கரங்களையும் பெற்றன் உருளைகளையும் உபயோகிக்கின்றனர். **நயாகரா** நீர் வீழ்ச்சியில் இவ்வாறு உபயோகிக்கப்படுகின்ற 100,000 பரிவலுவுடைய சுழல்சக்கரங்களுட் சில 90% இற்கு மேலான காரிய சித்தியுடையன. நீர் வீழ்ச்சியின் உச்சியானது ஒரு சில நூறடி உயரத்தில் உள்ளதனாற்றான் நீருருளைகள் உபயோகிக்கப்படும். இவை மந்த கதியுடனேயே ஓடுவன. நீர்வீழ்ச்சி யின் உச்சி 500 அடிக்கதிகமான உயரத்தில் உள்ளதாயின் 150 ஆம்

உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோன்ற பெற்றன் உருளைகள் உபயோகிக்கப்படும். பெற்றன் உருளையானது கீழ்த்தாக்கவுருளை இனத்தைச் சேர்ந்த சிறப்பியல்புடையவோருருளை வகையாகும். இதனிலுள்ள கிண்ணவடி



உருவம் 150.—பெற்றன் உருளையின் தத்துவம். அ. கரண்டி வடிவத்தையுடைய "வாளிகளின்" வளையங்களைக் கொண்டுள்ள சில்லைக் காட்டும் நிலைக்குத்து வெட்டு முகம். ஆ. சில்லிலிருந்து தனி "வாளி" யொன்று நீக்கப்பட்டுள்ளது. இ. எவ்வாறு நீர்த்தாரையொன்று பிரிக்கப்பட்டும் ஏறத்தாழ 180* இற்கூடாகத் திரும்பச் செய்யப்பட்டும், இது இவ்வாருக, அதன் இயக்கப் பண்புச் சத்தியைச் சுற்றுஞ் சில்லுக்கு இடமாற்றஞ் செய்வதைக் காட்டும் வாளியினூடான வெட்டுமுகம்.

வான சால்களுள் வெகுத்த அமுக்கமுள்ள நீரைக் கூர்நுனிக் குழாயினூடு வேகத்தோடு பாய்ந்து விழச் செய்வர். உருளைமீது நீர் விழுந்து தாக்குந் திசைக்கு எதிர்த்திசையாக அந்நீரைத் திருப்பி விடுவதற்கு வாய்ப்பான வடிவத்தையுடையன அச்சால்கள். இவ்வாறு உருளை உருளுகின்றபோது சால்களின் கதி நீர்த்தாரையின் கதியின் அரை மடங்காயின் அதன் இயக்கப் பண்புச்சத்தியின் பெரும்பாகம் (85% இற்கு மேல்) உருளைக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. (150 ஆம் உருவம்.) நீர்–மின்சாரவிசை நிலையங்களில் உபயோகிக்கப்படுகின்ற மிகப் பெரிய பெற்றன் உருளைகள் 30,000 பரிவலு மட்டில் வெளிப்படுத்த வல்லன.

சத்தி மாற்றம்

சத்தியின் தோற்றங்கள் பலவுள. அவற்றுள் எதுவேனும் ஒன்றை இன்னொன்றாகமாற்றலாம். **வெப்பச் சத்தி, ஒளிச் சத்தி, ஒலிச் சத்தி, மின் சத்தி, இரசாயன சத்தி** என்பனவுஞ் சத்தி வகைகளாகும். இவற்றுள் எதுவாயினும் ஒன்றை மற்றொன்றாக மாற்றலாம். உதாரணமாக, பச்சைத் தாவரங்கள் ஒளிச் சத்தியை உறிஞ்சி அதைக் காபோவைதிரேற்றுக்களில் இரசாயன சத்தியாகச் சேமித்து வைக்கின்றன. இறந்துபட்ட தாவரங்களை (விறகை அல்லது நிலக்கரியை) நீர் கொண்ட கொதி கலத்தின் கீழ் வைத்து எரிக்க, இவ்விரசாயன சத்தியானது முதற் கண் **வெப்பச் சத்தியாகவும்** அதன் பின்னர் அமுக்கம் மிகுந்த கொதி நீராவியின் **நிலைப்பண்புச் சத்தி**யுமாகின்றது. அமுக்கம் மிகுந்த இக் கொதி நீராவி

யைக் கொதி நீராவிச் சுழல்சக்கரம் ஒன்றனுட் செலுத்த அது **இயக்கப் பண்புச் சத்தி**யாகி சுழல்சக்கரத்தினது அசைகின்ற பகுதிகளுக்கு ஊட்டப்படுகின்றது. இச் சுழல்சக்கரத்தோடு தைனமோ ஒன்றை இணைத்தால் இவ்வியக்கப்பண்புச் சத்தி(அல்லது பொறிமுறைச்சத்தி) **மின் சத்தியாக** மாறும். இந்த மின் சத்தியை **ஒளிச் சத்தி**யாகவும் **வெப்பச் சத்தி**யாகவும் (மின்குமிழில்), அல்லது **இயக்கப்பண்புச் சத்தி**யாக (மின்மோட்டரில்) அல்லது **ஒலிச் சத்தி**யாக (மின் மணியில் அல்லது மின்—பதிவுப்பன்னியில்), அல்லது **இரசாயன சத்தி**யாக (ஈய மின்சேமிப்புக்கலத்தில் அல்லது மின் பகுப்பு நிகழும்போது) மாற்றலாம்.

வெவ்வேறன இச்சத்தி வகைகள் ஒவ்வொன்றையும் மற்றென்ருக மாற்றலாமெனினும், சாதணையிற் சில மாற்றங்கள் மற்றவையினுஞ் சுலபமாக நிகழுந் தன்மையுடையன. பிரதானமாக, கம்பிகள் வழியே மின்சத்தி நெடுந்தூரஞ் சென்ற பின்னர்தானும் அதை இலேசாகவும் நேராகவும் ஏனைச் சத்தி வகைகளில் எதுவாகவேனும் மாற்றலாம் என்பதைக் கவனிக்க. நாளாந்த வாழ்க்கையில் மின்சாரம் மிகவும் பிர யோசனப்படுவது இது காரணம்பற்றியேயென்றறிக.

உயிருள்ள பொருட்களுக்கு சத்திமாற்றம் மிகவும் முக்கியமானது. சூரியனின் ஒளிச் சத்தியானது பச்சை இலைகளில் காபோவைதரேற்று உணவுப் பதார்த்தங்களின் இரசாயனச் சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. பின்பு இந்தச் சத்தியானது மறுபடியும் மூச்சு விடுதலினல் மாற்றப் படுகின்றது ; அதன் ஒரு பாகம் வெப்பச் சத்தியாகவும், ஒரு பாகம் இயங்கும் பகுதிகளின் இயக்கப்பண்புச் சத்தியாகவும், இன்னெரு பாகம் உறுப்புடை உயிரினத்தை வளர்க்கும் புதிய இரசாயனப் பொருள்களைத் தொகுக்கும் பொழுது இரசாயனச் சத்தியாகவும் மாற்றப்படும்.

சத்திக் காப்பு

சத்தியின் இம்மாற்றங்கள் எல்லாவற்றிலும் எள்ளளவு சத்தியேனும் ஒருபோதும் ஒழிந்து அல்லது அழிந்து போவதில்லையென்று கவனத்தோடு செய்த பரிசோதனைகளிலிருந்து தெரியக் கிடக்கின்றது. இத்தத்துவத்தைச் **சத்திக் காப்பு விதி** என்பர். அதாவது, சத்தியை அழிக்க முடியாது ; அகில லோகத்திலுள்ள சத்தி முழுவதும் என்றென்றைக்குங் கூடிக் குறையாதிருக்கின்றது ; ஒருகால் ஒரு தோற்றமாகவும் இன்னெருகால் வேறெரு தோற்றமாகவும் அது விகாரப்பட்டு, ஈற்றில் வெப்பமாகின்ற தேயன்றி நிகழ்வது வேறில்லை. அளவறிதற்குரிய இரசாயன வியலுக்குச் **சடப்பொருள்காப்பு விதி**யானது எங்ஙனம் ஆதாரமாக இருக்கின்றதோ அங்ஙனமே **சத்திக்காப்பு** விதியும் அளவறிதற்குரிய பௌதிகவியலுக்கு ஆதாரமாக விளங்குகின்றது.

சத்தி மாற்றம் எது நிகழினும் பிறிதொரு சத்தி சம அளவாக உதிக்குமென்று கொள்கை கூறினும் சாதனையிற் சத்தி முழுவதையும்

உபயோகிக்க, அல்லது மாற்றம் மீண்டும் பின்னுக நிகழ்ந்து சத்தி முன்னுள்ளபடி வரச் செய்தல் அரிதென்றறிக. ஏனெனில், தவிர்க்கக் கூடாத சேதங்கள் உண்டு. உதாரணமாக, பிரயோகிக்கப்படும் வெப்பப் பொறி எதுவும் அதனை இயக்குதற்கு உபயோகிக்கப்படும் பொருளின் வெப்பம் முழுவதையும் பொறிமுறைச் சத்தியாக ஒருபோதும் மாற்றமாட்டாது. உபயோகிக்கப்பட்ட கொதி நீராவியில் அல்லது வெளியேறும் வாயுக்களில் அற்பமான வெப்பச் சத்தி இன்னுமுண்டு. சூழ்ந்திருக்குங் காற்றுக்கு அது வெப்பமேற்றிப் போகின்றதேயன்றி அதனை மீட்டெடுத்தல் சாத்தியமன்று. இவ்வாறு இச்சத்தி வீண்போனதேயன்றி, பயன்படுத்தக்கூடியதன்ருயினும் அழிக்கப்படவேயில்லை.

இனியில்லையென்ற கவனமெடுத்து உண்டாக்கப்பட்ட பொறியிலேனும் உராய்விலும் ஒலியிலும் அற்பசத்தி எப்பொழுதும் வீண்போவது இயல்பு. முடிவில் இவை தரும் வெப்பச் சத்தியானது மிகவுந் தாழ்ந்த வெப்ப நிலையிலுள்ளதாதலினுற் பயன்படுத்துதற்கு உதவாது. மிருகங்கள் கூட, பெரும்பாலான பொறிகளின் சத்திக் காப்பிலும் கூடிய திறமை வாய்ந்தவைகளாக இருந்தபோதிலும் பயன்படக்கூடிய வேலை செய்வதில் தமக்கு உரிய சத்தியில் 25 சதவீதத்திலும் கூடியஅளவு சத்தியை அதிகமாகப்பிரயோகிப்பதில்லை. அந்தச் சத்தியின் மீதிப் பகுதி வெப்பமாக இழக்கப்படும்.

மோட்டர் வண்டி ஒன்றைச் செலுத்துவோன் அதைச் சடுதியாக நிறுத்தவேண்டுமாயின் இயக்கப்பண்புச் சத்தியை நிலைப்பண்புச் சத்தியாக மாற்றல் வேண்டும். அப்படி மாற்றுதற்கு தடுப்புக்களைப் பிரயோகிக்கின்றான். அப்பொழுது, இயக்கப்பண்புச் சத்தி வெப்பமாக மாற தடுப்புக்களின் அச்சுக்கள் சூடாகின்றன. கொள்கைப்படி இவ்வெப்பத்தை மீட்டும் இயக்கச் சத்தியாக மாற்றியெடுத்து வண்டியை இயக்கலாமெனினும், காற்றினில் அது மறைந்துபோகச் சாதனையில் வண்டியை மேலும் ஓட்டுதற்கு வேண்டிய இயக்கப்பண்புச் சத்தியை எஞ்சினது உருளையினுட் பெற்றோலை எரித்துப் பெறும் வெப்பத்தை இயக்குஞ் சத்தியாக மாற்றிப் பெறுகின்றனர்.

உயர்த்தப்பட்டவொரு பாரம் தடையேதுமின்றி விழுந்து நிலத்தில் வந்து சேருமட்டில் அதன் நிலைப்பண்புச் சத்தி முழுவதும் இயக்கப்பண்புச் சத்தியாக மாறிவிடுகின்றது. நிலத்தோடது மோதும்போது அதற்கப்பொழுதுள்ள இயக்கப் பண்புச் சத்தியானது வெப்பமாக மாறுகின்றதேயன்றி அழிந்து போவதில்லை. இது போலவே, நீர் வீழ்ச்சியொன்றின் அடியிலுள்ள குட்டையின் நீருக்குள்ள நிலைப்பண்புச் சத்தியானது ஆங்கது விழுமுன்னர் அதற்குள்ள நிலைப்பண்புச் சத்தியிலுங் குறைவாகவிருக்க, அதன் வெப்பநிலை சற்று ஏறியிருக்கும்; ஏனெனில், அது இழந்த நிலைப்பண்புச் சத்தி வெப்பச் சத்தியாக மாறிவிட்டது.

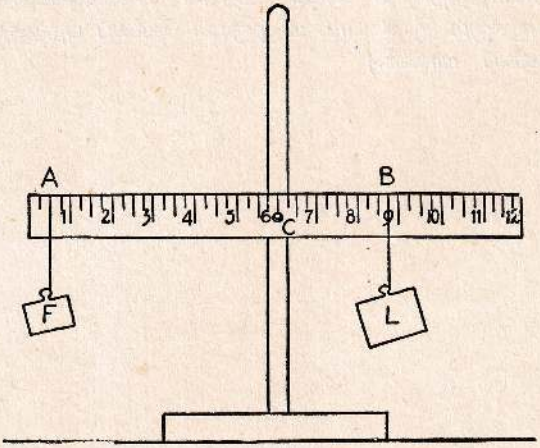
நாம் இன்று பிரயோகிக்கும் சத்தி முற்றிலும் சூரியனிடத்திலிருந்தே கிடைக்கின்றது[1]. சூரிய வெளிச்சத்தின் சத்தி உணவிலும், எண்ணெயிலும், நிலக்கரியிலும் சேமிக்கப்படுகின்றது. சூரியனிலிருந்து வரும் வீசுகதிர் வெப்பம் (அசையும்) காற்றின் சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றது; அது காலகெதியில் மலைகளில் மழையாக விழுகின்ற நீரை ஆவியாக்குவதில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது; மலைகளில் விழும் மழை நீரானது, பின்பு நீர் வீழ்ச்சிகளின் சத்தியைக் கொடுக்கின்றது. விஞ்ஞானிகள் அணுக்களில் அடைபட்டுக்கிடக்கும் சத்தியைத் தற்போது பிரயோகிக்க ஆரம்பித்துள்ளார்கள்; எனினும் மூலப்பொருள்களின் அணுக்களும், பூமியானது முதன் முதல் தோன்றும்பொழுதே, சூரியனிடத்திலிருந்துதான் வந்தன. **(இந்த அதிகாரத்திற்குரிய எண் உத்திக் கணக்குக்களுக்கும் பயிற்சி அப்பியாசங்களுக்கும் இரண்டாம் விஞ்ஞான வேலைப் புத்தகத்தின் 87–108 ஆம் பக்கங்களைப் பார்க்க.)**

[1]சில இடங்களில் (உதாரணமாகக் கனடாவிலுள்ள பண்டிக் குடாவில்) கடல் வெள்ள வற்றுப் பெருக்கிலிருந்து வற்றுப் பெருக்குச் சத்தியைப் பெறுகின்றனர். இச்சந்தர்ப்பத்தில் சத்தியின் பிறப்பிடம் சந்திரனின் கவர்ச்சி இழுவையாகும்.

அதிகாரம் XII

பொறிகள்

பூர்வகாலத்தில் மிருகங்களைப்போல் மனிதனும் தன்னுடைய உடல் வலிமையிற் றங்கியிருந்தான். இக்காலத்தே அவனுக்குள்ள சீர்திருத்தத்தை அவன் அடைந்து உலகை ஆளுகின்ற நிலைக்கு வர ஏறக்குறைய 20,000 ஆண்டுகள் சென்றன. இவ்வாறவன் முன்னேறியது **கருவிகளையும் பொறிகளையும்** பயன்படுத்தப் படிப்படியாகக் கற்றதனாலேயே என்க.

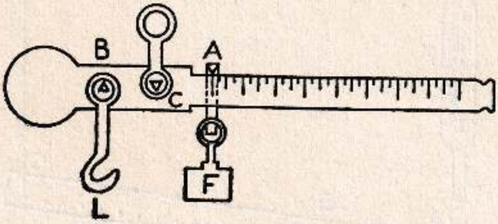


உருவம் 151. ஆடி அசைசிறநெம்பு (முதலாம் இனம்)

அவனுடைய உடல்வலுவுக்குப் பன்மடங்கு அப்பாற்பட்ட விசைகளை உண்டாக்கி அவற்றைத் தன் வசப்படுத்தி ஆளுவது இக்கருவிகளினதும் பொறிகளினதும் உதவியினாலேயே என்றறிக.

ஒரு பொறியென்பது ஒரு சில விசைகள் பருமனிலும் திசையிலும் வேறுபாடுள்ள வேறு விசைகளை ஆக்க உதவுகின்ற ஓர் சாதனமாகும். விலங்கினத்தின் உடம்பே, தசைநார்களினால் உளூற்றப்படும் விசைகள் தன் அவயவங்களையும், தலையையும், முண்டத்தையும் அசைக்கின்ற பொறிகளை (நெம்பு கோல்களை) யுடையது. அது எவ்வாறாயினும், நாம் பொறியென்னும் சொல்லை மனிதன் தனது உதவியற்ற உறுப்புக்களினால் ஒரு விசையைப் பிரயோகிப்பதை விடக்கூடிய வசதியாகவும் பிரயோசனமுடையதாகவும் அந்த விசையைப் பிரயோகிக்க உதவும் சாதனம் எதையுங் குறிப்பதற்கு வழங்குகின்றோம். சில வேளைகளில் ஒரு பொறியானது நாம் பிரயோகிக்கும் விசையின் செயலைப் பெருப்பிக்கின்றது. உதாரண

மாக, துவிச்சக்கரமானது மனிதன் தான் நடப்பதிலும் எளிதாக விரைவுடன் கூடிய தூரத்திற்குத் தனது உடலைக் கொண்டு செல்லத் துணை செய்யும் ஓர் பொறியாகும். சில பொறிகளை மனிதன் சத்தியை மாற்றுவதற்காகப் பிரயோகிக்கின்றான். உதாரணமாக, தைனமோவானது இயக்கப்பண்புச் சத்தியை மின் சத்தியாக மாற்றுவதற்குப் பிரயோகிக்கும் பொறியாகும் ; நீராவி எஞ்சினானது வெப்பச் சத்தியை இயக்கப் பண்புச் சத்தியாக மாற்றும் ஓர் பொறியாகும். ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோரிடத்திற்குச் சத்தியை இடம் மாற்றுவதற்கும் மனிதன் பொறிகளைப் பிரயோகிக்கின்றான். விஞ்ஞானிகள் சாதாரண பொறிகள் எனக்கூறும் (i) நெம்பு கோல்கள், (ii) கப்பிகள், (iii) சில்லும் அச்சாணியும், (iv) சாய்தளங்கள், (v) ஆப்புக்கள், (vi) திருகாணிகள் ஆகியனவற்றைப்பற்றி இந்த அதிகாரத்திற் கவனிப்போம்.

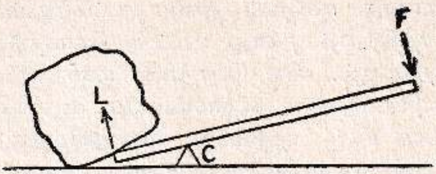


உருவம் 152.—துலாக்கோல்

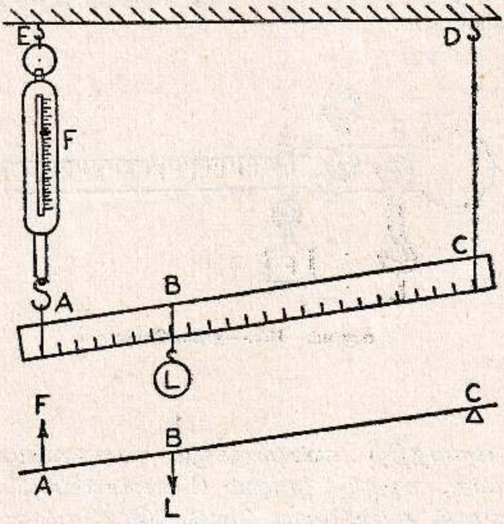
நெம்புகள்

151 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருக்கும் உபகரணமொரு சாதாரண நெம்பு ; அதாவது, சுழற்சித் தானம் C எனப்படுகின்றவொரு நிலைத்த புள்ளிபற்றிச் சுழலக் கூடியவொரு கோல். இவ்விதமான நெம்பை ஒரு பொறியாக உபயோகித்து, A இற்றுக்குமொரு விசை (அல்லது ஊக்கு விசை) கொண்டு B இற்றுக்கும் ஒரு பாரத்தை (அல்லது தடையை) இயங்கச் செய்யலாமென்பது தெளிவு. ஊக்கு விசைக்கும் பாரத்துக்கும் இடையே சுழற்சித் தானம் எப்பொழுதும் இருக்க வேண்டியதில்லை. உண்மையில், சுழற்சித்தானம், ஊக்குவிசை, பாரம் என்னுமிவை மூன்றையும் மூன்று வெவ்வேறு விதமாக அடுக்க, மூன்று வெவ்வேறு இனமான நெம்புகள் உண்டாகும்.

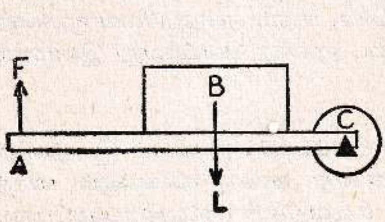
இனம் I. " நிறைகோல் " (சீ சோ) நெம்புகள், முதலாம் இனத்தைச் சேர்ந்த நெம்புகளில், சுழற்சித்தானமானது ஊக்கு விசைக்கும் பாரத்துக்கும் இடையேயிருக்கும். 151 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், F என்னும் விசையும், L என்னும் பாரமும், C என்னுஞ் சுழற்சித் தானத்தின் இரு புறங்களிலும் கீழ்நோக்கித் தாக்கும். (i) நிறைகோல்



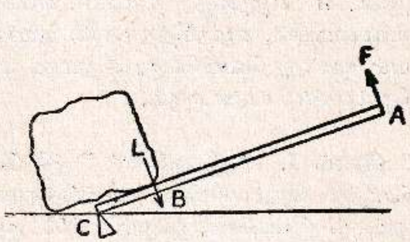
உருவம் 153.—பாரையை உபயோகிக்குமொரு விதம்



உருவம் 154.—" சில்லுப் பண்டி " நெம்பு (இரண்டாம் இனம்).



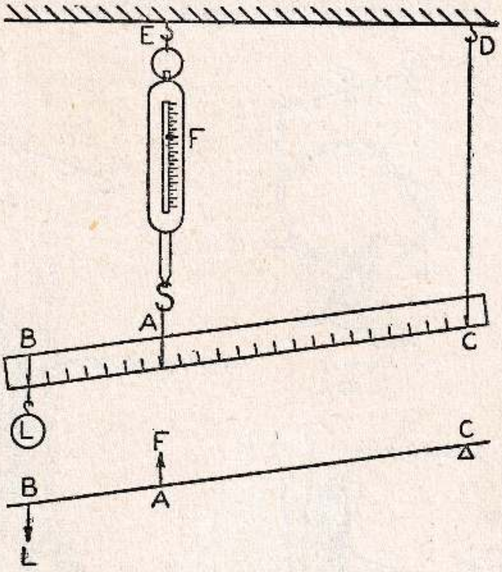
உருவம் 155. " சில்லுப்பண்டி "
என்னுந் தத்துவம்



உருவம் 156. பாரையை
உபயோகிக்கும் இன்னொருவிதம்

(சீ சோ), (ii) தாராசுக்கோல், (iii) பாரமான பொருட்களை நிறுக்கப் பிரயோகிக்கும் துலாக்கோல் (152 ஆம் உருவம்), (iv) கத்தரிக்கோல் அல்லது கம்பிவெட்டி, (V) பாரமானவொரு கல்லை உயர்த்துதற்குச் சாதாரணமாக உபயோகிக்கப்படும் பாரை (153 ஆம் உருவம்) என்பன முதலாம் இனத்தைச் சேர்ந்த நெம்புகளுக்கு உதாரணங்களாகும்.

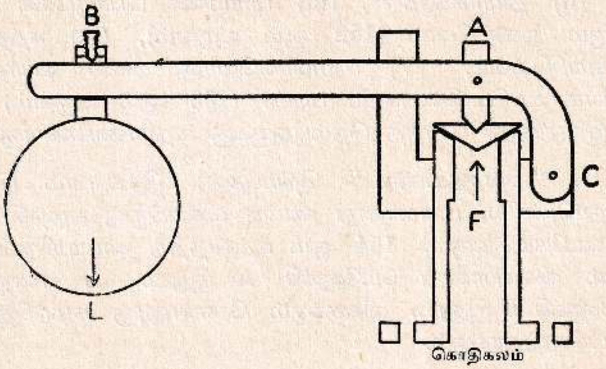
இனம் II. "சில்லுப்பண்டி" நெம்புகள். இரண்டாம் இனத்தைச் சேர்ந்த நெம்புகளில், பாரமானது ஊக்கு விசைக்குஞ் சுழற்சித் தானத் துக்கும் இடையேயிருக்கும். 154 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், **F** என்னும் விசையானது மேனோக்கி **A** இலும், **L** என்னும் பார மானது கீழ்நோக்கி **B** இலும், விசைக்கும் **C** என்னுஞ் சுழற்சித் தானத் துக்கு இடையிலுந்தாக்கும்.



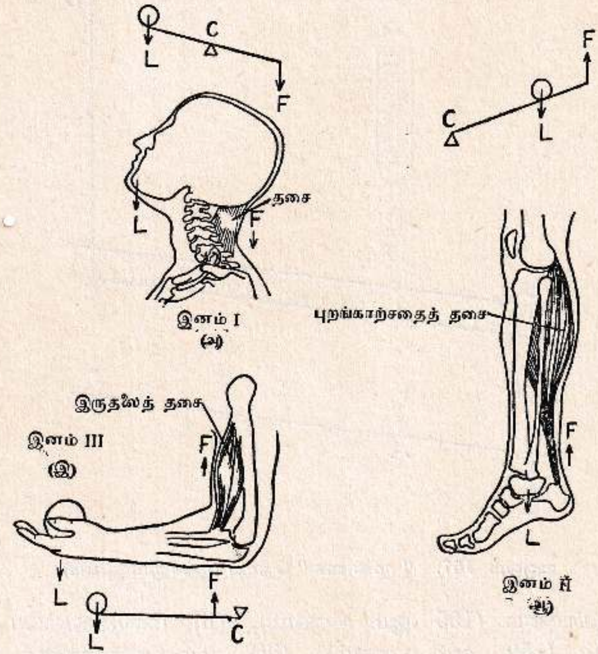
உருவம் 157. "முன்கை" நெம்பு (மூன்றும் இனம்).

(i) சில்லுப்பண்டி (155 ஆம் உருவம்), (ii) மனிதனுடைய பாதமுங் கணைக்காலும் (159 ஆம் உருவம்), (iii) மூடித்தக்கைகளைத் திறக்கும் போத்தற்றிறப்பு, (iv) 156 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல் உபயோகிக்கப்படும் பாரை என்பன இரண்டாம் இனத்தைச் சேர்ந்த நெம்பு களுக்கு உதாரணங்கள்.

இனம் III. "முன்கை" நெம்புகள். மூன்றும் இனத்தைச் சேர்ந்த நெம்புகளில், ஊக்குவிசையானது பாரத்துக்குஞ் சுழற்சித் தானத்துக்கும்



உருவம் 158. கொதிநீராவியெஞ்சினது காவல் வாயில் (விளக்கப்பட வெட்டுமுகம்).



உருவம் 159. மிருக நெம்புகோல்களின் மூன்று வகைகள்.

அ. நெம்புகோலின் முதல்வகையும், தலையோட்டுக்கும் முதுகெலும்புக்கு மிடையேயுள்ள மூட்டில் அதனுடைய தாக்கம்.

ஆ. நெம்புகோலின் இரண்டாவது வகையும், காற்கணுமூட்டில் அதனுடைய தாக்கமும்.

இ. நெம்புகோலின் மூன்றுவது வகையும், முழங்கைமூட்டில் அதனுடைய தாக்கமும்.

இடையே தாக்கும். **157** ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், **L** என்னும் பாரம் கீழ்ுக்கி **B** இலும், **F** என்னும் ஊக்குவிசை மேலுக்கி பாரத்துக்கும் **C** என்னுஞ் சுழற்சித் தானத்துக்கும் இடையே **A** இலுந் தாக்கும். (i) கையினுல் ஒரு பாரத்தைத் தூக்கும்போது தொழிற்படும் மனிதனுடைய முன் கை (159 ஆம் மூன்றுவது உருவம்), (ii) சாவணம், (iii) நீராவி எஞ்சினது காவல்வாயில் (158 ஆம் உருவம்) என்பன மூன்றும் இனத்தைச் சேர்ந்த நெம்புகளுக்கு உதாரணங்கள்.

151 ஆம், 154 ஆம், 157 ஆம் உருவங்களிற் காட்டியிருக்கும் நெம்புகளை நிறுவுக. ஊக்கு விசையோடும் பாரத்தோடும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்குமிடத்து நெம்புவளையின் பாரஞ் சிறிதாகவிருக்கத்தக்கதாகப் பெரும் நிறைகளை உபயோகிக்க. பேறுகளைக் கீழே குறிக்க :—

நெம்பின் இனம்	I	II	III
ஊக்குவிசை (F)			
சுழற்சித் தானத்திலிருந்து ஊக்கு விசைக்கு உள்ள தூரம் (X)			
பாரம் (L)			
சுழற்சித்தானத்திலிருந்து பாரத்திற்குள்ள தூரம் (y)			
ஊக்கு விசையின் நெம்பு நயம் (FX) (ஊக்கு விசைக் கரம்)			
பாரத்தின் நெம்பு நயம் (Ly) (பாரக்கரம்) ..			

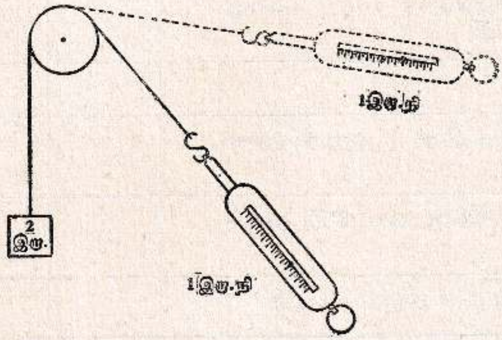
கவனமாக இப்பரிசோதனையை நீர் செய்திருந்தால், **Fx, Ly** என்னுங் கணியங்கள் சமமாகவிருக்கக் காணலாம். அதாவது, **ஊக்கு விசைக் கரம்—பாரக் கரம்**. இது, **நெம்பு கோற்றத்துவம்** எனப்படும்.

முதலாம், இரண்டாம் இனங்களைச் சேர்ந்த நெம்புகளாற் பொறிமுறை நயமுண்டென்பதை நோக்குக. அதாவது, சிறியவொரு ஊக்கு விசை கொண்டு அதனிலும் பெரிதான பாரத்தை இயக்கலாம். மூன்றுமினத்தைச் சேர்ந்த நெம்புகளுக்கோ பொறிமுறை நயமென்பது ஒருபோதுமில்லை. ஏனெனில், ஊக்கவிசை எப்பொழுதும் பாரத்திற் கூடியதாகவேயிருக்கும். ஆனுல், அவற்றுல் வசதியும் (உதாரணம் : சாவணம்), விரைவும் (உதாரணம் : இருதலைத் தசையின் இயக்கம் எதுவுங் கையின் இயக்கத்தில் மிகவும் பெரிப்பித்துக் காட்டப்படும்) உண்டு.

நெம்புத் தத்துவத்தைப் பிரயோகித்துச் சில உத்திக் கணக்குகளைச் செய்க. (பொது விஞ்ஞான செயல்முறைப் புத்தகத்தின்–இரண்டாம் பாகத்தின் 94–98 பக்கங்களைப் பார்க்க.)

கப்பிகளும் இழுவைக் கயிறுகளும்

ஒரு கட்டடத்தின் உச்சிக்குப் பாரமானவொரு பொருளை உயர்த்துவதற்குப் பல வழிகளுண்டு. படிகள் அல்லது ஏணிகள் வழியே அப்பொருளைச் சுமந்துகொண்டு ஏறிப்போதல் ஒரு வழி. இவ்வழியைப் பின்பற்றினால் பாரத்தைக் கொண்டு போகின்றவன் தன்னுடைய உடற் பாரத்தையுங் கொண்டு செல்ல வேண்டுமாதலின் அளவுமீறி அவன் வேலை செய்ய வேண்டியிருக்கின்றது. இவ்வண்ணம் 160 இரு. நிறையுள்ள ஒருவன் 40 இரு. நிறையுள்ள பாரத்தைச் சுமந்துகொண்டு ஒரு ஏணிவழியே 50 அடி உயரத்துக்குப் போக 10,000 அடி–இறுத்தல் வேலையைச் செய்தல் வேண்டும். இவ்வேலையில் 2,000 அடி-இறுத்தல்தான் பயனுள்ள வேலை. மீதியான 8,000 அடி-இறுத்தலும் " வீணான வேலையாகும் ".



உருவம் 160. நிலைத்த தனிக் கப்பி

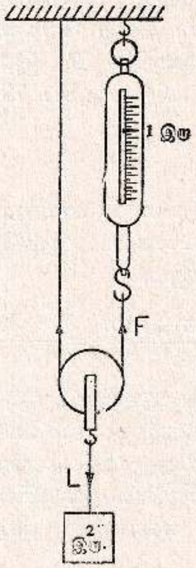
கட்டடத்தின் உச்சியில் நின்றுகொண்டு பொருளைக் கயிறு கட்டி இழுத்தெடுத்தல் இன்னொரு வழி. கிட்டத்தட்ட இவ்வேலை முழுவதும் பயனுள்ள வேலைதான். ஆனால், கயிற்றைக் கட்டடத்தின் உச்சியில் நிறுத்தப் பட்ட **கப்பி** ஒன்றின் மேலாக விட்டுக் **கீழே** நிலத்தில் நின்று கொண்டு அதை இழுத்துப் பொருளை உயர்த்துதல் மிக்க **வசதியானவோர்** வழி. 40 இரு. பாரத்தை 1 அடிக்கு உயர்த்த இவ்வழியைப் பின்பற்றினாலும் 40 இரு. விசைகொண்டு கயிற்றைக் கீழே இழுத்து 40 அடி–இறுத்தல் வேலையைச் செய்யத்தான் வேண்டும். அதாவது, **நிலைத்தவொரு தனிக் கப்பி** செய்யக்கூடியது **இழுக்குந் திசையை வசதிக்கேற்க மாற்றுவது மாத்திரமேயன்றிப் பொறிமுறை நயம்** அதற்கில்லை. (அது வேகத்தையும் கூட்டுவதில்லை.)

160 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல நிலைத்த கப்பி ஒன்றின் மேலாகக் கயிற்றை விடுக. ஒரு அந்தத்தில் 2 இரு. பாரத்தைத் தூக்கி மற்ற அந்தத்தில் ஒரு விற்றராசைத் தொடுக்க. வெவ்வேறு திசைகளை விற்றராசு காட்டியிருக்குமாறு, அதாவது, நிலைக்குத்தோடு கயிறு வெவ்வேறு கோணங்கள் உண்டாக்குமாறு, அதைப் பிடிக்க. இவ்வாறு செய்யும் ஒவ்வொரு தரமும் விற்றராசு காட்டும் அளவீடு எவ்வளவு ? ....இரு. நிறை.

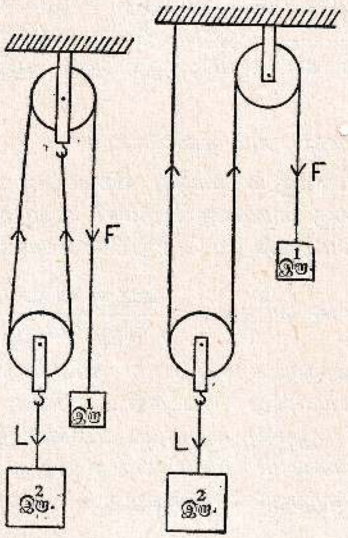
பெரும் பாரத்தைச் சிறு விசை (ஊக்கு விசை) கொண்டு பொறிமுறை நயமுண்டாக உயர்த்த வேண்டிய அவசியம் பலகால் நாளாந்த வாழ்க்கையில் எழும். **பொறிமுறை நயம்** என்பதற்குப் பின்வருமாறு வரைவிலக்கணங் கூறலாம் :

$$\text{பொறிமுறை நயம்} = \frac{\text{பாரம்}}{\text{ஊக்கு விசை}}$$

ஆதலின், ஒரு பொறியின் **பொறிமுறை நயம்** (அல்லது **விசை விகிதம்**) ஆனது **ஊக்கு விசைக்கும் பாரத்துக்குமுள்ள விகிதமாகும்.**



உருவம் 161.
அசையுந் தனிக் கப்பி



உருவம் 162 எளிதான
பாரஞ் சாம்பி

மேற் காட்டிய ஒழுங்கை (160 ஆம் உருவம்) மேல் கீழாக, 161 ஆம் உருவங் காட்டுவது போல், மாற்றுவோமேயானால், எங்களுடைய இழுப்பின் பயனைக் கூட்டலாம். 2 இரு. நிறையின் ஒரு **பாதியை** ஒரு பக்கக் கயிறும் மற்றைப் **பாதியை** மறுபக்கக் கயிறுந் தாங்குகின்றன.

ஆதலின், **L** என்னும் **பாரத்தைத்** தாங்குதற்கு வேண்டிய **F** என்னும் **ஊக்கு விசை** பாரத்தின் அரைவாசி (=1 இரு.) ஆகும். 161 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போல விற்றராசு கொண்டு **F** என்னும் விசையை அளந்து இதனைப் பரிசோதித்து வாய்ப்புப் பார்க்க.

இவ்விதமான அடுக்கானது சாம்பி எனப்படும். அது கொண்டு கயிற்றின் மீது நாம் பிரயோகிக்கும் ஊக்கு விசையின் இரு மடங்கு பாரத்தை உயர்த்தலாம். அதாவது, சாம்பியின் பொறிமுறை நயம் 2 ஆகும். 161 ஆம் உருவத்திற் காட்டிய அடுக்கானது சாதனைக்கு வசதிக்குறைவுடையது. எனெனில், அதனை உபயோகிப்பதற்கு மேனோக்கிய இழுவிசை வேண்டும். நிலைத்தவொரு தனிக் கப்பி கொண்டு இழுப்பின் அது திசையை மாற்றுமென்று அறிந்திருக்கின்றோம். எனவே, 162 ஆம் உருவத்திற் காட்டிய அடுக்கு, வசதியிற் சிறந்தது.

162 ஆம் உருவத்திற் காட்டியுள்ள யாதாயினும் ஒன்றைப் பொருத்துக.

(i) முதற்கண், அசையுங் கப்பியைத் தூங்கும் நிறைகளினற் சமப்படுத்துக. பின்னர், அசையுங் கப்பியிலிருந்து 2 இரு. நிறையைத் தூக்கி இரு பக்கத்தையுஞ் சமப்படுத்த **F** இல் எவ்வளவு நிறை வேண்டுமெனக் காண்க..........இரு. நிறை. (இதற்கு ஒன்றில் **F** இலிருக்கும் நிறைகளைக் காட்டலாம் ; அன்றேல் அதில் ஓர் விற்றராசைப் பிரயோகிக்கலாம்.)

பொறிமுறை நயம் எவ்வளவு ?

(ii) **F** என்னும் ஊக்கு விசை ஒரு அடி இறங்க **L** என்னும் பாரம் எவ்வளவுக்கு ஏறுகின்றதென்று அளந்தறிக......அடி. இவ்விரு தூரங்களுக்குமுள்ள விகிதம் பொறியின் வேக விகிதமாகும்.

$$\text{இங்கே, வேக விகிதம்} = \frac{\text{ஊக்கு விசை செல்லுந் தூரம்}}{\text{பாரஞ் செல்லுந் தூரம்}} = \frac{\quad}{\quad} = \ldots.$$

இங்கே, (அசையுங் கப்பியின் சமநிறையை சமப்படுத்தியபோது) பொறிமுறை நயமானது கிட்டத்தட்ட வேக விகிதத்துக்குச் சமமென்பதைக் கவனிக்க ; ஆனல், அசையுங் கப்பிகள் நிறை சற்றேனுமில்லாதனவாகவும் கப்பிகள் எல்லாம் உராய்வின்றி உழலுவனவாகவுமுள்ள இலட்சியப் பாரஞ் சாம்பிகளுக்குத்தான் இக்கூற்றுப் பொருந்தும் என்பதைக் கவனிக்க.

(iii) அசையுங் கப்பியைச் சமப்படுத்துதற்கு உபயோகித்த நிறைகளை எடுத்துவிட்டு 2 இரு. பாரத்தை உயர்த்துதற்கு வேண்டிய **F** எனும் ஊக்கு விசையை விற்றராசு கொண்டு காண்க.

ஊக்கு விசை=................இரு. நிறை.

$$\text{ஆதலின், உண்மையான பொறிமுறை நயம்} = \frac{\text{ஊக்குவிசை}}{\text{பாரம்}} = \ldots. = \ldots.$$

வேகவிகிதமோ மாறுதிருக்கும். இதற்கும் இதுபோற் **சாதனையிலுள்ள பொறிகள் எல்லாவற்றுக்கும்** உள்ள **பொறிமுறை நயமானது வேக விகிதத்திலுங் குறைவானது.** ஏனெனில், உராய்வை மேற்கொள்ளுவதிலும் அசைகின்ற பொறிப் பகுதிகளை உயர்த்துவதிலும் ஓரளவுக்கு வேலை (வெப்பமாக) வீண்போகின்றது.

வேலையின் தத்துவம்

மேற்கூறிய (ii) ஆம் பரிசோதனையிலிருந்து (உராய்வானது எங்களுடைய பருமட்டான அளவுகளைப் பாதிக்கவியலாத அற்ப அளவினதாதலின்) **பாரம்×பாரஞ் சென்ற தூரம்** என்னும் பெருக்கம், **ஊக்குவிசை× ஊக்குவிசை சென்ற தூரம்** என்னும் பெருக்கத்துக்குச் சமமென்று காண்கிறோம். அதாவது, பொறியினுற் பாரத்தின் மீது செய்யப்பட்ட **வேலை**=பொறியின் **மீது** ஊக்கு விசையினுற் செய்யப்பட்ட **வேலை** என்று காண்கிறோம்.

இதே தொடர்பை நீரமுத்தியிற் கண்டிருக்கின்றோம் (II ஆம் புத்தகம், 4 ஆம் அதிகாரம்). அதனில் சிறிய ஆடுதண்டைத் தாக்கும் விசை×அது இயங்கிச் சென்ற தூரம்=பெரிய ஆடுதண்டைத் தாக்கும் விசை×அது இயங்கிச் சென்ற தூரம் என்று கண்டோம். அதாவது, பொறியினுள் நாம் இட்ட வேலை அதிலிருந்து நாம் பெற்ற வேலைக்குச் சமம் (உராய்வு இல்லாவிடில்). பொறிகள் எல்லாவற்றுக்கும் பொதுவான இந்தத் தத்துவத்தை 1687 ஆம் ஆண்டில் **சேர் ஐசாக்கு நியூற்றன்** முதன் முதல் எடுத்துக் கூறினர். இத்தத்துவம் எல்லாப் பொறிகளுக்கும் பொருந்தும். இன்னொரு விதமாக இத் தத்துவத்தைக் கூறுமிடத்து, பொறி எதுவும் அதன் மீது செய்யப்பட்ட வேலையினுங் கூடிய வேலையைச் செய்யமாட்டாது. எனவே, கைகூடிய விசையைப் பெருக்கப் பொறி உதவுகின்றதேயன்றி மேலதிகமான வேலையைச் செய்யுந் தகுதியை அது எங்களுக்குத் தருகின்றிலது. அதிகமான சாதாரண பொறிகள் அவற்றிற் பிரயோகிக்கும் விசையைப் பன்மடங்காக்குகின்றன. அப்படியான பொறிகளில் (வேலைக்குரிய) நேரம் கூட்டப்படுகின்றது ; ஆகவே, விசையிலே நாம் எந்த நயத்தைப் பெறுகின்றோமோ நாம் அதை நேரத்திலே, அல்லது வேகத்திலே இழக்கின்றோம். எனினும், ஒரு துவிச்சக்கரமானது வேகநயம் பெறுதற்பொருட்டு உபயோகிக்கப்படும் ஒரு பொறியாகும். எங்கள் ஊக்கு விசையைக் கூட்டுவதனுல் நாங்கள் செல்லும் வேகத்தை நாம் கூட்டிக் கொள்கிறோம். மனிதனின் கை எலும்புகள் நாம் கையை வேகத்துடன் இயங்கச் செய்வதற்குப் பிரயோகிக்கும் பொறியை ஆக்கும் நெம்புகோல்களாகும்.

பொறியின் வினைத் திறன்

சாதனையிலுள்ள பொறி எதுவாயினும் அதனில் உராய்வை மேற்கொள்ளுவதிற் சத்தியினொரு பாகம் (வெப்பமாக) வீண் போகின்றது. அதாவது, பொறியிலே இட்டவேலை = பொறியிலிருந்து பெற்ற வேலை + உராய்வை மேற்கொள்ளுதலிற் செய்யப்பட்ட வேலை. எனவே, பொறியிலே நாம் இடும் வேலையிலும் குறைவான வேலையையே அதனிலிருந்து பெறுகின்றோம். நூற்று வீதமாகக் கூறும் இந்தப் பின்னமே பொறியின் வினைத்திறன் என்று அழைக்கப்படும்.

$$\text{வினைத் திறன்} = \frac{\text{பொறியிலிருந்து பெற்ற பிரயோசனமான வேலை}}{\text{பொறியினுள் இட்ட முழுவேலை}}$$

$$= \frac{\text{வெளிவிட்டது}}{\text{உள்ளிட்டது}}$$

$$= \frac{\text{பாரம்} \times \text{பாரம் செல்லும் தூரஞ்}}{\text{ஊக்கு விசை} \times \text{ஊக்கு விசை செல்லும் தூரம்}}$$

$$= \frac{\text{பொறிமுறை நயம்}}{\text{வேக விகிதம்}}.$$

(iii) ஆவது பரிசோதனையில் பிரயோகித்த ஒழுங்கின் வினைத் திறனைக் காண்க.

கப்பித் தொகுதிகள்

கப்பிகளின் தொகையைக் கூட்டிப் பாரஞ்சாம்பியின் பொறிமுறை நயத்தைக் கூட்டலாம். 163 ஆம் உருவத்திற் காட்டிய அடுக்கிற் பாரத்தை 6 கயிறுகள் தாங்குகின்றன. ஆகவே, (உராய்வையும் அசையுங் கப்பிகளின் நிறையையும் நாம் பொருட்படுத்தாதவிடத்து) எதுவாயினும் ஒரு கயிற்றிலுள்ள இழுத்தல் விசையானது பாரத்தின் ஆறிலொன்றாகும். எனவே, பாரம் அசையாதிருக்குமாறு அதைத் தாங்குதற்கு வேண்டிய **F** என்னும் ஊக்குவிசையானது பாரத்தின் ஆறிலொன்றாகவும், கொள்கைப்படியுள்ள பொறிமுறை நயம் 6 ஆகவும் இருக்கும். பாரத்தை 1 அடிக்கு உயர்த்த, **F** இல் 6 அடி கயிற்றை நாம் இழுத்தல்வேண்டும். எனவே, வேக விகிதம் 6 ஆகும். (நன்கு கவனிக்க :— கப்பிகளின் இதுபோன்ற அடுக்கு எதற்கும் கொள்கைப்படியுள்ள பொறிமுறை நயத்தையும் வேக விகிதத்தையுங் கீழேயுள்ள கப்பித் தொகுதியினூடு செல்லுகின்ற கயிறுகளை எண்ணி அறியலாம்.) 163 ஆம் உருவத்திற் காட்டியுள்ள அடுக்கை நிறுவுக.

(iv) முதலாவதாக, தூங்குகின்ற கப்பிகளேயும் கப்பித்தாங்கியையும் F இல் நிறைகளே வைத்துச் சமப்படுத்துக. பின்பு, கீழேயுள்ள கப்பிதாங்கி யில் 6 இரு. நிறையைத் தூக்கி அதனேச் சமப்படுத்த F இல் எவ்வளவு நிறை வைத்தல் வேண்டுமெனக் காண்க. F = ... இரு. ஆகையால், பொறிமுறை நயம் = ...

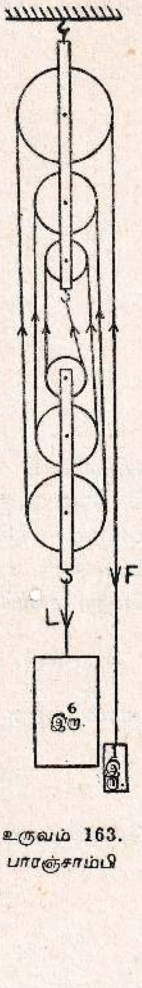
மேற்கூறிய (ii) ஆம் பரிசோதனேயிற் செய்ததுபோல் அளந்து வேக விகிதத்தை வாய்ப்புப் பார்க்க. வேக விகிதம் = ... F என்னும் ஊக்கு விசை 6 அடி இறங்கப் பொறியிலிடப்படும் வேலே = ஊக்கு விசை × ஊக்கு விசை செல்லுந் தூரம் = ...அடி–இருத்தல். பொறியினிலிருந்து பெற்ற வேலே = பாரம் × பாரஞ் சென்ற தூரம் = ... அடி–இருத்தல்.

(V) கப்பிகளேத் தொகுதிச் சமப்படுத்த உபயோகித்த நிறைகளே எடுத்துவிட்டு F இல் கப்பித் தொகுதியைச் சமப்படுத்த வேண்டிய நிறையைக் காண்க. F = ... இரு. ஊக்கு விசை 6 அடி இறங்கும்போது பொறியினில் இடப்பட்ட மொத்தவேலே = ... × 6 = ... அடி–இருத்தல்.

அதே காலத்திற் பொறியிலிருந்து பெற்ற பிரயோசனமான வேலே =6 × 1 = 6 அடி–இருத்தல்.

$$\text{வினைத்திறன்} = \frac{\text{பொறிசெய்யும் பிரயோசனமான வேலே}}{\text{பொறியினுள்ளிடும் மொத்த வேலே}}$$

$$= \frac{6}{\qquad\qquad} \times 100 = ... \%$$

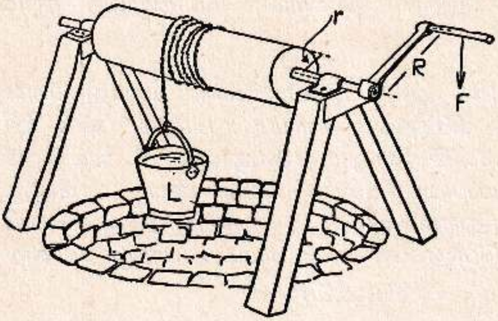


உருவம் 163.
பாரஞ்சாம்பி

சாதாரண சில்லும் அச்சாணியும்

இது, பெரிய விட்டமுள்ளவொரு சில்லே அதனிலுஞ் சிறிய விட்டமுள்ள வொரு அச்சாணியோடிணேத்து ஆக்கப்பட்டதாகும். சில்லுக்குப் பதிலாக நீண்டவொரு கைப்பிடியுள்ள இதனேயொத்தவொரு பொறியை (164 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல்) கிணறுகளிலிருந்து நீரை அள்ளி எடுப்பதற்கு அதிகமாக உபயோகிப்பர்.

சில்லும் அச்சாணியும் என்பதன் தத்துவம் 165 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. சில்லிலும் அச்சாணியிலும் எதிர் நோக்காகக் கயிறுகள் சுற்றப்பட்டிருக்கும். **B** என்னும் அச்சாணியைச் சுற்றியுள்ள



உருவம் 164. சில்லும் அச்சாணியும்

கயிற்றில் **L** என்னும் பாரங்கட்டப்பட்டிருக்கும். **F** என்னும் ஊக்கு விசை **A** என்னுஞ் சில்லைச் சுற்றியிருக்குங் கயிற்றிலே பிரயோகிக்கப்படும். சில்லும் அச்சாணியும் பூரணமாக ஒருமுறை சுற்றிவர, **பொறியில் இட்ட வேலை = ஊக்கு விசை × சில்லின் பரிதி** ஆகவும், **பொறியிலிருந்து பெற்ற வேலை = பாரம் × அச்சாணியின் பரிதி** ஆகவும் இருக்கும்.

ஆதலின், வேலையின் தத்துவத்தின்படி,

பாரம் (**L**) × அச்சாணியின் பரிதி = ஊக்குவிசை (**F**) × சில்லின் பரிதி.

ஆதலின்,

$$\text{பொறிமுறை நயம்} = \frac{\text{பாரம்}}{\text{ஊக்கு விசை}} = \frac{\mathbf{L}}{\mathbf{F}} = \frac{\text{சில்லின் பரிதி}}{\text{அச்சாணியின் பரிதி}}$$

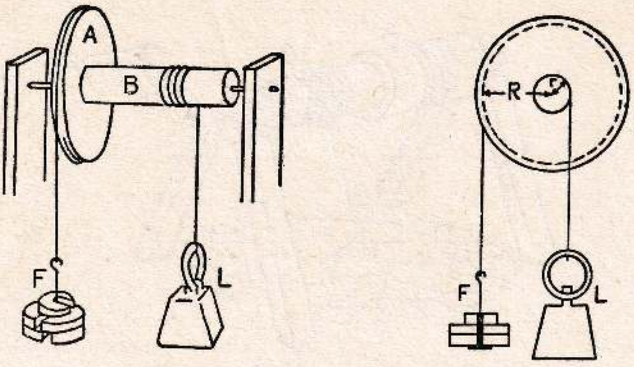
$$= \frac{\text{சில்லின் ஆரை}}{\text{அச்சாணியின் ஆரை}} = \frac{\mathbf{R}}{\mathbf{r}}$$

சில்லும் அச்சாணியும் பூரணமாக ஒருமுறை சுற்றிவர, ஊக்கு விசை **F** ஆனது சில்லின் பரிதிக்குச் சமமான தூரம் இறங்கும். அப்பொழுது, பாரம் **L** அச்சாணியின் பரிதிக்குச்சமமான தூரம் ஏறும்.

ஆதலின்,

$$\text{வேக விகிதம்} = \frac{\text{சில்லின் பரிதி}}{\text{அச்சாணியின் பரிதி}} = \frac{\text{சில்லின் ஆரை}}{\text{அச்சாணியின் ஆரை}} = \frac{\mathbf{R}}{\mathbf{r}}$$

165 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல் உபகரண அடுக்கை நிறுவுக. (i) அச்சாணியைச் சுற்றியுள்ள கயிற்றில் 4 இரு. நிறையைத் தூக்கிப் பின் சில்லு மெல்ல மெல்லவும் உறுதியாகவும் இறங்குமட்டும் அதைச்



உருவம் 165. சில்லும் அச்சாணியும் எனபதன் தத்துவம்.

சுற்றியிருக்குங் கயிற்றில் நிறைகளைத் தூக்குக. ஊக்கு விசை = ... இரு.

(ii) சில்லைச் சுற்றியிருக்குங் கயிற்றைப் பாரம் L சரியாக 4 அங். ஏறுமட்டும் இழுத்துவிட்டு, ஊக்கு விசை F இறங்கின தூரத்தை அளக்க. பாரம் ஏறிய தூரம் .... அங். ஊக்கு விசை இறங்கிய தூரம் .... அங்.

$$\text{வினைத் திறன்} = \frac{\text{பொறி செய்யும் பிரயோசனமான வேலை}}{\text{பொறியினிலிடும் மொத்த வேலை}}$$

$$= \frac{\text{பாரம்} \times \text{பாரஞ் சென்ற தூரம்}}{\text{ஊக்கு விசை} \times \text{ஊக்கு விசை சென்ற தூரம்}}$$

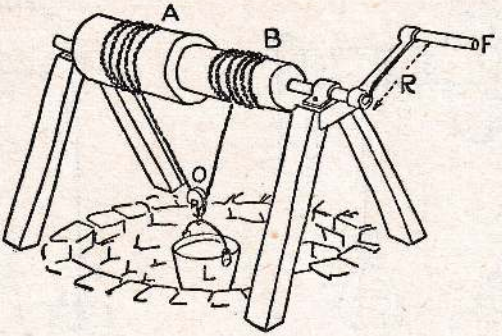
$$= \frac{\quad \times \quad}{\quad \times \quad} 100 = \ldots\ldots\ldots\%$$

வேற்றுமைச் சில்லும் அச்சாணியும்

$\text{பொறிமுறை நயம்} = \frac{\text{சில்லின் ஆரை}}{\text{அச்சாணியின் ஆரை}}$ ஆதலின், மிகவும் பெரிய வொரு சில்லையும் (அல்லது மிகவும் நீண்டவொரு கைப்பிடியையும்) மிகவும் மெல்லியவொரு அச்சாணியையும் உபயோகித்து மிகவும் பெரிய பாரத்தை **(அச்சாணி அதைத் தாங்க வல்லதாயின்)** உயர்த்தலாம். 166 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோன்ற வேற்றுமைச் சில்லும் அச்சாணியுங் கொண்டு இவ்வாறு செய்யலாம். வெவ்வேறு சுற்றளவுடைய இரு பாதிகள்

13——R 6038 (11/59)

அவ்வச்சாணிக்கு உண்டு. மெல்லிய (ஆரை r_1 ஆகவுள்ள) பாதியாகிய B ஐச் சுற்றியிருக்கும் கயிறானது சுற்றுக் குலைந்து கொண்டு போகத் தடித்த (r_2 ஆரையாகவுள்ள) பாதியாகிய A ஐச் சுற்றிக்கொண்டு போகும்.



உருவம் 166. வேற்றுமைச் சில்லும் அச்சாணியும்

எனவே, பொறியானது ஒருமுறை பூரணமாகச் சுழல ஊக்கு விசை F என்பது $2\pi R$ (R என்பது கைப்பிடியின் ஆரை) தூரஞ் செல்லும். அப்பொழுது கயிற்றின் நீளம் $2\pi r_1 - 2\pi r_2$; (அதாவது, A இன் பரிதிக்குப் B இன் பரிதிக்கும் உள்ள வித்தியாசம்) அளவு குறுகும். ஆனால், L என்னும் பாரமானது அசையுங் கப்பியிலிருந்து தூங்குகின்றதாதலின் சுற்றிய கயிற்றின் அரைவாசித் தூரத்துக்குத்தான் ஏறும்.

எனவே, பாரத்தின்மீது செய்த வேலை $= L \times \dfrac{2\pi(r_1 - r_2)}{2}$

$= L\pi\ (r_1 - r_2)$

ஊக்கு விசை செய்த வேலை $= F \times 2\pi R.$

எனவே, வேலைத் தத்துவத்தின்படி $L \times \pi(r_1 - r_2) = F \times 2\pi R.$

ஆதலால்,

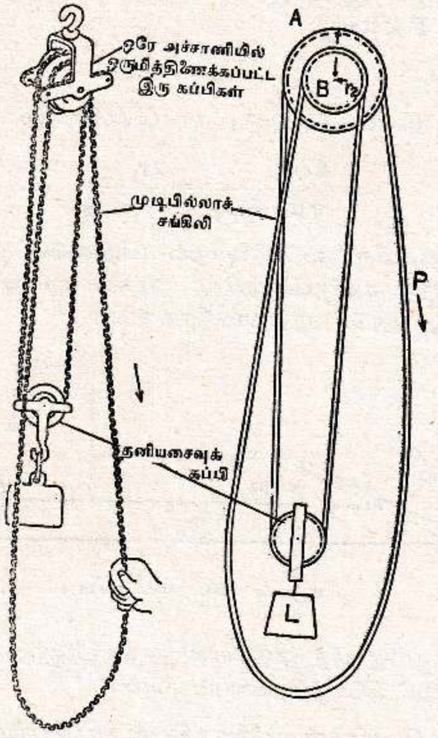
வேக விகிதம் (கொள்கைப்படியுள்ள பொறிமுறை நயம் L/F)

$$= \frac{2\pi R}{\pi(r_1 - r_2)} = \frac{2R}{r_1 - r_2}.$$

வேற்றுமைச் சில்லும் அச்சாணியும் ஒன்று நிறுவி அதன் பொறிமுறை நயத்தையும் வினைத்திறனையுங் காண்க.

வேற்றுமைக் கப்பித் தொகுதி

167 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருக்கும் **வேற்றுமைக் கப்பித் தொகுதியும்** இதே தத்துவத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு பயன்படும். சற்று வேறுபட்ட ஆரைகள் r_1 உம் r_2 உம் உடைய இரு கப்பிகள் ஒரே அச்சாணியில் இணைக்கப்பட்டு, முடிவில்லாதவொரு சங்கிலியானது முதலாவதாக



உருவம் 167. வேற்றுமைக் கப்பி-தாங்கி

வொரு நிலைத்த கப்பியின் மேலாகவும், இரண்டாவதாக (பாரத்தைத்தாங்குகின்ற) அசையுங் கப்பியைச் சுற்றியும், இறுதியில் மற்றை நிலைத்த கப்பிக்கு மேலாகவும் ஓடுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கப்பித் தொகுதி. சங்கிலி வழுக்கிச் செல்லாவண்ணம் இரு நிலைத்த கப்பிகளுக்கும் புருவங்களுண்டு வேற்றுமைச் சில்லுக்கும் அச்சாணிக்கும் உள்ளது போல், நிலைத்த கப்பிகள் ஒருமுறை பூரணமாகச் சுழன்றுவர மேற்கப்பிகளுக்குங் கீழ்க் கப்பிகளுக்கும் இடையேயுள்ள சங்கிலியானது நிலைத்தவிரு கப்பிகளின் பரிதிகளுக்குள்ள வித்தியாசத்தளவுக்கு, அதாவது, $2\pi r_1 - 2\pi r_2$ அளவுக்குக் குறுக, பாரம் அதன் அரைவாசித் தூரத்துக்கு உயர்த்தப்படும். எனவே,

நிலேத்த கப்பிகள் பூரணமாக ஒருமுறை சுழன்று வரப் **பாரம் L இன்மீது செய்யப்படுகின்ற வேலே** $L \times \frac{2\pi r_1 - 2\pi r_2}{2} = L \times \pi(r_1 - r_2)$ ஆகவும்,

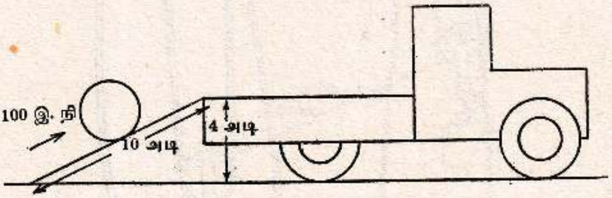
ஊக்கு விசையினற் செய்யப்படுகின்ற வேலே = (ஊக்கு விசை F ஆனது நிலேத்த பெருங் கப்பியின் பரிதியளவு தூரஞ் செல்லுமாதலால்) $F \times 2\pi r_1$ ஆகவும் இருக்கும். எனவே, வேலேத்தத்துவத்தின்படி $L \times \pi(r_1 - r_2) = F \times 2\pi r_1$

ஆதலால்,

வேக விகிதம் (கொள்கைப்படியுள்ள பொறிமுறை நயமாகிய L/F)

$$= \frac{2\pi r_1}{\pi(r_1 - r_2)} = \frac{2r_1}{r_1 - r_2}$$

எனவே, நிலேத்தவிரு கப்பிகளினதும் பரிதிகளின் விட்ட வித்தியாசம் எவ்வளவுக்குச் சிறிதாகவிருக்கின்றதோ அவ்வளவுக்குக் கப்பித் தொகுதியின் பொறிமுறை நயம் ஏற்றமாகவிருக்கும்.



உருவம் 168. சாய் தளம்

வேற்றுமைக் கப்பித் தொகுதியொன்று கிடைக்குமாயின் அதன் பொறிமுறை நயத்தையும் விளைத்திறனையும் காண்க.

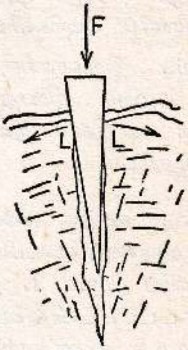
இவ்விதமான பொறியின் விளைத்திறன் எப்பொழுதும் 50% இற்குக் குறைவாகவே இருக்கும். ஆனல், 50% இற்கு மேலான விளைத் திறனுடைய சாதாரணமான கப்பித் தொகுதியில் ஊக்கு விசையை நிறுத்தப் பாரம் விழுவதுபோல், இதனில் விழாதிருக்குமாதலின் விளைத் திறன் குறைவாக விருப்பது உண்மையில் நயமேயாகும்.

சாய் தளம்

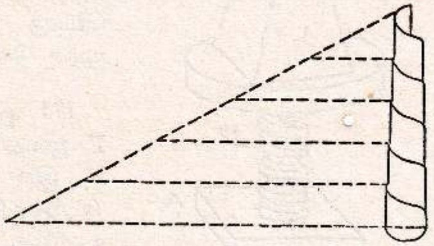
நிலத்திலிருந்து 4 அடி உயரமான உலொறியிலே 100 இரு. நிறையுள்ள கனத்தவொரு எண்ணெய்ப் பீப்பாவைத் தூக்கி ஒருவர் போடவேண்டுமென்று வைத்துக்கொள்வோம். 4 அடி உயரத்துக்கு 100 இரு. பாரத்தை உயர்த்த வேண்டியிருப்பதால் 400 அடி-இருத்தல் வேலே செய்தல் வேண்டும். மரப்பலகை ஒன்றை எடுத்து உலொறியின் தட்டில்

அதைச் சாய வைத்து அவ்வாறுண்டாகுஞ் சாய் தளத்தின்மீது, 168 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிப்பதுபோல், பீப்பாவை உருட்டிக் கொண்டுபோய்ச் சேர்த்து இவ்வேலையைச் செய்து முடிக்கலாம்.

இந்தச் சாய் தளத்தின் நீளம் 10 அடியென்றெடுத்துக் கொள்வோம். வேலைத்தத்துவத்தின்படி, எவ்விதமாக இப் பாரத்தை உயர்த்தினாலும் 400 அடி-இருத்தல் வேலை செய்யத்தான் வேண்டும். எனவே, 10 அடி நீளமுள்ள சாய்தளம் ஒன்றை உபயோகித்தால், உலொறியிலே பீப்பாவை ஏற்றுதற்கு அம்மனிதன் 40 இருத்தல் விசையோடு அதை 10 அடி தூரந் தள்ளுதல் வேண்டும். 100 இரு. விசையைப் பிரயோகித்து 4 அடி தூரம் பீப்பாவை நேரே (சாய் தளமில்லாது) உயர்த்துவதிலும் இப்படி அதை உயர்த்துதல் மிக்க இலேசாகவிருக்கும்.



உருவம் 169. ஆப்பு

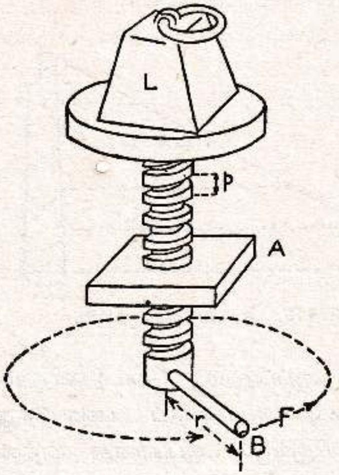

உருவம் 170. சுருண்ட சாய் தளம்.

மரத்தை அல்லது கல்லைப் பிளக்கும் ஆப்பிலும், கோடரிகளிலும், கத்திகளிலும் இவ்விதமாகவே பொறிமுறை நயத்தைப் பண்படுத்துகின்றோம். 169 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருக்கும் ஆப்பானது அதன் தட்டையான அந்தத்தில் 10 அங். நீளமும் 2 அங். அகலமும் உள்ளதாக வைத்துக்கொள்ளுவோம். மரத்தினுள்ளே அது செலுத்தப்படும் ஒவ்வொரு 10 அங்குலத்துக்கும் மரமானது 2 அங்குல தூரம் வெளியே பிளந்து தள்ளப்படுகின்றது. வேலைத் தத்துவத்தின்படி, வெளிப்புறம் நோக்கிய இந்த உதைப்பு L ஆனது முன்னோக்கிய உதைப்பு F இன் ஐந்து மடங்காகவிருக்கும் (உராய்வைப் பொருட் படுத்தாதவிடத்து). இவ்விதமான ஆப்பின் வினைத் திறன் வழக்கமாக 50% இற்குக் குறைவாகவே இருக்கும் இப்படி அது குறைவாகவிருத்தல் ஆப்பைப் பிரயோகிப்போனுக்கு வாய்ப்பாகும். (ஏன் ?).

திருகாணி ஓர் பொறியாக

பொறிமுறை நயத்தைப் பெறுவதற்குத் திருகாணிகள் பலவிதமாகப் பயன்படுகின்றன. திருகாணியிற் சாய் தளத்தின் தத்துவமும் நெம்பு கோலின் தத்துவமும் ஒன்று சேர்ந்து விளங்குகின்றன. திருகாணியானது சுருண்டவொரு சாய்தளமெண்பதை விளக்குதற்கு 170 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோற் செவ்வக வடிவமான கடதாசி ஒன்றை எடுத்து அதன் மூலைவிட்டம் வழியே அதை வெட்டி வந்த இரு செங்கோண முக்கோணங்களுள் ஒன்றை ஒரு பென்சிலின்மீது சுற்றுக. அப்பென்சிலைச் சுற்றி முக்கோணத்தின் செம்பக்கமானது சுருண்டவொரு திருகாணிப் புரியாவதை அவதானிக்க.

திருகாணி எதனிலும் ஒவ்வொரு புரிக்கும் அதற்கடுத்த புரிக்கும் (திரு காணி நெடுகே அளக்கப்பட்ட) இடைத்தூரம் **திருகாணிப் புரிகளின் இடைத்தூரம்** எனப்படும். திருகாணியை ஒருமுறை பூரணமாகச் சுழற்ற நிலைத்த வொரு சுரையினுள்ளே அதன் நுனி முன் செல்லுந் தூரம் இதுவே.



171 ஆம் உருவம்.
திருகாணித் தூக்கியின் தத்துவம்

171 ஆம் உருவத்தில், ஊக்கு விசை **F** ஆனது (நீளம் **r** ஆகவுள்ள) கைப்பிடி **B** இன் அந்தத்திற்றுக்கிப் பாரம் **L** ஐ (உருவத்தில் இது காட்டப்படவில்லை) உயர்த்து கின்றது. நிலைத்த கட்டையாகிய **A** இனூடு திருகாணி ஒருமுறை பூரணமா கச் சுற்ற ஊக்கு விசையினுற் செய்யப்படும் வேலை = ஊக்கு விசை $F \times 2\pi r$ ஆகவும், பாரத்தின்மீது செய்யப்படும் வேலை $= L \times p$ ஆகவும் இருக்கும். [இங்கே, திருகாணிப் புரிகளின் இடைத்தூரம் **p** ஆகும்.]

எனவே, வேலைத் தத்துவத்தின்படி, $F2\pi r = Lp$.

ஆகையால்,

வேக விகிதம் (கொள்கைப்படியுள்ள பொறிமுறை நயமாகிய,

$\frac{L}{F}$ உம்) $= \frac{2\pi r}{p}$.

எனவே, திருகாணிப் புரிகளின் இடைத் தூரம் சிறிதாகவுங் கைப்பிடி நீண்டும் இருந்தால் பிரமாண்டமான பொறிமுறை நயத்தைப் பெறலாம். உதாரணமாக, ஒரு அங்குலத்துக்கு 4 புரியுள்ளதும் 12 அங். நீளமான கைப்பிடியாற் சுழற்றப்படுவதுமான வொரு திருகாணித்தூக்கி யின் உச்சியில் 2,112 இரு. பாரம் இருக்கின்றது. இங்கே, திருகாணி ஒருதரம் பூரண மாகச் சுற்றிவர அப்பாரம் $\frac{1}{4}$ அங். $(=\frac{1}{48}$ அடி$)$ உயரத்துக்கு உயர்த்தப்படும். இப்படி உயர்த்துதற்கு உராய்வு இல்லையேல் 44 அடிஇறுத்தல் வேலை செய்யவேண்டும். வேலைத் தத்துவத்தின்படி, இவ்வேலையானது திரு காணித் தூக்கியின் கைப்பிடியிற் செய்த வேலைக்கு, அதாவது, $2\pi \times 12$ அங். $= 6{\cdot}28$ அடி தூரத்துக்கு F இறுத்தல் விசை தாக்கிச் செல்வதற்குச் சமம். எனவே, $6{\cdot}28F=44$, அதாவது, $F=7$. எனவே, உராய்வற்ற "நிறை" திருகாணியொன்று கொண்டு 12 அங். நீளமுள்ள கைப்பிடியில் 7 இறு. விசையைப் பிரயோகித்து 2,112 இரு. பாரத்தைத் தூக்கலாம்.

எனினுஞ் சாதனையில் திருகாணிகளிலே உராய்வு அதிகம். ஆகவே, பாரத்தைத் தூக்குவதற்கு 7 இறு. விசையிலும் கூடிய விசை வேண்டும். ஊக்கு விசை அகற்றப்படும் போது, பாரமானது திருகாணிப் புரியைக் கழரச்செய்து அதன் பயனாக அது கீழே இறங்குவதனால் திருகாணித்தூக்கி யில் உராய்வில்லாத திருகாணி பிரயோசனமற்றதாகும். ஊக்கு விசை அகற்றப்படும்போது பாரம் இறங்காதிருப்பதற்குத் திருகாணிக்கும் சுரைக் கும் இடையேயுள்ள உராய்வைப் பயன்படுத்துகின்றோம். அக்காரணத்தி னால், உராய்வானது வீணாக்கிய வேலையையிட்டு, திருகாணித் தூக்கியின் வினைத்திறன் 25% அளவிற்குக் குறைந்திருக்கும்.

மோட்டர் வண்டியொன்றின் திருகாணித் தூக்கி கிடைக்குமாயின் அதன் உண்மையான பொறிமுறை நயத்தையும் வினைத்திறனையும் காண்க. அறிந்த நிறையையுடைய நண்பரொருவர் இதற்கு வாய்ப்பான வொரு பாரமாவர். தூக்கியின் உச்சியில் வைத்துப் பொருத்தியவொரு பலகையில் அவரை நிற்க அல்லது இருக்கச் செய்யலாம். பாரத்தைத் தூக்குதற்குக் கைப்பிடியின் நுனியிற் பிரயோகிக்க வேண்டிய விசையை விற்றராசொன்று கொண்டு அளந்தறிக. அதன் பின்னர், பாரத்தை நீக்கிவிட்டுக் கைப்பிடி பூரணமாக 10 தரஞ் சுற்றத் தூக்கியின் தலை எவ்வளவு தூரம் முன்னுக் குப் போகின்றதெனக் காண்க.

தூக்கியின் வேக விகிதம் எவ்வளவு ? ....

உண்மையான பொறிமுறை நயம் எவ்வளவு ? ....

வினைத்திறன் எவ்வளவு ? ....

சாதனையிலுள்ள பல திருகாணித் தூக்கிகளில் ஒரு பாகம் **மேனோக்கிய வலம் புரியும்** மற்றைப் பாகங் **கீழ்நோக்கிய இடம்புரியுமுள்ள கூட்டுத் திருகாணியை** உபயோகித்து வேற்றுமைத் தத்துவம் பயன்படுத்தப்படு

கின்றது. வலம்புரித் திருகாணிப் புரிகளின் இடைத் தூரம் இடம்புரித் திருகாணிப் புரிகளின் இடைத் தூரத்திலும் சற்றே பெரிதாகவிருக்கும். எனவே, பொறிமுறைப்படி, புரிகளின் இடைத் தூரம் சிறிதாகவுள்ள (வழக்கமாகப் பலக்குறைவுள்ள நுண்புரிகளையுடையதாகவிருக்கும்) வலம் புரித் தனித் திருகாணி யொன்றை இக்கூட்டுத் திருகாணி ஒத்ததாகும். என்றாலும், கூட்டுத் திருகாணியின் இரு பாகங்களின் புரிகளையும் பெரும் பாரந் தாங்குதற்கு வேண்டிய அளவுக்குப் பலமுள்ளனவாக அமைத்துக் கொள்ளலாம்.

(இந்த அதிகாரத்திற்குரிய எண் உத்திக் கணக்குக்களுக்கும், உதாரண அப்பியாசங்களுக்கும் இரண்டாம் பொது விஞ்ஞானச் செய்முறைப் புத்தகத் தின் 87—108 ஆகிய பக்கங்களைப் பார்க்க.)

அதிகாரம் XIII

நேரமும் வெளியும்

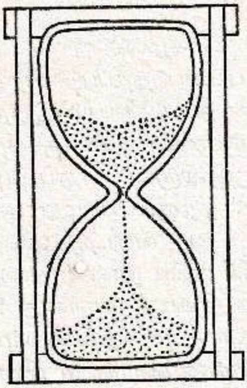
நாளாந்த வாழ்க்கையிலும் விஞ்ஞான வேலையிலும் நேரத்தை அளத்தல் சாதனைக்குரிய அதி முக்கியமான இடத்தைப் பெறுகின்றது. உண்மையில் விஞ்ஞான அளவைகள் எல்லாவற்றையும் நீளம், நிறை, நேரம் என்னும் மூன்று மூலாதார அலகுகளாற் குறிக்கலாம். பௌதிக அளவைகளானவை பொதுவாக ச.கி.செ. (சதம மீற்றர்–கிராம்–செக்கன்) தொகுதியையும், எந்திரவியலின் அளவைகளானவை அ.இ.செ. (அடி–இறுத்தல்–செக்கன்) தொகுதியையும் அடிப்படையாகவுள்ளன.

பூமியானது, தனது அச்சுபற்றி மிகவும் உறுதியாகச் சுழல்கின்றமையின் அது எங்கள் நியம கால அளவு கருவியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. எங்கள் மணிக்கூடுகள், கடிகாரங்கள் எல்லாவற்றின் ஓட்டங்களையும் இதைக் கொண்டு உறுதி பார்க்கின்றோம். நோக்குபவனொருவன் தனக்கு நேர் வடக்கே சூரியன் நிற்கும் கணத்தில் நேரத்தைக் குறிக்கிறான். மறுபடியும் ஒரு முறை சுழன்றதன் பின் அது நேர் வடக்கே நிற்கும்பொழுது (ஒரு சூரிய நாளின் பின்னர்) நேரத்தைக் குறிக்கிறான். ஒரு வருடத்திலுள்ள சகல சூரிய நாட்களின் சராசரிக் கால அளவே **சராசரிச் சூரிய நாள்** (அல்லது மணிக்கூட்டு நாள்) என்று அழைக்கப்படும். இந்த இடை நேரமானது 24 மணித்தியாலங்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு மணித்தியாலமும் 60 நிமிடங்களாகவும் ஒவ்வொரு நிமிடமும் 60 செக்கன்களாகவும் பின்பு பிரிக்கப்படுகின்றது.

பூமியும் சூரியனைச் சுற்றி ஏறக்குறைய வட்டமான ஓர் (ஒழுக்கில்) அல்லது பாதையிற் சுழல்கின்றது. ஒரு முறை முற்றுகச் சுற்றி வருவதற்குப் பூமியானது 365·2425 **சராசரிச் சூரிய நாட்கள்** எடுக்கின்றது. இதுவே, எங்கள் அரசாங்க வருடங்களின் சராசரிப் பெறுமானமாகும். அடுத்துள்ள மூன்று வருடங்கள் 365 நாட்களைக் கொண்டனவாயிருக்க நான்காவது வருடம் (அல்லது நெட்டாண்டு) 366 நாட்களைக் கொண்டதாகும் ஆனல், நூற்றுண்டு வருடங்கள் 400 இனல் பிரிக்கப்படுவனவாயிருந்தாலேயன்றி நெட்டாண்டுகளாகக் கருதப்படமாட்டா.

இந்தப் "புவிக்கடிகாரத்தை"க் கொண்டு வானசாத்திரிகள் மட்டுமே நேரத்தைத் திருத்தமாகச் சொல்ல வல்லவர்களாவர்; நாம் நியமநேரத்தைப் பெற்றுக்கொள்ளும் "தலைமைக் கடிகாரத்தை" இவர்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றார்கள். உதாரணமாக, **கிறீன்விச்சு** வானேக்கு நிலையத்திலிருந்து நாள்தோறும் அதே நேரத்திற்கு வெளியே அனுப்பப்படும் நேர அறிகுறியானது 86,400 செக்கன்களைக் கொண்ட சராசரிச் சூரிய நாளைக் குறிக்கும்.

அதன் திருத்தம் ஒரு நாளுக்கு 0·01 செக்கனுக்கு மேற்படாததாகும். தற்காலத்தில் நாளாந்த வானொலி நேர அறிகுறிகள் மணிக்கூடுகளும் கடிகாரங்களும் உண்மையான நேரத்தைக் காட்டுவதற்கு உதவுகின்றன; ஆனால், மணிக்கூடுகளும் கடிகாரங்களும் கண்டுபிடிப்பதற்கு எத்தனையோ நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே நேரத்தை அளப்பதற்கு வேறு திருத்தக் குறைவான முறைகள் இருந்தன. உதாரணமாக, **நீர்க் கடிகாரத்தையும், மணித்தியால மெழுகுதிரியையும், மணித்தியாலக் குடுவைகளையும்** மக்கள் பிரயோகித்து வந்தனர். மிக எளிய நீர்க் கடிகாரத்தில், நீரானது மெல்ல (ஆனால் ஒரு சீராக) ஒரு கலத்திலிருந்து வேறொரு கலத்திற்குள் சொட்ட விடப்பட்டது. கீழேயுள்ள கலத்தின் நீர் மட்ட உயர்வானது நேரத்தை அளப்பதற்குப் பிரயோகிக்கப்படலாம்; உதாரணமாக, நீர் மட்டம் ஒரு நாளில் 24 அங். உயர்ந்தால், உயர்வின் ஒவ்வோர் அங்குலமும் ஒரு மணித்தியால நேரத்தைக் குறிக்கும். மணித்தியால மெழுகுதிரிகள் உறுதியாக ஒழுங்கான முறையில் எரிகின்றனவாதலின், அலகுகளாக அளவிடப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு அலகும் ஒரு மணிநேரத்தில் எரிந்தொழியும் மெழுகுதிரியின் நீளமாகும். புழுதிக் குடுவைகளில் (அல்லது மணித்தியாலக் குடுவைகளில்) மிகவும் நுண்மையான புழுதி மண் இரு கண்ணாடிக் குடுவைகளுக்கிடையேயுள்ள ஒரு நுண்ணிய துவார வாயிலாகக் கொட்டுண்ண விடப்பட்டுளது. மேலுள்ள குடுவையின் மண் கீழே இறங்குவதற்கு ஒரு மணிநேரம் எடுக்கும். (உரு. 172 ஐப் பார்க்க).

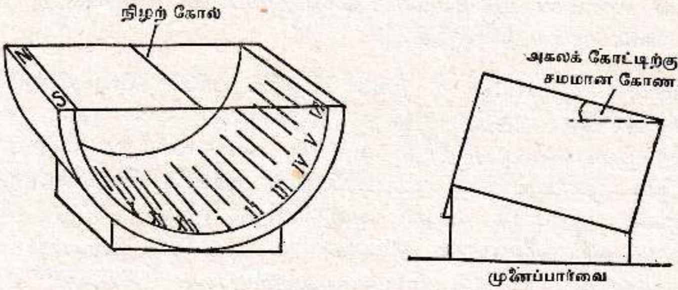


உருவம் 172.
புழுதிக் குடுவை

சூரிய கடிகாரம்

நேரத்தை அளக்கும் மிகப் பழைய கருவிகளுள் சூரிய கடிகாரமும் ஒன்று. நிலைக்குத்தாக நிலத்தில் ஒரு தடியை நாட்டினால் காலையில் சூரியன் கிழக்குத் திசையில் எழும்போது அந்தத் தடியின் நிழல் மேற்குத் திசையை நோக்கிவிழும். இந்தத் தடியின் நிழலானது சூரியன் படும் வரைக்கும் தடியைச் சுற்றிச் சுழன்று இறுதியில் சூரியன்படும்பொழுது கிழக்குத் திசையை நோக்கியிருக்கும். இவ்வாறு நிலைமாறும் நிழலின் பாதையில் நிலத்திலே ஒரு அடையாளத்தை இட்டால், ஒரு நாளுக்கு ஒருமுறை அந்த அடையாளத்தின் மீது அது விழும். இப்படி நிழல் அடுத்து விழும் இருமுறைகளுக்கிடையிலுள்ள கால அளவு ஒரு **சூரிய நாள்** எனப்படும். சூரியனைச் சுற்றிப் பூமி செல்கின்ற பாதையானது (சரியான) வட்டமாகவிராது நீள்வளையமாக விருத்தலின், பூமிக்கும் சூரியனுக்குமுள்ள தூரம் வேறுபட்டுக்கொண்டே இருக்கும். இக்காரணத்தி

ணலே, மேற் கூறிய கால அளவானது (இடைநேரம்) நாளுக்கு நாள் சற்றே வேறுபடும். ஒவ்வோராண்டிலும், நான்குதரம் மாத்திரம், அதாவது சித்திரை 15 ஆம், ஆனி 15 ஆம், புரட்டாதி முதலாம், மார்கழி 24 ஆம் திகதிகளில் சூரிய நாளும், கடிகார நாளும் சமமாக இருக்கும். இவ் விருவித நாட்களுக்குமுள்ள வேறுபாடு ஏறக்குறைய 16 நிமிடகால அளவுள்ள உயர்வு நிலையை நவம்பர் மாதத்தில் முதற்பகுதியிலிருக்கும்.



உருவம் 173. பூமத்திய கோட்டுக்கண்மையிற் பயன்படுத்தற்குரிய உருளை வடிவான சூரிய கடிகாரம்.

173 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போன்று, விசேடமாகப் பூமத்திய கோட்டுக் கணித்தாயுள்ள நாடுகளில் சாதனைக்கு வாய்ப்பான சூரிய கடிகாரத்தில், நிழலை வீசுகின்ற கோலானது அந்த நிழலைத் தன் அடிப் பாதையில் ஏந்தும் உருளையின் அச்சாகும். சரி வடக்கையுந் தெற்கையுங் காட்டி நிழற் கோலானது நிற்கும். கடிகாரம் உபயோகிக்கப்படும் இடத்தின் புவியகலக் கோணத்திற்குச் சமமான கோணம் பட அக்கோல் கிடைத்தளத் தோடு சாய்ந்து நிற்கும். அதாவது, உருளையின் அச்சானது (நிழற் கோலானது) பூமியின் அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக இருக்கும். நிழற் கோலுக்கு நிலைக்குத்தாக நேர் கீழே உச்சி நேரத்தையும் அரை உருளை யின் கிடையான விளிம்புகளில் காலை 6 மணி நேரத்தையும் மாலை 6 மணி நேரத்தையும் குறிப்பர். அதுவரை உருளையைச் சுற்றி 12 சம இடைவெளிகள் (மணித்தியாலங்கள்) குறிக்கப்பட்டிருக்கும்.

இவ்விதமான சூரிய கடிகாரம் ஆண்டுக்கு நான்கு முறை மாத்திரம் கடிகார நேரத்தை ஒத்திருக்கும் சூரிய நேரத்தைக் (அவ்விடத்திற்குரிய தோற்ற நேரத்தை) காட்டும். எனவே, சூரிய கடிகாரங் காட்டும் சூரிய

ஆசிரியருக்கு ஒரு குறிப்பு :— இதனை மானுமிப் பஞ்சாங்கத்திலிருந்து கணித்தறியலாம். 3 அடி விட்டமுள்ள பெரிய கால்வாய்களுக்குப் பிரயோகிக்கும் ஒரு கொங்கிறீற்று அரை உருளையொன்று நிரந்தரமான ஒரு சூரியக் கடிகாரமாகும். முழுவருட காலத்திற்கும் 10 நாள் கால இடைவெளிக்குரிய திருத்தங்கள் செய்யப்படின், இதுவே பாடசாலைப் பிரயோகத் துக்குப் போதுமானது.

நேரத்திலிருந்து கடிகார நேரத்தைப் பெறுவதற்குத் திருத்த அட்டவணை யொன்று வேண்டும். (பகலொளிச் சேமிப்புச் சட்டங்கள் வழங்கும் நாடு களில் மேலதிகமான திருத்தமொன்று வேண்டும்). இரவிலும் சூரிய மந்தாரமான நேரத்திலும் சூரிய கடிகாரம் பயன்படாது.

விஞ்ஞான கருமங்களுக்கு வேண்டிய திருத்தமான அளவைக்கு நேரத்தை அளக்கும் இம்முறைகள் ஒன்றும் உதவா. பதினாறும் நூற் றாண்டில் ஊசலின் இயல்புகளைக் கண்டறியுமட்டும் நேரத்தைத் திருத்த மாக அளக்க முடியாதிருந்தது.

இயங்கும் பொருள்களோடு தாம் நடத்திய பரிசோதனைகளின் பேறுகப் பௌதிகவியலின் அத்திவாரத்தை இட்டவராகிய கலிலியோ என்பவரே ஊசலின் இயல்புகளைப் பற்றியும் ஆதியில் அவதானித்துக் கூறியுள்ளார். 1583 ஆம் ஆண்டில் ஒரு கட்டிடத்தினுள் தூங்கிக் கொண்டிருந்த பல விளக்குகள் ஆடுவதை அவர் அவதானித்தனராம். அந்த விளக்குக ளெல்லாம் ஒரே நீளமான சங்கிலிகளால் தூக்கப்பட்டிருந்தன. அவை முன் பின்னாக அசைந்து கொண்டிருந்தபோது, சிலவற்றின் அசைவு வில்லு ஏனையவற்றின் அசைவு வில்லிலும் மிகவும் அகன்றதாகவிருந்தும், அசைந்தாடும் நேரமானது எல்லா விளக்குகளுக்கும் ஒன்றாகவே இருந்த தைக் கலிலியோ அவதானித்தார். (கலிலியோ தனது நாடித் துடிப்பு நேரத்தைக் கொண்டே கால அளவைக் குறித்தார்.)

தனியூசல்

நிறையற்றவொரு நூல் கொண்டு தூக்கிய பாரமானவொரு துணிக்கை என்று இலட்சிய ஊசலுக்கு வரைவிலக்கணங் கூறப்படும். ஒரு சிறு உலோக உருண்டையை அல்லது "குண்டை" மெல்லிய ஒரு நூலினுற் கட்டித் தூங்கவிடுவதே செய்முறையில் இதற்கு மிகவும் கிட்டிய ஒழுங்கு எனலாம். ஊசலின் முக்கியமான இயல்புகளை எடுத்துக் காட்டுதற்கு இதனையே நாம் இனிமேல் நடத்தவிருக்கும் பரிசோதனைகளில் உபயோ கிப்போம்.

அசைந்தாடும் நேரமும் அலைவுக் கோணமும் ஒன்றிலொன்று தங்கியிருக்க வில்லையென்பதை நிரூபித்தல்

ஏறக்குறைய 2 மீற்றர் நீளமுள்ளவொரு நூலை எடுத்து ஒரு தக்கையி னூடு அதைக் கோத்து, தாளொன்றின்மீது இறுக்கப்பட்ட வடிகலனிறுக்கி யொன்றில் அத்தக்கையை வைத்திருக்குக (உரு. 174). நூலின் அந்தத் தில் உலோகக் குண்டொன்றைக் கட்டித் தூக்கித் தக்கையின் கீழ்ப்புறத்தி லிருந்து குண்டின் மையத்துக்குள்ள தூரஞ் சரியாய் 1 மீற்றராகவிருக்கு மாறு நூலைச் செப்பஞ் செய்க. இந்த நீளமே ஊசலின் நீளமெனக் கூறப்படும்.

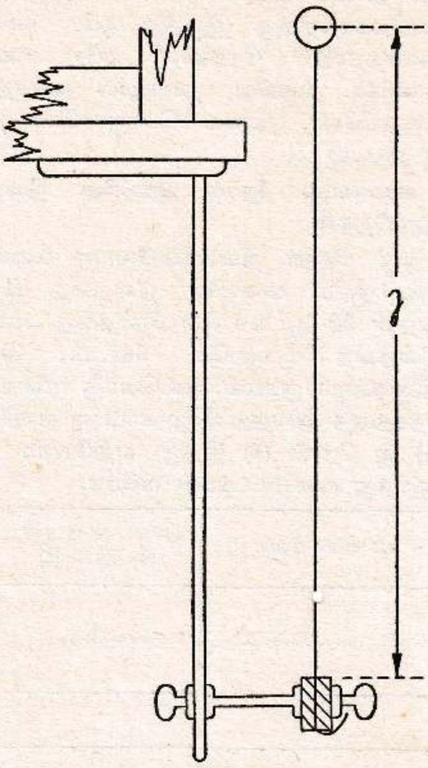
ஏறக்குறைய 1 அங். தூரத்துக்குக் குண்டை வலப்பக்கமாக இழுத்துக் கையை விட்டு ஊசலே ஆடத் தொடக்குக. நிறுத்தற் கடிகாரங்கொண்டு 50 பூரண அலைவுகள்[1] (அதாவது, ஒரு அந்தத்திலிருந்து மற்றை அந்தத்துக்குக் குண்டு போய்த் திரும்பி முன்னிருந்த இடத்திற்கு வருதலே ஒரு பூரண அலைவு) எடுக்கும் நேரத்தைக் காண்க. நேரத்தைக் குறிக்கத் தொடங்கும் போது "பூச்சியம்" என்றும், முதலாம் அலைவு முடிய "ஒன்று" என்றும் எண்ண மறக்கலாகாது.

50 அலைவுகளின் நேரம்= .... செக்கன்கள்.

குண்டை 2 அங். தூரம் இழுத்து இவ்வாறே செய்து 50 பூரண அலைவுகள் எடுக்கும் நேரத்தைக் காண்க.

50 அலைவுகளின் நேரம்= .... செக்கன்கள்.

ஊசலே ஆட்டத் தொடங்கும் போது குண்டை 3 அங். தூரம் இழுத்து இன்னொருகால் இவ்வாறே செய்து 50 பூரண அலைவுகள் எடுக்கும் நேரத்தைக் காண்க.



உரு. 174. தனியூசல்

50 அலைவுகளின் நேரம்= .... செக்கன்கள்.

இப்பரிசோதனையைக் கவனமாக நடத்தினால் **ஒரு அலைவின் நேரம் அலைவுக் கோணத்தில் (இது சிறியதாக இருக்குமாகில்) தங்கியிருக்கவில்லையெனக் காணலாம்.**

ஆடல் நேரம் ஊசற் குண்டின் நிறையிலோ அல்லது அதன் திரவியத்திலோ தங்கியிருக்கவில்லை

சரி ஒரே நீளத்தையுடைய (ஏறக்குறைய 1 மீற்றரைக்கொண்ட) ஆனால், வெவ்வேறு திரவியங்களினாலாக்கப்பெற்றதும் வித்தியாசமான நிறைகளைக்

---

[1] வாலைத்தாளின் முன்புறத்தே நின்று, ஊசற்குண்டு வலமிருந்து இடத்திற்கு இயங்கும் போது, கோலைக்கடக்கின்ற ஒவ்வொரு முறையும் உண்டாகும் முழு ஆடல்களை எண்ணுக.

கொண்டதுமான இரு தனியூசல்களைத் தயார் செய்து கொள்க. ஈயம், பித்தளை, உருக்கு, மரம், கண்ணாடி என்பனவற்றால் ஆக்கப்பெற்ற இரு குண்டுகளைப் பிரயோகிக்கலாம். இரு குண்டுகளையும் 3 அங். அளவில் வலப்பக்கத்திற்கு இழுத்து ஒரே கணத்தில் நழுவ விடுக. அவைகள் அசைந்தாடும் நேரங்கள் ஒரே கால அளவுள்ளனவென்பதை அவதானிக்க. எனவே, தனியூசல் அசைந்தாடும் நேரம் அதன் குண்டின் நிறையிலோ, திரவப் பொருளிலோ தங்கியிருக்கவில்லையென்பதை அவதானிக்கலாம்.

ஊசலாடல் நேரம் ஊசலின் நீளத்தில் தங்கியிருக்கின்றதென்பதை நிரூபித்தல்

ஒரு மீற்றர் நீளமானவொரு ஊசலின் 50 ஆடல்களின் நேரத்தை அளந்தறிக. ஊசலின் நீளத்தை 81 ச.மீ. ஆகக் குறுக்கிப் பின்பும் அதன் 50 ஆடல்களின் நேரத்தை அளந்தறிக. இது போலவே ஊசலின் நீளத்தை முறையே 64ச.மீ., 49ச.மீ., 36ச.மீ., 25ச.மீ., ஆகத் திரும்பவும் குறுக்கி, ஒவ்வொரு முறையும் 50 ஊசல் ஆடல்கள் எடுக்கும் நேரத்தை அளந்து கீழே காட்டிய மாதிரி அட்டவணைப் படுத்துக (i) நீளம், (l) ஐ நேரம் (t) இற்கு எதிரேயும் (ii) $\sqrt{l}$ ஐ t இற்கு எதிரேயும் குறித்து வரைப்படங்கள் வரைக.

ஊசலின் நீளம் (l)	பூரண ஆடல் ஒன்றின் நேரம் (t)	நீளம் ($\sqrt{l}$)	$\sqrt{l}/t$
..........ச.மீ.	÷50=செக்.	ச.மீ.	

உன்னுடைய பரிசோதனைகள் யாவும் கவனமாக நடாத்தப்பட்டனவாயின் இறுதி நிரலில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் பெறுமானங்கள் ஒரேயளவினதாயிருக்கும். அத்துடன் $\sqrt{l}$ இற்கெதிரே t இற்கு வரையப்பட்ட வரைபடம், நேர்கோடாவதுடன், ஒரு தனியூசலிற்கு அதன் ஆடல் நேரம் ஊசலினது நீளத்தின் வர்க்கமூலத்திற்கு விகித சமமாகும் எனவுங் காட்டும்.

ஊசலும் சமநிலைச் சில்லும்

ஓர் ஊசலின் ஆடற் கோணம் சிறியதாகவும் அதன் நீளம் மாறாதும் இருந்தால் அவ்வூசலின் ஆடல் நேரம் மாறாதிருக்குமென்று கண்டுள்ளோம். இன்னொரு விதமாக இதைக் கூறின் :

(a) ஆடல் நேரம் ஆடற் கோணத்தில் தங்கியிருக்கவில்லை (ஆடற் கோணம் சிறிதாகவிருந்தால்).

(b) ஊசற் குண்டின் பாரத்திலும் அமைப்பிலும் ஆடல் நேரம் தங்கியிருக்கவில்லை.

(c) ஆடல் நேரம் ஊசலின் நீளத்தில் மாத்திரம் தங்கியிருக்கின்றது.

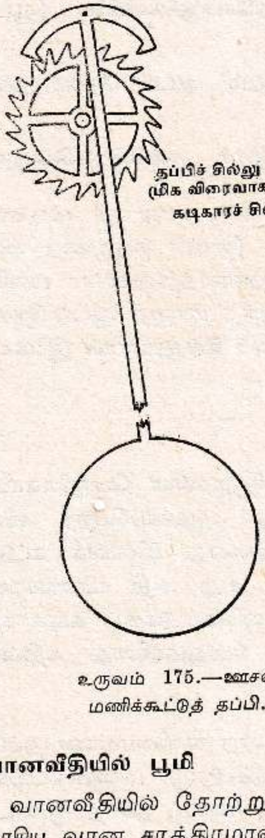
வாய்ப்பான நிலைமைகள் நிலவுமாயின், ஒரு சில்லானது ஓர் ஊசலைப் போன்று எப்பொழுதும் முன்னும் பின்னுமாக இயங்கி ஒருமுறை ஆடுவதற்கு எடுக்கும் நேரம் மாறாதிருக்கும். தற்காலத்திலுள்ள மணிக்கூடுகளும் கடிகாரங்களும் பெரும்பான்மையாக இந்த மாறாத ஆடல் நேரப் பண்பைக் கொண்ட **ஊசல்களால்** அல்லது **சமநிலைச் சில்லு**களால் இயக்கப் படுகின்றன.

மணிக்கூடுகளுங் கடிகாரங்களும்

பொறிமுறைக் கடிகாரங்களிலும் மணிக்கூடுகளிலுமுள்ள பொறியமைப்பானது தொங்கும் பாரமொன்றினால் அல்லது அமுக்கப்பெற்ற வில்லொன்றினால் இயக்கப்படுகின்றது. பாரத்தை அல்லது வில்லைக் கட்டுப் படுத்தாவிடின் மணிக்கூட்டின் நேரக் கம்பிகளை அது அதி விரைவாகச் சுழன்றோடச் செய்யும். ஆதலின், ஒவ்வொரு மணிக்கூட்டுக்கும் கடிகாரத் திற்கும் " தப்பி " என்னும் ஓர் உபகரணம் சில்லுகளினது கதியை மட்டுப்படுத்துதற்காக உண்டு.

175 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டிருப்பது போன்ற எளிமையான தப்பி யொன்று ஊசல் மணிக்கூடுகளில் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. மணிக்கூட்டின் பொறியமைப்பிலுள்ள அதி விரைவாக இயங்குஞ் சில்லை, ஊசற் குண்டானது ஒவ்வொரு முறையும் இங்கும் அங்குமாக ஆடும்பொழுது, முற் புறமாக ஒரு பல்லிலிருந்து அடுத்த பல்லுக்கு இயங்கவிடும். அதே வேளையில் தப்பிச் சில்லின் தப்பும் பல்லானது ஊசல் நில்லாது ஆடிக் கொண்டேயிருக்கும்படியாக ஒரு சிறு உதைப்பை அதற்குக் கொடுக்கின்றது. உயர்ந்த ஒரு " பாட்டன் " மணிக்கூட்டில் ஊசலானது 39 அங். நீளமுடையதாகும். ஒவ்வோர் செக்கனுக்கும் அது ஒரு அரை ஆடல் இயங்கும். அதன் தப்பிச்–சில்லு முப்பது பற்களைக் கொண்டுளதாயின் (செக்கன் கம்பியைத் தாங்கும்) இந்தச் சில்லு ஒவ்வொரு நிமிடமும் ஒருமுறை சுழலும்.

சிறு மணிக்கூடிகளிலுங் கடுகாரங்களிலும் சமநிலைச் சில்லானது மணிக் கூட்டமைப்பில் அதி விரைவாக இயங்கும் சில்லின் இயக்கத்தை மட்டுப் படுத்தும் தப்பியைக் கொண்டு செல்கின்ற ஊசலைப்போன்று தொழிற்படு கின்றது. புவியீர்ப்பினுல் ஊசல் ஆடுவதுபோல, சமநிலைச் சில்லானது சுருளி மயிர்க் கம்பி வில்லொன்று இயக்க முன்னும் பின்னுமாக இயங்கி ஆடிக்கொண்டிருக்கும்.



உருவம் 175.—ஊசல் மணிக்கூட்டுத் தப்பி.

உண்மையில், சமநிலைச் சில்லு ஒரு கூட்டுசேலேயாகும். கூட்டுசேலைப்போல அதுவும், அதன் பருமனும் நிறையும் மயிர்க் கம்பி வில்லின் பலமும் மாருதிருக்குமிடத்து, எப்பொழுதும் ஒரு பூரண ஆடலுக்கு ஒரே அளவான நேரத்தை எடுக்கும் பண்பைக் கொண்டது. ஊசல்—மணிக்கூடுகளில் ஊசலின் நீளத்தைக் கூட்டக் குறைக்க அதன் ஆடல் நேரமும் கூடிக் குறையும். சிறு மணிக்கூடுகளிலும் கடிகாரங்களிலுமோ மயிர்க் கம்பி வில்லின் நீளத்தைக் கூட்டிக் குறைத்து ஆடல் நேரத்தைக் கூட்டிக் குறைக்கலாம். அதாவது, அது விரைவாக இயங்க வேண்டுமாயின் நீளத்தைக் குறைக்கவும், மந்தகதியோடியங்க வேண்டுமாயின் நீளத்தைக் கூட்டவும் வேண்டும்.

வானவீதியில் பூமி

வானவீதியில் தோற்றும் விண்ணுடுக்களின் விஞ்ஞான முறைப் படிப் பாகிய வான சாத்திரமானது விஞ்ஞானங்களுள் மிகவும் தொன்மையான தொன்றுகும். பல்லாயிர ஆண்டுகளாக மனிதர் இராக் காலங்களில் வானவீதியை நோக்கிப் பார்வையிட்டுத் தாம் அவதானித்தவைகளைக் கொண்டு சில முடிபுகளுக்கு வந்தனர். தாம் அறிந்தவற்றுட் சிலவற்றை அவர்கள் சில முக்கிய தேவைகட்கு, உதாரணமாகக் கப்பலோட்டுதலிலும், நேரங்கணிப்பதிலும் பிரயோகித்தனர். தெரிந்துகொண்டவற்றுட் பெரும் பாகம் அண்ட கோளத்தில் அமைப்பையும் தொழிற்பாட்டையும்பற்றி இன் னும் அறிந்துகொள்ள ஊக்குவிப்பதற்கே துணைபுரிந்தது. அண்மையில், திருந்திய தொலைகாட்டிகளின் அமைப்புடனும் கணிதத் திறமையின் உயர்வினுலும், வானசாத்திர அறிவு மிகவும் அதிகரித்திருக்கின்றது. இந்

தத் தொகுதியில், வானசாத்திரி தனது விஞ்ஞான வேலைகளைச் செய்வதற்கு எப்படியான ஒழுங்கு முறைகளைக் கையாளுகின்றனென்பதை நாம் விளக்கிக் கூறுவது சுலபம் அன்று. வான வெளியில் பூமியின் நிலையைப் பற்றி அவன் கண்டுகொண்டனவற்றுள் முக்கியமான சிலவற்றை மாத்திரம் இங்கு விரித்துக் கூறலாம்.

வானுலகங்கள்

ஆதிகால வானசாத்திரிகள் முதலில் விண்ணுடுக்களை இனமாகப் பிரித்தும் அவைகளுக்குப் பெயரிட்டும் வந்தனர். விண்ணுடுக்கள் பல வான வெளியில் ஒன்றுக்கொன்று விட்டுவிலகாது நிலையாக நின்று கோலங்களாக அல்லது விண்மீன் குழுக்களாக அமைந்திருப்பதை அவர்கள் அவதானித்தனர். இந்த விண்மீன் குழுக்களுக்கு "கடகம்", "மிருகசீரிடம்" என்பன போன்ற பெயர்களிட்டனர். தொலை காட்டிகளின் உதவியால் அதிகமான புதிய விண்மீன் குழுக்களைக் கண்டுபிடித்தபோதிலும், சென்ற மூவாயிரம் ஆண்டு காலமாக முன்கூறிய விண்மீன் குழுக்களின் கோலம் மாறாதிருந்தமையின் முதல் அவைகளுக்கு இட்டு வழங்கி வந்த பெயர்களையே நாம் இன்றும் வழங்குகின்றோம். விண்மீன் படமொன்றின் உதவியைக் கொண்டு சற்றுப் பொறுமையுடன் பார்த்தால் முக்கியமான விண்மீன்குழுக்களை அவதானித்தல் கூடும்.

விண்மீன் குழுக்களில் சிலவற்றை அறிந்துகொண்ட பின்னர் ஒரே இரவில் வெவ்வேறு நேரங்களில் அவைகளின் நிலையைக் குறித்துப் படமொன்று வரைக. அவைகள் ஒன்றையொன்று விட்டுவிலகாதிருந்தபோதிலும் விண்மீன் மண்டலம் முழுவதும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து இயங்குவதுபோற் காணப்படும். பொழுது படும் நேரத்தில் கிழக்கு வானத்தின் அடிப்பகுதியில் தோற்றிய விண்மீன் கூட்டங்கள் நேரம் போகப்போக மேலே கிளம்பி வருவதையும், இன்னும் வேறு சில அடிவானத்தின் கீழிருந்து எழுவதாகவும் தோன்றும். விடியற் காலத்தில், விண்மீன்களுள் மிகப் பிரகாசமான சூரியன் கிழக்குவானத்தில் தோற்றுவதைக் காணலாம். விண்மீன்களெல்லாம் வான்முனைவுகளுக்கூடாகத் தனது சுழலச்சானது செல்கின்ற ஒரு கவிழ்க்கப்பெற்ற மிகப் பிரமாண்டமான கிண்ணத்திலுள்ள துளைகள்போலக் காட்சியளிக்கின்றன. உண்மையாக, ஆதிகால மனிதர் இவ்வாறே நம்பி வந்தனர். பின்பு, பூமியே தனது அச்சில் மேற்கிருந்து கிழக்கு நோக்கிச் சுழன்றுகொண்டு வலம் வருவதாக அம்மனிதர்கள் உணரக்கூடியதாக இருந்தது. பூமியின் கற்பனை அச்சை வான்மண்டலத்தில் இருபுறமும் நீட்டும் பொழுது அது விண்மீன்களெல்லாம் பற்றிச்சுழலும் இரு புள்ளிகளைக் காட்டும். வடக்கு அரைக்கோளத்தில் இம்முனைகளுள் ஒன்று உண்மையாகவே சிறிய வட துருவ விண்மீனால் குறிக்கப்படுகின்றது.

தென்துருவத்தில் அப்படியானவொரு விண்மீன் இல்லை. உண்மையான வான் தென்துருவம் " தென்சிலுவை " என்னும் விண்மீன் குழுவிற்குக் கிட்ட இருக்கின்றது.

பூமி சுழல்வதால் உண்டாகும் வானுலகங்களின் தோற்ற அசைவை, தெளிவாகச் செய்து காட்டுவதற்கு, வான்முனையொன்றை நோக்கி இராக் காலத்தில் 8 மணி நேரமளவில் திறந்து வைத்தெடுத்த ஒளிப்படமொன்று உதவிபுரியும். அப்படியான ஒளிப்படம், முனையை ஒரே மையமாகக் கொண்டுள்ள வட்டங்களின் விற்களை விண்ணுடுக்களின் பாதைகளாகக் காட்டும். நிலையான விண்ணுடுப் பின்னணியிலே பூமியானது ஒரு வட்டப் பாதையிலே படப்பெட்டியைக் கொண்டு இயங்குவதனால் இப்படியான சுவடுகள் இடப் படுகின்றன.

நீங்கள் இராக்காலத்தில் இனிக் கவனிக்க வேண்டியது கோள்களைப் பற்றியாகும் (அலையும் குழு). இவை " நிலையாகவுள்ள " விண்ணுடுப் பின்னணிக்கெதிரே இரவு தோறும் இடம் விட்டு இடம் மாறும் பிரகாச முள்ள விண்ணுடுப்போன்ற பொருள்களாகும். அவைகளின் தோற்ற இயக்கம் விளங்கிக்கொள்ள எளிதானதன்று. உதாரணமாய், பல மாதங் களுக்கு ஒரு கோள் விண்ணுடுக் குழுக்களுக்கூடே கிழக்கு நோக்கிச் செல்வ தாகத் தோற்றும். பின்பு அது மேற்கு நோக்கியும், திரும்பக் கிழக்கு நோக்கிச் செல்வதாகவும் தோற்றும். கோள்கள் உறுதியான வெளிச் சத்துடன் பிரகாசிப்பதை யிட்டும் விண்ணுடுக்களினின்று வேறுபடுகின்றன. அவைகள் மினுமினுப்பதில்லை.

இவை எல்லாவற்றுள்ளும் மிகவும் தெளிவாகத் தெரியும் வான் பொருள் சந்திரனாகும். நாள்தோறும் அதை மாலை நேரங்களில் குறித்த அதே நேரத்திற் கவனிப்பீராயின், அது இளம்பிறை வடிவத்தினின்று பூரணைச் சந்திரன் வரை தோற்ற மாற்றங்கள் அடைவதைவிட, அதுவும் விண்மீன் பின்னணியில் அலைந்து திரிகின்றது.

கோள்களின் இயக்கமும் சந்திரனின் இயக்கமும் ஓரளவிற்குப் பூமியின் சுழற்சி காரணமாக நிகழ்வதென்றும் (அதாவது விண்ணுடுக்களின் தோற்ற இயக்கத்தைப் போலவென்றும்) இன்னும் அதைவிட ஓரளவிற்கு வானுலகில் கோள்களினதும் சந்திரனினதும் உண்மையான இயக்கத்தினா லென்றும் நாம் அறிவோம். பூமியானது தனது அச்சுபற்றிச் சுழன்று கொண்டு அதே சமயம் தனக்கு மிகவும் அண்மையிலுள்ள விண்மீனாகிய சூரியனை வலம்வரும் ஒரு பெரிய கோளம் என நாம் அறிவோம். தமது இயக்கத்தைப் பொறுத்தளவில் கோள்கள் பூமியைப் போன்றனவாம். அவை சூரிய குடும்பத்தைச் சேர்ந்தனவாகும். சந்திரன் சூரியனின் உப

கோளாகும். (அதாவது அது சுழன்றுவரும் ஒழுக்கு (பாதை) பூமியைச் சுற்றி இருக்கும்). அத்துடன் அது பூமியைச் சுற்றித் தனது உறுதியான பாதையில் சுழன்றுகொண்டு வரும்போது அது சூரியனைச் சுற்றி பூமியினது வழியே கொண்டு செல்லப்படுகின்றது.

உடுக்கள் (விண்மீன்கள்)

உடுக்களெல்லாம் எம்மிடமிருந்து பல இலட்சக்கணக்கான மைல் தூரங்களுக்கப்பாலுள்ளதும் பல பருமன்களையுடையதுமான ஞாயிறுகளாகும். எங்கள் ஞாயிறு (சூரியன்) உண்மையில் பூமியின் விட்டத்தை ஏறக்குறைய 100 மடங்கு கொண்டதும் 930 இலட்சம் மைல்களுக்கப்பாலுள்ளதுமான ஒரு சிறிய விண்மீனாகும். ஏனைய உடுக்களைப் போல, அது எப்போதும் ஒளியையும் வெப்பத்தையும் வீசியவண்ணமே இருக்கின்றது. அதன் மேற்பரப்பு, 6000°ச வெப்ப நிலையிலிருப்பதாக மதிப்பிடப்பட்ட ஒரு பிரமாண்டமானதும் நெருப்புமயமானதுமான வாயுமண்டலமெனக் கிரகண காலங்களில் நாம் பார்க்கக்கூடியதாக இருக்கின்றது. (உரு. 176 ஐப் பார்க்க).

சூரியனைத் தவிர அடுத்தபடியாக எங்களுக்கு மிக அண்மையிலிருக்கும் உருவானது (விண்மீன்) 25 இலட்சம் கோடி மைல்களுக்கப்பாலிருக்கின்றது. இவ்வகைப் பிரமாண்டமான தூரங்களை அளப்பதற்கு ஒரு மைலானது மிகச் சிறிய ஓர் அலகாயிருக்கின்றமையின் “ஒளிவருடம்” என்னும் வான சாத்திரத்திற்குரிய அலகைப் பிரயோகிக்கின்றோம். ஒளியானது செக்கனுக்கு 186,000 மைல்வீதம் தாவிச் செல்கின்றது. ஒரு வருடத்தில் அது 5,880,000,000,000 மைல்தூரம் செல்லும். இத்தூரமானது ஒரு ஒளிவருடமாகும். எமக்கு நன்கு புலப்படும் “சிறியசு” எனும் (நாய் உடு) மிகக் கிட்டிய விண்மீன் 8·6 ஒளி வருடங்களுக்கப்பாலுள்ளது ; அதாவது சிறியசு எனும் விண்மீனிலிருந்து புறப்படும் ஒளியானது செக்கனுக்கு 186,000 மைல்வீதம் சென்று எமது பூமியை வந்து சேர 8·6 வருடங்கள் செல்கின்றன ; வானவெளியில் இலட்சக்கணக்கான விண்மீன்கள் உள. இவற்றுட் சில சூரியனைவிடப் பெரியனவாகவும் சில சிறியனவாகவும், சில அதைவிட வெப்பம் கூடியனவாகவும் சில குறைந்தனவாகவும் இருக்கின்றன. இவைகளுள் மிகப் பிரமாண்டமானது 4,000 இலட்சம் மைல்கள் விட்டங்கொண்ட “பிரதம விருச்சியம்[1]” (Antares) ஆகும். பூமியிலிருந்து பார்க்கும் பொழுது, விண்மீன்களுட் பெரும்பாலானவை வானவீதியிலே “பால்வீதி” என்று அழைக்கப்படும் ஓர் வட்டவடிவமான வலய உருவிற் காட்சியளிக்கின்றன. விண்மீன்கள் பல ஏறக்குறைய 30,000 இலட்சம்வரை ஒன்று சேர்ந்து “விண்ணுடுத் தொகுதி” என்று வழங்கும் தொகுதியாக இருக்கின்றனவென்று வானியல் விற்பன்னர்கள் (வானசாத்திரிகள்) இப்பொழுது கருதுகின்றார்கள். இத்தொகுதியானது வில்லைவடிவானதாயும்

---

[1] பிரதம விருச்சியமானது, தாராகண விருச்சிய இராசியின் இருதயத்திலமைந்த செந்நிற உடுவாகும்.

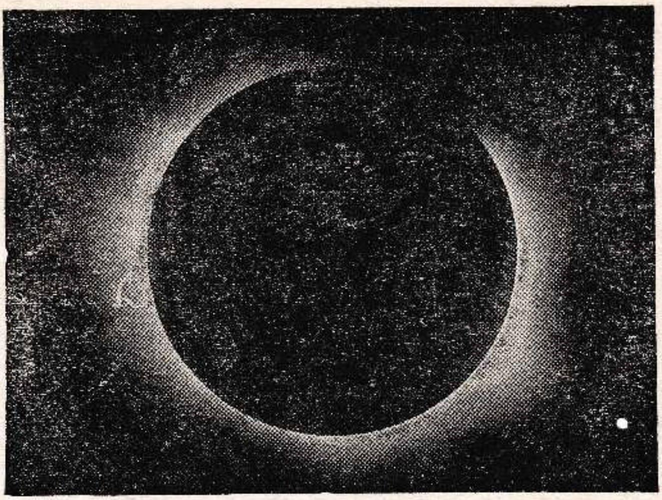
மிகவும் பிரமாண்டமானதாயுமுளது. இத்தொகுதியொன்றின் விட்டம் ஏறக்குறைய 2,500,000 ஒளிவருடங்கள் ஆகும்; இப்படியான பெரிய விண்ணுடுத்தொகுதிகள் ஒன்றல்ல இன்னும் பல இருக்கின்றனவெனவும் அவர்கள் கருதுகிறார்கள். ஞாயிற்றுத் தொகுதியானது, இந்த விண்ணுடுத் தொகுதியின் விளிம்பிலும் பார்க்க மையத்தை அணுகியிருக்கின்றது. எனவே நாம் பூமியிலிருந்து விண்ணை நோக்கும்பொழுது விண்மீன்களுட் பெரும்பாலானவை "பால்வீதியின்" நடுப்பகுதியில் திரண்டு இருப்பதாகத் தோற்றம் அளிக்கின்றன. நம் விண்ணுடுத் தொகுதியிலுள்ள இலட்சக் கணக்கான விண்மீன்களுள் ஒன்றான எங்கள் ஞாயிறானதும் பல கோள்களினாற் சூழப்பட்டுள்ளது. இக்கோள்களுள் ஒன்றே எமது பூமி; பிரபஞ்சத்தின் அகன்ற வெளியிலே, ஒப்பளவில், இது ஒரு சிறிய துணிக்கையாகும்.

ஞாயிற்றுத்தொகுதி

ஞாயிறும் அதனைச் சுற்றிவரும் கோள்களும் சேர்ந்து "ஞாயிற்றுத் தொகுதி" என்று கூறப்படும்; இத்தொகுதியானது சூரியனையும், தம் மதிகளுடன் கூடிய ஒன்பது கோள்களையும், சிறுகோள்களையும், வால் வெள்ளிகளையும், இன்னும் வேறு வளிமண்டலப் பொருட்களையும் கொண்டுள்ளதாகும்.

ஞாயிறானது தனது தொகுதியிலுள்ள கோள்களுக்கும் ஏனைய பொருட்களுக்கும் வெப்பத்தையும் வெளிச்சத்தையும் கொடுக்கும் ஓர் மிகப் பெரிய பிரமாண்டமான வெம்கோளமாகும். வெளிப்புறத்தில் அதன் வெப்பநிலை ஏறக்குறைய 6,000°ச அளவினதாகும். அதன் மையத்தில் அதனுடைய வெப்பநிலை 400 இலட்சம் பாகைகள் என மதிப்பிடப்பட்டுளது. எனினும் நாம் அறிந்த அளவில் ஞாயிறானது எவ்விதப்பட்ட தகனத்தினாலும் அழிந்துபோவதாகத் தெரியவில்லை. ஞாயிற்றிலே அணுக்கள் இடைவிடாது எந்நேரமும் பிளக்கப்பட்டும் பின்பு சேர்க்கப்பட்டும் இருக்கின்றமையினால், ஞாயிறானது தனது சக்தியை இந்த அணு ஊற்றிலிருந்தே பெறுகின்றதெனக் கருதுதல் பொருத்தமானதாகும். இடையிடையே சூரியனின் தட்டில் (மத்திய பாகத்தில்) சிறிய இருண்ட சூரியப் புள்ளிகள் தோன்றப் பெறினும், சாதாரணமாகச் சூரியனானது மிகவும் பிரகாசிக்கின்றமையினால், நாம் அதன் ஒளியை மட்டுமே ஆராய்ந்து அறியக்கூடியதாயிருக்கின்றது. எனினும், சந்திரனானது இடையிடையே சூரியனின் முழுக் கிரகணத்தை உண்டாக்கும் வேளைகளில், சூரியனின் மத்திய பாகத்திலிருந்து வரும் ஒளியானது தடைப்படும். அத்தருணங்களில் இந்த நட்சத்திரமாகிய சூரியனின் முழு அழகையும் கண்ணுறக் கண்டு களித்தல் கூடும். இம்மாதிரியாகச் சந்திரனால் மறைக்கப்பட்ட (சூரியனின் மத்திய பாகமாகிய) தட்டானது (ஐதரசன், ஈலியம், கல்சியம் ஆகிய மூலகங்களைக் கொண்ட)

பிரகாசமான சிவப்பு நிறங்கொண்ட ஒரு வளையத்தால் சூழப்பட்டிருப்ப தைக் காணலாம். இந்த வளையத்திலிருந்து பல நூற்றுயிரம் மைல்கள் உயரத்திற்கு மிகப் பிரகாசமான நிறங்களைக்கொண்ட "பிதுக்கங்கள்" (Prominences) கிளம்புகின்றன. இவைகள் வளையவடிவமாயிருக்கும் "ஒளி வட்டம்" எனும் வெளிச்சத்திற்குள் புகுமளவிற்குக் கிளம்புகின்றன. இந்த ஒளிவட்டமானது சிறு துணிக்கைகளில் ஒளி விழுந்து தெறிப்பதனுல் உண்டாகும் தோற்றமாகும். (176 ஆம் படத்தைப் பார்க்க.)



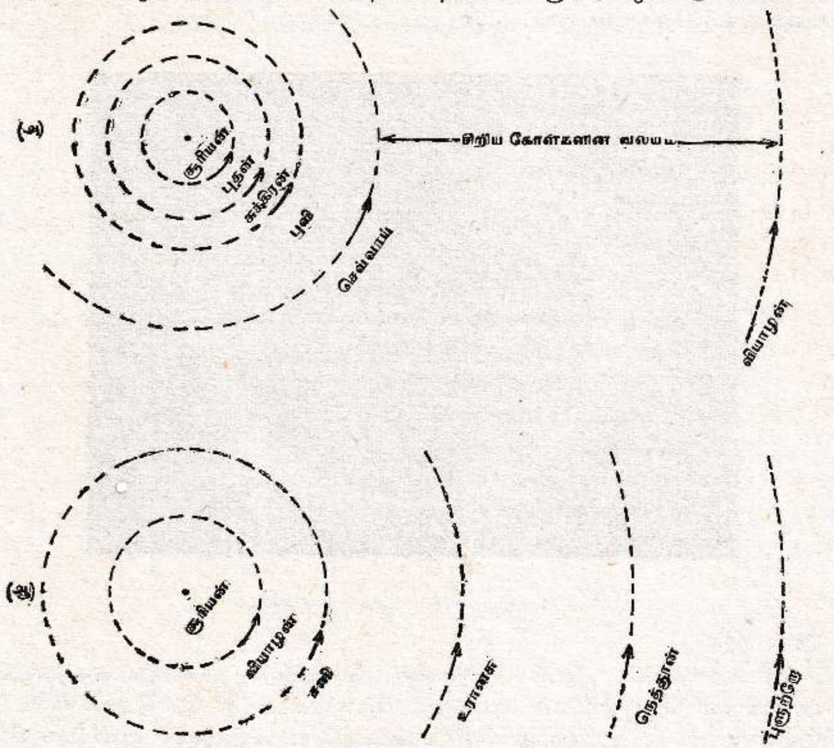
உருவம் 176. சூரிய கிரகணம்.

கோள்கள்

கோள்களானவை பெரிய உடுக்களைப் போலவோ, அல்லது அவற்றைப் பார்க்கிலும் பெரிதாகவோ எமக்குத் தோற்றமளித்த போதிலும் ஒன்பது கோள்களும் ஒப்பீட்டளவில் சிறிதானவைகளே. அவைகள் ஒப்பீட்டளவில் எமக்கு அண்மையிலிருக்கின்றமையினுல் பெரிதாகத் தோன்றுகின்றன. இன்னும் அவற்றின் ஒளி சூரியனின் ஒளியே அவற்றில் விழுந்து தெறித்து வருவது பற்றி அவை (கோள்கள்) உடுக்களினின்றும் வேற்றுமைப்படு கின்றன. அவைகளெல்லாம் திண்மத்தன்மையான ஒரு மேல் ஓட்டைக் கொண்டனவாகும். அவைகளுட் சில பூமியைவிட மிகக் கூடிய வெப்ப நிலையிலிருந்த போதிலும், அவற்றின் ஒளியோ, வெப்பமோ வென்று சொல்லக்கூடிய எவ்விதக் கதிர்களையும் அவை வீசுவதில்லை. அவைக ளெல்லாம் சூரியனைச் சுற்றி ஒரே திசையில் மேற்கிலிருந்து கிழக்கு நோக்கி வலம் வருகின்றன. ஆனுல் அவைகளெல்லாம் வெவ்வேறு வேகங்களுடன் வெவ்வேறு பாதைகளில் நின்று வலம் வருகின்றன. அவற்றின் பாதைகள் ஏறக்குறைய வட்டவடிவமான நீள்வளையங்களாகும்.

இக்கோள்களுட் பெரும்பாலானவை தத்தம் அச்சுக்கள் பற்றி மேற்கிருந்து கிழக்கு நோக்கிச் சுழல்கின்றனவாக அறியக்கிடக்கின்றது. அவை சூரியனி லுள்ள அதே இரசாயன மூலங்களை அல்லது அவற்றுட் சிலவற்றையேனும் கொண்டுள்ளன.

சூரியனுக்கு மிகவும் அண்மையிலுள்ள புதன், சுக்கிரன், பூமி ஆகிய கோள்கள் ஒப்பீட்டளவில் மிகவும் சிறியனவாகும் ; ஒன்பது கோள்க



உருவம் 177. அளவுத்திட்டப்படி கோள்களின் ஒழுக்குகள்.
(அ) சூரியனுக்குக் கிட்டவுள்ள கோள்களின் ஒழுக்குகள்.
(ஆ) தொலைவிலுள்ள கோள்களின் ஒழுக்குகள். தொலைவிலுள்ள கோள் களை இப்பக்கத்திற் காட்டுவதற்காக (ஆ), (அ) இலும் பார்க்கக் கிட்டத் தட்ட எண்மடங்கு சிறிதாக வரையப்பட்டுள்ளது.

ளுள்ளும் வெளிப்புறக் கடையில் இருக்கின்றதும் மிக்க அண்மைக் காலத் திற் கண்டு பிடிக்கப்பட்டதுமான "புளுட்டோ" உம் அத்தன்மையதே. எல்லாவற்றுள்ளும் மிகப் பெரிய கோள் "வியாழன்" ஆகும். உரு. 177 இல் அளவுத்திட்டத்தின்படி வரையப்பட்டுள்ள அவற்றின் ஒழுக்குகள் காட்டப்பட்டுள்ளன ; இன்னும் கீழே, அட்டவணை I இல் வேறும் மேலதிக மான சில விபரங்கள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

சூரியத் தொகுதியிலுள்ள கோள்களின் ஒப்பளவுப் பருமன்களைப் பின் வரும் எடுத்துக்காட்டினால் ஓரளவிற்குத் தெளிவுபடுத்தலாம். 2 அடி விட்டமுள்ள கோளமொன்று சூரியனைக் குறிப்பதாகுக. அவ்வாறாயின் புதனானது 164 அடி விட்டமுள்ள வட்டத்தின் பரிதியில் இருக்கின்ற ஓர் சிறு கடுகினால் குறிக்கப்படும் ; பூமியானது 430 அடி விட்டமுள்ள வட்டத்தின் பரிதியிலிருக்கின்ற ஒரு சிறு பயற்றினாற் குறிக்கப்படும். வியாழனானது அரை மைல் விட்டமுள்ள வட்ட மொன்றின் பரிதியிலுள்ள ஓர் தோடம் பழத்தாற் குறிக்கப்படும்.

அட்டவணை I

கோள்	மத்தியகோட்டு விட்டம் (மைல்கள்)	சூரியனிலிருந் துள்ள தூரம் (இலட்சம் மைல்கள்)	சுற்றற்காலம்	சந்திரன்கள் (தொகை)
புதன்	3,000	360	88 நாட்கள்	0
சுக்கிரன்	7,580	670	225 நாட்கள்	0
பூமி	7,926	930	365¼ நாட்கள்	1
செவ்வாய்	4,220	1410	1·88 வரு.	2
வியாழன்	88,700	4830	11·86 வரு.	11
புளூட்டோ	2,000	36,800	249·2 வரு.	—

ஏனைய கோள்களாவன, சனி, உரானசு, நெப்தியூன் என்பனவைகளாம். சுக்கிரனானது பருமனிலும் நிறையிலும் பூமியினின்றும் வேறுபட்டதன்று. அது சூரியனுக்கு அண்மையிலிருக்கின்றமையினால் சூரிய அஸ்தமனத் திற்குப் பின்பும், சூரிய உதயத்திற்கு முன்பும் வானில் தோற்றமளிக்கும். வாய்ப்பான நேரங்களில் வானில் தோற்றமளிக்கும் பொருட்களுள் இதுவே மிகப் பிரகாசமான பொருளாகும். அத்தன்மையில் இது பட்டப்பகல் நேரங்களிலும் தோற்றமளிக்கும். இது சந்திரனைப் போலக் கலைக்கூறுகளைக் காட்டும் தன்மையுடையது. எங்களுக்கு மிகவும் அண்மையாயிருக்கும் கோள் இதுவேயாகும். ஆனால் எந்நேரமும் முகில் நிறைந்த வளிமண்டலத்தினால் அதன் மேற்பரப்பு மறைக்கப்பட்டிருக்கின்றமையினால், அதைப்பற்றி எமக் குத் தெரிந்தது எதுவுமில்லையென்றே சொல்லலாம். சுக்கிரனில் உயி ரினங்கள் இருத்தல் கூடும். ஆனால் அதைப்பற்றித் திடமாகக் கூறுவதற்குப் போதிய சான்றுகள் இல்லை.

செவ்வாயானது பூமியின் விட்டத்தின் அரைப்பங்கை உடையதாகும். எங்களுக்கு மிகவும் அண்மையில் அது சுழன்றுகொண்டு செல்லும் பொழுது அது 350 இலட்சம் மைல்களுக்கப்பால் உள்ளது. எனினும் திறமைவாய்ந்த தற்காலய தொலைகாட்டிகளினாலும் வேறும் ஆய்கருவி

களினுலும் அதன் மேற்பரப்பையிட்டு அதிகம் அறியக்கிடக்கின்றது. அதன் வளிமண்டலம் ஒட்சிசனையும் நீராவியையும் கொண்டுளதாயிருத்தல் கூடும். அத்துடன் செவ்வாயின் வளிமண்டலமானது எங்கள் வளிமண்டலத்தைவிட அடர்த்தியில் எவ்வளவோ குறைவானதாயிருப்பினும், செவ்வாயில் உயிரினங்கள் இருத்தல் கூடும். இந்தக் கோளின் மேற்பரப்பில் வெவ்வேறு நிறங்களைக்கொண்ட பிரதேசங்கள் காணப்படுகின்றன. இந்தப் பிரதேசங்களுட் சில பருவகாலங்களுக்கேற்பப் பருமனளவில் மாறுதல் அடைகின்றன. இதிலிருந்து அப்பிரதேசங்கள் புல்பூண்டுகளினுல் ஒரு சமயம் மூடப்பட்டிருத்தல் கூடுமெனக் கருதக்கூடியதாயிருக்கின்றது. பூமியின் துருவப் பிரதேசங்கள் பனிமழையினுல் அல்லது பனிக்கட்டியினுல் அல்லது பார்வையில் அதைப்போன்ற ஒன்றினுல் மூடப்பட்டிருப்பதுபோலச் செவ்வாயின் துருவப் பிரதேசங்களும் அவற்றினுல் மூடப்பட்டிருப்பது இங்கு கவனிக்கத்தக்கது. இன்னும் துருவமுடிப்பகுதியாகிய பிரதேசங்களின் பரப்பும் அளவில் பருவகாலங்களோடு கூடியும் குறைந்தும் இருப்பது கவனிக்கத்தக்கது.

சந்திரன்

சந்திரனுனது, 240,000 மைல்களை மட்டும் ஆரையாகக் கொண்ட ஒரு வட்டத்தில் 27 நாட்களுக்கொருமுறை பூமியைச் சுற்றி வலம்வருகின்ற அதன் ஓர் உபகோளாகும். சந்திரனின் விட்டம் பூமியின் விட்டத்தினது காற்பங்கேயாகும். அதன் ஒளியானது சூரியனிலிருந்து வந்து அதிற்றெறித்து வரும் ஒளியேயாகும். ஒரே நேரத்தில் சந்திரனது மேற்பரப்பின் அரைப்பாகம் மட்டுமே ஒளியைப் பெறுகின்றது. அமாவாசைக் காலங்களில் அது தனது ஒளிபெருப் பக்கத்தையும், பௌர்ணமிக் காலங்களில் ஒளி பெறும் பாகத்தை முற்ருகவும், இன்னும் ஏனைய காலங்களில் ஒளி பெறும் பாகத்தின் ஒரு பகுதியையுமட்டுமே பூமியின் திசையில் வைத்திருக்கிறது.

சந்திரனுக்கு வளிமண்டலம் இல்லை. அதில் உயிரினங்கள் இல்லையென்று திடமாகச் சொல்லலாம். அது குறிப்பிடத்தக்க மலைச்சிகரங்களையும், கிண்ணக்குழிகளையும், வனந்தரச் சமவெளிகளையுமுடைய உயிரற்ற ஓர் உலகம். அதன் மேற்பரப்பில் அரிமானம் யாதும் இல்லாமையினுல் அது மாற்றமில்லாத ஓர் உலகமாகும்.

சமுத்திரங்களிலுள்ள நீரில் உண்டாகும் வற்றுப்பெருக்கிற்கு முக்கியமான காரணம் சந்திரனுனது பூமியிலும் அதிலுள்ள சமுத்திரங்களின் நீரிலும் கொள்ளும் கவர்ச்சி ஈர்ப்பேயாகும். சமுத்திர நீரானது சந்திரனிற்கு நேர் கீழே இருக்கும் பூமியின் பாகங்களிலும் (இங்கு இப்போ விரித்துக் கூறமுடியாத வேறு காரணங்களையிட்டு) முன்கூறிய பூமியின் பாகங்களுக்கு எதிராகவுள்ள பாகங்களிலும் குவிக்கப்படுகின்றது. பூமி சுழலும் பொழுது இந்த இரு நீர்க்குவியல்களும், சந்திரனுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்குமளவில், அசைவற்று இருப்பனவாகக் காணலாம். எனவே, குறித்த

யாதும் ஓரிடத்தில், நாள் ஒன்றுக்கு நீரின் வற்றுப்பெருக்குகள் இருமுறை நிகழ்கின்றன. அமாவாசைக் காலங்களிலும், பௌர்ணமிக் காலங்களிலும், சூரியனும், பூமியும், சந்திரனும் ஒரே நேர் கோட்டிலிருக்கின்றன. இது காரணமாக சூரியனின் கவர்ச்சி ஈர்ப்பு சேர்வதனால், வற்றுப்பெருக்குக் கூடுதலாக இருக்கும். எனவே இந்நேரங்களில் மிகக்கூடியதும் குறைந்தது மான ஊற்றுப்பெருக்குகள் உண்டாகின்றன.

சிறுகோள்களும், வால்வெள்ளிகளும், ஆகாயக்கற்களும்

கோள்கள் மட்டும் சூரியனைச் சுற்றிச் செல்லும் பொருட்கள் அல்ல. செவ்வாயின் பாதைக்கும் வியாழனின் பாதைக்கும் இடையில் நமது கண்ணால் சாதாரணமாகப் பார்க்க முடியாத ஆயிரக் கணக்கான சிறு சிறு கோள்கள் இருக்கின்றன. இவற்றுள் எதுவும் பூமியின் பருமனளவாயில்லை. இவைகளைவிடச் சிறப்பாகக் குறிப்பிடத்தக்கன வால்வெள்ளிகளாகும். இவற்றுட் சில மிகுந்த பிரகாசத்தை உடையனவாகும். இவற்றுட் பல பாரங்குறைந்த வாயுப் பொருட்களாகும். அவைகள் வலம் வரும் பாதைகள் நீள் வளையங்களாகும். அவைகள் ஏனைய கோள்களைப் போல் பூமியை அடிக்கடி அணுகுவதில்லை. அவைகள் சுழலும் பாதையின் விபரங்கள் தெரிந்திடின் அவை பூமியை அணுகிவரும் நேரங்களைக் கணித்துச் சொல்ல முடியும். இவ்வண்ணமே மிகப் பிரபல்யமான "அல்லியின் வால்வெள்ளி" (Halley's Comet) $75\frac{1}{2}$ வருட சுற்றற் காலத்தைக் கொண்டதாகும். கடைசியாக அது **1910** ஆம் ஆண்டில் தோற்றம் அளித்தது. இவ்வகையான பெரிய வால்வெள்ளிகள் ஒரு கோளைப் போன்று பிரகாசமானதும், பரிவட்டத்தைப் போன்று ஒரு பிரகாசமான வளையத்தினுற் சூழப்பட்டதும் வானிலே அரைப்பங்கு தூரத்திற்கு நீண்டிருக்கும் வாலை உடையதுமான ஒரு உட்கருவையுங் கொண்டதாகும். முற்காலத்தில் வால்வெள்ளிகளைக் காணும்போது அக்கால மனிதர்கள் மிகவும் பயங்கரமடைந்தனர். உண்மையில் அவைகளின் பெரும்பாகம் வாயுத்தன்மையானது. அத்தோடு அவை சூரியனிலிருந்து வருகின்ற ஒளியைப் பெற்றே பிரகாசிக்கின்றன.

"எரிவெள்ளிகள்" என்று கூறப்படும் ஆகாயக்கற்கள் நாம் நன்கு அறிந்தவைகளே. அவைகள் பெரும்பாலும் பொருட்களின் சிறுதுணிக்கைகளே. உதாரணமாக அவைகள் கல்லையும், இரும்பு நிக்கல் ஆகிய உலோகங்களையுங் கொண்டனவாகும். இவற்றுட் சில வால்வெள்ளிகளாக ஒரு காலத்திலிருந்தனவற்றின் எஞ்சிய பொருட்களாயிருத்தல் கூடும். இவைகள் இடையிடையே "பொழிவுகளாக"த் தோற்றம் அளிக்கும். ஏனையவையெல்லாம் கோள்கள் பவனிவரும் வானவெளியிலிருந்து உட்புகும் பொருட்களேயாம். செக்கனுக்கு **30** மைல்வீத வேகத்தில் இவை பூமியின் வளிமண்டலத்தை ஏறக்குறைய **100** மைல் உயரத்தில் வந்து

சேரும்பொழுது அங்கிருக்கின்ற வாயுக்களுடன் உராஞ்சுதல் அவைகளை ஒளிவிடுமளவிற்கு வெப்பமாக்குகின்றது. பூமியின் மேற்பரப்பை வந்து அடையுமுன்னரே அவற்றுட் பெரும்பாலானவை எரிந்துவிடுகின்றன. அப்படியிருந்தும் சில பூமியின் வெளியோட்டை வந்து அடைகின்றன. அவ்வண்ணமாகப் பூமியை வந்து அடைந்த ஆகாயக்கற்களுள் மிகப் பெரிதானது 50 தொன்கள் நிறையையுடையதாகக் காணப்பட்டது. "ஆகாயக் கற்கள்" சேதம் எதும் செய்வதாகத் தெரியவில்லை. எனினும் 1908 ஆம் ஆண்டில் பெரிய கற்களைக் கொண்ட ஒரு பொழிவு சைபீரியா தேசத்தில் மிகுந்த சேதத்தையுண்டாக்கியதாக அறியக்கிடக்கின்றது.

கோள்களின் உற்பத்தி

சூரியனுனது தனது அச்சுப்பற்றிச் சுழலுந்திசையிலேயே சகலகோள்களும் சுழல்கின்றன. அவற்றின் பாதைகளெல்லாம் ஒரே தளத்திலுள்ளனவாகும். அவையெல்லாம் தொடக்கத்தில் சூரியனின் ஒரு பாகமாகவே இருந்தனவென்றும், ஒரு காலத்தில் சூரியனுக்கு வெகு அண்மையாகச் சென்ற ஒரு விண்மீனினுல் சூரியனிலிருந்து கவர்ந்து ஈர்ந்தெடுக்கப் பெற்றனவென்றும் கருதப்பட்டு வருகின்றது. இன்னும் அவை கவர்ந்து ஈர்த்தெடுககப்பெற்றபோது முதலில் மிகவும் வெப்பமான ஒரு நிரலாக ஈர்க்கப்பட்டுப் பின்பு பிளவுபட்டுத் தத்தம் சந்திரன்களைக் கொண்ட வெண்சூடான திரவக் கோள்களாயினவென்றும் கருதப்பட்டு வருகின்றது. இத்திரவக்கோள்கள் படிப்படியாகக் குளிர்ந்து நாளடைவில் திண்ம ஓடுகளாய் உருமாறின. அவை சூரியனைச் சுற்றி இன்னும் சுழன்றவண்ணமே இருக்கின்றன. அவை வானவெளியில் நேர் கோடுகளிலே வீசப்பெற்றுப் பறந்து போகக்கூடியதன்மையை சூரியனின் ஈர்ப்புக் கவர்ச்சி சமநிலைப்படுத்துகின்றது.

பாகம் IV

மின்னியல்

அத்தியாயம் XIV

மின் ஏற்றங்களும் மின் ஓட்டங்களும்

பதினெட்டாம் நூற்றுண்டின் இறுதிவரை வெவ்வேறு பதார்த்தங்களை ஒன்றேடொன்று உரோஞ்சி மின் ஏற்றங்களையும், கணநேர மின்னதிர்ச்சிகளையும் மின்தீப்பொறிகளையும் உண்டாக்கப் பலர் அறிந்திருந்தபோதிலும், தொடர்ந்த மின் ஓட்டங்களை யாரும் அறிந்திலர். உதாரணமாக உலர்ந்த கண்ணுடியொன்று உலர்ந்த பட்டுத்துணியால் உரோஞ்சப்பட்டால், கண்ணுடியில் ஒருவகை மின் ஏற்றமும், பட்டுத்துணியில் இன்னும்வேறு ஓர் வகை மின்னேற்றமும் தோன்றும். மின்னேற்றப்பட்ட இரு பொருட்கள் ஒன்றுக்கொன்று அண்மையில் கொணரப்படும்போது மின்தீப்பொறியொன்று கணநேரத்திற்கு அவற்றிற்கிடையே பாயும் வரை அப்பொருட்கள் இரண்டும் எதிர்ப்பட்டவகைகளில் மின்னேற்றப்படலாம். இயற்கையில் மின்னலைப் போன்ற முக்கிய விளைவுகளை உண்டாக்கியபோதிலும் இந்த "உராய்வுமின்" (அல்லது "நிலைமின்") ஆனது அன்றுட தேவைக்குரிய சக்தியைப் பெறுதற்கு உகந்த முதலிடம் அல்ல. மின் விளக்குகள் தைனமோக்கள், மோட்டார்கள் போன்ற எமது தற்கால மின்சாதனங்களிலெல்லாம் ஓட்டமின் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. இது புதுவிதமான முறையில் உண்டாக்கப்படுகின்றது. ஆனுல் இதுவும் உராய்வுமின்னின் முக்கியமான இயல்புகளையுடையதெனப் பின்பு நீர் அறிவீர்.

நிலைமின்னியல்

மின் ஏற்றப்பட்ட பொருட்கள் வேறு பொருட்களைக் கவர்ந்து இழுக்கின்றன. அப்படியான பொருட்கள், பொருத்தமான சூழ்நிலைகளில் இயங்கி வேலைசெய்தல் கூடும். மின்னுனது "சத்தி" இன் ஒரு வகைத் தோற்றம் என்பதை இது காட்டுகின்றது.

உராய்வினுல் ஆக்கப்படும் மின் (தேய்த்தல்)[1]

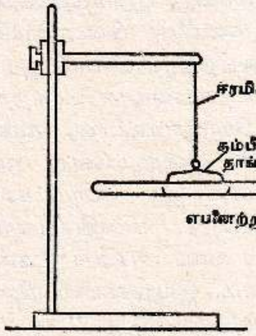
(1) எபனைற்றுக் கோலொன்றை அல்லது முத்திரை அரக்குக் கோலொன்றை மென் கம்பளத்தால் அல்லது பூனைத்தோலால் தேய்க்க. அதன்பின்பு

[1] வளிமண்டலம் ஈரப்பற்றின்றி இருந்தாலேயொழிய உராய்வு மின்னுடன் தொடர்புள்ள பரிசோதனைகள் நடத்துவது அசாத்தியம்.

தாள், வைக்கோல், மயிர், பொற்ருள் ஆகியவற்றின் சிறு துண்டுகளின் அண்மையில் பிடிக்க. கோலானது இந்நிலையில் அருட்டப்பட்டிருக்கிறதாகக் கூறப்படும். அது "நிலைமின்" ஆல் அல்லது "உராய்வுமின்" ஆல் மின் ஏற்றப் பெற்றிருக்கின்றது.

(2) சுத்தமானதும் சற்றுச் சூடானதுமான கண்ணுடிக் கோலொன்றைப் பட்டினுற் றேய்த்து இப்பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்க.

(3) இழையொன்றினுற் றெங்க விடப்பெற்ற தாள் ஏந்தியொன்றில் அல்லது கவிழ்க்கப்பட்ட கடிகாரக் கண்ணுடியொன்றில் மரத்தினுற் செய்யப்பெற்ற வரைகோலொன்றைச் சமநிலைப் படுத்துக. அதன் பின்பு மின்னேற்றிய எபனேற்றுக் கோலொன்றை வரைகோலின் ஒரு முனைக்கு அண்மையிற் கொணர்க.



உருவம் 178. மின் ஏற்றங்கள்.

மின் ஏற்றங்கள் உராய்வினுல் உற்பத்தியாகின்றன. இவைகள் எபனேற்று, பட்டு, கந்தகம், முத்திரை அரக்கு ஆதியனவற்றில் நிலையாக நிற்கின்றன. இந்த மின் ஏற்றங்கள் அண்மையிலிருக்கும் பாரமற்ற பொருட்களைக் கவர்ந்து இழுக்கின்றன. செம்பினுல், அல்லது இரும்பினுல் அல்லது வேறு யாதும் உலோகத்தினுல் செய்யப்பட்ட கோல்கள் உரோஞ்சப்படும் போது கையினுல் தாங்கப்பெற்றிருப்பின், அவை மேலே சொல்லப்பட்ட கவரும் ஆற்றலைப் பெரு. இது இவ்வாறிருப்பது ஏனென்பதைப் பின்பு ஆராய்வோம்.

இருவகை மின்களும் அவற்றின் கவர்ச்சியும்—தள்ளுகையும்

(1) எபனேற்றுக்கோல் ஒன்றை மென்கம்பளத்தால் உரோஞ்சி மின் ஏற்றிய பின்பு அதனை உரு. 178 இற் காட்டியவாறு கம்பி ஏந்தியொன்றினுற் சமநிலைப்படுத்துக. அதன் ஒரு முனையின் அண்மைக்கு வேருேர் மின் ஏற்றப்பட்ட எபனேற்றுக்கோலைக் கொணர்க. அவைகள் ஒன்றையொன்று தள்ளுகின்றன. மின் ஏற்றிய இரு கண்ணுடிக் கோல்களைப் பிரயோகித்து இப் பரிசோதனையைத் திரும்பவும் நடாத்துக. அவைகளும் ஒன்றையொன்று தள்ளும். எனவே ஒத்த மின் ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளும் என்ற முடிபுக்கு வருகின்ருேம்.

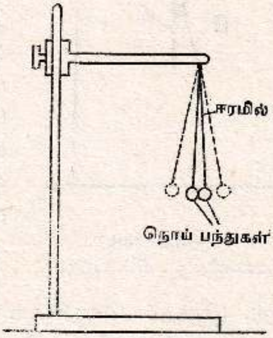
(2) முன்போலவே மின் ஏற்றிய எபனேற்றுக் கோலைச் சமநிலைப்படுத்துக. அதன் பின்பு மின் ஏற்றிய கண்ணுடிக்கோல் ஒன்றை அதன் அண்மையிற் கொணர்க. அவைகள் ஒன்றையொன்று கவரும்.

" நிலைமின் " இல் இருவகைகள் உண்டு என்றும், ஒத்த மின் ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று கவர, ஒவ்வா ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளு மென்றும் கருதுவோமாயின் மேலே கவனித்தவைகளை நாம் விளக்கலாம். வசதிக்காகக் கண்ணுடியில் தோன்றும் மின் வகையை " நேர்மின் " என்றும் எபனேட்டில் தோன்றும் மின்வகையை " எதிர்மின் " என்றும் கூறுகிறோம்.

மின் கடத்திகளும் கடத்தலிலிகளும்

மின் கடத்தியானது மின் ஏற்றங்களை முன்னேக்கி நகரவிடும் ஒரு பதார்த்தமாகும். உலோகங்கள் எளிதிற் கடத்திகளாகும். (செம்புக் கோலொன்று உரோஞ்சப்படும்போது, உராய்வினுல் உற்பத்தியாகும் மின் ஏற்றங்கள் கோலிற்றங்கி நில்லாது அது வழியே ஓடி அக்கோலைப் பிடித்து நிற்பவரைச் சேரும்). நீர் ஓர் கடத்தியாகும். அவ்வாறே ஈரப் பற்றுள்ள காற்றும். (நிலைமின்னியலைச் சார்ந்த பரிசோதனைகளை எப்பொழுதும் ஈரப் பதம் அதிகமாயுள்ள நீர் வளம் பொருந்திய பூமத்தியரேகைப் பிரதேசங் களில் நடாத்துதற்குரிய தடைகளை இது ஒருவாறு விளக்கும்).

ஒரு கடத்தலிலி (அல்லது காவலி) ஆனது மின் ஓட்டத்தைத் தடைசெய்யும் ஓர் பதா ர்த்தமாகும். உதாரணமாக எபனேற்று, கண்ணுடி, கந்தகம், இறப்பர், பீங்கான், ஈரமில் காற்று என்பன வெல்லாம் கடத் தலிலிகளாகும்.



உருவம் 179.
சோற்றிப்பந்து மின்காட்டி

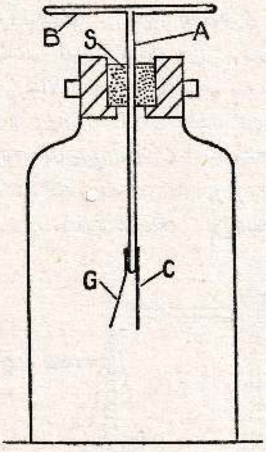
மின்ஏற்றங்களை உணர்ந்துபிடித்தல்

(a) **சோற்றிப்பந்து மின்காட்டி.**—ஒரு மின் காட்டியானது மிகச்சிறிய மின் ஏற்றங்களை உணர்ந்து பிடிப்பதற்கும் அவை எவ்வகை யைச் சேர்ந்தன (நேர் அல்லது எதிர்) என்று அறிவதற்கும் பிரயோகிக்கும் கரு வியாகும். இவ்வகைப்பட்ட ஓர் எளிய மின் காட்டியை உலர்ந்த இரு சோத்திப்பந்துகளை ஈரத்தன்மையில்லாத இரு பட்டு நூல்களினுற் (கடத்தலிலிகள்) கட்டித் தாங்கியொன்றினின்றும் தொங்கவிடுவதனுல் உண்டாக்கலாம். உரு. 179).

எதிர்மின் ஏற்றத்தைக் கொண்ட ஒரு எபனேற்றுக்கோலைச் சோற்றிப் பந்துகளின் அண்மைக்குக் கொணர்க. சிறிய ஒரு கடதாசித் துண்டு முதலில் அசைவது போல அவை கோலை நோக்கி முதலில் அசைவதை அவதானிக்க. கோலை அவை தொட்டதும் அதிலிருந்து விலகிப் பிரிந்து பறக்கின்றன. ஒவ்வொரு பந்தும் கோலைத் தொட்டமையின் எதிர்மின் ஏற்றத்தைக் கொண்டனவாகின்றன. அத்துடன், ஒத்த மின் ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளுவதனுல் அவை பிரிந்து நிற்கின்றன.

இப்பொழுது எதிர்மின் ஏற்றத்தைக்கொண்ட எபனேற்றுக்கோலைச் சோற்றிப்பந்துகள் இரண்டிற்கும் நேர் கீழே கொணர்க. அவைகளின் விரிவு மேலும் அதிகரிக்கும் ஏன் ? பின்பு நேர் மின் ஏற்றப்பட்ட கண்ணடிக் கோலைக் கொணர்க. இப்பொழுது என்ன நேரிடும் ? ஏன் ?

(b) **பொன்னிதழ் மின்காட்டி.**—மேலே கூறிய மின்காட்டியிலும் உணர்வு திறன் கூடியது பொன்னிதழ் மின்காட்டியாகும். இதில் சோற்றிப் பந்துகள் இரண்டிற்குமாக உலோகத்துண்டு கள் இரண்டு உள. இவ்விரு துண்டுகளில் ஒன்று மிகவும் மெல்லியதாயும் பாரமற்ற தாயும் உள்ள பொன்னிதழாகும். இவ்வகை யான ஒரு மின்காட்டி உரு. 180 இற் காண் பிக்கப்பட்டுள்ளது.



உருவம் 180.
பொன்னிதழ் மின்காட்டி.

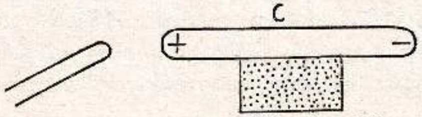
இந்த மின்காட்டியானது வட்டமான பித் தளைத் தகடு B இற்கு பித்தளைக் கோல் A இன் ஒரு முனையைப் பற்றுசு பிடிப்பதனுல் (ஒட்டுதலால்) உண்டாக்கப்படுகிறது. கோலின் மற்ற முனையானது தட்டையான ஒரு தகடு C ஆக அடிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. அக்கோலா னது படத்திற்காட்டியவாறு C எனுந் தகடு ஒரு கண்ணடிப் போத்தலுக்குள் இருக்கும் வண்ணம் தாங்கப்பட்டிருக்கின்றது. கோல் A ஆனது போத்தலின் தக்கையினுள் இருக்கும் கெந்தக காவற் செருகி S இனூடாகச் செல் கின்றது. (இந்தச் செருகியானது சிறிது கெந்தகத்தை உருக்கித் தக்கையி னது துவாரத்தினுள் கோலை வைத்திருக்கக்கூடியதாக அதனுள் ஊற்றி உண்டாக்கப்படும்). G ஆகிய பொன்னிதழ் ஒரு சிறுதுளி பசையினுல் C இற்குச் சமாந்தரமாக இருக்கும் வண்ணம் அதன் மேல் விளிம்பில் ஒட்டப்படும்.

மின் ஏற்றம் சிறிதளவு கொடுக்கப்பட்ட எபனேற்றுக் கோலொன்றைப் பொன்னிதழ் மின்காட்டியின் பித்தளைத் தகட்டைத் தொடும்படியாகக் கொணர்க ; பின்பு கோலை நீக்குக. G ஆகிய இதழ் C இலிருந்து விலகி விரிந்து நிற்கும். எபனேற்றுக் கோலினின்று எதிர்மின்னேற்றங்கள் பொன்

னிதழ் மின்காட்டிக்குள் ஓடிப் பாய்ந்துவிடுகின்றன. இன்னும் அவை G இற்குக் கடத்தப்படுவதனால் அது C இனின்றும் விலகி விரிந்து நிற்கும்; ஒத்த மின் ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளுவதே இதற்குக் காரணம். பொன்னிதழ் மிகவும் மெல்லியதாயும் பாரமற்றதாயுமிருப்பதனால் இந்தப் பொன்னிதழ் மின்காட்டி உணர்திறன் கூடியதாயிருக்கின்றது.

நிலைமின்றூண்டல்

ஒவ்வா மின் ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று கவர்ந்திழுக்கின்றனவென நாம் இப்போது அறிந்துள்ளோம். மின் ஏற்றப்பட்ட கோலொன்று பாரமற்ற சிறு பொருட்களை (உதாரணமாக ஒரு சோத்திப்பந்தை) எக்காரணம்பற்றிக் கவர்ந்திழுக்கின்றதென இன்னுமோர் பரிசோதனை விளக்கும்.



உருவம் 181. நிலைமின்றூண்டல்.

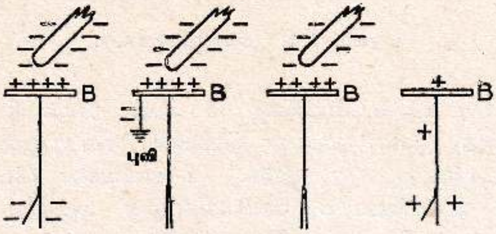
கட்டையான மர உருளையொன்றை (3 அங். நீளம் $\frac{3}{4}$ அங். விட்டம் கொண்டுளதென்க) தகரத்தாலான மெல்லிய தகட்டினால் அதன் மேற் பரப்பு ஒரு கடத்தியாகுமாறு மூடுக. காவலியான (கடத்தலிலியான) நிலைதாங்கியில், உதாரணமாக பரபின்மெழுகு அல்லது முத்திரையிடு மெழுகினாற் செய்யப்பட்ட, ஒரு நிலைதாங்கியில் அமர்த்துக. மின் ஏற்றப் பட்டவொரு எபனைற்றுக் கோலினால் தொடுமுறையாகத் தனித்துத் தூக்கப் பட்டிருக்கும் சோற்றிப் பந்தொன்றிற்கு எதிர் மின்னேற்றுக. தகரத் தகட்டினால் மூடப்பெற்ற உருளையின் அண்மையில் சோற்றிப் பந்தைக் கொண்டுவருதல் முறையாக அதன் ஒவ்வொரு முனையையும் மின் ஏற்றத் திற்கு நுட்பமாய் ஆராய்க. ஒவ்வொரு முனையாலும் அது வலுக்குறைந்து கவரப்படும். நேர் மின்னேற்றப்பட்ட சோற்றிப் பந்தைக் கொண்டு இச் சோதனையைத் திரும்பவுஞ் செய்க; இதுவும் உருளையின் ஒவ்வொரு முனை யாலும் வலுக்குறைந்தே கவரப்படும். ஆகவே உருளையானது மின்னேற்றம் அற்றது அல்லது நடுநிலையானது.

மின்னேற்றிய எபனைற்றுக் கோலொன்றை உருளை முனைக்கு அண்மை யாகக் கொணர்க.

இந்த நிலையிற் கோலை வைத்துக்கொண்டு சோற்றிப்பந்துகளினால் உருளையின் ஒவ்வோர் முனையையும் சோதனை செய்க. உரு. 181 இற் காட்டியவாறு உருளையானது மின்னேற்றப்பட்டிருக்கின்றதெனக் காட்டுக.

எபனேற்றுக் கோலானது உருளையின் இடதுமுனையில் ஒரு நேர் மின்னேற்றத்தையும் அதற்கெதிரேயுள்ள முனையில் சமமான ஒரு எதிர் மின்னேற்றத்தையுந் தூண்டியுளது. அங்கே நிகழ்வது பின்வருமாறு எனக் கருதுகின்றோம். தொடக்கத்திலுள்ள நடுநிலையான கடத்தி C இல் இரு வகை மின்னேற்றங்களுஞ் சமமாகப் பரப்பப்பெற்று இருக்கின்றன. ஒரு முனைக்கு அண்மையில் எதிர் மின்னேற்றப்பட்ட கோலானது கொணரப்பட்ட போது கடத்திவழியே செல்கின்றதான எதிர் மின்னேற்றங்களைக் கோலினின்றும் அது அப்பாற் தள்ளுகின்றது. எனவே முதன்முனையானது நேராகவும் மற்றமுனையானது எதிராகவும் மாறுகின்றன.

இப்பொழுது உருளை C ஆனது பாரமற்றதெனக் கொள்க. எபனேற்றுக் கோலிலுள்ள எதிர்மின்னேற்றமும் C இன் இடது முனையிலுள்ள நேர் மின்னேற்றமும் ஒன்றையொன்று கவர்ந்து இழுக்கும். எனவே உருளையானது கோலை நோக்கி அசையும். எனவே, நிலைமின்றூண்டலானது மின்னேற்றப்பட்ட பொருட்களுக்கும் சிறிய, பாரமற்ற நடுநிலையான (கடத்தும்) பொருட்களுக்கும் இடையேயுள்ள கவர்ச்சியை விளக்குகின்றது.



உருவம் 182. தூண்டலினுல் மின்னேற்றல்.

பொன்னிதழ் மின்காட்டியானது வழக்கமாக மின்றூண்டல் முறையினுலேயே மின்னேற்றப்படுகின்றது. இம்முறை உரு. 182 (a) இல் எடுத்துக் காட்டப்பட்டுளது. மின்காட்டிக்கு நேர்மின் கொடுப்பதற்கு B எனும் தட்டின் அண்மையில் எதிர்மின்னேற்றிய எபனேற்றுக் கோலொன்றைக் கொணர்க. இது B இல் மாறுன நேர் மின்னேற்றத்தையும் G, C என்பனவற்றில் எதிர் மின்னேற்றத்தையுந் தூண்டுகின்றது. எனவே C இனின்றும் G விலகிவிரிந்து நிற்கும்.

அதே நிலையில் எபனேற்றுக் கோலை வைத்துக் கொண்டு, தகடு B ஐத் தொட, எதிர்மின்னேற்றங்கள் பூமியைப் போய்ச் சேர்வதனுல், இதழ் ஆனது சோர்ந்துவிழும். உரு. 182 (b) ஐப் பார்க்க. இப்பொழுது தொடுதலை விடுக்க. நேர்மின்னேற்றம், எபனேற்றுக் கோலிலுள்ள மாறுன மின்னேற்றத்தினுற் கவர்ந்து ஈர்க்கப்படுவதனுல், தகட்டில் நிற்கும். உரு.

182 (c) ஐப் பார்க்க. இப்போது கோலை அகற்றுக. அந்த நேர்மின்னேற்றமானது மின்காட்டி முழுவதிலும் பரந்து நிற்கும், அத்தோடு இதழ் மறுபடியும் விரிந்து நிற்கும். உரு. 182 (d) ஐப் பார்க்க. மின்காட்டியானது தூண்டல் முறையாக நேர்மின்னேற்றப்பட்டிருக்கின்றது. அது இப்பொழுது மின்னேற்றிய வேறு பொருட்களின் குறியை (நேர்+ அல்லது எதிர்-) சோதனை செய்வதற்கு உகந்த ஒரு கருவியாகும்.

(மாற்றமுறையாக, நேர்மின்னேற்றப்பட்ட கண்ணுடிக் கோலைப் பிரயோகிப்பதால் அது எதிர்மின்னேற்றப் பெறலாம்).

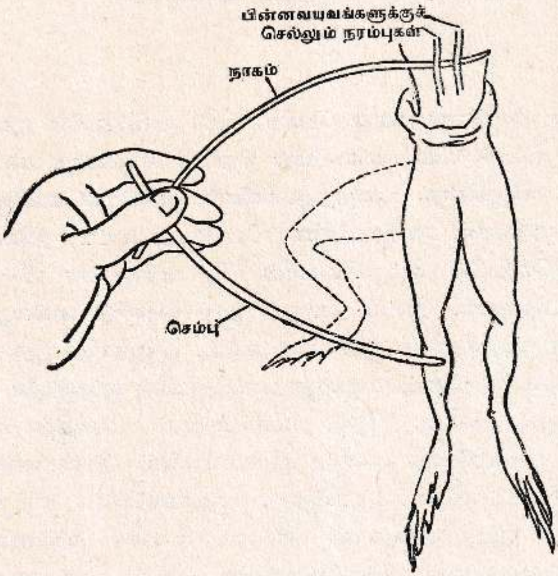
மின்னல்

நிலையான மின்னேற்றங்கள் பெரிய புயல் முகில்களில் உண்டாகின்றன. இவை ஒரு சமயம் விரைவாக மேல் நோக்கி எழுகின்ற காற்றேட்டங்கள் கீழ்முகமாக விழுகின்ற மழைத்துளிகளைக் கிழித்துக்கொண்டு செல்லும் போது உற்பத்தியாகி, அத்துளிகளை மின்னேற்றப்பட்ட நிலையில் விடுதல் கூடும். காலகெதியில் அம்முகில்களில் மிக அதிகமான மின்னேற்றங்கள் வந்து அடைகின்றன. இவை வேறும் ஒரு முகிலில் அல்லது ஒரு கட்டிடத்தில் மின் ஏற்றங்களைத் தூண்டல் கூடும். இறுதியில் இவைகள் இரண்டிற்குமிடையில் மின்னோட்டம் ஒன்று பாய்ந்து மின் ஏற்றங்களை நடுநிலைக்குக் கொண்டுவருதல் கூடும். இந்த மின்னோட்டம் (அரிதிற் கடத்தியாகிய) காற்றூடாகப் பாயும்போது அதைச் சூடாக்கி மிகப் பிரகாசமான ஒரு மின்னற் பளிச்சீட்டை உண்டாக்குகின்றது. சூடாக்கப்பட்ட காற்று சடுதியாய் விரிந்து நாம் இடிமுழக்கமாகக் கேட்கும் அமுக்க அலையை வெளிவிடுகின்றது. இவ்வகையான மின்னிறக்கங்கள் மனிதர் உடல் ஊடாகச் சென்றால், அவை மரணத்திற்கு ஏதுவாயிருத்தல் கூடும்; விலங்குகளை விட எளிதிற் கடத்திகளான மரங்கள் ஊடாக அல்லது கட்டிடங்கள் ஊடாக இவை சென்றால், அவைகளின் பெரும் சூட்டுத்தாக்கத்தினால் பெரிய சேதத்தைப் பெரும்பாலும் உண்டாக்குகின்றன. மின்னேற்றப்பட்ட முகிலிலிருந்து மின்னேற்றம் கட்டிடத்திற்கு யாதும் ஒரு தீங்கு இல்லாது இலகுவாக இறக்கப்படுதற் பொருட்டு உயர்ந்த கட்டிடங்களில் மின்னற் கடத்தி அல்லது மின்னல் தடுப்புக் கருவி இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இப்போது மின் ஓட்டமானது அரிதிற் கடத்தியான கட்டிடத்தின் ஊடாகச் செல்லாது, எளிதிற் கடத்தியான ஒரு உலோகத் தகட்டின் ஊடாகப் பூமிக்குச் செல்லும்.

14—R 6038 (11/59

கடத்தியொன்றிற்கு அளவற்ற மின்னேற்றங்கள் வழங்கப்படின், கடத்தி வழியே திட்டமானதோர் திசையில் ஒரு தொடர்ந்த மின் பாய்ச்சல் இருக்கும். இது ஒரு " மின்னோட்டம் " என்று சொல்லப்படும். பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் இறுதிவரையும் தொடர்ச்சியான மின்னோட்டங்களை உலகறிந் திருக்கவில்லை.

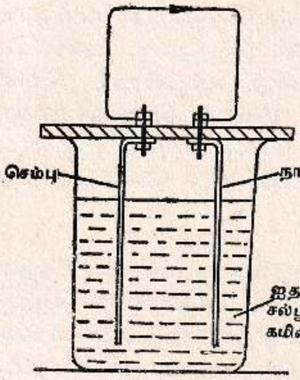
1786 ஆம் ஆண்டில், **கலவாணி** என்னுமோர் இத்தாலியநாட்டு விஞ்ஞானி யானவர் தசையைச் சுருங்கச் செய்யும் அருட்டியாக சிறு மின்னதிர்ச்சியை



உருவம் 183.—கலவாணியின் பரிசோதனை சி–சிங்கு (நாகம்); கு–செம்பு.

உபயோகித்துத் தவளைகளின் நரம்புகளோடும் தசையோடும் பரிசோதனைகளை நடத்துகையில் தொடர்ச்சியான மின்னோட்டத்தை உண்டு பண்ணுவதில் தற்செயலாக முதற்படி எடுத்துவைக்க நேரிட்டது. 183 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போல் ஒருநாள் அவர் செப்புத்துண்டொன்றையும் நாகத் துண்டொன்றையும், ஒன்றையொன்று முட்டுமாறு தன்விரல்களுக்கிடையிற் பிடித்துக்கொண்டு, செம்பின் மற்றந்தம் நரம்பொன்றையும், நாகத்தின் மற்றந்தம் காலின் தசைநாரொன்றையும் முட்டுமாறு செய்தனர். அப்போ தெழுந்த விளைவும் முன்னெழுந்த விளைவைப்போன்றிருந்தது. இவற்றை விளங்கப்படுத்துதற்குத் தவளையின் தசையில் மின்னுண்டென்று கலவாணி

கூறினர். ஆனால் **உவாற்ரே** என்னும் வேறோர் இத்தாலிய விஞ்ஞானி யானவர் தவளையின் கால்களை உதறச் செய்த மின்னானது, செம்பும் நாகமு மாகிய இரு உலோகங்களும் ஒன்றையொன்று தொடுவதனால் உண்டான தென்று கருதினர். பல உலோகச் சோடுகளுடன் அவர் பரிசோதனைகளைச் செய்து, அவற்றின் பேருக, இருவேறு உலோகங்களுள் ஒன்றனோடு இரசாயனத் தாக்கஞ் செய்யவல்லவொரு கரைசலினால் அவ்விரு உலோகங்களும் பிரிக்கப்படு மிடத்து, அவற்றை இணைக்குமொரு கம் பியினூடு மின்னேட்ட மொன்று பாயு மென 1800 ஆம் ஆண்டில் அவர் காண் பித்தார். உப்புக் கரைசலிற்றோய்த்த நுண்துளையுள்ள கடதாசியினால் ஒன்றிலி ருந்தொன்று பிரிக்கப்பட்ட செப்புத்தட் டையும் நாகத்தட்டையுங்கொண்டு முதன் முதல் உவோற்ரு மின்கலத்தை அவரே ஆக்கியுள்ளார்.



உருவம் 184.
எளிதான உவோற்ரு மின்கலம்.

எளிதான உவோற்ரு மின்கலம்

மிக்க எளிதான உவோற்ரு மின்கல மானது ஐனதா சல்பூரிக்கமிலத்தினுள் அமிழ்ந்து கிடக்கும் செப்புத் தக டொன்றும் நாகத் தகடொன்றுஞ் சேர்ந்தானது.

ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தினுள் வியாபார நாகத் தகடொன்றைத் தோய்க்க ஐதரசன் குமிழிகள் எழும். இதனிலிருந்து நாகமானது அமிலத் தால் கரைக்கப்படுகின்றதென்று விளங்கக் கிடக்கின்றது. இதனை " இடத் தாக்கம் " என்பர். வியாபார நாகத்திலிருக்கும் இரும்புங் காபனும் போன்ற மாசுக்களே இதற்குக் காரணமாகும். இரசாயனத் தூய்மையான நாகமோ ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்திற் கரையாது. இந்த இடத்தாக்கத்தை நிகழாது தடுக்க வேண்டுமாயின் நாகத்தகட்டை ஒரு படை இரசத்தால் மூடல் வேண்டும். அவ்வாறு மூடினால் இரசமானது நாகத்திலுள்ள மாசுக் களைக் கரைக்காது நாகத்தின் ஒரு பாகத்தைக் கரைக்கும். அப்பொழுது, இரசத்தின் தூய நாகங்கரைவதனாலுண்டாகும் ஒளிருள்ளவொரு பூச்சுப் படியும். இவ்வாறு இரசம் பூசப்பெற்ற நாகத் தகட்டையும் செப்புத் தகட்டையும் ஐதான சல்பூரிக்கமிலங் கொண்டவோர் முகவையினுள் வைத்தால் இவ்விரு உலோகங்களுள் ஒன்றேனுங் கரையாது. ஆனால் செம்பு, நாகத்தில் முட்டுமாயின் நாகங்கரையத் தொடங்கும். (ஐதரசனை ஆக்கும்பொழுது நாகத்தின் மீது செப்புப் படிவை உண்டாக்கி அதைக்

கரையச் செய்வதற்காகச் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலை அதன் மீது நீர் ஊற்றியதை இது நினைவூட்டும். முதற் புத்தகத்தின் **V** ஆம் அத்தியாயத்தைப் பார்க்க.)

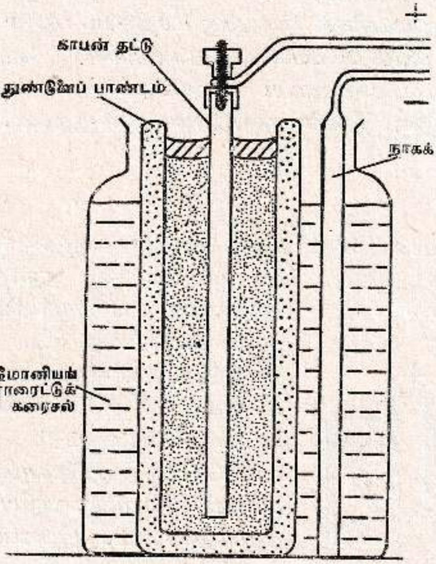
184 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போல், நாகத்தகடு, செம்புத்தகடு இரண்டினதுங் கீழ்ப் பாகங்கள் ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தாற் பிரிக்கப்பட்டும் மேற்பாகங்கள் ஒரு கம்பியினால் இணைக்கப்பட்டும் இருந்தால், **அக்கம்பியினூடு மின்னோட்டம் பாயும்.** இவ்வோட்டமானது **கம்பியினூடு செம்பிலிருந்து நாகத்தை நோக்கிச்** செல்வதாகவும், **மின்கலத்தினுள்ளிருக்கும் அமிலத்தினூடு நாகத்திலிருந்து செம்புக்குச்** செல்வதாகவும் இருக்கும். **நாகத்தை** மின்கலத்தின் "**எதிர் முனைவு**" என்றுஞ் **செம்பை** "**நேர் முனைவு**" என்றுங் கூறுவர்.

செம்பு-நாக எளிய மின்கலத்திலிருந்தெழுகின்ற மின்னோட்டத்தின் திறன் விரைவாகக் குன்றிக் குன்றிப் போகும். ஏனெனில், செப்புத் தகட்டின் மீது ஐதரசன் சேர்ந்து படிந்து அமிலமானது செம்பைச் சேரவொட்டாது தடுக்கின்றதுமல்லாமல், எதிர் நோக்குடைய மின்னோட்டத்தையும் உண்டுபண்ணக்கூடும். அதாவது, ஐதரசன் படிவானது செம்புக்கும் நாகத்துக்கும் இடையிலொரு "புது முனைவை" உண்டாக்கும். அப்பொழுது மின்கலம் "முனைவாக்கப்பட்டதென்று" சொல்லப்படும். எளிதான உவோற்றா மின்கலத்தில் முனைவாக்கம் மிக்கவொரு பாரதூரமான இழுக்காகும். ஏனெனில், செயன்முறைக் கருமங்களுக்கு மின்கலம் எதுவாயினும் உறுதியான மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்கவல்லதாக இருத்தல் வேண்டும். ஆதலின் செயன்முறையில் உபயோகிக்கப்படும் உவோற்றாக் கலம் எதுவும் முனைவாக்கத்தைக் குறைப்பதற்கு, அதாவது மின்கலத்தின் முனைவழிப்பதற்கு, வேண்டிய விசேட ஒழுங்குகளை உடையதாகவிருக்கும். பெரும்பான்மையான உவோற்றாக் கலங்களில் மங்கனீசீரொட்சைட்டு அல்லது பொற்றாசியமிருகுரோமேற்று $K_2Cr_2O_7$ போன்ற ஒட்சியேற்றுங் கருவியை, நேர் தகட்டிலுள்ள ஐதரசனுக்கு ஒட்சியேற்றி அதை நீராக்கி, கலத்தின் முனைவை அழிப்பதற்கு உபயோகிக்கின்றனர்.

இலக்கிளாஞ்சிக்கலம்

1868 ஆம் ஆண்டிலே **இலக்கிளாஞ்சி** என்பவர் புதிதாக ஆக்கியுள்ள உவோற்றாக் கலத்தில் (அ) முனைவாக்கம், (ஆ) இடத்தாக்கம் என்னும் இழுக்குகள் இரண்டும் தவிர்க்கப்பட்டன. இக்காலத்தில் நாளாந்த உபயோகத்துக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்ற உவோற்றாக்கலம் இலக்கிளாஞ்சிக் கலம் ஒன்றேயாகும். இதன் நேர்முனைவு காபனும் எதிர்முனைவு நாகமுமாகும். (நேர்முனைவின் மேற்பரப்பை அதிகரிக்கச் செய்வதற்கும் ஐதரசனில் ஒரு பகுதியை உறிஞ்சுதற்குமாக) காபன்கோலை அல்லது தட்டைச் சூழ்ந்து நுண்டுளையுள்ள பாத்திரத்தினுள்ளே அல்லது பையினுள்ளே

மங்கனீசிரொட்சைட்டும் (ஒட்சியேற்றுமொரு கருவியும்) காபனுங் கலந்தானவொரு பருக்கன் கலவை இருக்கும். கலமானது நிரம்பிய அமோனியங்



உருவம் 185.—இலக்கிளாஞ்சிக் கலம்.

குளோரைட்டுக் கரைசலால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். முனைவுகள் இரண்டையும் ஒரு கம்பியினால் இணைக்க மின்னோட்டம் பாயும். அப்பொழுது நாகங் கரையத் தொடங்கும் :

$$Zn + 2NH_4Cl \rightarrow ZnCl_2 + 2NH_3 + H_2$$

காபன் நுண்பொடிகள் ஐதரசனிற் கொஞ்சத்தை உறிஞ்ச அந்த ஐதரசனுக்கு மங்கனீசிரொட்சைட்டு ஒட்சியேற்றி அதை நீராக்கும் :

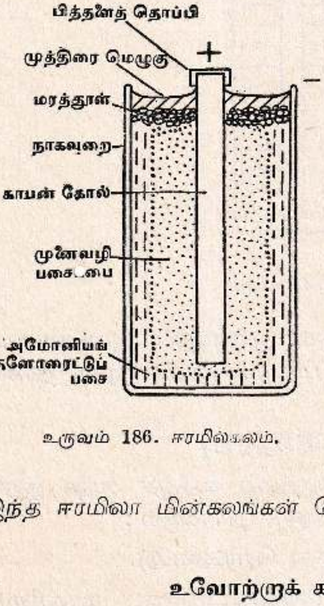
$$H_2 + MnO_2 \rightarrow H_2O + MnO$$ (மங்கன சொட்சைட்டு).

மின்கலத்திலிருந்து சிறிதானவொரு மின்னோட்டத்தை மாத்திரம் பெறுமிடத்து (உதாரணமாக, உயரிழுவிசை மின்கலவடுக்கின் ஒரு பகுதியாக மின்கலம் உபயோகிக்கப்படுமிடத்து) ஐதரசன் மேண்மேலும் உண்டாக அதற்கு மங்கனீசிரொட்சைட்டு ஒட்சியேற்றும். இவ்வாறு மின்கலம் ஓயாது முனைவழிக்கப்பெற்று உறுதியான மின்னோட்டத்தைத் தந்துகொண்டிருக்கும். இதனிலும் பெரிதான மின்னோட்டத்தைப் பெறுமிடத்து (உதாரணமாக, பை விளக்கை எரியச் செய்வதற்கு உபயோகிக்கப்படுமிடத்து) ஐதரசன் விரைவாக உண்டாகிக் கொண்டிருக்க அதற்கு அதே கதியில் ஒட்சியேற்றுதல் மங்கனீசிரொட்சைட்டால் இயலாதவொன்றாகும். ஆதலின் மின்

னேட்டம் முனைவாக்கத்தினுல் விரைவாகக் குறைந்தொழியும். எனினும், மின்கலத்தை ஓய்ந்திருக்க விட்டால் மங்கனீசிரொட்சைட்டு முனைவழித்து விடும். எனவே இலக்கிளாஞ்சிக்கலமானது சொற்ப நேரங்களுக்கு, விட்டு விட்டு சிறு மின்னேட்டங்களைத் தருதற்கு மாத்திரம் பயன்படும். ஏனெனில், அப்பொழுதுதான் மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுமுன்னர் அது முனைவொழிந் திருப்பதற்கு அதற்கு வேண்டிய காலங்கிடைக்கும். இதனுற்றுன் மின் மணிகளை இயக்குதற்கு இலக்கிளாஞ்சிக்கலம் நன்குதவும்.

ஈரமில்கலம்

பெரும்பான்மையாக இலக்கிளாஞ்சிக்கலத்தை அதன் ஈரமில்லா வடிவத் திற்றுன் காணலாம் (உரு. 186 ஐப் பார்க்க). நாகத்தினுலாக்கப்பட்ட கொள்கலம் எதிர்முனைவும், நடுவினுள்ள காபன்கோலானது நேர் முனைவுமாகும். நுண்டுவாரங்களுள்ளவொரு பையினுள் வைக்கப்பட்ட அமோனியங் குளோரைட்டும் மங்கனீசிரொட்சைட்டும் காபனுங் கலந் தானவொரு முனைவழிக்கும் ஈரமுள்ள கலவை நேர் முனைவாகிய காபன் கோலைச் சூழ்ந்திருக்கும். இப்பையினுக்கும் நாகப் பாத்திரத்துக்கும் இடையினுள்ள வெற் றிடம் அமோனியங் குளோரைட்டும் மாவுங் கலந்தான ஒரீரக்கலவையினுல் நிரப்பப்பட் டிருக்கும். தொழிற்படுவதற்கு இடை யிடையே சிறு மின்னேட்டம் போதுமான பை விளக்குகள், மணிகள், தொலைபன்னி கள், இரேடியோத் தொடைகள் என்பன வற்றேடு உபயோகிப்பதற்கு ஆண்டுதோறும் இந்த ஈரமிலா மின்கலங்கள் கோடிக்கணக்காக உண்டாக்கப்படுகின்றன.



உருவம் 186. ஈரமில்கலம்.

உவோற்றுக் கலத்துச் சத்தியின் உற்பத்தி

" சத்திக்காப்புக் கொள்கை " யின்படி சமவளுவுள்ள வேறேதுஞ் சத் தியை மாற்றுவதனுலேயன்றி வேறு விதமாக மின்சத்தியைப் பெற முடியாது. உவோற்றுக் கலத்தின் உலோகங்களுள் ஒன்று (வழக்கமாக நாகம்) கரைந்து மின்னையும் அந்த உலோகத்தின் உப்பொன்றையும் உண்டாக்குகின்றது. இந்த உப்பில் அதன் உலோகத்தின் நிலைப்பண்புச் (இரசாயன) சத்தியினும் குறைவான சத்தியேயுண்டு. உதாரணமாக, நாகச் சல்பேற்றுக் கரைசல் உண்டாக 1 கிராம் நாகங் கரையும்போது ஏறக் குறைய 1,300 கலோரி வெப்பம் விடுதலையாகின்றது.

எளிதானவொரு செம்பு-நாகக் கலத்தில் இந்தச் சத்தியானது வெப்பமாக வெளிப்படாது மின்னுக வெளிப்படும். எனவே கரைகின்ற நாகத்தின் செலவில் மின்பெறப்படுகின்றது.

மின்னையுண்டாக்குதற்கு இது செலவதிகமிருந்த வொரு வழியாகும். ஈரமில்லாக் கலமானது அதற்கு வேண்டியன எல்லாவற்றையும் அதனுள் அடக்கியுள்ளதாகவுங் கொண்டு திரிவதற்கு இலேசானதாகவும் இருத்தலினுல் சிறு மின்னேட்டங்களை உண்டாக்குதற்கு வசதியானவொரு வழியாகின்றது. உவோற்றுக் கலங்களைக் கொண்டு ஒரு வீட்டுக்கு வெளிச்சங் கொடுக்க, அல்லதொரு மின்விசிறியை இயங்கச்செய்யப் பணச்செலவு அதிகமாகும். எரிகின்ற நிலக்கரி அல்லது எண்ணெயிலிருந்து சத்தியைப் பெறுகின்ற வெப்ப எந்திரத்தினுல் இயக்கப்படுந் தைனமோவிலிருந்து ஏராளமாக மின்னையுண்டாக்குதல் மலிவாகவிருக்கும்.

சேமிப்புக் கலன்கள்

ஒரு லோகத்தின் இரசாயன சத்தியிலிருந்து மின்சத்தியை நேராகப் பிறப்பிக்கின்ற உவோற்றுக் கலங்கள் **மூலமின்கலவடுக்குகள்** எனப்படும். தைனமோவிலிருந்து கம்பிவழியே பெறுதற்கு எட்டாத தூரத்தில் (உதாரணமாக, மோட்டர் வண்டியில்) பெருங்கணியமாக மின்வேண்டுமாயின், **சேமிப்புக் கலன்** உபயோகிக்கப்படும். இவ்விதமான கலத்தைத் **துணைமின்கலவடுக்கு** என்பர். ஏனெனில், அது மின்னை நேராகப் பிறப்பியாது முதற்கண் மின்னேற்றப்பெற்று, மின் சத்தியை இரசாயன சத்தி ரூபமாக மாற்றிச் சேமித்து, மின்னேட்டம் தேவைப்படுமட்டும் அந்தச் சத்தியைத் தன்னகத்தே வைத்திருக்கும். கலம் இறக்கப்படும்போது இரசாயன சத்தியானது மீட்டும் மின் சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றது.

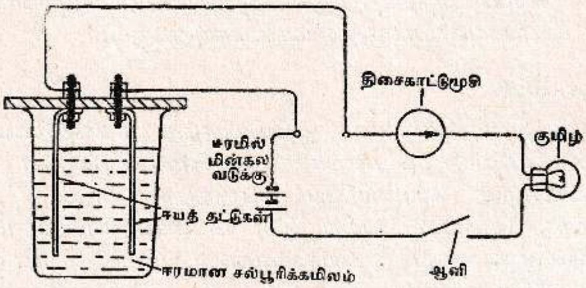
பெரும்பான்மையான சேமிப்புக் கலன்களில் ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தால் (1 பங்கு அமிலமும் 4 பங்கு நீரும்) சூழப்பட்டவிரண்டு ஈயத் தட்டுகளுண்டு. ஏற்றம் பெறும்போது ஒரு தட்டுக் கடற்பஞ்சையொத்த வெளிறின உலோக ஈயத்தாலும் (எதிர்முனைவு) மற்றைய தட்டு ஊதாநிறமான ஈயப்பரவொட்சைட்டாலும் (நேர்முனைவு) மூடப்படும். கலம் இறக்கம் பெறும்போது (அதாவது, அதனிலிருந்து மின் பெறப்படும்போது), எதிரான தட்டிலுள்ள உலோகவீயமும் நேரான தட்டிலுள்ள ஈயப்பரவொட்சைட்டுங் கரையுந் தன்மையில்லாத ஈயச் சல்பேற்றுக மாறித் தட்டுகள் இரண்டையும் மூடிக்கொள்ளும்.

$$2PbSO_4 + 2H_2O \rightleftharpoons Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4$$

ஏற்றம்→ ←இறக்கம்

இறக்கம் நிகழும்போது மின்கலவடுக்கு அமிலத்திலிருந்து சல்பூரிக்கமிலத்தினெரு பகுதி எடுக்கப்படுகின்றது. எனவே, அமிலத்தின் தன்னீர்ப்புக் குறைகின்றது. உள்ளபடி, ஓரீயச் சேமிப்புக்கலன் பூரண ஏற்றம் பெற

றுளதா அல்லவா என்பதை அறிதற்கு நீரடர்த்திமானியொன்று கொண்டு அதனிலுள்ள அமிலத்தின் தன்னீர்ப்பை அளத்தலே சிறந்த வழியாகும். கலத்தினூடு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி (ஒரு தைனமோவிலிருந்து அதற்கு மீட்டும் ஏற்றம் கொடுக்கும்போது அந்த ஈயச்சல்பேற்றானது எதிர்த்தட்டில் உலோகவீயமாகவும், நேர் தட்டில் ஈயச்சல்பேற்றாகவும் மாறி முன்னிருந்தது போலாகும். அதே நேரத்திற் சல்பூரிக்கமிலம் விடுதலையாக அடுக்கிலுள்ள அமிலத்தின் தன்னீர்ப்புக் கூடுகின்றது. அடுக்கானது பூரண ஏற்றம் பெறுமாயின் அதனிலிருந்து கட்டின்றி வாயுக்கள் எழும். அதாவது, எதிர்த்தட்டண்டை ஐதரசன் குமிழிகளும் நேர் தட்டண்டை ஒட்சிசன் குமிழிகளும் எழும்.



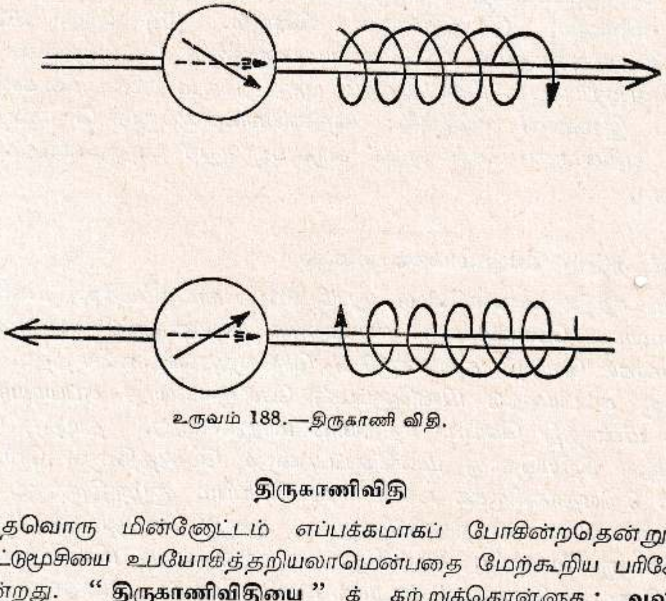
உருவம் 187.—எளிதானவோரீயச் சேமிப்புக் கலனுக்கு ஏற்றங் கொடுத்தல்.

ஈயச் சேமிப்புக் கலன்களின் பிரதானமான வசதிக்குறை என்னவெனில் அவற்றின் பெரும் பாரமேயாகும். அதுவுமன்றி அதிவிரைவாக ஏற்றம் அல்லது இறக்கம் பெறுமிடத்துப் பழுதடையுந் தன்மையும் அவற்றுக்குண்டு.

ஒரு மரக் கீலத்தை எடுத்து, தொடுக்குமிரு முனைத் திருகாணி கொண்டு அதனில் ஈயத் தட்டிரண்டைப் பூட்டி, ஐதான சல்பூரிக்கமிலம் (4 இற்கு 1) கொண்டவொரு சாடியினுள் ஈயத்தட்டுகளைத் தோயவைத்து, எளிதானவோரீயச் சேமிப்புக்கலனையுண்டாக்குக. (**கவனம்:** உம்முடைய வேலைச் சட்டச் சோதனைப் பொருட் போத்தல்களினுள்ளிருக்கும் ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்திலும் பன்மடங்கு வலுவுடையது மின்கலவடுக்கிலுள்ள அமிலம்) **187** ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போல், பை விளக்கு மின்கலவடுக்கொன்றும் (2 அல்லது 3 கலங்கள்), பை விளக்குக் குமிழியொன்றும், எளிதானவொரு மின்னோட்டமுணர்கருவியும், உதாரணமாக, ஒருகம்பியின் மீது அல்லது உலோகக் கீலத்தின் மீதுள்ள ஒரு பைத்திசைகாட்டி. தட்டுஞ் சாவியொன்றும், உம்முடைய எளிதான மின்சேமிப்புக் கலமும் தொடராக அமையவொரு சுற்றை நிறுவுக. சாவியை அமர்த்தக் குமிழி மங்கலான ஒளிதருவதையும், மின் சேமிப்புக் கலனுக்கூடாக மின்னோட்டஞ் செல்லுகின்றதென்று காட்டி மின்னோட்டமுணர் கருவியின் ஊசி ஒரு பக்கந்

திரும்புவதையும் அவதானிக்க. வாயுக் குமிழிகள் இருதட்டுகளிலும் உண்டாவதையும், ஒரு சில நிமிடங்கள் செல்ல ஒருதட்டு ஊதா நிறமாக மாறுவதையும் மற்றைத்தட்டு வெளிறினதாகவேயிருப்பதையும் அவதானிக்க. கொஞ்ச நிமிடங்களுக்கு மின்னேற்றிய பின்னர், மடிவிளக்கு மின்கலவடுக்கிற்குப் பதிலாகச் செப்புக் கம்பியொன்றைத் தொடுத்து, தட்டுஞ் சாவியை அமர்த்தி மின் சேமிப்புக் கலனை இறக்கஞ் செய்க.

குமிழியானது இம்முறை, சேமிப்புக் கலன் ஏற்றம் பெற்ற கதியிலும் விரைவாக இறங்குகின்றதென்பதைக் காட்டி, கொஞ்ச நேரத்துக்குப் பிரபையாக ஒளிதருவதை நோக்குக. மின்னோட்டம் எதிர்த்திசையை நோக்கிப் போகின்றதென்பதைக் காட்டி, மின்னோட்டமுணர் கருவியின் ஊசி எதிர்ப் பக்கத்துக்குத் திரும்புவதையும் நோக்குக.



உருவம் 188.—திருகாணி விதி.

திருகாணிவிதி

குறித்தவொரு மின்னோட்டம் எப்பக்கமாகப் போகின்றதென்று நாம் திசைகாட்டுமூசியை உபயோகித்தறியலாமென்பதை மேற்கூறிய பரிசோதனை காட்டுகின்றது. "**திருகாணிவிதியை**" க் கற்றுக்கொள்ளுக : **வலம்புரித் திருகாணி யொன்றைக் கம்பிநெடுகே மின்னோட்டஞ் செல்லுந் திசையை நோக்கி** (உவோற்றுக் கலத்திற் செம்பிலிருந்து நாகத்துக்கு) **போகுமாறு திருகுவதாக மனோபாவனை செய்து கொள்ளுக. அப்பொழுது திருகாணி சுற்றுகின்ற திசையானது** காந்தவிசைக் கோடுகளின் **திசையை** (அதாவது, திசைகாட்டு மூசியின் வடமுனைவு திருப்பப்படுகின்ற **திசையை**)த் தருகின்றது.

உமது "ஏற்றுஞ்சுற்றோடு" இவ்விதியை வாய்ப்புப் பார்க்க (உரு. 187 ஐ பார்க்க). (இந்த அத்தியாயத்திற்கான அப்பியாசங்களைக் கற்றுக் கொள்வதற்கு இரண்டாம் பொது விஞ்ஞானச் செய்முறைப் புத்தகத்தின் 109–11 பக்கங்களைப் பார்க்க).

XV ஆம் அதிகாரம்

மின்னோட்டங்களால் உண்டாகும் விளைவுகள்

மின் சத்தியை வெப்பமாகவும் இரசாயன சத்தியாகவும் இலேசாக மாற்றலாம். மூன்றும் புத்தகத்தின் V ஆம் அதிகாரத்தில் மின்னோட்டத்தைக் காவிச்செல்லுங் கம்பியைச் சூழ்ந்து காந்த மண்டலம் உண்டென்றுங் கற்றுள்ளோம். நாளாந்த வாழ்க்கையில் மின் சுற்றுக்களின் விளைவுகளுடனேயே பெரும்பாலும் உடந்தையுள்ளோம். இவ்விளைவுகளை மூன்று தொகுதிகளாகத் தொகுக்கலாம். அவையாவன : (i) **வெப்பமாக்கல் விளைவும்,** (ii) **இரசாயன விளைவும்,** (iii) **காந்த விளைவும்.** மின்வெப்பமாக்கலுக்கும் மின்னொளியாக்கலுக்கும் **வெப்பமாக்கல் விளைவும்;** மின்பகுப்புக்கும் மின் முலாம் பூசுதலுக்கும் துணை மின்கலவடுக்குகளுக்கும் **இரசாயன விளைவும்;** தைனமோக்களுக்கும் தொலைபன்னிகளுக்கும் அதிகமான மின்னளவுக் கருவிகளுக்கும் **காந்தவிளைவும்** பயன்படுகின்றன.

மின்னோட்டத்தின் வெப்பமாக்கல் விளைவு

ஏனைய சத்தி வகைகளோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்குமிடத்து மின்னினது பிரதானமான செயன்முறை நயங்களுள் நெடுந்தூரங் கடத்திகளூடே (வழக்கமாகச் செப்புக் கம்பிகளூடே) செல்லத்தக்கதாகவிருத்தல் ஒன்றாகும். ஒரு கம்பியினூடு மின்னோட்டஞ் செல்லும்போது எப்படியாயினும் கொஞ்ச மின்சத்தி வெப்பச் சத்தியாக மாறுகின்றது. தடித்த செப்புக் கம்பியினூடு சிறியதொரு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் வெப்பநிலையேற்றம் சிறியதாகவிருக்க உண்டாகும் வெப்பம் சூழ்ந்திருக்குங் காற்றினுள் விரைவில் மறைந்துவிடுகின்றது. ஆனால், ஏற்றமான "தடை" யுள்ளவொரு மெல்லிய கம்பியினூடு பருத்தவொரு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் அதிகஞ் சூடுண்டாகக் கம்பி மிகவுஞ் சூடாகின்றது (நிக்கிரோம் தடைக் கம்பியினுண்டாகும் விரிவிலிருந்து மூன்றும் புத்தகத்தின் முதலாம் அதிகாரத்தில் நாம் கண்டது போல). கலோரிமானி ஒன்றனுள்ளிருக்கும் நீரினுற் சூழப்பட்ட மெல்லிய தடைக்கம்பிச் சுருள்களூடு அளக்கப்பட்ட மின்னோட்டங்களைச் செலுத்துவதனால் உண்டாகும் வெப்பமானது (அ) ஓட்டத்தின் வர்க்கத்துக்கும்,[1] (இ) கம்பியின் தடைக்கும், (உ) ஓட்டஞ் சென்று கொண்டிருக்கும் நேரத்துக்கும் விகித சமமென்று காட்டலாம்.

---

1 ஓட்டங்களும், தடைகளும் எவ்வாறு அளக்கப்படுகின்றனவென்று, பின்னைய பாடங்களில் அறிந்துகொள்ளுவோம்.

மின்வெப்பமாக்கிகள்

நாளாந்த வாழ்க்கையில் துப்பரவும் வசதியுமுள்ள வெப்பவூற்றைத் தருவதற்கு மின்னேட்டத்தின் வெப்பமாக்கல் விளைவு ஏராளமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. மின்வெப்பமாக்கி, மின்னடுப்பு, புடவையழுத்துமிருப்புப்பெட்டி என்பனவும் இன்னுமுள்ள பிறவுந் தடைக் கம்பிச் சுருள்களினூடு செல்லுகின்ற மின்னேட்டத்தின் வெப்பமாக்கல் விளைவிலிருந்து அதற்கு வேண்டிய வெப்பத்தைப் பெறுகின்றன. வழக்கமாக, நிக்கல், குரோமியம், இரும்பு என்னுமிவை மூன்றினுலுமானவொரு கலப்பு லோகமாகிய நிக்கிரோமே இதற்குபயோகிக்கப்படுங் கம்பியாகும். செம்பின் தடையிலும் அதன் தடை 50 மடங்கு. செஞ்சூடானபோதும் அது ஒட்சியேற்று எரிந்துபோகமாட்டாது. பெரும்பாலுமது நாடாவடிவத்துக்கு வரத் தட்டையாக்கப்படும். இந்தத் தடைக்கம்பி அல்லது நாடா, தீக்களிமண்ணினல் அல்லது மைக்காவினுல் அல்லது ஏற்றமான வெப்பநிலையைத் தாங்கக்கூடிய வேறேதுங் கடத்தலிலியாலான தாங்கிகளிற் சுற்றியுபயோகிக்கப்படும்.

வெளிச்சந்தருவதற்கு மிகவுங் குறைவாக மின்னேட்டம் உபயோகிக்கப்படுகின்ற பகற்பொழுதிலேயே, மின்வெப்பமாக்கிகளும் மின்னடுப்புகளும் பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படுகின்றமையினுல் வெப்பத்தைத் தருவதற்கான மின்சத்தியை, வெளிச்சத்தைத் தருவதற்கான மின்சத்தியிலும் மலிவாகக் கொடுக்கத்தக்கதாக விருக்கின்றது. வெப்பத்தைத் தருவதற்குபயோகிக்கப்படும் மின்வலுவின் விலையைக் குறைப்பதனுல் ஒரு வலுத்தானம் தனது தைனமோக்களுக்கு வெளிச்சம் பெறுதற்கு எல்லோரும் ஆளியைத் திருப்பிவிடும் அந்திப் பொழுதில் மட்டும் ஏற்றமான சுமையைப் பெருது பகற் பொழுதினும் உறுதியான சுமையைப் பெறும். மின்னை உறுதியானவீதம் உண்டாக்குவதனுல் வலுத்தானத்திலுண்டாக்கப்படும் மின்னலகொன்றுக்குள்ள செலவு வீதங்குறைகின்றது.

உருகிகள்

உருகியானது, மின்னெளிச் சுற்றினுள்ளே அல்லது "வலுச்" சுற்றினுள்ளே ஏனைக் கம்பியிணைப்பை அபாயத்துக்கிடமான மிகைப்பாரவேற்றத்திலிருந்து பாதுகாப்பதற்காகப் புகுத்தப்பட்ட, சற்றே ஏற்றமான தடையும் தாழ்ந்த உருகு நிலையுமுடைய, குறுகியவொரு மெல்லிய கம்பியாகும். இடையூறுகளுக்கிடமான அளவுக்கு மின்னேட்டந் திறனிற் கூடுமாயின், உருகிக் கம்பி சூடாகி உருகி, சுற்றின் ஏனைய கம்பிகள் அபாயத்துக்கிடமான அளவுக்குச் சூடாகுமுன்னர் மின்னேட்டத்தை நிறுத்துகின்றது. வழக்கமாகத் தீப்பற்றுத பீங்கான் பிடியினுள் அல்லது ஓர் கண்ணடிக் குழாயினுள் உருகி அடைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு "மிகைப்பாரத்தினுல்" அல்லது "குறுக்குச் சுற்றினுல்" உண்டாகுஞ் சேதத்தை இலே

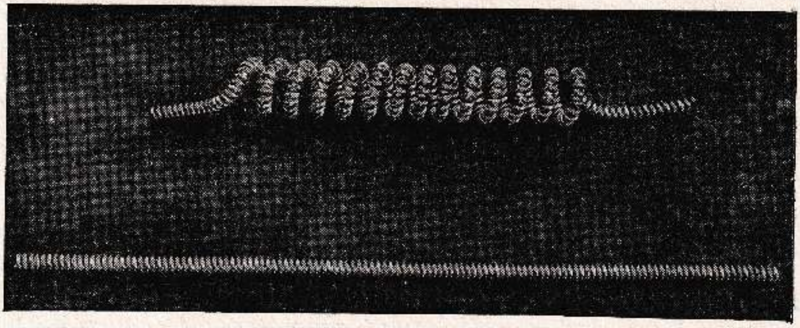
சாகப் பழுதுபார்க்கத்தக்கவோரிடத்தில் நிகழச் செய்யலாம். புதியவோ ருருகிக் கம்பியைப் போட்டு ஆளியைத் திருப்பி மின்னேட்டத்தை மீட்டுந் தொடக்க அக்கம்பி "உருகுமாயின்" உடனே நியாயமென்னவென்று கண்டுபிடிக்க வேண்டியது முக்கியமானது. ஒருவேளை, அது குறுக்குச் சுற்ருகவிருக்கலாம். அதாவது, சுற்றினீரெதிர்க்கம்பிகள் ஒன்றையொன்று நேராகத் தொடுகின்றனவாக விருக்கலாம்.

மின்னெளிவழங்கல்

மின்வெப்பமாக்கியில் அரிதாகவே தடைக் கம்பிகள் செஞ்சூட்டுக்கப்பாற் சூடாகும். ஏற்றமான வெப்பநிலையில் அந்த உலோகமானது காற்றிலுள்ள ஒட்சிசனேடு சேர்ந்து தகனமாகும். வெப்பத்தை மாத்திரமல்ல வெளிச் சத்தையுந் தருமாறு ஒரு கம்பிக்கு வெண்சூடாகுமட்டும் வெப்பமேற்ற வேண்டுமேயானல் ஒட்சிசனில்லாதவிடத்திலே அதற்கு வெப்மேற்றுதல் வேண்டும். தொடக்கத்திலே உண்டாக்கப்பட்ட மின்குமிழ்களுக்குக் காற்று வெளியே எடுத்த கண்ணடிக் குமிழினுள் அடைக்கப்பட்ட மெல்லிய காபன் நூலை (இழையை) உபயோகித்தனர். இந்தக் காபனிழைக் குமிழிகள் சற்றே மஞ்சள் நிறமான ஒளியைக் கொடுத்தன. ஏனெனில், 1,750° செ. கிறேட்டுக்கப்பால் அந்த இழைக்கு வெப்பமேற்ற இயலாதிருந்தது மாத்திரமல்லாமல் அந்தக் குமிழ்கள் மின்சத்தியூட்டலின் 0·5ச.வீ., பாகத்தை மாத்திரம் ஒளிச் சத்தியாக மாற்றின. அதாவது, 99 ச. வீதத்துக் கதிகமான பாகம் வெப்பச் சத்தியாக மாற்றப்பட்டது. உள்ளபடி, காபனிழைக் குமிழ்களை இக்காலத்தில் வெப்பமுண்டாக்குவதற்கன்றி வெளிச்சமுண்டாக்குவதற் குபயோகிக்கின்ருர்களில்லை.

இக்கால மின் குமிழ்களின் இழைகளானவை, 3,500° செ. கிறேட்டுக் கப்பால் உருகும் "தங்குதன்" என்னும் உலோகத்தாலாக்கப்படுகின்றன. ஆரம்பத்திலுண்டாக்கப்பட்ட தங்குதனிழை விளக்குகளுக்கு வெற்றிடக் குமிழ்களை உபயோகித்தனர். இந்த இழையை ஏறக்குறைய 2,500 செ. கிறேட்டுக்கு வெப்பமேற்றி ஏறக்குறைய 1 ச. வீதவினைத்திறனை, அதாவது காபனிழை விளக்கினது வினைத்திறனின் இருமடங்கு வினைத்திறனை, பெற லாம். மேலும், ஏற்றமான வெப்ப நிலைகளில் தங்குதன் மெல்லமெல்ல ஆவியாகிக் குமிழினுள்ளொடுங்கி அதன் உட்புறத்தைக் கறுக்கச் செய்து ஒளியாக்கத்தைக் குறைக்கும். தங்குதன் ஆவியாதலை மட்டப்படுத்துதற்கு இக்கால மின் விளக்குக் குமிழிகள் ஆகன் என்னும் வாயுவினல் நிரப்பப் படும். இவ்வாறு வாயுவினல் நிரப்பப்பட்ட குமிழின் இழையை 3,000°செ. கிறேட்டு மட்டில் இயக்கிக் கூடிய சித்தியுடன் மின்னை ஒளியாக மாற்றலாம். தங்குதனிழையை நீள்சுருளி வடிவமாக, அடுத்தடுத்த சுருளி கள் ஒன்றையொன்று சூடாக வைத்திருக்குமாறு, முறுக்குதல் பின்னே

யெழுந்தவொரு திருத்தமாகும். அதனிலும் பின்னர், மிகவுஞ் சிறிய சுருள்களைக் கொண்டொரு நீள்சுருளியையாக்கி அச்சுருளியை இன்னும் பெரியவொரு சுருளியாக முறுக்கி " முறுக்குச் சுருள் " இழையை உண்டாக்கினர் (உரு. 189). வழக்கமாக மின் குமிழியில் இரு எண்கள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். உதாரணமாக, 230 உவோ. உம் 60 உவா. உம் குறிக்கப்பட்டிருக்கலாம். முதலாம் எண்ணனது " கொடுத்த விலைக்கு உச்சப்படியிற்



உருவம் 189.—குறுக்குச் சுருளிழை விளக்கு.

மசுடா குறுக்குச் சுருளிழைத் துண்டுகளும் (மேலே) வாயுவால் நிரப்பப்பட்ட சாதாரண விளக்கினிழைச் சுருளும் (கீழே).

பயனைப் " பெறுதற்குக் குமிழியை உபயோகிக்கவேண்டிய சுற்றின் உவோற்றவளவைக் காட்டும். 230 உவோ. விளக்கை 110 உவோ. சுற்றில் உபயோகித்தால் அது அதிகம் வெளிச்சத்தைத் தரமாட்டாது. ஆனல் அதிநெடுங்காலமதைப் பயன் படுத்தலாம். இதற்கு மாருக, 110 உவோ. விளக்கை 230 உவோ. சுற்றில் உபயோகித்தால் மிகவும் பிரபையான வெளிச்சத்தையது தரும். ஆனல் மிகமிகச் சிறுகாலத்துக்குத்தான் அவ்வாறு செய்யும். ஏனெனில் இழையானது ஏற்றமான உவோற்றுவளவில் அளவுக்கதிகஞ் சூடாகும். சூழியிலுள்ள இரண்டாமெண்ணனது உபயோகிக்கப்படும் உவாட்டுக்களின் தொகையை, அதாவது குறித்தவொரு உவாட்டளவில் விளக்கைக் கொளுத்துதற்கு வேண்டிய மின்வலுவைக் காட்டும். இக்கால மின் குமிழிகள் ஒரு மெழுகுதிரி வலுவுக்கு 0·5 தொடங்கி 1·0 உவாட்டு வரையும் எடுக்கும். மின் சத்தியின் ஏறக்குறைய 2 ச.வீ. பாகம் மாத்திரம் ஒளிச்சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றதென்பது இதன் கருத்து. எஞ்சிய 98 ச.வீ. பாகமும் வெப்பமாகவே கதிர் வீச்சாக வீண்போகும். மிகவுந் திறமானவெங்கள் மின்குமிழிகளின் வினைத்திறனேடு (ஏறக்குறைய 2ச. வீ.) மின்மினிப் பூச்சியின் வினைத்திறனை (கிட்டத்தட்ட 100 ச.வீ.,) ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் விநோதமாகவிருக்கும்.

மின்னிறக்க விளக்குகள்

பல பட்டினங்களில் இக்காலந் தெருக்களுக்கு வெளிச்ச மேற்றுதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்ற இவ்விளக்குகள் பிறிதொரு தத்துவத்திற்றங்கியிருக் கின்றன. இரசவாவியினூடே அல்லது சோடியவாவியினூடே மின்னிறக்கஞ் செலுத்தப்படுகின்றது. இரசவாவி விளக்குகள் மென்பச்சை–நீல ஒளியையும் சோடியவாவி விளக்குகள் பொன் மஞ்சளொளியையுந் தருவன. இம் மின்னிறக்க விளக்குகள் இழை விளக்குகளிலும் பன்மடங்கு வினைத் திறனுடையனவெனினும் வெண்ணொளியைத் தரமாட்டாவாதலின் இல்லங் களில் வெளிச்சமேற்றுதற்கு அவை பொருத்தமற்றவையாகும். தாழ்ந்த அமுக்க நிலையிலுள்ளவொரு வாயுவினூடு மின்னிறக்கத்தைச் செலுத்த ஒளியைத் தருகின்ற விளக்குகள் இன்னொருவிதமான மின்னிறக்க விளக்குகளாகும். உதாரணமாக, **நேயனிறக்க** விளக்குகள் பிரபையான செவ்வொளியைத் தருவன. இவற்றைப் பல்வேறு சிக்கலான வடிவங்களில் வளைத்தமைத்து வியாபார விளம்பரங்களுக் குபயோகிக்கின்றனர்.

கட்புலனாகாத ஊதாக் கடந்த கதிர்களால் தாக்கப்பட்டபோது கட்புலனாகும் ஒளியைக் கொடுக்கும் இரசாயனச் சேர்வையான "பொசுபோசுக்கள்"[1] இனால் தற்காலய "உறிஞ்சி ஒளிவீசும்" குழாய் விளக்குகள் பூசப்பட்டிருக்கின்றன. அவ்விளக்குக் குழாயானது சிறு அளவு "ஆகன்" ஆவியையும் "மேக்கூரி" ஆவியையும் மின் ஓட்டமொன்றினால் சூடாக்கப்பெற்ற இரு மின்வாய்களையும் கொண்டுளது. மின்னோட்ட ஆளி இடப்பட்டபொழுது, இலத்திரன்கள் ஒரு மின்வாயிலிருந்து மற்ற மின்வாய்க்குப் பாய்கின்றன. அப்பொழுது ஆக னானது ஒளிரத் தொடங்கும். இது முறையே மேக்கூரியை ஒளிரச்செய்யும். குழாயானது (பொசுபோசுக்களினால் பூசப்படாது) சுத்தமான கண்ணாடி யைக் கொண்டதாயின், ஒளிரும் வாயுக் கலவையினின்று வெளிவரும் மங்கலான நீலநிற வெளிச்சம் மட்டுமே உமக்குப் புலப்படும். இந்த ஒளிர்வு "புற ஊதாக் கதிர்களை" மிகுதியாகவுடையது. இக்கதிர்கள் குழாயின் உட்புறத்திற் பூசப்பட்ட திண்ம "பொசுபோசுக்களில்" விழும் பொழுது, இப் "பொசுபோசுக்கள்" கட்புலனாகாப் புற ஊதாக் கதிர்களை (சொற்பவெப்பத்துடன்) கட்புலனாகும் வெளிச்சமாக்கிவிடுகின்றன. வெளி வருகின்ற ஒளியின் நிறமானது "உறிஞ்சி ஒளி வீசும் குழாய்க்கு" ப் பூச்சிடுவதற்குப் பிரயோகிக்கப்பட்ட "பொசுபோசுவை" ப் பொறுத்துளது. (மின்மினிப் பூச்சியானது கண்ணிற்குக் "குளிர்மையான வெளிச்சத்தை" இதே தத்துவத்தைக் கொண்டே ஆக்குகின்றது. அது ஒருவித நொதியால் உண்டாக்கப்படும் இரசாயனத் தாக்கத்திலிருந்து வெளியாகும் சத்தியைப் பிரயோகித்து ஒரு பொசுபோசுவை "அருட்டுகின்றது". உறிஞ்சி ஒளி

---

1 அவற்றின் பெயர் அவ்வாறிருந்தும், பொசுபரசு ஆகிய மூலகப்பொருளை அவை கொண்டில.

வீசும் குழாய்கள் மிகவுஞ் சிறந்தவை. உறிஞ்சி ஒளிவீசும் 15 உவாற்று விளக்கொன்று 40–60 உவாற்றுக்களைப் பிரயோகிக்கும் இழை மின் விளக்கு வெளிவிடுகின்ற அதே அளவு வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கும்.

வில்விளக்கு

இரண்டு காபன் கோல்கள் ஒன்றொடொன்று முட்டிக்கொண்டிருக்கக் குறைந்த பட்சம் 50 உவோற்று மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த அக்காபன் கோல்களின் அந்தங்கள் செஞ்சூடாகும். அப்பொழுது அக்கோல்களை 2·3 செ. மீற்றர் இடைத்தூரமிருக்குமாறு பிரித்தால் உண்டாகும் இடைவெளியில் குருடாக்கவல்ல வெண்மின்வில்லொன்றுண்டாகும். இந்த வில்லானது மனிதன் உண்டாக்கக்கூடிய அதியுயர்ந்த வெப்பநிலையாகிய 4,000°. செ. கிறேட்டிற் கிட்டத்தட்டவுள்ள வெண்சூடான காபனுவியினாலானதாகும். வில் விளக்கானது அதற்குக் கொடுக்கப்படும் மின்சத்தியின் 10 ச.வீ. பாகத்தை ஏறக்குறைய ஒளிச்சத்தியாக மாற்றி நாமறிந்த அதியேற்றமான வினைத்திறனுடைய செயற்கையொளியின் உற்பத்தியாகின்றது. ஆனால், அதனொளிக்கோ வெறுப்புக்கிடமானதென்னுமோரிழுக்குண்டு. உண்டாகின்ற ஒளிமுழுவதும் ஒரு புள்ளியிற் குவிதல் அவசியமாகவிருக்கின்ற இயக்கப்பட எறிகருவிகளுக்கும் துருவு விளக்குகளுக்கும் வில்விளக்குகள் பிரதானமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

விற்கொண்டு காய்ச்சியிணைத்தலில் மின்வில்லின் ஏற்றமான வெப்பநிலை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உலோகத்துண்டுகள் இரண்டு இணைக்கப்பட வேண்டியவிடத்தில் ஒரு மின்வில்லுண்டாக்கப்படும். அப்பொழுது ஏற்றமான அதன் வெப்பம் உலோகத்தினொரு சிறு பகுதியை உருக்கி இரு துண்டுகளையும் இணைக்கின்றது.

மின்னோட்டத்தின் இரசாயன விளைவுகள்

சொற்ப சல்பூரிக்கமிலங்கொண்ட நீர் மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு செல்லுமென்று முந்திய பாடங்களிற் கண்டுள்ளோம். இவ்விதமான மின்கடத்துகையானது மின்னோட்டமோடி முடிந்தபின்னர் மாற்றம் யாதுமின்றி முன்போலவிருக்குஞ் செப்புக்கம்பியின் மின்கடத்துகையைப் போன்றதன்று. அமிலமாக்கப்பட்ட நீர், ஐதரசனும் ஒட்சிசனுமாகப் பிரிக்கப்பட அதனூடு மின்னோட்டஞ் செல்லுகின்றது. மின்னால் நிகழுமிப் பிரிகை **மின்பகுப்**பெனப்படும். மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகையிற் பிரிகின்ற பதார்த்தங்கள் **மின்பகுபொருள்களெ**னப்படும். கிட்டத்தட்ட எல்லா அமிலங்களும், உப்புமூலங்களும், உப்புக்களும் மின்பகு பொருள்களாகும். தூயநீரும், அற்ககோலையுந் தைலங்களையும்போன்ற அதிகமான சேதனவுறுப்புப் பொருள்களும் மின்பகுபொருள்களல்லாதனவாகும்.

மின்பகுப்பு நிகழும்போது **மின்வாய்கள்** எனப்படுங் கடத்திகளினூடு (வழக்கமாக உலோகத்தகடுகள்) மின்னோட்டஞ் சென்று மின் பகுபொருளினுட் புகுந்து பின் நீங்கும். மின்னோட்டம் புகுமிடமாகிய மின்வாய் **நேர்மின்வாய்** (+) எனப்படும் ; மின்னோட்டம் நீங்குமிடமாகிய மின்வாய் **எதிர்மின்வாய்** (−) எனப்படும். மின்பகுப்பு நிகழும்போது, **எதிர் மின்வாயில் ஐதரசனும் உலோகமூலகங்களும் நேர் மின்வாயில் ஏனைய மூலகங்களும் விடுதலையாக்கப்படும்.**

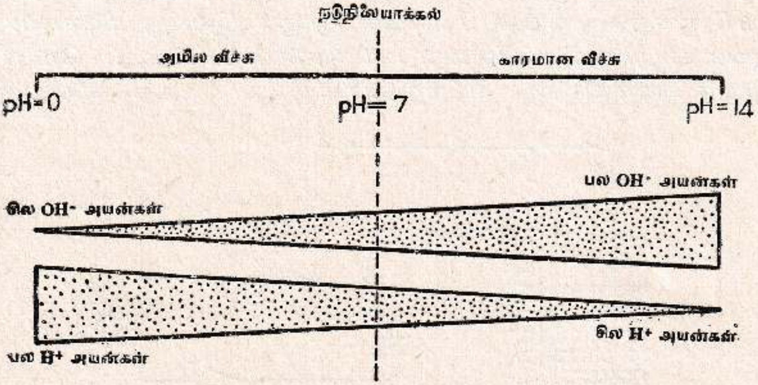
அயன்கள்

அசேதனவுறுப்பமிலங்கள், உப்புமூலங்கள், உப்புக்கள் நீரிற்கரையும் போது, அவற்றின் மூலக்கூறுகள் " அயன்கள் " எனக்கூறப்படும் சிறிய துணிக்கைகளாகப் பிரிகின்றன. உதாரணமாகச் சோடியங்குளோரைட்டு நீரிற் கரைகின்றபோது ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் ஒரு " சோடியம் அயன் " ஆகவும், ஒரு " குளோரீன் அயன் " ஆகவும் பிரிகின்றது. ஒவ்வோர் அயனும் இப்போது அந்தந்தத் துணிக்கைக்கு சில சிறப்பு இயல்புகளைக் கொடுக்கின்றதான ஒரு மின்ஏற்றத்தைக் கொண்டுளதாகும். ஒரு சோடியம் அயன் ஒரு " நேர்மின் " ஏற்றத்தைக் கொண்டுளது. அது Na^+ என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்படும். அது அவ்வாறுக ஒரு குளோரீன் அயன் ஆனது ஒரு எதிர் மின்னேற்றத்தைக் கொண்டுளது. அத்துடன் அது Cl என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்படும். எனவே நீரில் சோடியங்குளோரைட்டின் அயனுக்கம் (அல்லது கூட்டப்பிரிவு) $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$ என்பதனுல் குறிக்கப்படலாம்.

மேலே கூறப்பட்ட மின்னேற்றங்கள் காரணமாகவே மின்பகுபொருட் கள் மின்னோட்டங்களைக் கடத்துகின்றன. உதாரணமாக சோடியங்குளோ ரைட்டுக்கரைசல் மின்னுற் பகுக்கப்படும்போது நேர்மின்னேற்றப்பட்ட சோடியம் அயன்கள் எதிர்மின்வாய்க்கு (அதாவது கதோட்டிற்குக்) கவரப்படுகின்றன. இன்னும் எதிர்மின்னேற்றப்பட்ட குளோரீன் அயன்கள் நேர்மின் வாயக்கு (அதாவது அனோட்டிற்குக்) கவரப்படுகின்றன. நாம், (இரண்டாம் புத்தகத்தின் III ஆம் அதிகாரத்தில்) அமிலங்களுக்கும், உப்புமூலங்களுக்கும், உப்புக்களுக்கும் வரைவிலக்கணங்கள் கூறியபொழுது அவற்றிற்கு முழுமையான எளிய வரைவிலக்கணங் கொடுக்கமுடியாமற் போய்விட்டது. ஆனுல் இப்பொழுது இந்த மூன்று முக்கிய இரசாயனச் சேர்வைகளின் வகுப்புக்களுக்கு, நீரில் அவைகள் கரையும்போது உண்டாகும் அயன்களைக்கொண்டு வரைவிலக்கணங் கொடுக்கலாம். ஓர் அமிலமானது ஐதரசன் அயன்கள் மட்டுமே கரைசலினுள்ள நேர் அயன்களாகப் பிறப்பிக்கும் ஓர் பதார்த்தமாகும். உதாரணமாக $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ ஒரு காரம் (அல்லது கரையும் உப்புமூலம்) ஆனது ஐதரொட்

சிலயன்கள் மட்டுமே. (அதாவது எதிர்மின்னேற்றப்பட்ட ஒட்சிசன் ஐதரசன் அணுச்சோடிகள் மட்டுமே) கரைசலிலுள்ள எதிர் அயன்களாகப் பிறப்பிக்கும் ஓர் பதார்த்தமாகும். உதாரணமாக :

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$



உருவம் 190. அமிலத்தன்மையையும் காரத்தன்மையையும் அளத்தற்குரிய pH அளவுத்திட்டம்.

ஓர் உப்பானது ஐதரசன் அயன்களையாவது ஐதரொட்சிலயன்களையாவது பிறப்பிக்காததொன்றுகும்; (ஆனால் அதன் கரைசல் ஐதரசன் அயன் களல்லாத நேர் அயன்களையும், ஐதரொட்சில் அயன்களல்லாத எதிர் அயன்களையும் கொண்டுளதாகும்) உதாரணமாக :

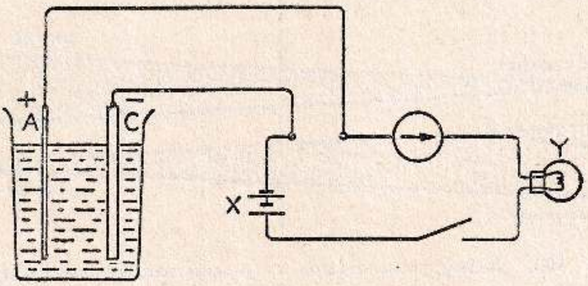
$$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$$

ஒரு கரைசலின் அமில அல்லது காரத்தாரம் அது நீரிற் கரைக்கப் பட்டபோது அயன்களாக எந்த அளவிற்குப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறதென்பதிற் றங்கியுள்ளது ; அதாவது அக்கரைசலிலிருக்கும் ஐதரசன் அயன்களின் அல்லது ஐதரொட்சில் அயன்களின் தொகையிற்றறங்கியிருக்கின்றது. செய்முறையில் இது pH அளவுத்திட்டத்திலுள்ள எண்களால் குறிக்கப் படுகின்றது. (உரு. 190 ஐப் பார்க்க) உதாரணமாக : pH=0 என்பது உச்சநிலை அமிலத்தன்மையைக் குறிக்கின்றது. (அதாவது பல H^+ அயன்களையும் மிகச்சில OH^- அயன்களையும்.) pH=14 என்பது உச்சநிலைக் காரத்தன்மையைக் குறிக்கின்றது (அதாவது பல OH^- அயன்களையும் மிகச்சில H^+ அயன்களையும்) ; இன்னும் pH=7 என்பது இரசாயன நடுநிலையைக் குறிக்கின்றது ; (அதாவது கரைசலிலுள்ள சம தொகையான H^+ அயன்களையும் OH^- அயன்களையும் குறிக்கின்றது).

செப்புச் சல்பேற்றின் மின்பகுப்பு

191 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருக்குஞ் சுற்றை நிறுவுக. X ஒரு மடிவிளக்கின் மின்கலவடுக்கையும், Y ஒரு மடிவிளக்குக் குமிழையுங் குறிக்கின்றன.

நேர்மின்வாய் A ஆனது ஒரு மெல்லிய செப்புத் தகடாகவும், எதிர்மின்வாய் C ஆனது ஒரு காபன்[1] கோலாகவுமிருக்கும். இவ்விரு மின்வாய்களும் ஐதான சல்பூரிக்கமிலங் கொண்டு அமிலமாக்கப்பட்ட 10 ச.வீ. செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலினுள் அமிழ்த்தப்பட்டிருக்கும். ஐந்து நிமிடங்களுக்கு



உருவம் 191.—மின்முலாம் பூசுதல்.

மின்னோட்டம் ஓடிய பின்னர் மின்வாய்களை வெளியே எடுத்துக் கரைசலினுள்ளிருந்த காபனெதிர்மின்வாயினொருபாகம் செம்பினால் மூடப்பட்டிருப்பதை (செப்புமுலாம் பூசப்பட்டிருப்பதை) கவனிக்க. மின்கலவடுக்கின் தொகுப்புக்களை நேர்மாறுக்கி (அதாவது, செப்புமுலாம் பூசப்பட்ட காபனானது நேர்மின்வாயாகவும், செப்புத் தகடானது எதிர்மின்வாயாகவும் அமைத்து) மீட்டுமொருகால் 5 நிமிடங்களுக்கு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துக. காபனை மூடியிருந்த செம்பு மறைந்து போவதை நோக்குக. **மின்னோட்டம் நேர்மின்வாயிலிருந்து செம்பை எடுத்துக்கொண்டுபோய் எதிர்மின்வாயிலதைப் படிய வைக்கின்றது** என்பது வெளிப்படை.

மின்முலாம் பூசுதல்

சென்ற பரிசோதனையில், எதிர்மின்வாயாகிய காபனுக்குச் செப்புமுலாம் பூசினோம். செப்புக்குப் பதிலாக நிக்கலை நேர்மின்வாயிலாகவும், நிக்கலுப்பொன்றை மின்பகுபொருளாகவும் உபயோகிப்போமேயாயின் எதிர்மின்வாய்க்கு நிக்கல்முலாம் பூசுவோமாவோம். மின்பகுப்பினால் ஒரு மேற்பரப்பை மெல்லிய உலோகப்படையால் மூடுதல்

[1] உதாரணம் :—பழையவொரு மடிவிளக்கின் மின்கலவடுக்கிலுள்ள நேர்முனைவு.

மின்முலாம் பூசுதல் எனப்படும். நாளாந்த வாழ்க்கையில் இதற்குப் பல பிரயோகங்களுண்டு. பொன், வெள்ளி, குரோமியம் என்பனவற்றை வேறு உலோகங்களின் மீது இவ்வாறு படியச்செய்யலாம். ஆனால், இந்த உலோகங்களால் முலாம் பூசுமுன்னர் ஒருபடை செம்பைப் பூசுதல் சாதனையில் வழக்கமாயிற்று.

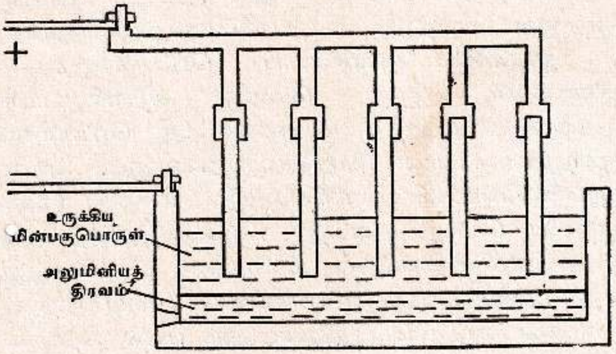
மின்முறைத்தட்டெழுத்து

அச்செழுத்துத் தொழிலில் மின்முறைத் தட்டெழுத்தடித்தலுக்கு, அதாவது தட்டெழுத்துக்களாலாயவொரு பக்கத்திலிருந்து பல அச்செழுத்துத் தட்டுகளை ஆக்குதற்கு, செப்புமுலாம் பூசுதல் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. தட்டெழுத்துப்பக்கமொன்றை அமைத்தபின்னர் மெழுகுத் தட்டொன்றின் மீது அது அழுத்தப்படும். பென்சிற்கரிமென்படையொன்றினால் கடத்தும் மேற்பரப்பொன்றுண்டாகுமாறு இந்த மெழுகச்சு மூடப்படும். நேர்மின்வாய் செம்பாகவிருக்கச் செப்புச் சல்பேற்றுக்கரைசலில் இந்த மெழுகு எதிர்மின்வாயாக்கப்படும். மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த மெழுகச்சின்மீது செப்புப்படையொன்று படிந்து மூலத்தின் சரியான பிரதியொன்றுண்டாகும். அதன் பின்னர் மெழுகையுருக்கிச் செம்பினின்று பிரித்தெடுத்து, உருக்கிய அச்சுலோகத்தை அந்த மெல்லிய செப்புத் தகட்டின் பிற்பக்கத்திலூற்றி அதைப் பெலப்படுத்துவர். செம்பினாலாயவிந்த மின்முறைத் தட்டெழுத்து வேறு புத்தகங்களிற் பிரயோகிப்பதற்குப் பரப்பப்பட்டு அச்சடிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது. இவை ஈயத்தட்டெழுத்துக்களிலும் பாரங்குறைவாக விருப்பதுமன்றிச் சேகரித்து வைப்பதற்கு அதிகமானவிடத்தை எடுக்கவும்மாட்டா. ஒவ்வொரு பக்கத்துக்கும் பல மின்முறைத் தட்டெழுத்துப் பிரதிகளை உண்டாக்குவதனால் மூலவச்சை மாத்திரம் உபயோகித்துண்டாக்குவதிலும் பெருந்தொகையான பிரதிகளைக்கூடுதலான வேகத்தோடு அச்சடிக்கலாம்.

பதிவுப்பன்னித் தட்டுக்களை உண்டாக்குவதற்கும் இதே தத்துவம் உபயோகிக்கப்படும். மெழுகுத் தட்டொன்றின் மீது அதிருகின்றவோரூசியினால் மூலத்தட்டு வரையப்படும். இந்த மெழுகுத்தட்டின்மேல் பென்சிற் கரித்தூளைத் தூவிச் செம்பினால் மின்முலாம் பூசப்படும். மெழுகு மூலத்தட்டின் அலைபோன்ற தவாளிப்புக்களையொத்த வரம்புகளையுடைய மெல்லிய செப்புத்தகடானது உலோகத்தாற் பின்புறத்திற் பெலப்படுத்தப்பட்டு இளஞ்சூடாக்கி மென்மையாக்கப்பட்ட இளகுகின்றவொரு கரும்பதார்த்தத்தினாலாய வட்டவடிவத் தட்டுக்கள் மீது அழுத்தப்படும். நாம் பதிவுப்பன்னியிற் போட்டாட்டுகின்ற தட்டுகளில் ஒலிமூலச்சுவடு **அச்சடிக்கப்படும்.**

உலோகமின்பிரிப்பியல்

பொதுவான பலவுலோகங்கள் மின்பகுப்பிஞல் தூயனவாக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக, மின்பகுப்புக்கலத்தின் எதிர்வாயிற் படிகின்ற செம்பானது இரசாயனவமைப்பின்படி தூயது. இவ்விதமான தூயசெம்பு தாழ்ந்த தடையுடையதாதலிஞல் மின்னலுவல்களுக்குப் பெரிதுந் தேவைப்படுகின்றது. எனவே, மின்கம்பியிணைப்புக்கு உபயோகிக்கப்படுஞ் செம்பானது மின்பகுப்பிஞல் தூயதாக்கப்பட்டதாகும். பண்படுத்தாத செம்பின் தடித்த தகடுகளைச் செப்புச் சல்பேற்றுக்கரைசலிற்றூக்க அவை நேர்மின் வாய்களாகும். தூயமென் செப்புத்தகடுகள் எதிர்மின்வாய்களாகும். மின்னேட்டஞ் சென்றுகொண்டிருக்கப் பண்படுத்தாத நேர்மின்வாய்களிலிருந்து செம்பு எடுபட எதிர்மின்வாய்களிற்றூய செம்பு படியும். மாசுகளோ திரவத்தினடியில் விழுந்துகிடக்கும்.



உருவம் 192.—அலுமினியத்தை மின்பகுப்பிஞல் ஆக்குதல்.

இவ்வாறு மின் பகுப்பிஞற் பொன்னிலும் வெள்ளியிலுமிருந்து களிம் பகற்றப்படும். இக்காலத்தே பெருங்கணியமான அலுமினியம் இவ்வாறு மின்பகுப் பிஞல் உண்டாக்கப்படுகின்றது. பூமியின் பொருக்கிலுள்ள மூலகங்களுள் மிகவும் பொதுவானவொன்று (7ச.வீ.) அலுமினியம் எனினும், அதைக் கொண்டுள்ள தாதுப் பொருட்களிலிருந்து அதைப் பிரித்தெடுப்பது அண்மையிற்றுன் சாத்தியமாயிற்று. ஏனெனில், அதன் ஒட்சைட்டைத் தாழ்த்துதல் இலகுவன்று.

உதாரணமாக, அலுமினியமொட்சைட்டை உலோகமாகக் காபன் தாழ்த்த மாட்டாது. அலுமினியத்தைப் பெறுதற்குபயோகிக்கப்படுந் தாதுப்பொருளானது நீருடன் இளக்கமாகச் சேர்ந்திருக்கும் அலுமினிய மொட்சைட்டான "போட்சைற்று" ஆகும். முதற்கண், அது தூயதாக்கப்பட்டுப் பின்னர் சூடாக்கப்பட நீரற்ற வொட்சைட்டாக Al_2O_3 மாறும்.

வெப்பநிலை ஏறக்குறைய 1,000° செ. இறேட்டாகவுள்ள உருக்கிய கிரையோலைற்றில் (அலுமினியமுஞ் சோடியமுஞ் சேர்ந்தானவொரு புளோரைட்டு) கரைக்கப்படும்.

(அ) காபன் நேர்மின்வாய்கள் தொடுக்கப்பட்ட செப்புக்கோல்.

(ஆ) எதிர்மின்வாயாகத் தொழிற்படுகின்ற காபனால் உள்ளுறையொடுக்கப்பட்ட இரும்புப்பாத்திரம்.

(இ) உருக்கிய மின்பகுபொருள்.

எதிர்மின்வாயாகத் தொழிற்படுகின்ற காபனால் உள்ளுறையிடப்பட்ட இரும்புப் பாத்திரத்தினுள் இத்திரவக் கலவை மின்பகுப்புச் செய்யப்படும். காபனாலாய பருத்த நேர்மின்வாய்கள் கலவையினுள்ளமிழ்ந்து கிடக்கும். எதிர்மின்வாயாகிய காபன் தளத்தில் திரவவலுமினியம் வந்து குவியக் காபன் நேர்மின்வாய்களில் ஒட்சிசன் விடுதலையாகி மெல்ல மெல்லத் தகனமாகும். மின்பகுப்பு நிகழுகையில் கிரையோலைற்று அழிந்து போவதில்லையாதலின் காலத்துக்குக் காலம் அலுமினியமொட்சைட்டை மாத்திரம் மீட்டும்மீட்டும் கூட்டிக்கொண்டிருந்தாற் போதுமானது.

சோடியமைதரொட்சைட்டைப் பரும்படியாக உண்டாக்குதற்குக் கடனீரை (நிரம்பிய சோடியங்குளோரைட்டுக் கரைசலை) மின்பகுப்புச் செய்தலின் வியாபார விசேடத்தை இரசாயன பாடங்களில் குறித்துள்ளோம். உலோகச் சோடியமும் பொற்றாசியமும் மின்பகுப்பினாலாக்கப்படுகின்றன.

மின்கணியம்

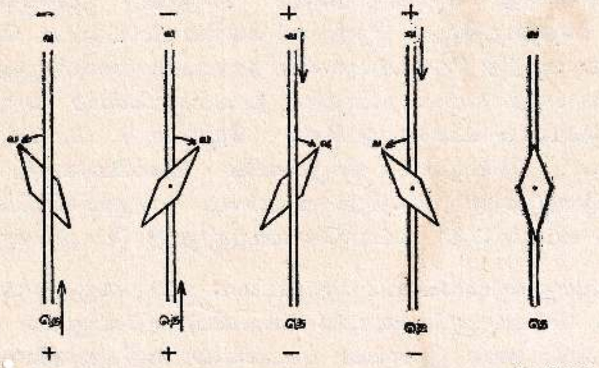
1832 ஆம் ஆண்டிற் **பரடே** என்பவர் பரிசோதனை மூலங்காட்டியதுபோல், செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலை, அல்லது வெள்ளி நைத்திரேற்றுக் கரைசலை மின்பகுப்புச் செய்தால், படிகின்ற செம்பின் அல்லது வெள்ளியின் நிறையானது பாய்கின்ற மின்னின் கணியத்தில் தங்கியிருக்கின்றதெனக் காணலாம். மின்கணியச் செய் முறையலகினைக் **கூலோம்** (பிரான்சிய விஞ்ஞானியொருவரின் பெயரைப் பின்பற்றி) என்பர். 0·001118[1] கிராம் வெள்ளியைப் படியச் செய்கின்ற மின்னின் கணியம் ஒரு கூலோம் எனப்படும்.

ஒரு மின்னோட்டத்தின் திறனெனப்படுவது சுற்றினூடு **மின்பாய்கின்ற** கதியாகும். அதாவது செக்கனொன்றிற் பாய்கின்ற மின்னின் கணியமாகும். மின்னோட்டத்தின் செய்முறையலகை (பிரான்சிய விஞ்ஞானியொருவரின்

[1] இந்த இலக்கத்தை மனனம் பண்ணவேண்டியதில்லை.

பெயரைப் பின்பற்றி) **அம்பியர்** என்பர். **செக்கனென்றுக்கு ஒரு கூலோம் பாய்தல் ஓரம்பியர் எனப்படும். அல்லது 0·001118[1] கிராம் வெள்ளியைப் படியச் செய்யும் மின்னோட்டமொரு அம்பியராகும்.**

அம்பியர்மானி யொன்றின் திருத்தத்தை, அதனோடு தொடர்நிலை யாகவொரு மின்பகுபொருட் கலத்துள்ளிருக்கும் வெள்ளி நைத்திரேற்றுக் கரைசலிலிருந்து குறித்த காலத்தினுட்படிந்த வெள்ளியின் நிறையினோடு கருவி காட்டும் அளவீட்டையொப்பிட்டுச் சோதித்தறியலாம்.



உருவம் 193.—எசட்டின் பரிசோதனை.

இந்த மின்னோட்ட அலகைப்பற்றிய விளக்கத்தை நாளாந்த வாழ்க்கை யிலெழுகின்றவுதாரணங்கள் மேலுந் தெளிவாக்கும்: (i) 230 உவோற்று இல்லமின்வலு வழங்கலிலிருந்து ஏறக்குறையக் காலம்பியர் மின்னோட்டத்தைச் சாதாரண 60 உவாற்றுக் குமிழ் செலவழிக்கும்; (ii) பகற்பொழுதிலொரு மோட்டர் வண்டியோடுகையில் அதன் மின்கலவடுக்கு 8–10 அம்பியர் வீதம் மின்னேற்றம் பெறுகின்றது; (iii) 12 உவோற்று மின்கலவடுக்கிலிருந்து 3 அம்பியரையொரு மோட்டர் வண்டியின் 36 உவாற்று முகப்பு விளக்குக்குமிழ் செலவழிக் கும்; (iv) மோட்டர் வண்டியொன்றின் " தான்றொடக்கி " யானது 100 அம்பியரைத் தானும் மின் கலவடுக்கிலிருந்தெடுத்துச் செலவிடக்கூடியது (ஆதலாற்றொடக்கியாளியானது ஒரு செக்கனுக் கதிகமாக மூடியிருக்கலா காது); (v) இரேடியோவாங்கியின் வாயிலொன்று ஒரு சில மில்லி யம்பியரை (ஒரு அம்பியரின் ஆயிரத்திலொரு பங்கு) மாத்திரம் உயர்விசை வழங்கலிலிருந்தெடுத்துச்செலவிடும்; (vi) தொலைபன்னிக் கம்பிகளில்

நெடுந்தூரம் பாய்கின்ற மின்னோட்டங்கள் ஒரு மில்லியம்பியரின் சிறு பாகங்களேயாகும்; (vii) இல்லங்களில் ஒளிதருகின்ற சுற்றுக்களில் மின்னோட்டம் 5 அம்பியராக வருமாயின் உருகிகள் வழக்கமாக உருகும்.

மின்னோட்டத்தின் காந்த விளைவுகள்

திசை காட்டூசி யொன்றுக்குச் சமாந்தரமாகவொரு **கம்பியைப்** பிடித்துக்கொண்டு அதனூடு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த, ஊசியொரு பக்கத்துக்குத்திரும்பும். புவியின் காந்தமண்டலம் திசை காட்டூசியை வடக்குந் தெற்குமாகத் திருப்புந் தன்மையுடையதாகவிருக்க, மின்னோட்டமதைக் கிழக்கும் மேற்குமாகத் திருப்புந் தன்மையுடையதாகவிருக்கும். ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகவுள்ள இத்திருப்பு விசைகளிரண்டுஞ் சேர்ந்து தாக்க அவை சமநிலைக்கு வருதற்கேற்ற திசையை நோக்கி ஊசி நிற்கும்.

மின்னோட்டத்தின் காந்த விளைவை 1820 ஆம் ஆண்டு எசட்டு என்னும் தென்மாக்குத் தேச விஞ்ஞானியொருவர் முதலிற் கவனித்தனர். அவ்வாறவர் காந்தத்துக்கும் மின்னுக்குமுள்ள நெருங்கிய தொடர்பைக் கண்டுபிடித்தார். அதாவது, மின்னோட்ட மொன்றைக் கொண்டு செல்லுமொரு கடத்தியைச் சூழ்ந்தெப்பொழுதுங் காந்த மண்டலமொன்றிருக்குமென்பதே.

பரிசோதனை :

(a) மின்னோட்டத்தையுடைய கம்பியைத் திசைகாட்டூசியின் மேல் பிடிக்க. ஊசி திரும்புகின்ற திசையை அவதானிக்க.

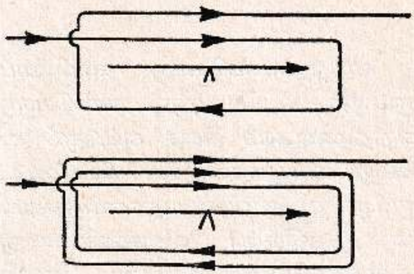
(b) மின்னோட்டத்தையுடைய கம்பியைத் திசைகாட்டூசியின் கீழே பிடிக்க. ஊசி திரும்புகின்ற திசையை அவதானிக்க.

(c) கம்பியினூடு செல்கின்ற மின்னோட்டத்தின் திசையை எதிர்மாறுக மாற்றுக. திசைகாட்டி மேலே கம்பியைப் பிடிக்க. திரும்பலை அவதானிக்க.

(d) திசைகாட்டூசியின் கீழ் கம்பியிருக்கப் பரிசோதனையை மறுபடியும் நடத்துக. நான்கு விளைவுகளும் 193 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இந்த விளைவுகள் யாவும் " நீந்தல்விதி " யில் சுருக்கமாகக் கூறப்பட்டுள்ளன. **ஒரு மனிதன் தனது முகம் திசைகாட்டூசியை நோக்கியிருக்க மின்னோட்டத்துடனே நீந்திச் செல்கின்றானெனக் கற்பனைசெய்துகொள்க. அப்பொழுது வடமுனை அவனுடைய இடது கைப்பக்கம் திரும்பும்.**

மின்னேட்டத்தைக் கொண்டுசெல்லுங் கம்பியை முதலாவதாகத் திசைகாட்டுமூசியொன்றின் மேலும் இரண்டாவதாகவதன் கீழும் நிறுத்திஞல், ஊசி எதிர்த்திசைகளை நோக்குமாறு திருப்பப்படும். ஆனல் 194 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல் அக்கம்பி முதல்முறை ஊசிக்குமேலாகவும் பின்பு வளைக்கப்பட்டு மாறி ஊசிக்குக் கீழாகவும் நிறுவப்பட்டால் திருப்பும் விளைவு இருமடங்காகும். இப்படிப் பன்முறை மேலுங் கீழுமாக மாறிமாறி ஊசியைச் சுற்றிக் கம்பியைக் கொண்டு செல்வதால் திருப்பும் விளைவை விரும்பிய மட்டும் பெருக்கலாம். இவ்விதமானவொரு அடுக்கு மின்னேட்டங்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும் வலுக்கூடிய மின்னேட்டமானது ஊசியைக் கூடுதலாகத் திருப்புமாதலால், அவற்றின் வலுக்களை ஒப்பிடுதற்கும் நுட்பமானவொரு முறையைத் தருகின்றது. இந்தத் தத்துவம் ஒருவிதமான மின்னளக்குங் கருவியிற் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. (364 ஆம் பக்கம் பார்க்க)



உருவம் 194.—நேரான கடத்தியைச் சூழ்ந்திருக்குங் காந்த மண்டலம்.

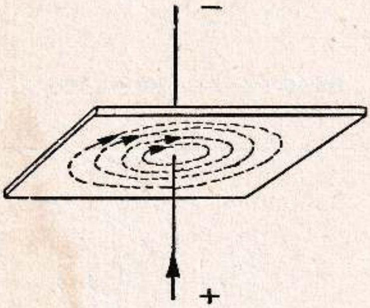
நேரான கடத்தியைச் சூழ்ந்துள்ள காந்த மண்டலம்

இரும்பரத்தூளிஞல் மூடப்பட்டுக் கிடையாகக் கிடக்கின்ற தடித்த சீட்டுத்தாளொன்றிலுள்ளவொரு துளையினூடு தடித்தவொரு செப்புக் கம்பியை நிலைக்குத்தாக நாட்டி வலுவுடையவொரு மின்னேட்டத்தை (குறைந்தபட்சம் 10 அம்பியர்) கம்பியினூடாகச் செலுத்த, அரத்தூள் கம்பியைச் சுற்றி வட்ட வடிவங்களாக வரிசைப்படும். கீனேக்கி மின்னேட்டம் பாய்ந்து கொண்டிருக்கச் சீட்டுத்தாளில் வைக்கப்பட்ட மடித்திசைகாட்டிகளானவை விசைக் கோடுகளின் திசை 195 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல் (திருகாணி விதிப்படி நாம் எதிர் நோக்குவது போல்) இருக்குமென்று காட்டும். மின்னேட்டத்தை நேர்மாருக மாற்றிஞல் விசைநோக்கின் திசையும் நேர்மாருகும்.

வட்டவடிவமான கடத்தியைச் சூழ்ந்துள்ள காந்த மண்டலம்

நிலைக்குத்தானவொரு கம்பிக்குப் பதிலாக நிலைக்குத்தான வட்ட வடிவச் சுருளொன்றையுபயோகித்துக் கிடையான சீட்டுத் தாளின் மீது இரும்பரத்தூளைத் தூவி (196 ஆம் உருவத்தில் AB), மின்னேட்டத்தைச் செலுத்த விசைக் கோடுகள் 196 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போலிருக்கக் காணலாம். இக்காந்தமண்டலமும் மிகவுங் குறுகினவொரு காந்தச் சட்

டத்தை அல்லது காந்தத் தட்டைச் சூழ்ந்துள்ள காந்த மண்டலமும் ஒரே விதமானவை. வட்டவடிவச் சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களின் தொகையைக் கூட்ட, காந்தமண்டலமும் அதே விகிதசமமாக வலுவில் ஏற்றமுறும்.



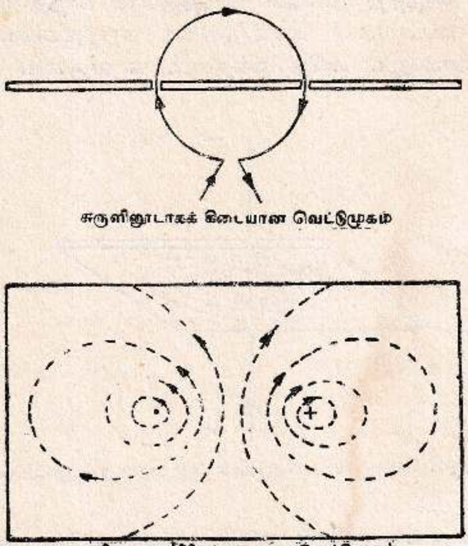
உருவம் 195.—வட்டவடிவச் சுருளைச் சூழ்ந்துள்ள காந்தமண்டலம்.

ஒரு வரிச்சுருளுள்ளும் அதனைச் சுற்றியுமுள்ள காந்த மண்டலம்

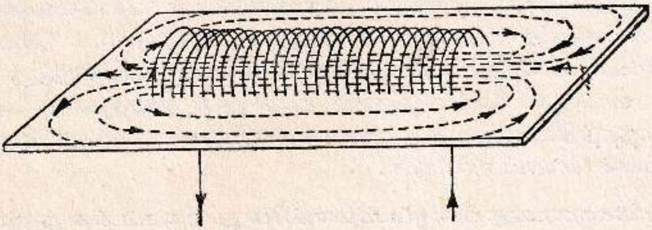
உருளைச் சுருளாகுமாறு கம்பியை அண்ணிய சுருளாகச் சுற்றி, மின்னோட்டத்தையதனூடு செலுத்தவுண்டாகும் காந்த மண்டலத்தில், 197 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போல், விசைக் கோடுகள் வரிசைப்படும். இந்த விசைக் கோடுகள் நீள் காந்தச் சட்டத்தைச் சூழ்ந்திருக்கும் விசைக் கோடுகளையொத்திருப்பதைக் கவனிக்க. மெல்லிரும்புக் கோலொன்றை இவ் விதமான ஓருருளை வடிவச் சுருளினுள் வைத்தால், மெல்லிரும்பு மின்னோட்டம் பாய்ந்துகொண்டிருக்குமளவுமொரு வன்காந்தத் திண்மமாகும். உருக்குக் கோலொன்றைச் சுருளினுள் வைத்தால். அது நிலையான காந்தத்திண்மமாகும். இவ்வாறே நிலையான காந்தத் திண்மங்கள் வழக்கமாகச் செய்யப்படுகின்றன.

ஒரு வரிச்சுருளானது மின் ஒட்டம் பாயும்போது ஒரு சட்டக் காந்தம் போலத் தொழிற்படும். அதன் இரு நுனிகளும் முனைவுத்தன்மையை யுடையன. இதனை ஒரு திசைகாட்டுமூசியினூற் பரிசோதித்துப் பார்க்கலாம். 198 ஆம் உருவத்திற் காட்டிய விளக்கப்படங்களின் உதவியைக் கொண்டு, வடமுனையையும் (N-pole) தென்முனையையும் (S-pole) சார்ந்த நுனிகளை ஞாபகத்தில் வைத்தல் இலகுவாகும். ஒவ்வொரு விளக்கப்படத்திலுமுள்ள ஐந்து அம்பு நுனிகளின் திசைகளையும் அவதானிக்க.

சில வேளைகளில், (அ) ஒரு காந்தத் திண்மத்தின் வடமுனைவுக்குச் சுருளின் எந்தவந்தம் ஒத்ததென்று, அல்லது (இ) சுருளின் எத்திசை நோக்கி மின்னோட்டம் பாய்கின்றதென்று அறியவேண்டிய அவசியம் எழுவதுண்டு. 197 ஆம் உருவத்திலுள்ள வரிப்படத்தை மனத்தில் வைத்திருப்பதே



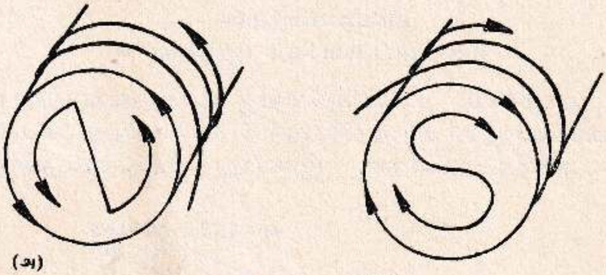
உருவம் 196.—உருளைவடிவச் சுருளைச் சூழ்ந்துள்ள காந்த மண்டலம்.



உருவம் 197.—முனைவுத் தன்மைக்கும் மின்னோடுந்திசைக்குமுள்ள தொடர்பு.

இதற்கு மிகவும் இலகுவான வழியாகும். (அ) இற் காட்டியிருப்பது போல் மின்னோட்டம் பாயுமாயின், சுருளின் அவ்வந்தம் வடமுனைவாகும் (அல்லது மறுதலையாக நோக்கின், சுருளின் அவ்வந்தம் வடமுனைவாக விருக்கக் காணப்பட்டால், சுருளின் அவ்வந்தத்தை நோக்குமிடத்து மின்னோட்டம் இடஞ்சுழியாகப் பாயும்). (*b*) இலுள்ளது போல மின்னோட்டம் பாயுமாயின் சுருளின் அவ்வந்தம் தென்முனைவாகும் (மறுதலையாக நோக்கின் சுருளினவ்வந்தம் தென்முனைவாகக் காணப்பட்டால், சுருளின் அவ்வந்தத்தை நோக்குமிடத்து மின்னோட்டம் வலஞ் சுழியாகப் பாயும்).

முனைவுகளை ஞாபகத்தில் வைத்திருப்பதற்கு, "பொத்திப்பிடித்தல்" விதி இன்னுமோர் முறையாகும். உமது வலது கைவிரல்கள் வரிச் சுருளின் கம்பிகளுக்குச் சமாந்தரமாக, மின்னோட்டம் அவைகளினூடு பாயும்



உருவம் 198.—மிதக்கும் வட்டவடிச்சுருள்.

திசையை நோக்கி இருக்குமாறு வரிச்சுருளை நீர் உமது வலது கையால் "பொத்திப்பிடிப்பது" போற் கற்பனை செய்க. உமது விரிந்து நிற்கும் பெருவிரல் அப்போது வரிச்சுருளின் வடக்கு முனையை நோக்கி நிற்கும்.

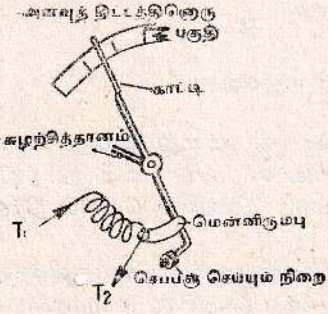
(இந்த அத்தியாயத்தைச் சேர்ந்த அப்பியாசங்களுக்குப் பொதுவிஞ்ஞான செய்முறை இரண்டாம் புத்தகத்தில் 111-34 பக்கங்களைப் பார்க்க.)

அதிகாரம் XVIII

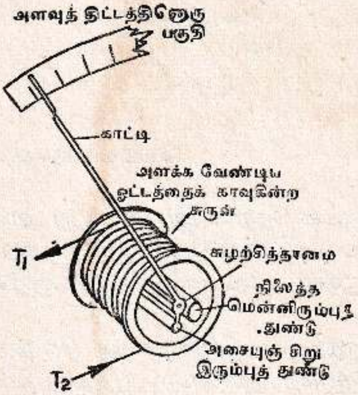
மின்னேயளத்தல்

மின்னேட்டமளக்குங் கருவிகள்

நாளாந்த வாழ்க்கைப் பிரயோகங்களுக்கு உபயோகிக்கப்படும் மின்னேட்டங்களானவை அவற்றின் காந்த விளைவுகளைப் பிரயோகித்துக் கிட்டத்தட்ட எப்பொழுதும் அளக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு மின்னேட்டத்தையளக்குங்



உருவம் 199.—அசையுமிரும்புக்கருவி
(கவர்ச்சி வகை)



உருவம் 200.—அசையுமிரும்புக் கருவி
(தள்ளுகை வகை)

காந்தக் கருவிகள் மூன்று வகையின. அவையாவன : (i) அசையுமிரும்புக் கருவிகளும், (ii) அசையுங்காந்தக் கருவிகளும், (iii) அசையுஞ் சுருட் கருவிகளும்.

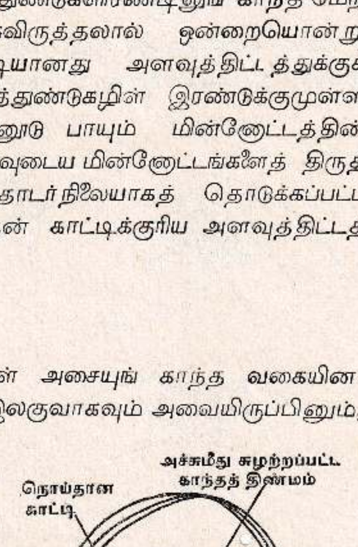
அசையுமிரும்புக் கருவிகள்

மின்னேட்டமளக்குங் காந்தக் கருவிகளுள் மிகவும் எளிதானதும் மலிவானதும் அசையுமிரும்புக் கருவியேயாகும். நேரோட்டம் (நே.ஓ.) (D. C.) ஆடலோட்டம் (ஆ.ஓ.) (A.C.) இரண்டையுமளக்கத்தக்கதாகவிருத்தல் அதற்குள்ள நயமாகும். 199 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருக்குங் கருவிவகையில் முடிவிடங்கள் T_1 இற்கும் T_2 இற்குமிடையிலுள்ளவொரு சுருளுக்கூடாக மின்னேட்டம் பாயும். அவ்வாறது பாயும்பொழுது மெல்லிரும்புத் துண்டொன்று சுருளினுள்ளிழுபடக், காட்டியானது அளவுத்திட்டத்துக்குக் குறுக்கே அசைந்துசெல்லும். மெல்லிரும்பு கவரப்படுதலும், காட்டியானது அசைதலுஞ் சுருளினூடு செல்லுகின்ற மின்னேட்டத்தின் வலுவைப் பொறுத்தனவாகும்.

200 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருக்குங் கருவி வகையில், அளக்கப்பட வேண்டிய மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு செல்லுஞ் சுருள் சூழ்ந்திருக்கு மிரு மெல்லிரும்புத்துண்டுகள் (ஒன்று நிலையானதும், மற்றையது சுழலத் தக்க தாகக் காட்டியொன்றோடிணைக்கப்பட்டதுமாக) அடுத்துக் கிடக்கும். சுருளினூடு மின்னோட்டஞ் செல்லும்போது இரும்புத் துண்டுகளிரண்டிலுங் காந்த மேற அவற்றின் ஒத்த முனைவுகள் ஒருமிக்கவிருத்தலால் ஒன்றையொன்று தள்ளும். அவ்வாறவை தள்ள, காட்டியானது அளவுத்திட்டத்துக்குக் குறுக்கே அசைந்து செல்லும். இரும்புத்துண்டுகழின் இரண்டுக்குமுள்ள தள்ளுகையுங் காட்டியினசைவுஞ் சுருளினூடு பாயும் மின்னோட்டத்தின் வலுவைப் பொறுத்தன. வேறுபட்ட வலுவுடைய மின்னோட்டங்களைத் திருத்தமான நியமக் கருவியொன்றோடு தொடர்நிலையாகத் தொடுக்கப்பட்ட அசையுமிரும்புக்கருவியினூடு செலுத்தியதன் காட்டிக்குரிய அளவுத்திட்டத்தின் கோடுகளிடப்படும்.

அசையுங்—காந்தக் கருவிகள்

மிகவும் பழைய மின்னளக்குங்கருவிகள் அசையுங் காந்த வகையின. ஆனால், மலிவாகவும், உண்டாக்குதற்கு இலகுவாகவும் அவையிருப்பினும், பாடசாலைப் பரிசோதனைச்சாலைகளல்லாத விடங்களில் நாளாந்த வாழ்க்கைக்குரிய மின்னளக்குங்கருவிகளாக உபயோகிக்கப்படுவதில்லை. இக்கருவியானது உரு. 201 இற் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. குறுகிய காந்தத் திண்மமானது நிலைக்குத்தாயிருக்கும் வட்டவடிவமான கம்பிச் சுருளின் மத்தியில் அமைந்திருக்கின்றது. அது வட்டவடிவான அளவுச் சட்டத்தின் மேலே அசைந்து நிற்கின்றதான வொரு நீண்ட பாரங் குறைந்தகாட்டியொன்றிற்கு இணைக்கப்பட்டுளது. மின்னோட்டம் யாதும் பாயுமுன்னர் கருவியானது அதன் காந்தத் திண்மமும் வளைசுருளும் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாக இருக்கும் வண்ணம் ஒழுங்கு செய்யப்படல் வேண்டும். (அதாவது அவை காந்தவுச்ச நெடுங்கோட்டிலிருக்கும்வண்ணம் ஒழுங்கு பண்ணப்படல் வேண்டும்) இதுவே செயல்முறை அகக்கருவியின் முக்கிய குறைபாடாகும். மின்னோட்டம் பாயும்போது ஊசியானது திரும்பும். பின்பு மின்னோட்டத்தின் வலிமைக் குத்தகுந்தவாறு அது ஒரு தானத்தில் ஓய்விற்குவரும். இக்கருவியை வேறு

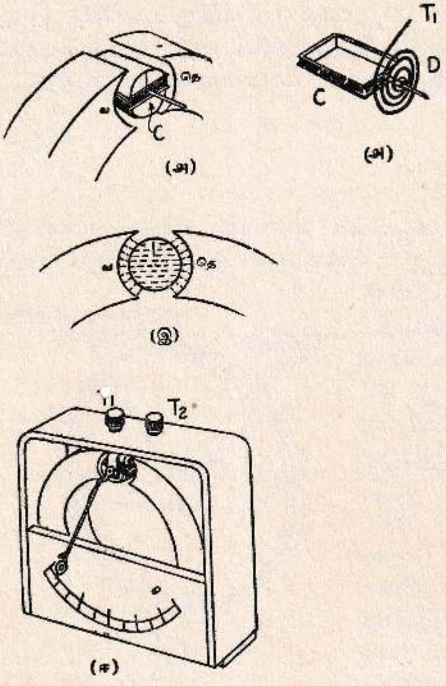


உருவம் 201.—
அசையுங் காந்தக் கருவி.

காந்தத் திண்மங்களின் அண்மையிலோ அல்லது காந்தப் பொருட்களின் அண்மையிலோ பிரயோகிக்கவியலாது.

அசையுஞ் சுருட்கருவிகள்

மிக்க அண்மைக்காலத்து மின்னோட்ட அளவைக் கருவிகள் "அசையுஞ் சுருள்" வகையினவாகும். அசையுங்காந்தக் கருவிகளிலும், அசையு மிரும்புக் கருவிகளிலுமுள்ள குறைபாடுகள் இவைகளுக்கில்லை. இவ்விதமான கருவியில், வலுவுடைய பெரியவொரு நிலைத்த காந்தத் திண்மமும் சிறிய பாரமற்ற வொரு அசையுஞ் சுருளுமுண்டு. இச்சுருளினூடு மின்னோட்டம் பாய்ந்துகொண்டிருக்கும்.



உருவம் 202.—அசையுஞ்சுருட்கருவி.

வட்ட வடிவக் கம்பிச் சுருளினூடு மின்னோட்டம் பாயும்போது சுருளானது மிகவுங் குறுகியவொரு காந்தச் சட்டமாக அல்லது ஒரு காந்தத் தட்டாகத்தொழிற்படுமென்று கண்டுள்ளோம் (360 ஆம் பக்கம்) வட்டவடிவக் காந்தத் திண்மத்தின் முனைவுகளுக்கிடையில் அவ்விதமானவொரு சுருளைத் தூக்கினால் அதன் வடமுனைவுப் பக்கம் நிலைத்த காந்தத் திண்மத்தின் தென் முனைவுக்கு எதிர்முகமாக நிற்குமாறு அச்சுருள் திரும்புந் தன்மையுடையது.

202 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், காந்தவிசைக் கோடுகளை நிலைத்த காந்தத்திண்மத்தின் முனைவுகளான N, S களுக்கிடையிற் செறியச் செய்வதற்காக I என்னும் ஓரிரும்புருளையைச் சுருளினுள்ளே அதன் அகமாக வைப்பது வழக்கமாகும். மூடப்பட்ட மெல்லிய கம்பியின் சுற்றுக்கள் பல சேர்ந்துண்டான செவ்வக வடிவச் சுருளொன்று இந்த

மெல்லிரும்பகத்தைச சுற்றிச் சுழலத்தக்கதாகக் கட்டின்றி நிற்கும். சுருளி யினீரந்தங்களும், இரு சுருளிவிற்களாற் கருவியின் முடிவிடங்களோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் (D ஆனது இந்த விற்களிலொன்றாகும்).

மின்னோட்டஞ் செல்லாதிருக்கையில் அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியக் குறி யீட்டிற் காட்டியை விற்கள் நிறுத்திவைக்கும். அதாவது, நிலைத்த காந்தத் திண்மத்தின் முனைவுகளுக்கிடையிலுள்ள வெளியின் குறுக்கே செல்லுகின்ற காந்த விசைக்கோடுகளுக்குச் சமாந்தரமாகச் சுருளின் தளம் நிற்குமாறு காட்டியை நிறுத்தும். விற்களில்லாவிடில், சுருளினைச் சுற்றி மின்னோட்டம் ஓடுகையில் அதன் வடமுனைவுப் பக்கங் காந்தத் திண்மத்தின் தென் முனைவுக்கு எதிர்முகமாக வருமட்டுமது திரும்பும். இந்த நிலைக்குச் சுருள் வருமுன்னர் அதை வில்லானது நிறுத்துகின்றது. சுற்றுகையிற் சுருள் வில்லைச் சுழற்றும். மின்னோட்டம் எவ்வளவுக்குக் கூடியிருக்கின்றதோ அவ்வளவுக்கு வில்லைத் திருக அது வல்லதாக விருக்கும்.

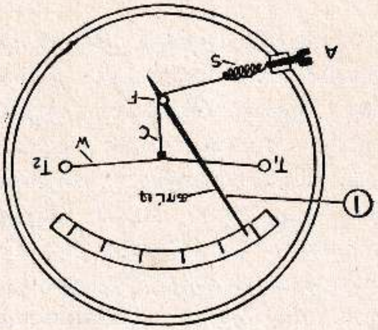
இவ்விதமான கருவியொன்று மிகவுஞ் சிறிய மின்னோட்டங்களை அளப்ப தற்குப் பயன்படுகின்றது (உதாரணமாக, ஓரம்பியரின் ஆயிரத்திலொரு பங்கை அளப்பதற்கு). பெரிய மின்னோட்டங்களை அளப்பதற்கு அம்பியர் மானி என்று சொல்லப்படுகின்றதும் இதைப் போன்றதுமானவொரு கருவி உபயோகிக்கப்படுகின்றது. இதனிலுள்ள அளவுத்திட்டமானது அம்பியர் களாக வகுத்து அடையாளம் பண்ணப்பட்டிருக்கும். சுருளைத் திருப்பும் விசையானது மின்னோட்டத்துக்கு விகிதசமமாக இருப்பதற்காகக் கருவியை அசையுஞ் சுருட்கருவியாக அமைப்பர். அப்படி அமைப்பதனால் காட்டிக் குரிய அளவுத்திட்டம் சமபாகங்களாகப் பிரித்து அடையாளமிடத்தக்கதாக இருக்கும்.

புவியின் காந்தத்தினாலாவது அண்மையிலுள்ள காந்தத்திண்மங்கள் அல்லது இரும்புத்துண்டுகளாலாவது பாதிக்கப்படாதிருக்குந் தன்மையன வாக அசையுஞ் சுருட்கருவிகளிருப்பதனால் எங்காகிலும் வைத்து அவற்றை உபயோகிக்கலாமென்னுஞ் செயன்முறை நயம் அதற்குண்டு.

வெங்கம்பிக் கருவிகள்

அளக்க வேண்டிய மின்னோட்டத்தின் வெப்பமாக்கல் விளைவைப் பயன் படுத்தி மிகவும் மலிவானதும் ஒரெளிதானதுமான மின்னோட்டமளக்குங் கரு வியை உண்டாக்கலாம். 203 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல் நுண்மை

யான ஒரு தடைக்கம்பி **W** என்பது கருவியின் முடிவிடங்களுக்கிடையில் (T_1, T_2 இற் கிடையில்) ஈர்த்திணைக்கப்படும். அதனூடு மின்னோட்டஞ் செல்ல அதன் வெப்பநிலையேறும். வெப்பநிலையேற அது விரிந்து நீளும். **S** என்னும் வில்லானது காட்டியின் அச்சாணியாகிய **F** ஐச் சுற்றியிருக்கும் நூலாகிய **C** ஐ இழுத்து அளவுத் திட்டத்துக்குக் குறுக்கே காட்டியை அசைந்து செல்லச் செய்யும். நேரோட்டம் ஆடலோட்ட மிரண்டையும் வெங் கம்பிக் கருவியளக்கவல்லது.



உருவம் 203.—வெங்கம்பிக் கருவி.

மின்னலகுகள்

ஒரு பொருளிலிருந்து பிறிதொரு பொருளுக்கு வெப்பஞ் செல்லுதற்கு வெப்பநிலை வேற்றுமை வேண்டுமென்று வெப்பத்தைப் பற்றிய எங்கள் பாடங்களிற் கண்டுள்ளோம். அதாவது, ஏற்றமான வெப்ப நிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து தாழ்ந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள பொருளுக்கு வெப்பம் பாய்கின்றதெனக் கண்டுள்ளோம்.

இதுபோலவே, ஒரு குழாய் வழியே நீர் பாயவேண்டுமானல் அக்குழாயின் ஈரந்தங்களிலும் அமுக்க வேற்றுமையிருத்தல் வேண்டும். இன்னுமிதுபோலவே ஒரு கம்பிவழியே மின்னோட்டம் பாய்தற்கு அக்கம்பியினீரந்தங்களிலும் **மின்னமுக்க** வேற்றுமையிருத்தல் வேண்டும்.

மின்னியக்க விசை—அழுத்தவேறுபாடு

இந்த “மின்னமுக்கம்” என்பதற்கு “**மின்னழுத்தம்**” என்னும் விஞ்ஞானப் பெயருண்டு. சுற்றென்றினெரு புள்ளியில் பிறிதொரு புள்ளியிலும் ஏற்றமான அழுத்தமுண்டேல், முதலாம் புள்ளியிலிருந்து இரண்டாம் புள்ளிக்கு மின்பாயும். இரு புள்ளிகளுக்குமுள்ள அழுத்தவேற்றுமை உவோற்றுக்களில் அளக்கப்படும். அதாவது, மின்னோட்டவலகு அம்பியராக இருப்பதுபோல், மின்னழுத்தவலகு **உவொற்று**வாகும்.

ஒரு குழாயினூடு நீர் பாய்தலை விவரிக்க வேண்டுமாயின், செக்கனென்றிற் பாயும் நீரின் **கணியத்தை**யும் (அதாவது பாய்தலின் வீதத்தையும்) **உயர்வு நிலை**யையும் (அதாவது அதனமுக்கத்தையும் அல்லது “செலுத்தும் வலு” வையும்) எடுத்துக்கூறலாம். இதுபோலவே, மின்னோட்டம்

பாயும் வீதத்தை **அம்பியரிலும்,** **மின்னமுக்கத்தை** உவோற்றிலு (உவோற்றுமானியை உபயோகித்து) அளக்கின்றோம். உதாரணமாக, தனிக் கலவீயச் சேமிப்புக் கலனனது அதன் முடிவிடங்களுக்கிடையில் ஏறக்குறைய 2 உவோற்று அழுத்த வேற்றுமையுடையதாகும். முடிவிடங்களிரண்டையுந் தொடுக்கின்றவொரு கம்பி நெடுகேயொரு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்து தற்கு 2 உவோற்று மின்னியக்கவிசை அதற்குண்டென்றுமிதனைச் சொல்லு வதுமுண்டு. இலக்கிளாஞ்சிக் கலத்தில் அல்லது **ஈரமிலாக்** கலத்தில், இரசாயனத் தாக்கங் கலத்தினுள்ளே நிகழ்ந்து 1·5 உவோற்று மின்னியக்க விசை (மி.இ.வி.) யை உண்டாக்கும். எளிதான செம்பு—நாகக்கலத்துக்கு 1 உவோற்றிலுஞ் சற்றுக்கூடிய மி.இ.வி. உண்டு.

மின்வலு

தூரத்தேயுள்ள இடங்களுக்குச் சத்தியைக் கொண்டுபோய் ஆங்காங்கே வேலைசெய்யத்தக்கதாகக் கம்பிகளினூடு நெடுந்தூரம் மின்னோட்டங்கள் சென்றடையச் செய்யலாமென்பது, ஏனைய சத்திவகைகளுக்கில்லாத, மின்னுக்குள்ள முக்கியமான நயமாகும். **வலு** என்பது **வேலைசெய்யும் வீத** மென்றும், பொறிமுறைச் சத்தியைப் பரிவலுக்களில் (33,000 அடி-இறாத்தல்) அளக்கின்றோமென்றும் முன் கற்றுள்ளோம். மின்சத்தி **உவாற்றுக்களில்** அளக்கப்படுகின்றது. மின்வலு, மின்னோட்டம், மின்னழுத்தம் என்னுமிவை மூன்றுக்குமிடையில் எளிதானவொரு தொடர்புண்டு. அதாவது : ஒரு வோற்று ம.இ.வி. இல் ஓரம்பியர் மின்னோட்டம் பாயு மாயின், வலுவானது ஒருவாற்றுவாகும்; அல்லது மின்னோட்டம் (அம்பி யரில்) × ம.இ.வி. (உவோற்றில்) = வலு (உவோற்றில்), அல்லது அம்பியர்கள் × உவோற்றுக்கள்=உவாற்றுக்கள். ஒரு கிலோவுவாற்று= 1,000 உவாற்றுக்கள். ஒரு ப.வ. =746 உவாற்றுக்கள் ஆதலின், ஒரு கிலோவுவாற்று = ஏறக்குறைய $1\frac{1}{3}$ ப.வ.

வழக்கமாக, “ **அலகுகள்** ” என்று சொல்லப்படுகின்ற “ **வணிகச் சங்க வலகுகளில்** ” மின்சக்தி அளக்கப்படும் (விற்கப்படும்). இச்செயன் முறையலகு **கிலோவுவாற்றுமணி**யாகும். இவ்வண்ணம், (உதாரணமாக), 10 மணிநேரமாக 100 உவோற்று மி.இ.வி. இல் 11 அம்பியர் மின் னோட்டம் பாயும்பொழுது அது ஒரு கிலோவுவாற்று—மணி மின் சத்தியை கொடுக்கின்றது.

15—R 6038 (1/59)

அம்பியர், உவோற்று, உவாற்று என்பனவற்றுக்கிடையிலுள்ள தொடர்பைத் தெளிதற்கு எண்களைக்கொண்ட பல அப்பியாசங்களைச் செய்தல் வேண்டும்.

மின்தடை

கடத்தியொன்றினூடொரு மின்னோட்டம் பாய்தலின் தொடர்பாக எழுகின்ற இரு கணியங்களைப்பற்றிய அறிவு ஓரளவுக்கிப்போது எங்களுக்குண்டு. அவையாவன : **மின்னோட்டமும்** (அம்பியரில் அளக்கப்பட்ட) **மின்னியக்க விசையும்** (உவோற்றில் அளக்கப்பட்ட) மூன்றாங் கணியமுமொன்றுண்டு. அது **கடத்தியின் தடையாகும்.**

மின்னோட்டத்தைத் தம்மூடே செல்லவிடுகின்ற பொருள்கள் **கடத்திகள்** எனப்படும் (உதாரணங்கள் : எல்லா உலோகங்களும் காபனும்). அவற்றின் மின்தடை **தாழ்ந்த**தென்பர். மின்னோட்டத்தைத் தம்மூடே செல்லவிடாத பொருள்கள் **கடத்தலிலி**கள் எனப்படும் (உதாரணங்கள் : கண்ணடி, பீங்கான், இறப்பர், கடதாசி, பருத்தி, பட்டு என்பன). அவற்றின் மின்தடை மிகவும் **ஏற்ற**முடைத்தென்பர். சில கடத்திகள் வேறுகடத்திகளிலும் கூடுதலான உடன்பாட்டுடன் மின்னோட்டத்தைத் தம்மூடு பாயவிடுவன. எனவே, பொருள்களின் தடையினை அடிக்கடி அளக்க வேண்டிய அவசியம் எழுகின்றது.

உலோகக் கடத்திகளினூடு பாய்கின்ற மின்னோட்டத்தோடு 1827 ஆம் ஆண்டில் பரிசோதனைகளை நடத்தியதன் பேருகக் **கடத்தியொன்றினூடே பாய்கின்ற மின்னோட்டம் (I) ஆனது ஓட்டத்தைச் செலுத்துகின்ற மின்னியக்க விசை (V) இற்குச் சரி விகிதசம**மாகும், அல்லது $\frac{V}{I}$ = ஒரு மாறிலி (R) என்று கண்ட சேர்மானிய விஞ்ஞானியொருவரின் பேரைப் பின்பற்றித் தடையினலகை **ஓம்** என்று கூறுவர். இதனை **ஓமின் மின் கடத்தல் விதி** என்பர்.

எனவே, $\frac{V}{I}$ என்னும் விகிதத்தின் பெறுமானம் ஒவ்வொரு கடத்திக்கும் வெவ்வேருகவிருக்கும். இந்த மின்மாறிலி R ஐ அதனதன் **தடை** என்பர். மின்னோட்டமாகிய I என்பது அம்பியரிலும், மி.இ.வி. ஆகிய V என்பது உவோற்றிலும் அளக்கப்பட்டால் தடையாகிய R என்பது **ஓம்** இல் இருக்கும். உதாரணம் : கம்பியொன்றின் அந்தங்களிற் பிரயோகித்த உவோற்றென்று அதனூடு ஓரம்பியர் மின்னோட்டம் பாயச் செய்யுமாயின், அக்கம்பியின் தடை

ஓர் ஓமாகும். செயன்முறை அலுவல்களுக்கு, **நீளம் 106·3 ச.மீ. உம், குறுக்கு வெட்டுமுகம் 1 சதுர மில்லி மீற்றரும், வெப்ப நிலை 0°ச. அளவையுமாகவுள்ள தூயவிரசத்தின் தடையே ஓர் ஓம்** என்று அதற்கு வரைவிலக்கணங் கூறுவர்.[1]

இம்மட்டில், சர்வதேச மின்னலகுகள் இரண்டின் வரைவிலக்கணங் கூறி விட்டோம். அவையாவன அம்பியரும் (357 ஆம் பக்கம்) ஓமும். எனவே, (ஓமின் விதிப்படி) உவோற்றுக்கும் பின்வருமாறு வரைவிலக்கணங் கூற லாம்: **ஓர் ஓம் தடையாகவுள்ள கடத்தியொன்றினூடு ஓரம்பியரைச் செலுத்துகின்ற மின்னியக்கவிசை ஓர் உவோற்றுவாகும்.**

கிட்டத்தட்ட எல்லா மின்னளவுகளிலுங் கணிப்புக்களிலும் ஓமினது விதி அதிமுக்கியமான பங்கு பெறுகின்றது. மிக்க எளிதான ஒருதாரணத்தை எடுப்போம். மோட்டர் வண்டியொன்றின் முகப்பு விளக்குக் குமிழில் 12V 36W என்பது குறிக்கப்பட்டிருக்குமாயின், 3 அம்பியர் மின்னோட்டத்தை அது உபயோகிக்குமென்று நாமறிவதுமல்லாமல், வெப்பமேற அதன்தடையை

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12}{3} = 4 \quad \text{ஓம்}$$

என்பதிலிருந்து கணிக்கவும் முடியும்.

மின்னோட்டம், மின்னியக்கவிசை, தடை என்னும் மூன்றையும் பின் வருமாறு ஓமின் விதியைப் பிரயோகித்துக் கணித்தல் வேண்டும்.

மின்னோட்டம்: அம்பியரில் $I = \dfrac{\text{உவோற்றில் } V}{\text{ஓமில் } R}$

மி.இ.வி.: உவோற்றில் V = அம்பியரில் $I \times$ ஓமில் R

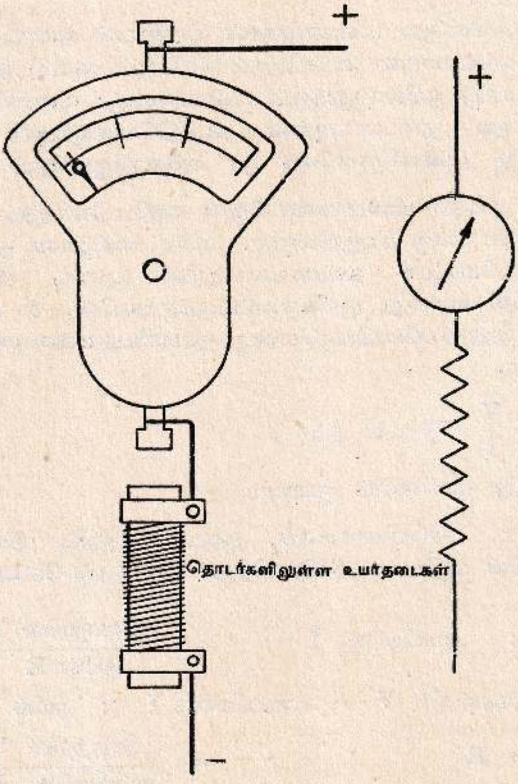
தடை: ஓமில் $R = \dfrac{\text{உவோற்றில் } V}{\text{அம்பியரில் } I}$

அம்பியர் மானிகளும் உவோற்று மானிகளும்

364–6 ஆம் பக்கத்தில் விவரித்திருப்பதுபோன்ற மின்னோட்டம் அளக்கவல்ல அசையுஞ் சுருட்கருவியோடு அறிந்த தடைகளைத் தொடுத்து அதனை அம்பியரில் மின்னோட்டத்தையளக்கும் அம்பியர் மானியாக (204 ஆம் உருவம்) அல்லது உவோற்றில் ம.இ.வி. ஐ அளக்கும் உவோற்று மானியாக (204 ஆம் உருவம்) உபயோகிக்கலாம். அசையுஞ் சுருளின் தடை 5 ஓம் என்றும், காட்டியை அசைத்து அதனளவுத் திட்டத்தின் குறுக்கேயது செல்லச் செய்வது 0·015 அம்பி. மின்னோட்டமென்றும்

[1] இவ்விலக்கங்களை மனனம் பண்ணவேண்டியதில்லை.

வைத்துக்கொள்ளுவோம். ஒவ்வொன்றும் 0·001 அம்பியரை (அதாவது, ஒரு மில்லி அம்பியரை) காட்டும் 15 பிரிவுகளாக அளவுத்திட்டத்தைப் பிரிக்கலாம். பிரித்தாற் கருவியானது மில்லியம்பியர் மானியாகும். ஓமின்



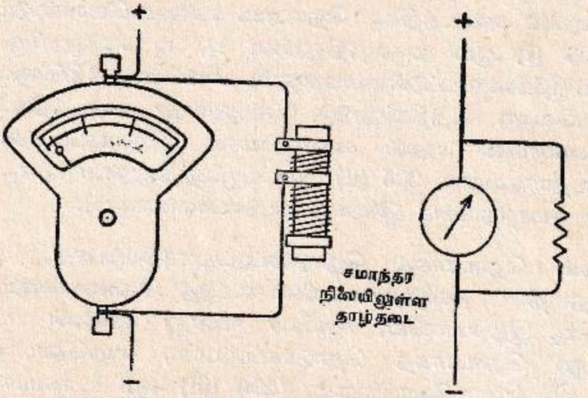
உருவம் 204.—தொடராகத் தடையுள்ள உவோற்றுமானி.

விதிப்படி (V=I R), 5 ஓம் தடையினூடு 0·015 அம்பியர் பாயுமாயின் மி.இ.வி. 0·015 × 5 = 0·075 உவோற்றுவாகும். அப்பொழுது அளவுத் திட்டத்தின் பிரிவு ஒவ்வொன்றும் 0·005 உவோற்றை, அதாவது 5 மில்லி உவோற்றைக் காட்டி நிற்கும். இவ்வாறு அதே கருவியை மில்லி உவோற்றுமானியாகவும் உபயோகிக்கலாம்.

இனி மில்லி உவோற்றுக்குப் பதிலாக உவோற்றையளக்க வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். 204 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், கருவியோடு தொடராக 495 ஓம் சேர்க்கப்படுமாயின், மொத்தத் தடை 495 + 5 = 500 ஓமிற்கூடாக மின்னோட்டஞ் செல்லவேண்டியிருக்கும். மின்னோட்டத்தைக் கருவியினூடு செலுத்தி அளவுத் திட்டத்தின் அந்தம் மட்டுங் காட்டி திரும்பிச் செல்லுவதற்கு 0·015 × 500 = 7·5 உவோற்று

மி.இ.வி. வேண்டியிருக்கும். இவ்வாறு அக்கருவியானது 0 – ·75 மில்லி உவோற்றை அளக்கும் மில்லி உவோற்றுமானியாகாது 0 – 7·5 உவோற்றை அளக்கவல்ல உவோற்றுமானியாகின்றது. இதுபோலவே, 9995 ஓம் தடையை அசையும் 5 ஓஞ்சுருளோடு தொடராகத் தொடுப்பதனுல் அதே கருவியை 0 – 150 உவோற்று மி.இ.வி. ஐ அளப்பதற்கு உபயோகிக்கலாம். ஒவ்வொரு முறையும் அசையுஞ் சுருளினூடு செல்லும் உயர்வு மின்னேட்டம் 0·015 அம்பியராகுமென்பதைக் குறித்துக்கொள்ளுக.

அதே கருவியை 0 – 15 மில்லியம்பியருக்குப் பதிலாக 0 – 15 அம்பியரை அளப்பதற்கு உபயோகிக்க வேண்டுமேயானுல், அசையுஞ் சுருளினூடு செல்லுகின்ற உயர்வு மின்னேட்டத்தை 0·015 அம்பியருக்கப்பா



உருவம் 205.—தடைசமாந்தரமாகவுள்ள அம்பியர் மானி.

லேருது வைத்துக்கொண்டு, 205 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், **சமாந்தரமாகத்** தாழ்ந்த (99·9 மடங்கு சிறுத்த) தடையைத் தொடுத்தல் வேண்டும். அப்படித் தொடுத்தால், அளப்பதற்குள்ள மின்னேட்டத்தின் **சரி 0·1 ச.வீ.** பாகம் மாத்திரம் அசையுஞ் சுருளினூடு செல்ல, எஞ்சிய 99·9 ச.வீ. பாகமும் மேலதிகமாகத் தொடுக்கப்பட்டுள்ள தடையினூடு " திருப்பப்படும் " அல்லது " பக்கவழிப் படுத்தப்படும் ". கருவியின் முடிவிடங்களுக்குக் குறுக்கே சமாந்தரமாகத் தொடுக்கப்பட்ட அத்தகைய தடையானது **பக்கவழி** எனப்படும். அசையுஞ் சுருளின் தடை பக்கவழியின் தடையிலும் 999 மடங்கு பெரிதாயின், 15 அம்பியர் மின்னேட்டத்தின் 0·015 அம்பியர் பாகம் அசையுஞ் சுருளினூடும், எஞ்சிய 14·985 அம்பியர் பாகம் பக்கவழியாகிய இலகுவான மார்க்கமாகவும் பிரிந்து போகும். அப்பொழுது, அளவுத் திட்டத்தின் அந்தம் 15 அம்பியரைக் குறிப்பதுவாக விருக்க அதுவரையுங் காட்டியானது திரும்பி முழுத்திட்டத்தையுங் கடந்துசென்று நிற்கும்.

இவ்வாறு, தனியியங்கு சுருட்கருவி ஒன்றிேைடு தொடர்ச்சியாகத் தொடுப்பதற்கு உயர் தடைகளின் வரிசையொன்றுண்டாஞல் அகல வீச்சான மி.இ.வி. களை அளப்பதற்கு அக்கருவியை உவோற்றுமானியாக உபயோகிக்கலாம். சமாந்தரமாகத் தொடுப்பதற்கு ஒரு வரிசை தாழ்ந்த தடைகளோடு அதே கருவியை உபயோகித்து மின்னேட்டம் எவ்வளவு வலுவுடையதேனும் அதை அளக்கும் அம்பியர்மானியாகவும் உபயோகிக்கலாம்.

தொடராகவுள்ள கடத்திகளுஞ் சமாந்தரமாகவுள்ள கடத்திகளும்

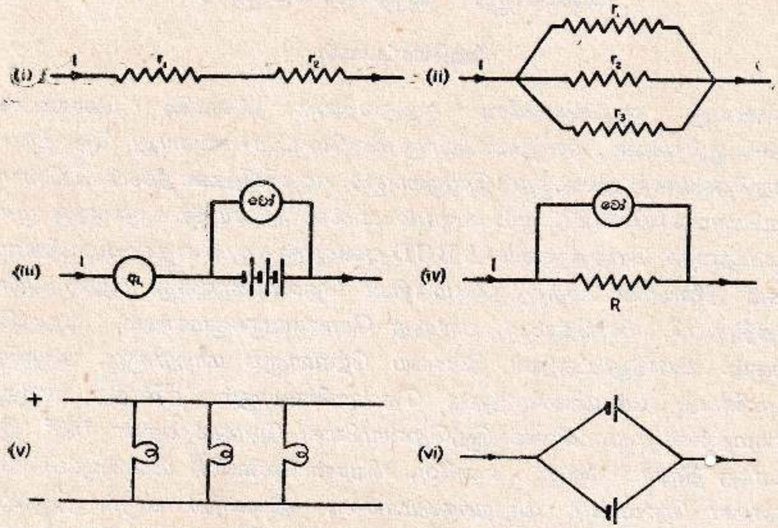
கலங்கள், விளக்குகள், தடைகள், அளக்குங் கருவிகள் என்பன மின் சுற்றென்றினுள் இணைக்கப்படுமிடத்து இரு வேறு விதமாக இணைக்கப் படலாம். முறையே ஒவ்வொரு கடத்தியினூடும் மின்னேட்டம் முழுவதுஞ் செல்லுமாயின் அக்கடத்திகள் **தொடராக** உள்ளனவெனப்படும். (உதாரணமாக, 206 (i) ஆம் உருவத்திலுள்ள r_1, r_2 என்னுமிரு தடைகளும் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளனவாகும்). மின்னேட்டத்தினெரு பாகம் மாத்திரம் ஒவ்வொரு கடத்தியினூடுஞ் செல்லுமாறு அக்கடத்திகள் இணைக்கப் பட்டுள்ளனவாயின் அவை சமாந்தரமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளனவெனப் படும். (உதாரணமாக, 206 (ii) ஆம் உருவத்திலுள்ள r_1, r_2, r_3 என்னுந் தடைகள் சமாந்தரமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளனவாகும்).

தடைகள் தொடராகத் தொடுக்கப்பட்டிருக்கும்போது, அத்தொடரின் மொத்தத் தடை தனித்தடைகளின் கூட்டுத் தொகையாகும். அதாவது, $R = r_1 + r_2$. இதுபோலவே, ஈரமிலா மூன்று கலங்கள் (மி.இ.வி.$=1{\cdot}5$ உவோற்று) தொடராகத் தொடுக்கப்பட்டால், அத்தொடரின் மொத்த மி. இ. வி. 4·5 உவோற்ருகும். (206 (iii) ஆம் உருவமானது மூன்று கலங்கள் தொடராகத் தொடுக்கப்பட்டிருப்பதைக் காட்டுகின்றது).

சமாந்தரமாகத் தடைகள் தொடுக்கப்பட்டால், மின்னேட்டமானது அதன் அதிபெரும்பகுதி மிகவுங் குறைந்த தடையினூடு பாயுமாறு பிரியும். அதாவது, எதுவாயினுமொரு கடத்தியினூடு பாயும் மின்னேட்டம் அதன் தடைக்கு நேர்மாறு விகித சமமாகவிருக்கும். உதாரணமாக, 206 (ii) ஆம் உருவத்தில், சமவலுத் தனி நிறை R ஆகவிருக்க, r_1 இனூடு பாய்கின்ற மின்னேட்டம் முழுவோட்டத்தின் $\frac{R}{r_1}$ என்னும் பகுதியாகவும், r_2 இனூடு பாய்கின்ற மின்னேட்டம் $\frac{R}{r_2}$ என்னும் பகுதியாகவும், r_3 இனூடு பாய்கின்ற மின்னேட்டம் $\frac{R}{r_3}$ என்னும் பகுதியாகவுமிருக்கும். மொத்தத் தடையான R இற்கும் சமாந்தரமாகவுள்ள தனித்தடைகளான r_1, r_2, r_3 என்பனவற்றுக்குமுள்ள தொடர்பு $\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$ ஆகும். சமாந்தர

மாகவுள்ள பல தடைகளின் கூட்டுத் தொகையானது தனித்தடை எதனி லுந் தப்பின்றிக் குறைவாகவிருக்கும். ஏனெனில், மின்னோட்டம் பாய்வ தற்கு மேலதிகமானவொரு வழியாக மேலதிகமான தடையொவ்வொன் றுந் தொழிற்படுகின்றது.

ஒத்த பல கலங்கள் சமாந்தரமாகத் தொடுக்கப்பட்டால் (206 (vi) ஆம் உரு வம்) மொத்த மி.இ.வி. தனிக்கலமொன்றின் மி.இ.வி. இற்குச் சமனாகும்.



உருவம் 206.—தொடராகவுஞ் சமாந்தரமாகவுமுள்ள சுற்றுக்கள்.

சுற்றொன்றிற் பாய்கின்ற மின்னின் கணியத்தையொரு அம்பியர்மானி அளக்கின்றதாகையால், மின்னோட்டம் முழுவதும் அதனூடு பாயுமாறு தொடராகவது தொடுக்கப்படுதல் வேண்டும். என்றாலும், உவோற்று மானியோ சுற்றினிரு புள்ளிகளுக்கிடையிலுள்ள அழுத்த வேறுபாட்டை மாத்திரம் அளக்கின்றதாகையால் இவ்விரு புள்ளிகளுக்குங் குறுக்கே சமாந்தரமாகத் தொடுக்கப்படும். மோட்டர் வண்டிச் சில்லொன்றினுள் ளிருக்குங் காற்றைப்பற்றி நினைத்தால் ஒருவேளையிதனை விளங்கிக்கொள்ளு வது இலகுவாகவிருக்கும். சில்லினுள்ளிருக்குங் காற்றின் கணியத்தை அளக்க வேண்டுமாயின், அம்பியர்மானியினூடு மின்னோட்டம் முழுவதுஞ் செல்லச் செய்வதுபோல், காற்று முழுவதையும் வெளியே போகவிட்டு அதன் கனவளவை அளத்தல் வேண்டும். சில்லினுள்ளிருக்குங் காற்றின் அமுக்கத்தை மாத்திரம் அளக்கவேண்டுமாயின், காற்று முழுவதையும் அமுக்கமானியூடு செல்லச் செய்யவேண்டியதில்லை. அழுத்த வேற்றுமையை அளக்கும்போது உவோற்றுமானியூடு மின்னோட்டத்தின் மிகவுஞ் சிறிய வொருபகுதி மாத்திரம் பாய்வதுபோல மிகவுங் கொஞ்சக்காற்றேயிதற்கு உபயோகிக்கப்படும்.

அதிகாரம் XVII

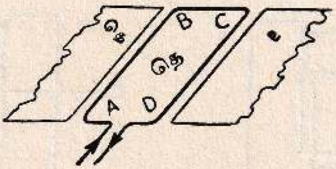
மோட்டர்களும் தைனமோக்களும் மின்வலு வழங்கல்களும்

மின்மோட்டர்கள்

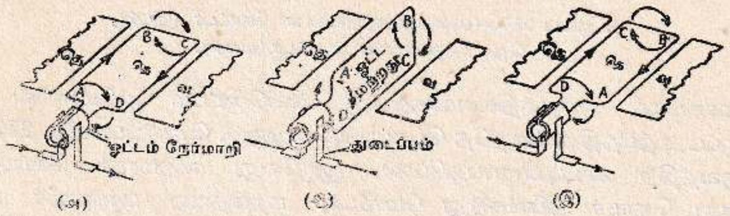
அசையுஞ் சுருட்கருவியின் தத்துவத்தை விளங்கிக் கொண்டால் (364–6 ஆம் பக்கம்), எளிதானவொரு மின்மோட்டர் எவ்வாறு தொழிற்படு கின்றதென்பதை விளக்குதல் இலகுவாகும். சுருளிவிற்கள் நீக்கப்பட்டவொரு அம்பியர்மானியின் (207 ஆம் உருவம் பார்க்க) அசையுஞ் சுருளினூடு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், **ABCD** என்னுஞ் சுருள் அதன் வடமுனைவுப் பக்கம் நிலையான காந்தத்திண்மத்தின் தென்முனைவுக்கு எதிர்முகமாக வரத்திரும்பி, மின்னோட்டம் பாய்ந்து கொண்டிருக்குமளவும், அப்படியே நிற்கும். மின்னோட்டத்தின் திசையை நேர்மாறாக மாற்றினால், சுருளின் வடமுனைவுப் பக்கமாகவிருந்தது தென்முனைவாகும். நிலைத்த காந்தத் திண்மத்தின் வடமுனைவை இத்தென்முனைவு நோக்கச் சுருள் 180° இற் கூடாகத் திரும்பி நிற்கும். எனவே, சரியான வேளையில் மின்னோட்டத்தின் திசையை நேர்மாறாக மாற்றக்கூடுமாயின், கட்டின்றிச் சுருள் திரும்பக் கூடியதாகவிருக்க மின்னோட்டத்தை வழங்கினால் அது பாய்ந்து கொண் டிருக்குமளவுஞ் சுருள் சுற்றிக்கொண்டேயிருக்கும். இவ்விதமானவொரு நிரை (208 ஆம் உருவம்) எளிதானவொரு மின்மோட்டராகும்.

பிரயோகத்திலுள்ள மின்மோட்டர் பலவற்றில் நிலையான காந்தத் திண்மங்களுக்குப் பதிலாக மின்காந்தத்திண்மங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன (209 ஆம் உருவம்). இந்த மின்காந்தத்திண்மங்கள் (அல்லது மண்டலக் காந்தத்திண்மங்கள்) முனைவுகளுக்கிடையில் உருளைவடிவமான இடைவெளி உண்டாவதற்கேற்ற வடிவமுடையனவாக மெல்லிரும்பினால் ஆக்கப்படு கின்றன. மோட்டரினசையும் பகுதி **ஆமேச்சர்** எனப்படும். காவலிட்ட கம்பியினாற் சுற்றப்பட்ட மெல்லிரும்பகமொன்றைத் தாங்குமோரச்சாணி யாகவிந்த ஆமேச்சரிருக்கும். அதனிலுள்ள கம்பிச் சுருள் ஒவ்வொன் றினதும் அந்தங்கள் திசைமாற்றியொன்றோடு (அல்லது மின்னோர்மாறி யோடு) இணைக்கப்படும். மிக்க எளிதானவதன் வடிவத்தில், அதாவது இருமுனைவாமேச்சரில் 217 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், ஆமேச்ச ரோடு சுழலுகின்ற பித்தளை வளையமொன்றினிரு பாதிகளாலானதாகும்

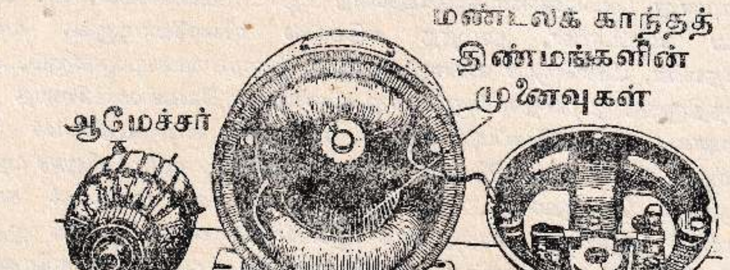
ஆமேச்சர் சுழலுகையில், துடைப்பங்கள் ஒவ்வொன்றும் சுருட் சுற்றினெவ்வோரந்தத்தையுந் தொடுமாறு இரு துடைப்பங்களுள் (செப்புத் துண்டுகள் அல்லது காபன்துண்டுகள்) ஒன்று திசைமாற்றியினெரு பாதியையும் மற்றது



உருவம் 208.—மின்மோட்டரின் தத்துவம்.



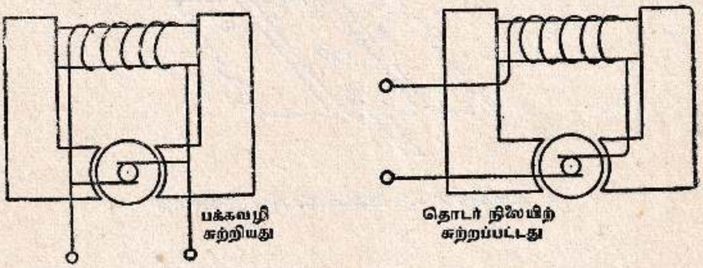
உருவம் 207.—அசையுஞ்சுருள்.



உருவம் 209.—பிரயோகத்திலுள்ள மின்மோட்டோர்.

மற்றைப்பாதியையும் அழுத்தும். திசைமாற்றியினெரு பாதியிலிருந்து மற்றைப் பாதிக்குத் துடைப்பங்கள் நழுவிப் போகையில் இவ்வாறு மின்னேட்டம் நேர்மாறுக்கப்படும். மின்னேட்டமொரு துடைப்பத்தினூடு புகுந்து மற்றைத் துடைப்பத்தினூடு வெளிப்போகும்.

பிரயோகத்திலுள்ள மின்மோட்டர்களின் (209 ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க) ஆமேச்சரில் எப்பொழுதும் பல சுருள்களுண்டு. சுருள்களின்ரெகை கூடக்கூட மோட்டரோடுதலின் அழுத்தங் கூடிக் கூடிப்போகும்.



உருவம் 210.—பக்கவழி சுற்றியுள்ள மோட்டர் (இடம்), தொடர்சுற்றியுள்ள மோட்டர் (வலம்).

மண்டலக் காந்தத்திண்மங்களுக்கு மின்னோட்டம் ஆமேச்சரின் மின்னோட்ட உற்பத்தியிலிருந்தே பெறப்படும். ஆனால், தொடுப்புக்களை, 210 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், இருவேறு விதமாகச் செய்யலாம். ஒன்று தொடர் நிலைச்சுற்று மோட்டர், மற்றையது பக்கவழிச் சுற்று மோட்டர். தொடர்நிலைச் சுற்றுமோட்டரில் மண்டலக்காந்தத்திண்மத்தின் சுருள்கள், சுருட்டொடர்கள் இரண்டினூடும் மின்னோட்டம் முழுவதும் பாயுமாறு, ஆமேச்சரின் சுருள்களோடு தொடர்நிலையாகவுள்ளன. தொடர் நிலை மோட்டர்கள், தாழ்ந்த கதிகளில் **விசையோடிழுக்க** வல்லனவாதலின், மின்றொடர் வண்டிகளுக்கும், திராம் வண்டிகளுக்கும், அவை ஓய்ந்திருந்து ஓடத்தொடங்கும்போது விரைவான வேகவளர்ச்சியைத் தருவதற்காக, உபயோகிக்கப்படுகின்றன. மண்டலக் காந்தத்திண்மச் சுருள்களினூடு மின்னோட்டத்தினொரு பகுதி மாத்திரமும் ஆமேச்சரினூடு மற்றைப் பகுதியுஞ் செல்லுமாறு, பக்கவழி மோட்டர்களின் மண்டலக் காந்தத் திண்மச் சுருள்கள் சமாந்தரமாக ஆமேச்சரின் சுருள்களுக்குக் குறுக்கே இணைக்கப்படும். சுமைகள் வேறுபடினும் கிட்டத்தட்ட ஒரே கதியுடையனவாகப் பக்கவழி மோட்டர்கள் தொழிற்படுமாதலின், சுமைகள், வேறுபடினுமோரளவுக்கு உறுதியான கதியை வேண்டி நிற்குங் கடைதற் பொறிகள் போன்ற, பொறிக் கூட்டத்தையியக்குதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

தைனமோக்களும் மோட்டர்களும்

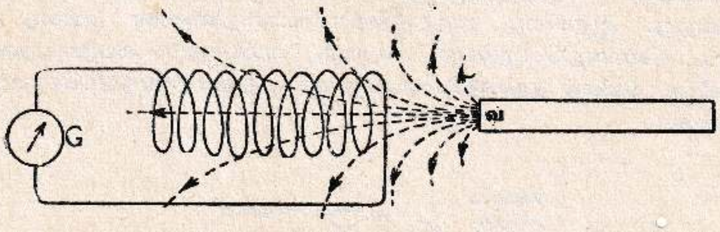
மின்மோட்டரொன்றுக்கு நாம் **மின்சத்தியைக்** கொடுக்கவதன் ஆமேச்சர் சுழன்று வேலைசெய்யவல்ல **இயக்கப்பண்புச் சத்தியைத்** தரும். மறுதலையாக, அதே மோட்டருக்கு **இயக்கப்பண்புச் சத்தியை** ஆமேச்சரைச்

சுற்றுவதனுற் கொடுப்போமாயின், அது **மின்னைத்** தரும். தைனமோ தொழிற்படுவதெவ்வாறென்று நாம் விளங்குவதற்குமுன் **மின்காந்தத் தூண்டலைப்** பற்றிக் கொஞ்சமறிதல் வேண்டும்.

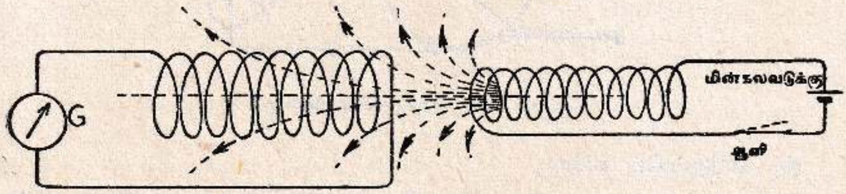
பரடேயின் பரிசோதனைகள்

(a) மின்காந்தத்தூண்டல்

19 ஆம் நூற்ருண்டில் வாழ்ந்து சிறப்புற்ருேங்கிய விஞ்ஞானிகளுள் ஒருவரான **பரடே** என்பவர், 1831 ஆம் ஆண்டில், காந்தச் சட்டமொன்றை ஒரு கம்பிச் சுருளுக்குநேரே கொண்டுசெல்ல மின்னேட்ட மொன்றுண்டாகுமென்றும், சுருளுக்குத் தூரத்தே காந்தச் சட்டத்தைக் கொண்டு செல்லவும் மின்னேட்டமுண்டாகுமென்றும் அந்தவோட்டம் எதிர்நோக்குடையதென்றுங் கண்டுபிடித்தார் (உரு. 211 ஐப் பார்க்க).



உருவம் 211. மின்காந்தத் தூண்டல்.



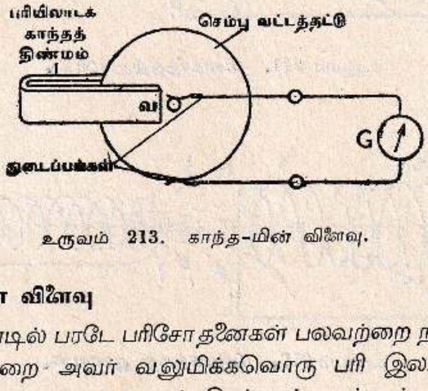
உருவம் 212. மின்காந்தத் தூண்டல்.

இந்த விளைவை **மின்காந்தத்தூண்டல் என்பர்.** இவ்வாறெழுகின்ற மின்னேட்டஞ் சுருளிற்றூண்டப்பட்டதென்பர்.

காந்தச் சட்டத்துக்குப் பதிலாக மின்னேட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும் வேறொரு சுருளை உபயோகிக்கலாமென்றும் பரடே கண்டார். மின்னேட்டத்தைக் கொண்டுசெல்லும் (212 ஆம் உருவத்திலுள்ள) சிறிய சுருளைப் பெரிய சுருளினுள் தள்ளினுல் அல்லது அதனிலிருந்து தூரத்தே இழுத்தால் பெரிய சுருளிலொரு மின்னேட்டந் தூண்டப்படும்.

மின்னோட்டத்தைக் கொண்டுசெல்லுகின்ற சிறிய சுருளோடு தொடராக ஓர் ஆளியைத் தொடுத்தால், சுருள்களை அசைக்காமல் அதே விளைவை உண்டாக்கலாம். ஆளிசேர் மின்கலவடுக்கொன்றோடிணைக்கப்பட்ட சிறியவொரு சுருளை (முதற்சுருளை) பரடே என்பவர் மின்னோட்டவுணர்கருவி G இற்குத் தொடுக்கப்பட்ட பெரியவொரு சுருளினுள்ளே (துணைச் சுருளினுள்ளே) வைத்தார். முதற் சுற்றிலுளியை மூடத்துணைச்சுற்றின் திசைகாட்டுமூசி திருப்பப்பட்டது. மீட்டுமாளியைத் திறக்க, இன்னொருகால் ஊசி திருப்பப்பட்டது. ஆனால், ஊசி திருப்பப்பட்ட திசையோ எதிர்த் திசையாக இருந்தது. இது போலவே, மின்னோட்டம் நேர்மாறுக்கப்பட்டபோது, ஊசியின் திரும்பல்களும் நேர்மாறுக்கப்பட்டன.

அயற் சுற்றொன்றில் மின்னோட்டம் பாய்ந்துகொண்டிருக்கவொரு சுற்றில் தூண்டிய ஓட்டமொன்றுண்டாகுதல் தைனமோக்கள், மாற்றிகள், தூண்டற் சுருள்கள் எல்லாவற்றுக்கும் ஆதாரமாகும். தொலைபன்னிகளுக்கும், கம்பியில்லாச் செலுத்திகளுக்கும், வாங்கிகளுக்கும் அது பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஆதலின், காந்தத்திண்மமொன்றினசைவு அல்லது மின்னோட்ட மொன்றிலெழுகின்ற மாற்றம், எப்போதும் அயற்சுற்றுக்களில் மின்னோட்டங்களைத் தூண்டுமென்பதை ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும்.



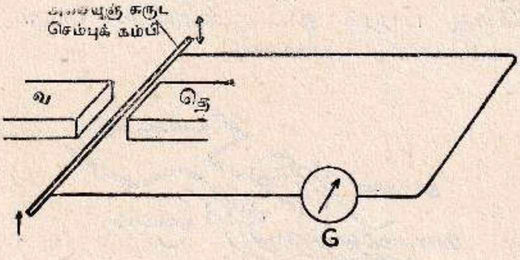
உருவம் 213. காந்த-மின் விளைவு.

(b) காந்த-மின் விளைவு

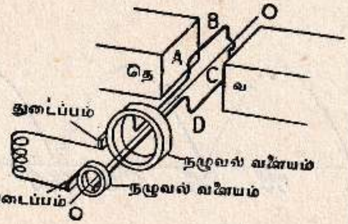
1831 ஆம் ஆண்டில் பரடே பரிசோதனைகள் பலவற்றை நடாத்தியபொழுது, செப்புத்தட்டொன்றை அவர் வலுமிக்கவொரு பரி இலாடக்காந்தத்தினது முனைவுகளுக்கூடாகச் சுழன்றுவரச் செய்தார். தட்டின் விளிம்பும் அதன் அச்சும் மின்னோட்ட உணர்திறன்மிக்க கருவியொன்றிற்கு (அல்லது கல்வனோமானிக்கு; **கலவானி** என்பவர் அதை முதலிற் தயாரித்தமையின்) தொடுத்ததுடைப்பங்களுடன் தொட்டுக் கொண்டிருந்தன.

கல்வனோமானியின் ஊசி திருப்பப்பட்டது. தூண்டப்பட்டவொரு தொடர் மின்னோட்டத்தை இது காட்டியது. இவ்வுபகரணமே முதன்முதலாகச் செய்யப்பட்ட "காந்த-மின்" பொறியாகும். இதிலிருந்தே தைனமோவானது உருவாக்கப்பட்டது. இந்தத் தத்துவமானது ஒரு காந்தவயலூடாக தனித்த

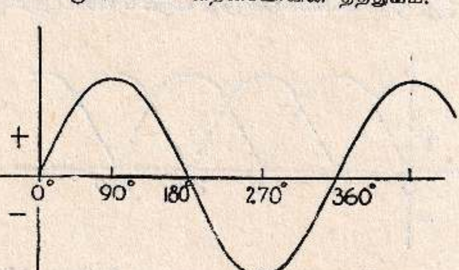
வோர் செம்புக் கம்பியொன்று அசைக்கப்படும் பொழுதும் தெளிவாக்கப் படும். கம்பியானது அசையும்போது அதில் ஓர் மின்னோட்டம் தூண்டப் படும் (உரு. 214 ஐப் பார்க்க).



உருவம் 214. காந்த-மின் தூண்டல்.



உருவம் 215. தைனமோவின் தத்துவம்.



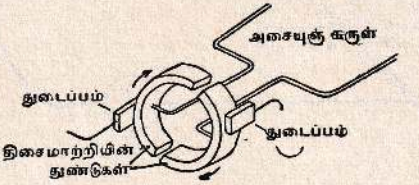
உருவம் 216. இருமுனைவாமேச்சரிலிருந்து வரும் ஆடலோட்டத்தின் வரைப்படம்

தைனமோக்கள் (மின்பிறப்பாக்கிகள்)

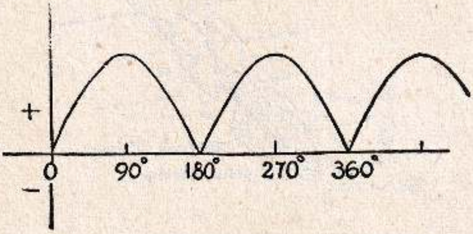
தைனமோவானது மின்னோட்டமொன்றை உண்டாக்குவதற்பொருட்டுக் காந்த வயலொன்றூடாகக் கடத்திகளை அசைந்தபடியிருக்கச் செய்யும் ஒரு பொறியாகும்.

தைனமோவின் தத்துவம் உரு. 215 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. A B C D ஆகிய செப்புக் கம்பித்தடமொன்று (ஒரு தனிச்சுருளாலான எளிய ஆமேச்

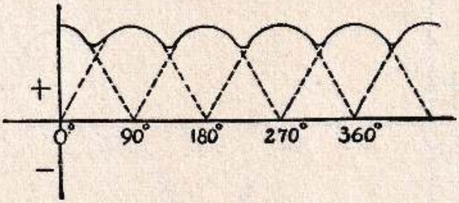
சர்) வட்டவடிவமான காந்தத்திண்மத்தின் முனைவுகளுக்கிடையே சுழற்றப்படும். தடத்தின் முனைவுகள் இரு வெவ்வேறான வளையங்களுடன் (OO′ ஆகிய தடம் சுற்றுந் அதே அச்சுப்பற்றிச் சுழலும் நழுவல் வளையங்களுடன்) தொடுக்கப்படும்போது மாறும் ஓர் ஆடலோட்டம் பாயும். இதை ஓர் அம்பியர்மானியைக்கொண்டு அளக்கலாம்.



உருவம் 217. திசைமாற்றி அல்லது மின்னோட்ட நேர்மாறியின் தத்துவம்.



உருவம் 218. இரு முனைவாமேச்சரிலிருந்து வரும் நேரோட்டத்தின் வரைப்படம்.



உருவம் 219. நான்கு முனைவாமேச்சரிலிருந்துவரும் நேரோட்டத்தின் வரைப்படம்.

மின்னோட்டமானது, 215 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோற் சுருளிருக்க எவ்வாறு பூச்சியத்திற்றொடங்கி, ஆமேச்சர் 90° சுற்றியபின்னர் உயர்வு நிலைக்கு (+இற்கு) எழுந்து, 180° சுற்றிய பின்னர் மறுபடியும் பூச்சியத்துக்கு இறங்குகின்றதென்று 216 ஆம் உருவங் காட்டுகின்றது. அடுத்துவரும் அரைச் சுற்றை ஆமேச்சர் சுற்றும்போது மின்னோட்டம் எதிர்த்திசையை நோக்கிப் பாய்கின்றது. ஆமேச்சர் இன்னொரு 90° சுற்றிய பின்னர் மின்னோட்டம் உயர்வு நிலைக்கெழுந்து (−இற்கு) முழுச் சுற்றும்முடிய மறுபடியும் பூச்சியத்துக்கிறங்கும். மின்னோட்டமாற்றச் சக்கரம் முழுவதும் அடுத்த சுற்றலில் மீட்டும் நிகழும்.

நேரோட்டம் (நே. ஓ.) வேண்டுமாயின், திசைமாற்றி அல்லது மின்னோட்ட நேர்மாறியொன்றை (217 ஆம் உருவம்) இருமுனைவாமேச்சரின் ஒவ்வோரரைச் சுற்றுக்கும் மின்னோட்டத்தை நேர் மாற்றுதற்குபயோகித்தல் வேண்டும். ஒரு திசையை மாத்திரம் நோக்கிப் பாய்கின்ற மின்னோட்டத்தை (உறுதி யான ஓட்டமல்லாவிடினும்) பிறப்பித்தலினுண்டாகும் திசைமாற்றியின் விளைவை 218 ஆம் உருவங் காட்டுகின்றது.

பிரயோகத்திலுள்ள தைனமோக்கள் ஒருபோதும் தனிச்சுருளாலான இருமுனை ஆமேச்சராலாக்கப்படுவதில்லை. ஏனெனில், அவ்விதமான ஒழுங்கு உறுதியான மின்னோட்டத்தைத் தருவதில்லை. சுருள்களின் தொகை கூடக்கூட உண்டாகும் மின்னோட்டத்தினுறுதியுங் கூடிக்கூடிக் கொண்டு போகும் (பழைய தனியுருளையெஞ்சினினும் இக்கால நான் குருளையெஞ்சின் அழுத்தமாக ஓடுகின்றது போல்). ஆதலின், பிரயோ கத்திலுள்ள தைனமோக்களுக்குப் பெருந்தொகையான சுருள்கள் சுற்றிய ஆமேச்சரும், அதே தொகையான துண்டுகளுள்ள திசைமாற்றியுமுண்டு. நான்கு முனை ஆமேச்ச ரொன்றினால் (அதாவது, ஒன்றுக்கொன்று செங் குத்தாகவுள்ள இரு சுருள்களால்) உண்டாக்கப்படும் மின்னோட்டத்தை 219 ஆம் உருவங் காட்டுகின்றது. ஒரு சுருளில் மின்னோட்டம் உச்சநிலையிலிருக் கும்போது மற்றைச் சுருளில் மின்னோட்டம் இழிவுநிலையிலிருக்கும் (புள்ளி களாலாய கோடுகள் காட்டுவதுபோல்). எனவே, இந்த ஓட்டங்களிரண்டும் சேர்ந்தவோட்டம் ஒருபோதும் பூச்சியத்துக்கு இறங்குவதில்லையென்பதைக் குறித்துக் கொள்ளுக. தடித்த கோடானது இரட்டைச் சுருளாலான நான்கு முனைவாமேச்சருண்டாக்கும் மின்னோட்டத்தின் வரைப்படமாகும். தனிச் சுருள் இருமுனைஆமேச்சருண்டாக்குமோட்டத்திலும் உறுதியாகவிந்த மின் னோட்டமிருக்கு மென்பதை அப்படங் காட்டுகின்றது.

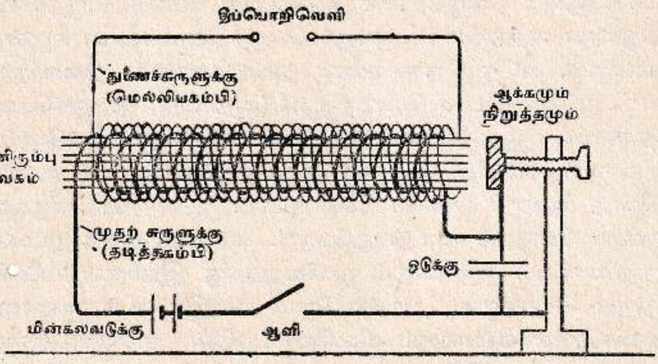
சுருள்களின் தொகை கூடக்கூட மின்னோட்டத்தின் அழுத்தமுங் கூடிக் கூடிப் போகுமென்பது தெளிவு.

ஏற்றமான உவோற்றளவுள்ள ஆடலோட்டத்தை உண்டாக்கும் நிலைத்த உருக்குக் காந்தத் திண்மமுள்ள தைனமோ **மாகினற்றோ** ஆகும். சைக்கிள் விளக்குகளுக்கு உபயோகிக்கப்படுகின்ற நிலைத்த சிறு காந்தத்திண்மத் தைனமோவிற் சுருள் நிலையாகவிருக்கக் காந்தத் திண்மங்கள் சுழலும்.

தூண்டற் சுருள்

சில காரியங்களுக்கு ஏற்றமான உவோற்றளவிலுள்ள சிறு மின்னோட்டங் கள் தேவைப்படும். X-கதிர்க் குழாய்களுக்கும் தீப்பொறிச் செருகிகளுக்கும் ஆயிரக்கணக்கான உவோற்று மி.இ.வி. ஒடுள்ள ஒரு சில மில்லியம்

பியர் மாத்திரம் தேவைப்படும். இவ்விதமான மின்னோட்டங்களை மிக்க வசதியாகத் தூண்டற் சுருள் (உரு. 220) கொண்டுண்டாக்கலாம். காவலிட்ட தடித்த சிலநூறு செப்புக் கம்பிச் சுற்றுக்களைக் கொண்ட மூலச்சுருளானது மெல்லிரும்பகத்திற் (வழக்கமாக மெல்லிரும்புக் கம்பிக் கட்டாகும்) சுற்றப்படும். காவலிட்ட மிகவும் மெல்லிய செப்புக் கம்பியின் பல்லாயிரக் கணக்கான சுற்றுக்களாலாய துணைச்சுருள் மூலச்சுருளின்மீது சுற்றப்படும். மின்மணிகளுக்குபயோகிக்கப்படும் "**ஆக்கியழி**" (அல்லது மின் குழப்பி) யோடு தொடராகவொரு மின்கலவடுக்குடன் மூலச் சுருளிணைக்கப்படும் (3 ஆம் புத்தகத்தின் 5 ஆம் அதிகாரத்தைப் பார்க்க). இடையில் தீப்பொறி கள் பாயக்கூடிய முடிவிடங்களல்லது செப்பஞ் செய்யக்கூடிய இருபுயங்க ளோடு துணைச் சுருளிணைக்கப்படும்.



உருவம் 220. தூண்டற் சுருள்.

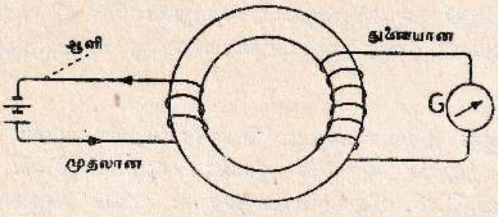
ஒவ்வோர் "ஆக்கியழி" யிலும் (அதாவது மூலமின்னோட்டந் தொடங்கும் அல்லது நிற்கும் ஒவ்வொரு தரமும்), துணைச் சுருளிலொரு மின்னோட்டந் தூண்டப்படும். ஆனால், "ஆக்கலிலும்" "அழித்தல்" மிகவுஞ் சடுதியாக நிகழுகின்றதாகையால், அதன் விளைவு மிகவும் பெரிதாகவிருக்கும். ஆக் கலும்" "அழித்தலும்" சமவிளைவுகளை உடையனவாயின் உண்டாகும் ஆடலோட்டத்துக்குப் பதிலாக ஏற்றமான உவோற்றளவுள்ள நேரோட்டத் தின்பாய்ச்சல்களை ஒன்றன்பின் ஒன்றாக மிக்க விரைவுடன் தூண்டற் சுருள் தரும்.

துணைச் சுருளின் முடிவிடங்களுக்கிடையிலுள்ள அழுத்த வேறுபாடு போதுமான அளவுக்குப் பெரிதாகவிருந்தால், அவைகளுக்கிடையில் தீப் பொறியொன்று பாயும். ஓரங்குல இடைத்தூரமுள்ள கூரிய இருமுனை களுக்கிடையில் தீப்பொறி ஒன்று பாய்வதற்கு (காற்றில்) ஏறக்குறைய **20,000** உவோற்று அழுத்த வேறுபாடு தேவையாகும். மோட்டரெஞ்

சினது தீப்பொறிச் செருகியின் சாதாரண இடைவெளிக்குக் குறுக்கேயொரு தீப்பொறி பாயச்செய்வதற்கு ஏறக்குறைய 5,000 உவோற்று அழுத்த வேறுபாடு அமுக்கத்தாக்கலின் உச்ச நிலையில் உருளையினகத்தேயுள்ள அமுக்கத்தில் வேண்டியதாகும். வெளியேயுள்ள காற்றில் ஏறக்குறைய 2,000 உவோற்றுப் போதுமானது.

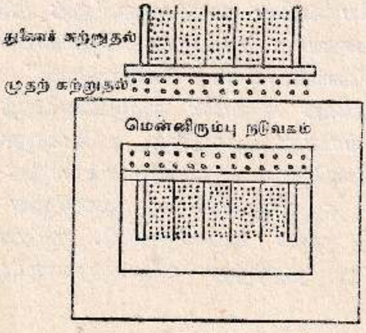
ஆ.ஓ. மாற்றிகள்

மின் காந்தத்தூண்டலின் மிக்க முக்கியமான பிரயோகங்களுளொன்று மாற்றிகளிலே உண்டு. 1831 ஆம் ஆண்டிற் **பரடே** என்பவர், 221 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், மெல்லிரும்பு வளையமொன்றையெடுத்



உருவம் 221. பரடேயின் முதலாம் மாற்றி.

துப் போர்க்கப்பட்ட செப்புக் கம்பியினாலான இரு வேறு சுருள்களை அதன் மீது சுற்றினார். ஒரு சுருளின் (மூலச் சுருளின்) அந்தங்கள் ஆளியொன்றினூடாக ஒரு மின்கலவடுக்கோடு இணைக்கப்பட்டன. மற்றைச் சுருளின் (துணைச் சுருளின்) அந்தங்கள் மின்னுணர் கருவியொன்றோடு இணைக்கப்



உருவம் 222. மாற்றி.

பட்டன. மூலச் சுற்றினை மூடப்பட்டபோது, துணைச் சுருளின் திசைகாட்டு மூசியொரு கணப்பொழுது திருப்பப்பட்டாலும் மீட்டு மானியைத் திறக்கு மட்டும் தொடக்கத்திலிருந்த பூச்சிய நிலைக்குத் திரும்பிப்போகும். பின்னர் அந்தவூசி ஒரு கணப்பொழுது எதிர்த்திசைக்குத் திருப்பப்படும்.

மூல மின்னேட்டம் உறுதியாக இருக்குமளவும் துணைச் சுருளிற்றூண்டடலோட்டமில்லாதிருந்து **அதின் மாற்றமெழத்தான்** உண்டாகுமென்பதைக் குறித்துக்கொள்ளுவது பிரதானமாகும். இஃதெவ்வாருயினும், ஆடலோட்டமானது வலுவிலுந் திசையிலும் விரைவாக மாறிக்கொண்டேயிருக்கும் (**216** ஆம் உருவத்தைப் பார்க்க). ஆதலின், மூலச்சுருளினூடு ஆடலோட்ட மொன்றைச் செலுத்த அதனதிர்வெண்ணேயே உடையவோராடலோட்டந் துணைச் சுருளிற்றூண்டப்படும். இதுவே மின்சத்தியைப் பரப்புதற்கு உபயோகிக்கப்படும் மாற்றியின் தத்துவமாகும். பிரயோகத்திலுள்ள மாற்றிகளானவை, **222** ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல், மெல்லிரும்பகமொன்றின்மீது சுற்றப்பட்டுள்ள, போர்க்கப்பட்ட செம்புக் கம்பியினுலான, துணைச் சுருளும் மூலச்சுருளும் சேர்ந்தானவையாகும். மூலச்சுருளிலுந் துணைச் சுருளிலுமுள்ள சுற்றுக்களின் தொகையை மாற்றுவதனுல், ஆடலோட்டத்தை விரும்பியவளவுக்கு **உயர்த்தவுந் தாழ்த்தவும்** முடியும்.

மூலச் சுருளுந் துணைச் சுருளு மொரே தொகையான சுற்றுக்களையுடையனவாயின், துணைச் சுருளில் தூண்டப்படும் மி.இ.வி. மூலச் சுருளிற் பிரயோகித்த மி.இ.வி. யினளவானதாகும். மூலச் சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களினிருமடங்கு சுற்றுக்கள் துணைச் சுருளிலுண்டானுல், அதனில் தூண்டப்படும் மி.இ.வி. மூலச் சுருளிலுள்ள மி.இ.வி. இனிருமடங்காகும். பொதுப்படக் கூறின் :

$$\frac{\text{துணை உவோற்றளவு}}{\text{மூல உவோற்றளவு}} = \frac{\text{துணைச்சுருளின் சுற்றுக்களின் தொகை}}{\text{மூலச்சுருளின் சுற்றுக்களின் தொகை}}$$

எனவே, மாற்றியொன்றின் மூலச் சுருளிலுந் துணைச் சுருகளிலுமுள்ள சுற்றுக்களின் தொகையை மாற்றுவதனுல் தேவைக்கேற்ற வாறு ஆடலோட்ட வழங்கலை மாற்றிக்கொள்ளலாம். "உயர்த்தும்" மாற்றியின் மூலச் சுருளின் சுற்றுக்கள் துணைச் சுருளின் சுற்றுக்களிலுந் தொகையிற் குறைந்தவை. இம்மாற்றியானது தாழ்ந்த உவோற்றளவிலிருந்து உயர்ந்த உவோற்றளவுக்கு மின்னேட்ட வழங்கலை 'உயர்த்த வல்லது'. தாழ்த்தும் மாற்றியின் துணைச் சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களிலுங் கூடிய தொகையான சுற்றுக்கள் அதன் மூலச் சுருளிலுண்டு. இம்மாற்றியானது உயர்ந்த உவோற்றளவிலிருந்து தாழ்ந்த உவோற்றளவுக்கு மின்னேட்டத்தைத் தாழ்த்தவல்லது.

இஃதிவ்வாறிருக்க, மூலச் சுருளினுள் நாம் இடுகின்ற மின்சத்திக்கு மேலதிகமான சத்தியைத் துணைச் சுருளிலிருந்து பெறமுடியாது. அதாவது, பயனுனது (உவாற்றில்) ஊட்டலுக்கு (உவாற்றில்), சிறு வெப்ப நட்டங்களைப் பாராட்டாதவிடத்துச் சமமாகும். உவோற்றளவிற் பெறும் நயத்தை மின்னேட்டத்தளவில் இழக்கின்ரேம். மறுதலையாக, மின்னேட்டத்தளவிற்

பெறும் நயத்தை உவோற்றளவில் இழக்கின்ருேம். உதாரணமாக, மாற்றியொன்றின் துணைச் சுருளிலுள்ள ஒவ்வொரு 100 சுற்றுக்களுக்கும் மூலச் சுருளில் 1,000 சுற்றுக்களுண்டென்றும் (அதாவது, 10 இற்கு 1 ஆகத் தாழ்த்தும் மாற்றியாகுமது), மூலச்சுருளுக்கு ஊட்டல் 100 உவோற்றிலுள்ள ஓர் அம்பிய ரோட்டம் (=100 உவாற்று) என்றும் வைத்துக் கொள்ளுவோம். அப்பொழுது, துணைச் சுருளின் பயன் 10 உவோற்றிலுள்ள 10 அம்பியர் (=100 உவாற்று) ஆகும். இவ்வாறு நாம் உயர்ந்த உவோற்றளவிலுள்ள சிறிய மின்னேட்டத்தைத் தாழ்ந்த உவோற்றளவிலுள்ள பெரிய மின்னேட்டமாக மாற்றிவிடலாம்.

மின்வலுவைச் செலுத்தல்

மின்னைப்பற்றிய எங்கள் மூலகப்பாடங்களுள் அதிகமானவற்றில் நேர் மின்னேட்டத்தின் (அதாவது, உறுதியாக ஒரே திசையை நோக்கிப் பாய்கின்ற மின்னேட்டத்தின்) விளைவுகளை எடுத்து விளக்கியுள்ளோம். ஆனல், இக்கால வலுவழங்கல்களெல்லாம் ஆடலோட்டம் (அதாவது, ஒரு செக்கனிற் பன்முறை—அதிகமான பகிரங்க ஒளி வழங்கல்களிற் செக்கனென்றில் 50 வட்டங்கள்—முன்னும் பின்னுமாகப் பாய்கின்ற மின்னேட்டம்) ஆகும். மோட்டர்களைச் செலுத்துதற்கும், வெப்பமேற்றுதற்கும், ஒளி வழங்குதற்கும், ஆ.ஓ. ஆனது நே.ஓ. ஐப் போன்ற நலமுடையதாயினும், மின்பகுப்புக்குஞ் சேமிப்புக் கலன்களுக்கும் மின்னேற்ற அது உதவாது. அன்றியும், அதேயுவோற்றளவில் நேரோட்டந் தரும் அதிர்ச்சிகளிலுங் கூடிய அபாயத்துக்கிடமான அதிர்ச்சிகளை ஆடலோட்டந் தரும். அதிகமான வலுத்தானங்கள் நேரோட்டத்தை வழங்காது ஆடலோட்டத்தை வழங்குவதற்கு மூலாதாரமான காரணம், ஆடலோட்டத்திேைடு மாத்திரம் மாற்றிகளை உபயோகிக்கலாமென்பதே. அற்ப சத்தி மாத்திரம் வீண்போக, ஆடலோட்டத்தை வேண்டிய உவோற்றளவுக்கு உயர்த்தியோ தாழ்த்தியோ மாற்றிக்கொள்ளலாம். நேரோட்டத்தினுவோற்றளவை மாற்றுதலோ பன்மடங்கு சங்கடமும் சத்தி வீண்போதலுமுள்ள செய்கையாகும்.

வலுவழங்கல்களின் உவோற்றளவை மாற்றவேண்டிய அவசியம் மின்னேட்டங்களை நெடுந்தூரஞ் செலுத்துமிடத்தெழுகின்றது. கடத்தியொன்றினூடு மின்னேட்டமொன்று பாயும்போது, வெப்ப முண்டாகின்றதென்று கண்டிருக்கின்ருேம். அனுவசியமாக, மின்னைக்கொண்டு செல்லுங் கம்பிகளுக்கு வெப்பமேற்றுதலிற் சத்தி வீண்போகும் வீதம் இருகாரணங்களில் தங்கியிருக்கின்றது : (அ) கம்பிகளின் தடையும், (இ) கம்பிகளினூடு பாயும் மின்னேட்டமும் (உண்டாகும் வெப்பம் மின்னேட்டத்தின் வர்க்கத்துக்கு விகிதசமம்). கம்பிகளைச் செம்பினல் அல்லது அலுமினியத்தினல் ஆக்குவதினல் தடைதாழ்த்தி வைக்கப்படும். உவோற்றளவை உயர்த்துவதனல் மின்னேட்டந் தாழ்த்தி வைக்கப்படுகின்றது.

செலுத்தப்படுகின்ற மின்வலுவின் கணியமானது (உவாற்றில்), மின்னோட்டம் (அம்பியரில்) உவோற்றளவு (உவோற்றில்) இரண்டினதும் பெருக்கமாத லின், தாழ்ந்த உவோற்றளவிற் பெரிய மின்னோட்டங் கொண்டு செல்லும் மின் சத்தியும் உயர்ந்த உவோற்றளவிற் சிறிய மின்னோட்டங் கொண்டு செல்லும் மின்சத்தியும் ஒரேயளவினவாக இருக்கும். சிறிய மின்னோட்டத்தை உபயோகித்தாற் சத்தி வீண்போதல் மிகவுங் குறைவாகவேயிருக்கும்.

செய்முறை உதாரணமொன்றை எடுப்போம். ஒரு வலுத்தானத்தி லிருந்து 3 மைலுக்கப்பாலுள்ள ஒரு தொழிற்சாலைக்கு 230 கிலோவு வோற்றை வழங்கல் வேண்டுமென்று வைத்துக்கொள்வோம். இந்தச் சத் தியை (அ) 230 உவோற்றிலும், (ஆ) 6,000 உவோற்றிலுஞ் செலுத்துதற்கு வேண்டிய செலவையுஞ் செலுத்துதலின் வினைத்திறனையும் ஒப்பிடுவோம் (அட்டவணையைப் பார்க்க)

	(அ)	(ஆ)
செலுத்துந் தூரம்	3 மைல்	3 மைல்
வழங்க வேண்டிய மின்சத்தி	230,000 உவாற்று	230,000 உவாற்று
கைத்தொழிற்சாலை அந்தத்தில் வழங்கலின் உவோற்றளவு	230 உவோற்று	6,000 உவோற்று
வேண்டிய மின்னோட்டம் (உவாற்று ÷ உவோற்று)	1,000 அம்பி.	38·3 அம்பி.
அளவுக்கதிகமாக வெப்பமேருதிருக்க இந்த மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு செல்லுதற்கு வேண்டிய கம்பியின் குறுக்கு வெட்டு முகம்	1 ச.அங்.	0·04 ச.அங்.
தேவையான கம்பியின் அண்ணளவுப் பாரம்	29 தொன்	1·1 தொன்
இந்தச் செப்புக் கம்பியின் அண்ணளவு விலை	£7,910	£300
கம்பியின் தடை	0·125 ஓம்	3·265 ஓம்
உவோற்றளவின் வீழ்ச்சி (ஓமின் விதி : மி = இ × த)	0·125 × 1,000 = 125 உவோற்று	38·3 × 3·265 = 125 உவோற்று
வலுத்தான அந்தத்தில் வழங்கலின் உவோற்றளவு	230 + 125 = 355 உவோற்று	6,000 + 125 = 6,125 உவோற்று
அனுவசியமாகக் கம்பிகளுக்கு வெப்பமேற்று தலினால் செலுத்தலில் வீண்போகுஞ் சத்தி. (உவோற்றளவின் வீழ்ச்சி × மின்னோட்டம்)	125 × 1,000 = 125 கிலோவுவோற்று	125 × 38·3 = 4·8 கிலோவுவோற்று
செலுத்தலின் சார்வினைத்திறன்	45·6%	97·9%

உவோற்றளவை 26 மடங்கு உயர்த்திஞல், செலுத்தலிலுண்டாகும் நட்டங்கள் 26 மடங்கு குறைக்கப்படுகின்றன என்பதைக் கவனிக்க. இதுவுமல்லாமல், உயர்ந்த உவோற்றளவை உபயோகிக்கும்போது செம்பின் விலேயும் 26 மடங்கு குறைவாகவிருக்கும்.

நெடுந்தூரச் செலுத்தலுக்கு வேண்டிய வலுவழங்கல்களே உயர்த்து தற்கு மாற்றிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. என்ருலும், அவ்வளவுக்குயர்ந்த உவோற்றளவுகள் பெரிதும் அபாயத்துக் கிடமானவையாதலின், இல்லப் பிரயோகத்துக் சேற்பத் தாழ்ந்த (இடையூறில்லாத) உவோற்றளவைப் பெறுதற்கு வேறு மாற்றிகள் கொண்டவை தாழ்த்தப்படுகின்றன. ஒருதா ரணத்தை எடுப்போம் : பெரியவொரு பட்டினத்திலுள்ள வலுத்தானத் திருக்கம் 6,600 உவோற்றிலுள்ளது. 20 மைலுக்கப்பாலுள்ள இன்ஞெரு பட்டினத்துக்கு மின்னேச் செலுத்துதற்காக அது 66,000 உவோற்றுக் குயர்த்தப்படுகின்றது. இரண்டாம் பட்டினத்தை அது அடைந்ததும், அப் பட்டினத்தின் பல பாகங்களிலுமுள்ள உபதானங்களுக்கு அதைச் செலுத்து தற்காக அவ்வுவோற்றளவு 11,000 உவோற்றுக்குத் தாழ்த்தப்படுகின்றது. உபதானங்களிலிருந்து இல்லங்களுக்கு 230 உவோற்றில் பரப்பப்படுகின்றது. இல்லப் பிரயோகத்துக்கு 230 உவோற்றளவே இடையூறில்லாத அதியுயர் வான அளவாகும்.

நேரோட்டமொன்றை ஒரு உவோற்றளவிலிருந்து இன்ஞெரு உவோற் றளவுக்கு மாற்றவேண்டுமேயாஞல், மின்மோட்டரொன்றுக்கு முதலாம் மின்னேட்டத்தை ஊட்டி அந்த மோட்டரைக் கொண்டு தைனமோ வொன்றை இயக்கி, வேண்டுமான உவோற்றளவில் மின்னேட்டத்தை உண்டாக்கலாம். ஆடலோட்டமொன்றின் உவோற்றளவை மாற்றியொன்று கொண்டு மாற்றுவதிலுமிது பன்மடங்கு சிக்கலுஞ் செலவுஞ் சேதமு முள்ள முறையாகும்.

முதற் சுற்ருனது, ஆடலோட்டி வழங்கலொன்ருேடு இணைக்கப்பட்டிருக்க, துணைச் சுற்றுத் ' திறந்தும் ' அதனிலிருந்து மின்னேட்டம் எடுபடாமலு மிருந்தால், சிறியவொரு மின்னேட்டம் பாயும். முதலோட்டம், இவ்வாறு அடைக்கப்பட்டதென்பர். துணைச் சுற்று ' மூடப்பட்டிருக்க ' அதனிலிருந்து மின்னேட்டம் எடுக்கப்பட்டால், முதலோட்டம் அதன் பின்பு அடைக்கப்படா திருக்க அதனூடு பெரியவொரு மின்னேட்டம் பாயும். உதாரணமாக, மின் மணிகளே அடிப்பதற்கு ஈரமிலாக் கலங்களுக்குப் பதிலாக உபயோகிக்கப்படும் மணிமாற்றி ஒன்று 230 உவோற்றிலுள்ள ஆ.ஒ. ஐ 6 அல்லது 8 உவோற்றுக்குத் தாழ்த்தும். இம்மாற்றியை மின்ஞெளி முதற்கம்பிக ளோடு நிலேயாக இணைத்துவிடலாம். ஏனெனில், மணியாளியைத் தள்ளித் துணைச் சுற்றை மூடுமட்டும், முதற்சுற்று மிகவுஞ் சிறிய மின்னேட்டத்தை

மாத்திரம் எடுக்கின்றது. அப்பொழுது துணைச்சுற்றில் மின்னோட்டம் பாயத் தொடங்கினவுடனே, முதற் சுற்று முதற் கம்பிகளிலிருந்து தனக்குரிய மின்னோட்டம் முழுவதையும் எடுத்துக்கொள்கின்றது.

ஆ.ஓ. ஐ நே.ஓ. ஆக மாற்றல்

ஆ.ஓ. ஐ நே.ஓ. ஆக மாற்றுதற்கு முறைகள் பலவுள. நே.ஓ. தைனமோவை இயக்குகின்ற ஆ.ஓ. மோட்டரொன்றுக்கு ஆ.ஓ. ஐ ஊட்டுதல் ஒரு முறையாகும். இவ்வொழுங்கு **சுழற்சிமுறை மாற்றி** எனப்படும். அழுத்தமான நே.ஓ. ஐ அது தரும்.

மின்னோட்டத்தை ஒரு திசையாக மாத்திரம் பாயவிடுகின்ற மின் வாயிலை உபயோகித்தல் பிறிதொரு முறையாகும்.

அவ்விதமான **வாயிற் சீராக்கி** ஆ.ஓ. ஐ நே.ஓ. துடிப்புக்களாக மாற்றுகின்றது (சீராக்குகின்றது). துடிக்கும் நேரோட்டத்தை **அடைப்பொன்றினூடு** அல்லது **அடைப்புச் சுருளினூடு** செலுத்தி அழுததமாக்கலாம். (இவ் வடைப்பானது ஒரேயொரு சுருளுள்ள மாற்றியன்றி வேறொன்றல்ல).

நாளாந்த வாழ்க்கையில், தாழ்ந்த உவோற்றளவிலுள்ள சிறு நேரோட்டங்களே தேவைப்படுகின்றன. உதாரணமாக, இரேடியோவுக்கு உபயோகிக்கப்படுகின்ற சேமிப்புக் கலங்களுக்கு மின்னேற்றுதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றன. ஒரு பக்கம் மாத்திரஞ் செப்பொட்சைட்டுப் படையால் மூடப்பட்ட செப்புத் தட்டாகுஞ் செப்பொட்சைட்டுச் சீராக்கியை உபயோகித்து இந்த நேரோட்டங்களை இலகுவாகப் பெறலாம். இவ்விதமான செம்பு-செப்பொட்சைட்டுத் தொடுகையினூடு மின்னோட்டங்கள் ஒரு திசையாக, மற்றைத் திசையிலுந் தீவிரமாகப் பாயும். எனவே, ஆ.ஓ. ஒன்றைச் செலுத்த, அலையின் நேர்பாதி செம்பு-செப்பொட்சைட்டெல்லைக்குக் குறுக்கே பாயுமாயின், எதிர்ப்பாதி நிறுத்தப்படும். இவ்வாறு, ஆ.ஓ. ஆனது துடிக்கும் நேரோட்டம் உண்டாகுமாறு சீராக்கப்படுகின்றது. (துடிக்குமிந்த நே. ஓ. ஐ அடக்கியொன்றினூடு செலுத்தி அழுத்தஞ் செய்யலாம்).

அதிகாரம் XVIII

தந்திகளுந் தொலைபன்னிகளும்

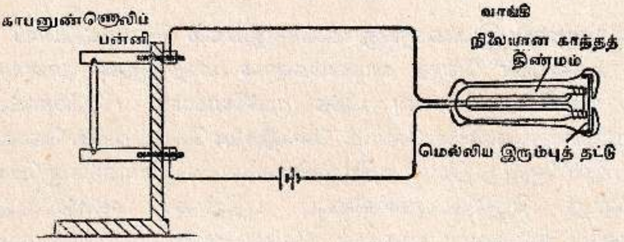
தூரத்தேயுள்ள இடங்களுக்கு மின்சத்தியைக் கொண்டுபோய் ஆங்காங்கு அதைச் சத்தியின் வேறு வடிவங்களாக மாற்றுதல் நாளாந்த வாழ்க்கையில் மின்னோட்டங்களின் மிக்க முக்கியமான பிரயோகங்களுளொன்றுகுமென்பதைக் கண்டுள்ளோம். செய்திகளை நெடுந்தூரங் கொண்டு செல்லுதலும் மின்னோட்டத்தின் அதிமுக்கியமான உபயோகங்களுளொன்றுகும். தந்திகளையுந் தொலைபன்னிகளையும் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்குமுன்னர், செய்திகளும் வர்த்தமானங்களும் எழுத்து மூலந் தரைப்பாதையாக அல்லது கடல்மார்க்கமாகப் பிறவிடங்களுக்கு அனுப்பப்படவேண்டியிருந்தனவாதலின் (நிரூபம் வகிக்கும் புருக்களை உபயோகப்படுத்தாதவிடத்து), மனிதன் பிரயாணஞ் செய்யக்கூடிய கதியிலும் விரைவாக அவை செல்லமுடியாதிருந்தன. தந்திகளையுந் தொலைபன்னிகளையும் உபயோகித்தால், செய்திகள் செலுத்தியிலிருந்து அனுப்பப்பட்ட அந்நேரமே தொலையிலுள்ள வாங்கியைப் போய்ச் சேருகின்றன.

செய்திகளைக் கொண்டு செல்லுவதற்கு முதன் முதலுபயோகிக்கப்பட்ட மின்கருவி தந்தியாகும். செலுத்தும் அந்தத்தில் தட்டுஞ் சாவியினுலொரு கம்பிநெடுகே அனுப்பப்பட்ட மின்னோட்டங்களாலியக்கப்படும் மின்காந்தத் திண்மத்தை இக்கருவியின் மிக்க எளிதான வகைகளிலொன்று பயன்படுத்துகின்றது. தட்டுஞ் சாவியை அமர்த்தச் சுற்றுனது மூடப்படும். அப்பொழுது கம்பிவழியேயும் மின்காந்தத்திண்மத்தினூடும் மின்னோட்டம் பாய்ந்து வாங்குமந்தத்தில் கூர்மையான ஒலியை உண்டாக்கும். அல்லது அசைந்து செல்லுகின்ற கடதாசிக் கீலமொன்றின் மீது மைபூசப்பெற்றவொரு சில்லை அமர்த்தும் மெல்லிரும்புத் துண்டொன்றைக் கவர்ந்திழுக்கும். குத்துக்களுங் கீறுகளுஞ் சேர்ந்த சேர்மானத்தால் ஒவ்வோரரிச்சுவட்டு எழுத்தையும் எண்ணையுங் குறிக்கும் மோசுப் பரிபாடையை உபயோகிப்பதனுல், செய்திகளை மின்னோட்டக் கணத்தாக்குகளின் தொடர்களாகச் செலுத்தலாம். குறுந் தாக்குகள் குத்துக்களாகவும் நெடுந்தாக்குகள் கீறுகளாகவுமிருக்கும்.

இக்காலத் **தொலையச்சடி கருவி**களில் தட்டுவோன் தட்டச்சுப் பொறி போன்ற ஒரு செலுத்திக்கருவியிற் செய்தியைத் தட்டி மின்கணத்தாக்குகளை வாங்கியினந்தத்திலுள்ள இது போன்ற இன்னெரு பொறிக்கனுப்ப அப் பொறியானது செய்தியை ஒரு கடதாசிக் கீலத்தில் தட்டிப்பதிக்கும். தபாற் கந்தோர்களில், இக்கடதாசிக் கீலத்தை வெட்டித் தந்தி மாதிரித்தாளில் ஒட்டுவர்.

தொலைபன்னி

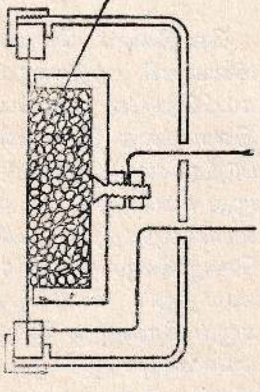
இக்காலத்தே தந்தி பிரதானமாக நெடுந்தூரச் செலுத்தலுக்கு உபயோகிக் கப்படத் தொலைபன்னி தினவாழ்க்கையில் தந்தியிலுங் கூடிய அறிமுக மானவொரு கருவியாகும். தொலைபன்னிச் செலுத்தியில் ஒலியலைகள்



உருவம் 223. எளிதான காபன் நுணுக்குப்பன்னி.

(அதாவது அமுக்கல் அலைகளும் ஐதாக்கல் அலைகளும் அல்லது காற்றமுக்க மாறல்கள்) மின்னோட்டமாறல்களை உண்டாக்கும். இம்மாறல்கள் வாங்கியைச் சென்றடைந்து ஆங்கு அவை இன்னொருதரங் காற்றமுக்கமாக (அல்லது, ஒலியலைகளாக) மாற்றப்படுகின்றன.

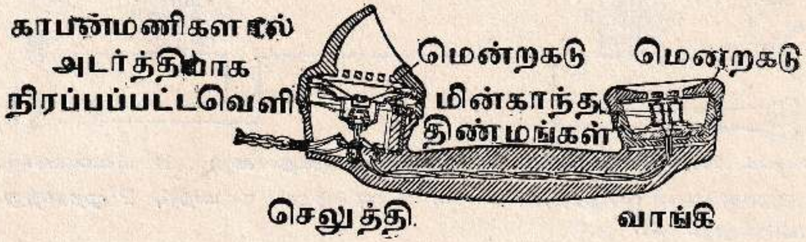
தொலைபன்னிச் செலுத்தி எவ்வாறு தொழிற்படுகின்றதென்பதை விளங்குதற்கு, 223 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போல் இரு அந்தங்களுங் கூராக்கப்பட்டு இரு காபன் தட்டுகளுக்கிடையில் இளக்கமாகத் தூக்கிப்பிடிக் கப்பட்ட வன்காபன் கோலாகும் எளிதான காபன் நுணுக்குப் பன்னியொன்றை ஆராய்தல் வேண்டும். இந்தக் காபன் தொடுகைகளிலுள்ள மின்தடையானது அவற்றை ஒன்றோடொன்று அமுக்கும் விசையில் தங்கியிருக்கின்றது. இத் தொடுகைகளின் மீதுள்ள அமுக்கத்தை மாற்றும் எதுவும் அந்தச் சுற்றிலோடுகின்ற மின்னோட்டத்தையும் மாற்றுகின்றது. ஒலியலைகள் இவ்வாறு செய்யவல்லன. எனவே காற்றமுக்கமாறல்களை நுணுக்குப் பன்னி மின்னோட்ட மாறல்களாக மாற்றும்.



உருவம் 224.
தொலைபன்னிச் செலுத்தி.

ஈரமிலா மின்கலவடுக்கொன்றுடனும் தொலைபன்னி வாங்கியொன்றுடனுந் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ள இவ்விதமானவொரு நுணுக்குப்பன்னிக் கணித்தாக ஒரு கடிகாரத்தை வைத்தால் அதனொலித்தலை வாங்கியிற் கேட்கலாம்.

224 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போன்ற செயன்முறைத் தொலை பன்னிச் செலுத்திகளில் எளிதான தொலைபன்னியினிரு தொடுகைகளுக் குப்பதிலாகப் பெருந் தொகையான காபன் மணிகளுபையோகிக்கப்படு கின்றன. அதன் மென்றகடு (அல்லது **சவ்வு**) அதனில் விழுகின்ற ஒலி அலைகளை **ஒத்துத் தாளம் போடுவதுபோல்** முன்னும் பின்னுமாக அதிரும்

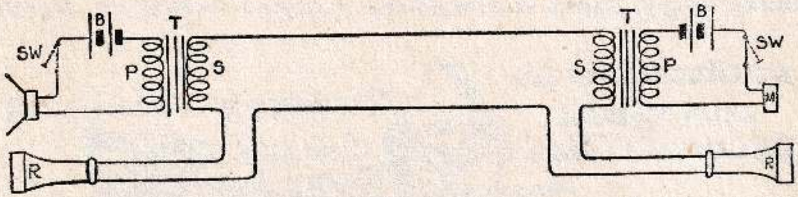


உருவம் **225.** தொலைபன்னி வாங்கி.

அலையமுக்கத்தாற் சவ்வு உட்புறமாகத் தள்ளுப்படக் காபன் மணிகள் ஒன்றோடொன்று நெருங்கிவர அமுக்கப்படுகின்றன. அப்பொழுது அதிக மான மின்னோட்டம் பாயும். ஐதாக்கலலையடிக்கும்போது சவ்வு வெளிப் புறத்தே அசைந்து செல்ல மின்னோட்டம் மெலியும். இவ்வாறு ஒலியலை களாலுண்டாகும் காற்றமுக்க மாறல்கள் செலுத்தியினால் மின்னோட்டமாக மாற்றப்படுகின்றன.

தொலைபன்னி வாங்கியில், மாறுமிம் மின்னோட்டமானது, மெல்லிய ஓரிரும்புத் தட்டைக் கவருகின்ற நிலைத்தவொரு காந்தத் திண்மத்தின் முனைவுகளைச் சூழ்ந்திருக்குங் கம்பிச் சுருள்களைச் சுற்றிப்போகின்றது (உரு. 223 ஐப் பார்க்க). இம்மின்னோட்டத்தின் மாறல்கள் காந்தத் திண்மத்தி லொத்த வலுமாறல்களை உண்டுபண்ணுகின்றன. இதன்பேறாக, அமுக்க வலையொன்று செலுத்தியின் சவ்வைத் தாக்கவும், வாங்கியின் சுருள்களைச் சுற்றி வலுவான மின்னோட்டம் பாயவும், இரும்புத் துண்டானது உட்புற மிழுக்கப்படும். செலுத்தியில் ஐதாக்கலலை யொன்று தாக்க மெலிந்த மின்னோட்டமுண்டாகும். அப்பொழுது இரும்புத் தட்டு முன்னும் பின்னு மாகப் பாயும். இவ்வாறு, இரும்புத் தட்டானது செலுத்தியின் சவ்வோ டொத்துத் தாளம் போடுவதுபோல் அதிரும். வாங்கியிலுள்ள சவ்வினதிர் வுகள் செலுத்தியைச் சென்றடைகின்ற ஒலியலைகளை ஒத்த அலைகளை யுண்டாக்குகின்றன. மிக்க அண்மைக்காலத்துக்குரிய தொலைபன்னிகளில் வாங்கியானது காதினண்மையிலிருக்கும்போது செலுத்தியானது பேசுபவ ரின் வாயினண்மையிலிருக்கும் வண்ணம் இரண்டும் சேர்ந்து ஒரு பேக் கிலைற்றுக் கைப்பிடிக்குள் இருக்கும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. செலுத்தி வாங்கி இரண்டுஞ் சேர்ந்தவொரு பொது விதமான கருவியை 225 ஆம் உருவத்திற் காண்க.

செயன்முறைத் தொலைபன்னிச் சுற்றென்றை 226 ஆம் உருவங் காட்டுகின்றது. நுணுக்குப்பன்னிச் சுற்றோடு தாழ்ந்த உவோற்றளவுகளை மாத்திரம் (3 உவோற்றுக்கு மேற்படாமல்) உபயோகிக்கலாம். அல்லாவிட்டால், காபன் தொடுகைகள் எரிய, படபடென்ற சத்தங்களுண்டாகும். எனவே, கம்பி



உருவம் 226. தொலைபன்னிச் சுற்று (வரிப்பட முறையானது). B மின்கலவடுக்கு. M நுணுக்குப்பன்னி (செலுத்தி). R வாங்கி. T படியேற்றும் உருமாற்றி, P முதற்சுற்று. S துணைச்சுற்று. SW ஆளி.

களின் தடையினுல் வரும் நட்டங்களைக் குறைப்பதற்குத் தொலையிலுள்ள வாங்கிக்குப் போகின்ற நெடுங்கம்பிகளூடு செலுத்துதற்குச் செலுத்தியிலிருந்து தாழ்ந்த உவோற்றளவிலுள்ள மின்னேட்டம் (வலுச் செலுத்தலிற் செய்வதுபோல்) படிகட்டப்படுகின்றது.

XIX ஆம் அதிகாரம்

மின்னினியல்புஞ் சடப்பொருளினமைப்பும்

மூலக் கூறுகள் எனப்படுகின்ற மிகவுஞ் சிறிய துணிக்கைகளாற் சடப் பொருளானதென்று முந்திய பாடங்களிற் படித்துள்ளோம். ஒரு பதார்த் தத்தின் சிறப்பியல்புகளையுடைய அதிசிறிய பாகத்தை அதன் மூலக் கூறென்பர். மூலக்கூறுகள் இரசாயன **அணுக்களா**லானவை. இரசாயன மாற்றத்திற் பங்கு பற்றக்கூடிய அதி சிறிய மூலப் பாகத்தை அணு என்பர். 19 ஆம் நூற்றுண்டின் முடிவுமட்டும், சடப்பொருளினதி சிறிய பாகம் **அணு** என்று கருதப்பட்டது. ஆனுல், 20 ஆம் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில், அணுக்கள், திண்மமயமானவை அன்றெனவும், பிரிக்கப் படக்கூடாதன அன்றெனவுங் கண்டனர். அணுக்கள் இன்னுஞ் சிறிய துணிக் கைகளாலானவை.

1910 ஆம் ஆண்டில், நேர்மின்னேற்றத்தைச் சுமந்தும், எதிர்மின் துணிக் கைகளாற் சூழப்பட்டுமிருக்கும் அணுக்கருவினுலானது அணுவென்று பேர் பெற்ற பௌதிக விஞ்ஞானியாகிய, **இரகபோட்டு** என்பவர் காட்டியுள்ளார். இத்துணிக்கைகளுக்குஅவர் **இலத்திரன்கள்** என்னும் பெயரையிட்டார். தங் கள் மத்தியிலுள்ள ஞாயிற்றைச் சுற்றிச் சுழலுகின்ற கோள்களையுடைய ஞாயிற்றுத் தொகுதியை இவ்வொழுங்கு நினைவூட்டுகின்றது. அணுக்கரு வொன்றைச் சுற்றிச் சுழலுகின்ற இலத்திரன்களின் தொகை, கருவானது சுமக்கின்ற நேர்மின்னேற்றங்களின் தொகையில் தங்கியுள்ளது. எனவே, ஒவ்வோரணுவிலும் நேரேற்றங்களும் எதிரேற்றங்களுஞ் சரிசமமாகவுள்ளன. இதன் விளைவாக, அணுவானது நடுநிலையிலுள்ளதுவாகும்; அல்லது ஏற்ற மற்றதுவாகும். இவ்வண்ணம், ஐதரசனணுவின் கருவில் ஒரேயோரலகு நேர்மின்னேற்றமும் அதைச் சுற்றிச் சுழலும் ஒரேயோரிலத்திரனுமுண்டு; அதிமிகுந்த பாரமுள்ள இயற்கை மூலகமான உரேனியத்தினணுவில் நேர் மின்னேற்றங்கள் 92 உம் அதைச் சுற்றிச் சுழலும் இலத்திரன்கள் 92 உம் உண்டு. மிக்க இலேசான இயற்கை அணுவுக்கும் மிக்க பாரமான இயற்கை அணுவுக்கும் (ஐதரசனுக்கும் உரேனியத்துக்கும்) இடையில், நேரேற்றங் களும் எதிரேற்றங்களுஞ் சேர்ந்து வெவ்வேறு விதமான அணுக்களெல் லாவற்றையுந் தருகின்ற பல்வேறு சேர்மானங்களெல்லாமுண்டு. மூலகங் களுக்குள்ள இரசாயன இயல்புகளின் வேற்றுமைகளெல்லாம் அதனதனணு விலுள்ள இலத்திரன்களின் ஒழுங்கையுந் தொகையையும் பொறுத்தன. உள்ளபடி, இயற்கையாகவுள்ள 92 மூலகங்களையும் ஓராவர்த்தன அட்ட வணையாக அதனதனணுவிலுள்ள இலத்திரன்களின் தொகைப்படி நிரைப் படுத்தலாம். உதாரணமாக, ஐதரசனில் அணுக்கருவைச் சுற்றி 1 இலத்

திரனும், ஈலியத்தில் 2 இலத்திரன்களும், இலிதியத்தில் 3 இலத்திரன்களும், பெரிலியத்தில் 4 இலத்திரன்களும், போரனில் 5 இலத்திரன்களும், காபனில் 6 இலத்திரன்களும், நைதரசனில் 7 இலத்திரன்களும், இன்னுமிவைபோல, 92 இலத்திரன்களுள்ள உரேனியம் மட்டும் அணுக்களில் இலத்திரன்களுண்டு. வெளியிலுள்ள இலத்திரன்களின் தொகையைக் கூட்டுதலாலோ குறைப்பதாலோ ஒரு அணுவானது மின்னேற்றப் படுகின்றது. [பக்கம் 353]

பின்னுல் நடந்த ஆராய்ச்சியிலிருந்து அணுக்கருவுக்கும் ஓரமைப்பு (நேர்மின் துணிக்கை ஒன்றனுலாய கருவையுடைய ஐதரசன் நீங்கலாக) உண்டென்று தெரியவந்தது. ஏனைய 91 இயற்கை மூலகங்களினும், அணுக்கருவானது புரோத்தன், நியூத்திரன் என்னுமிருவிதமான துணிக்கைகளே உடையனவாகும். இரதபோட்டென்பவர் புரோத்தனையும், ஒரு காலமவர் மாணவராகவிருந்த சாட்டுவிக்கு என்பவர் நியூத்திரனையுங் கண்டுபிடித்து அவற்றுக்குப் பேரிட்டனர். புரோத்தனும் நியூத்திரனும் திணிவில் அல்லது பாரத்தில் ஏறக்குறைய ஒன்றுக்கொன்று சமமானவையாயினும் இலத்திரன்களினும் ஏறக்குறைய 2,000 மடங்கு பாரமானவை. புரோத்தன்களினும் நியூத்திரன்களினும் இலகுவாக இலத்திரன்களை இடம்பெயரச் செய்யலாம். புரோத்தனுக்கும் நியூத்திரனுக்குமுள்ள இயல்புகள் வெவ்வேருனவை: புரோத்தன் நேர்மின்னேற்றம் பெற்றுளது; அணுக்கருச் சுமந்திருக்கும் மின்னேற்றங்களின் தொகை அதனிலுள்ள புரோத்தன்களின் தொகைக்குச் சமம். (இந்த எண்ணை மூலகத்தின் **அணுவெண்** என்பர் 398 ஆம் பக்கத்தைப் பார்க்க). இவ்வாறு, நேர்மின்னேற்ற ஐதரசனணுவுக்குப் புரோத்தனென்றுண்டெனவே அதன் அணுவெண் 1 ஆகும்; 92 நேர் மின்னேற்றங்களையுடைய உரேனியத்துக்கு 92 புரோத்தன்களுண்டெனவே அதன் அணுவெண் 92 ஆகும். நியூத்திரனே மின்னைப் பொறுத்தவளவில் நடுநிலையிலுள்ளது. மின்னேற்றத்தையது சுமந்திருப்பதேயில்லை. மின்னேற்றம் எதுவும் இல்லாத தன்மையினுல் நியூத்திரனுனது சடப்பொருள் எதற்கும் ஊடாகத் தடையின்றிச் செல்லும். ஆனுல் அதன் திணிவு அல்லது பாரம் புரோத்தனுடைய திணிவுக்கு அல்லது பாரத்துக்கு ஏறக்குறையச் சமமாகும். அணுவொன்றினது பாரம் அதன் கருவிலுள்ள புரோத்தனதும் நியூத்திரனதும் பாரங்களின் மொத்தமாகும் (அதன் இலத்திரன்கள் பாரத்தில் மிகவுங் குறைவாக இருப்பதனுல் அணுவின் பாரத்தை நோக்குமிடத்து அவற்றின் பாரத்தை விலக்கிவிடலாம்). நாம் சுவாசிக்கின்ற ஒட்சிசனது அணுக்கருவில் 8 புரோத்தன்களும் 8 நியூத்திரன்களுமுண்டெனவே அதன் அணுப்பாரம் 16 ஆகும்.

அணுவின் கருவிலே இந்தப் புரோத்தன்களும் நியூத்திரன்களும், விஞ்ஞானிகள் அறிந்துள்ள விசைகளெல்லாவற்றுள்ளும் மிகவும் பெரிய விசைகளால் ஒன்றோடொன்று கட்டுண்டு கிடக்கின்றன. நீரின் மூலக்கூறிலுள்ள ஐதரசனணுக்களையும் ஒட்சிசனணுவையுஞ் சேர்த்துப் பிடித்துக்கொண்டிருக்கும் இரசாயன விசைகளினும் பத்திலச்சம் மடங்குக்கு மேற்பட்டன இவ் விசைகள் (இவ்விரசாயன விசைகள் வல்லுருக்கின் துண்டொன்றினது துணிக்கைகளைச் சேர்த்துப் பிடித்திருக்கும் பிணைவிலும் பன்மடங்கு பலமானவை). புரோத்தன்களையும் நியூத்திரன்களையும் பிணித்திருக்கும் இவ் விசைகளின் திறனைக் கணித்தறியலாம். அணுக்கருவெதுவாயினும் அதனுள்ளேயுள்ள புரோத்தன்களும் நியூத்திரன்களுஞ் சேர்ந்துண்டான திணிவானது அப்புரோத்தன்கள் நியூத்திரன்கள் எல்லாவற்றினதும் மொத்தத் திணிவிலும் 1 ச.வீ. மட்டிற் குறைவாகவிருக்கும். ஏனெனில், தனித் துணிக்கைகளினது திணிவினொரு பகுதி சத்தியாக மாற்றப்பட்டது.[1] இந்தச் சத்தி வித்தியாசம் புரோத்தன்களையும் நியூத்திரன்களையும் அணுக்கருவினுட் பிணித்து வைத்திருக்கின்ற விசைகளின் திறனாகும். அணுக்கருவைப் பிளந்து புரோத்தன்களையும் நியூத்திரன்களையும் பிரிப்பதற்கு இதேயளவு சத்தியைக் கொடுத்தல் வேண்டுமாதலின் இவ்விதமான "அணுப்பிளத்தல் சத்தியின் உற்பத்தியாகாது. ஒன்று மிகமிகச் சிறியதும் மற்றையது கருவின் ஏனைய பாகம் முழுவதையுங் கொண்டுள்ளதுமான இரு பகுதிகளாக அணுக்கருக்கள் பல பிளக்கப்பட்டுள்ளனவேனும், அணுக்கருவை முற்றுகப் பிளந்து புரோத்தன்களையும் நியூத்திரன்களையும் இன்னும் பிரித்தெடுக்கவில்லையென்பதற்கு விலக்கு ஒன்றேயொன்றுண்டு. 1936 ஆம் ஆண்டில், ஏறக்குறைய ஒன்றுக்கொன்று சமமானவையும், ஒருமிக்க முதற் பொருளிலும் ஏறக்குறைய 1 ச.வீ. குறைந்த நிறையுள்ளனவுமான இருபாகங்களாக, உரேனியக்கருவொன்றைப் பிளந்து சமவலுவளவான சத்தியை விடுதலையாக்கின்றனர். **கருப்பிளவு** எனப்படும் இவ்விதமான "அணுப்பிரித்தல்" அணுக்குண்டினடிப்படையான தத்துவமாகும். கரு

---

[1]சடப்பொருளினமைப்பைப் பற்றிய அறிவை மேலும் இம்மட்டிற் பெற்றுள்ளீராதலின் 2–3 ஆம் பக்கத்தில் நிறைகாப்பு விதியைக் கூறும்போது, இரசாயன மாற்றமெதுவாயினு மதில் திணிவில் அல்லது நிறையளவில் நட்டம்போவது ஒன்றுமில்லையென்று கூற நாம் தவருது கவனமாகவிருந்தோம். இரசாயன மாற்றத்திற் பங்குபெறுகின்ற அதிசிறிய துணிக்கை அணுவாகும். ஆனால், அணுவினுள்ளே நிகழுங் கருமாற்றங்களை நாம் நோக்குமிடத்துச் **சத்திக் காப்பு, திணிவுக்காப்பு** என்னுமிரு தத்துவங்களும் ஒன்றின் மேலொன்று பொருந்துகின்றனவென்றும், திணிவைச் சமவலுவளவான சத்தியாக மாற்றலாமென்றும் (பேராசிரியர் **அயின்சுதைனின்** திணிவு சத்தியிரண்டினதுஞ் சமவலுத்தன்மை விதிப்படி இப்போது நன்கு விளங்கும். புரோத்தன்களும் நியூத்திரன்களும் ஒன்றுசேர்ந்து அணுக்கருவாகும்போது, தனித் துணிக்கைகளின் திணிவில் மறைந்துபோகின்ற பாகம் அறிக்கப்படாமற் சமவலுவளவான சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. உதாரணமாக, உலகிலுள்ள வலுப்பொறிகளெல்லாவற்றுள்ளும் பெரிதான துண்டாக்குஞ் சத்திக்கு ஓரவுன்சு திணிவு சமவலுவாகும்.

வினை ஒரு நியூத்திரன் தாக்கியடிக்க இப்பிளவுண்டாகின்றது. அது நிகழு கையில், நியூத்திரன்கள் விடுதலையாகின்றன. விடுதலையாகியவை மற்றை உரேனியக் கருக்களைத் தாக்கிப் பிளவை மேலுமுண்டாக்குகின்றன. இவ்வாறு விடுதலையான நியூத்திரன்கள் பெருக, மேலும்மேலும் அணுச்சத்தி இந்தச் **சங்கிலித் தாக்கத்தால்,** உரேனியம் முழுவதும் அதனிலுமிலேசான பாகங்களாகப் பிரிக்கப்படுமட்டும் விடுவிக்கப்படுகின்றது. ஆளப்படாத இவ்விதமான **கருவின் சங்கிலித்தாக்கமே** அணுக்குண்டின் உக்கிரமான வெடித்தலை உண்டாக்குகின்றது.

இரசாயன மாற்றங்கள் நிகழும்போது அணுவின் புறப் பாகத்தில் இளக்கமாகப் பிணிக்கப்பட்டுள்ள இலத்திரன்கள் மாத்திரம் ஒழுங்கு மாற்றி அமைக்கப்படுகின்றன. ஆனால், இவ்விரசாயன மாற்றங்களுட் சில, உதாரணமாக விறகு, நிலக்கரி, எண்ணெய் என்பனவற்றுளொன்றை எரித்தல், நாளாந்த வாழ்க்கையில் நாம் உபயோகிக்கின்ற சத்தியைப் பெருங்கணியமாகத் தருகின்றன. இவ்விதமான இரசாயன மாற்றங்கள் நிகழுகையில் விடுதலையாகுஞ் சத்தி அணுவொன்றுக்கு மிக மிகச் சிறியதுவாயினும், அளவிறந்த கோடிக்கணக்கான அணுக்களானவை ஒன்றையொன்று மிகவுஞ் சுருக்கமான நேரத்தில் தாக்குகின்றன. கருமாற்றங்கள் நிகழுகையில், இடம்மாறுவன இளக்கமாகப் பிணிக்கப்பட்டுள்ள இலத்திரன்களன்று; கருவின் புரோத்தன்களும் நியூத்திரன்களுமாகும். இவை பிரமாண்டமான விசைகளாற் பிணிக்கப்பட்டுள்ளனவென்றும், இதுகாரணமாக அவை இடம் மாறும்போது பிரமாண்டமான சத்தி விடுதலையாகின்றது என்றுங் கண்டுள்ளோம். அணுவொன்றின் கருப்பிளவினால் விடுதலையாகின்ற சத்தியானது இரசாயன மாற்றமடைகின்ற அணுவொன்றினால் விடுதலையாகின்ற சத்தியின் (ஏறக்குறைய) 10 கோடி மடங்காகும். வலுவைப் பெறுதற்குப் புவியில்நாம் உபயோகிக்கின்ற சத்தி கிட்டத்தட்ட முழுவதும் முதற்கண் ஞாயிற்றில் நிகழுகின்ற அணுக்கரு மாற்றங்களிலிருந்து வருகின்றது. தொழிற்றுறையில் உபயோகிப்பதற்குச் சத்தியை உண்டாக்குதற்குப் பிளவுச் சங்கிலித் தாக்கங்களை அண்மையில் மனிதன் உபயோகிக்கக்கூடுமென்று தோற்றுகின்றது. அதிட்டவசமாக, சங்கிலித் தாக்கத்தை ஆண்டடக்கலாமாதலின் அழிவையே தரும் வெடிகளையன்றி நற்பயன்தரவல்ல வலுவையுண்டாக்குதற்கு அணுச்சத்தியை உபயோகிக்கலாம்.

ஓரிடமூலகங்கள்

சமீப காலத்தில் வெளியாக்கப்பட்ட சில கருமங்கள் (உதாரணமாக, ஒரே மூலகத்தின் அணுக்களெல்லாம் பூரணவொற்றுமை உடையனவன்றென்று இப்போது நாமறிவோம்) காரணமாக, **தாற்றனின் அணுக்கொள்கையின்** அம்சங்கள் சிலவற்றை மாற்றவேண்டுமென்று இந்நூலின் 1 ஆம் பக்கத்திற் கூறப்பட்டுளது. கிட்டத்தட்ட எல்லா இரசாயன மூலகங்களுக்கும் நிறை

வேற்றுமையுடைய அணுக்களுண்டென்று கண்டறியப்பட்டது. ஒரே மூல கத்தின் நிறையில் வேறுபடுகின்ற அணுக்கள் **ஓரிடமூலகங்கள்** எனப்படும். இயற்கை மூலகம் இவ்வோரிட மூலகங்களின் கலவையாலானதுவாகும். உதாரணமாக, காபனுக்கும் நைதரசனுக்கும் இவ்விரண்டு ஓரிடமூலகங் களும், ஒட்சிசனுக்கு மூன்றும், உரேனியத்துக்கு நான்கு முண்டு (எதேனு மொரு மூலகத்தினணுக்களிலுள்ள புரோத்தன்களின் தொகை எப் பொழுதும் ஒன்ருகவே இருப்பினும்). ஒரே மூலகத்தின் வெவ்வே ருேரிட மூலகங்கள் வேறுபட்ட தொகையான நியூத்திரன்களை உடையன. உரேனியத்தினணு ஒவ்வொன்றுக்கும் (ஓரிடமூலக மெதுவாயினும்) ஒரே தொகையான புரோத்தன்களுண்டு—92. ஆனல், அணுநிறை 234 ஆகவுள்ள விதமொன்றும், 235 ஆகவுள்ள விதமின்னென்றும், 238 ஆகவுள்ள விதமின்னும் வேறென்றும், 239 ஆகவுள்ள விதம் மற் றின்னும் வேறென்றும் உரேனியத்திலுண்டு. உரேனிய விதங்களொவ் வொன்றுக்குஞ் சரி 92 புரோத்தன்களுண்டாதலின், அணுநிறையிலுள்ள வேற்றுமை நியூத்திரன்களின் தொகையைப் பொறுத்ததுவாகும். உரே னியம்—238 இற்கு 146 நியூத்திரன்களும், உரேனியம்—235 இற்கு ஆக 143 நியூத்திரன்களுமுண்டு. வெடிக்குமியல்புடைய அரும் உரே-235 அணுக் குண்டுகளுக்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது ; உரே-238 வெடிக்கும் இயல்புடைய தன்று ; ஆனல் ஏராளமாக அதைப் பெறலாம். இயற்கையிற் கலந்திருக் கின்ற இந்த உரேனிய ஓரிடமூலகங்களைப் பிரித்தெடுப்பது பிரயாசமானது வாகும். பெரிய தொழிற் பொறிகளால் மாத்திரம் அவற்றைப் பிரிக்க முடியும். இதுபோலவே, உலகிலுள்ள ஐதரசனது அணுநிறை 1 ஆகும். ஏனெனில், அதன் கருவானது ஒரேயொரு புரோத்தனுலானது. கருவி னுள்ளிருந்து அணுநிறையை இரட்டிக்கின்ற ஒரு நியூத்திரனையுமுடைய இயற்கை ஐதரசனணுக்கள் ஒரு சிலவுண்டு. எனவே, ஐதரசனினணு நிறை (1·008) ஆனது அதி பெரும்பாகமாகவுள்ள ஐ–1 ("இலேசான" ஐதரசன்) இனதும் அதி சிறு பாகமாகவுள்ள ஐ–2 ("பாரமான" ஐத ரசன்) இனதும் சராசரி நிறையாகும்.

மின்னேற்றங்களும் ஓட்டங்களும்

மின்னேற்றப்பெற்ற பொருள்களுக்கு இலத்திரன்கள் மிகுதியாக அல்லது குறைவாக உண்டு. உதாரணமாக, எபனேற்றை நுண்மயிரினுல் தேய்க்க இலத்திரன்களை அந்த நுண்மயிரிலிருந்து எபனேற்றுப் பெறுகின்றது. இவ்வாறு, எபனேற்று எதிர் மின்னேற்றம் பெறுகின்றது. கண்ணுடியைப் பட்டினுல் தேய்க்க அக்கண்ணுடியிலிருந்து இலத்திரன்கள் பட்டையடை கின்றன. இவ்வாறு கண்ணுடி நேர்மின்னேற்றம் பெறுகின்றது.

காவலிகளுக்கு, அதாவது தம்மூடு மின்னைப் பாயவிடாத பதார்த்தங்களுக்கு, அவற்றினணுக்களில் இலத்திரன்களின் மிக்க உறுதியான ஒழுங்குண்டாதலின், அந்த இலத்திரன்களை இலகுவாக நிரைகுலைக்க முடியாது.

கடத்திகளுக்கு, அதாவது தம்மூடு மின்னைப் பாயவிடுகின்ற பதார்த்தங்களுக்கு, இலகுவாக நிரைகுலைக்கப்பட்டு அவற்றினணுக்களிலிருந்து பிரிக்கப்படுகின்ற இலத்திரன்களுண்டு.

மின்கலவடுக்கொன்றின் தாக்கமானது, எதிர்முனைவில் இலத்திரன்களைத் திரளச் செய்வதேயாம். எதிர்முனைவிலுள்ள தனி இலத்திரனென்றைக் கருதுக. இந்த முனைவானது நேர்முனைவுடன் கடத்தியொன்றாற் தொடுக்கப்படும் பொழுது, இவ்விலத்திரன் கடத்தியில் மிகச் சமீபமாகவுள்ள அணுவுக்குள் விரைந்து சென்று, அதனுடைய தானத்தை எடுக்கும். பெயர்க்கப்பட்ட இலத்திரனனது கடத்தியின் அடுத்தவணுவுடன் இம்முறையைத் திரும்பவுஞ் செய்யும். அதுவுமன்றி, கடத்தியின் வழியே அடுத்தடுத்த அணுக்களுடன் இவ்வாருக இது தொடர்ந்து நடக்கும். இவ்வியக்கம் செக்கனென்றுக்குப் பலகோடியான இலத்திரன்களைக் கொடுத்தலும் எடுத்தலுமான விதத்தில் நடைபெறும். இவ்வாறன இலத்திரன்களின் இவ்வியக்கமே மின்னேட்டமாகும். பல்வேறு இலத்திரன்கள் வெவ்வேறன எதிர்ப்பளவுகளோடு இலத்திரன்களின் இப்பெயர்ச்சியைச் செயலுறச் செய்யும். இலத்திரன்களின் பெயர்ச்சிக்குக் காரணமான இவ்வெதிர்ப்பு, கடத்தியின் தடை யெனப்படும்.

தைனமோ என்பது, இலத்திரன்களை இயங்கச் செய்யுமோர் உபகரணமாம். பொதுவாக இலத்திரன்களானவை, (1) வெப்பத்தினுலும் (2) இரசாயனத் தாக்கங்களினுலும் (3) மின்னேற்றங்களினுலும், இயக்கத்தில் வைக்கப்படலாம்.

மூலகங்களின் அட்டவணை

அணுவெண்கள் (பிராக்கெற்றுக்களுள் பெயருக்குமுன்), குறியீடுகள், அணுநிறைகளும்.

(89)	அத்தினியம்	Ac	227
(13)	அலுமினியம்	**Al**	26.97
(51)	அந்திமனி	**Sb**	121.76
(18)	ஆகன்	**A**	39.944
(33)	ஆசனிக்கு	**As**	74.91
(56)	பேரியம்	**Ba**	137.36
(4)	பெரிலியம்	Be	9.02
(83)	பிசுமது	**Bi**	209.0
(5)	போரன்	**B**	10.82
(35)	புரோமீன்	**Br**	79.916
(48)	கடமியம்	Cd	112.41
(55)	சீசியம்	Cs	132.91
(20)	கல்சியம்	**Ca**	40.08
(6)	காபன்	**C**	12.01
(58)	சீரியம்	Ce	140.13
(17)	குளோரீன்	**Cl**	35.457
(24)	குரோமியம்	**Cr**	52.01
(27)	கோபாற்று	**Co**	58.94
(29)	செம்பு	**Cu**	63.57
(66)	திசுபுரோசியம்	Dy	162.46
(68)	எபியம்	Er	167.2
(63)	ஐரோப்பியம்	Eu	152.0
(9)	புளோரீன்	**F**	19.00
(64)	கடோலினியம்	Gd	156.9
(31)	கல்லியம்	Ga	69.72
(32)	சேமானியம்	Ge	72.60
(79)	பொன்	**Au**	197.2
(72)	அபினியம்	Hf	178.6
(2)	ஈலியம்	**He**	4.003
(67)	ஒலுமியம்	Ho	164.94
(1)	ஐதரசன்	**H**	1.008
(61)	இலினியம்	Il	146
(49)	இந்தியம்	In	114.76
(53)	அயடீன்	**I**	126.92
(77)	இரிடியம்	Ir	193.1
(26)	இரும்பு	**Fe**	55.85
(36)	கிரித்தன்	**Kr**	83.7
(57)	இலந்தனம்	La	138.92
(82)	ஈயம்	**Pb**	207.21
(3)	இலிதியம்	**Li**	6.94
(71)	இலுத்தேசியம்	Lu	174.99
(12)	மகனீசியம்	**Mg**	24.32
(25)	மங்கனீசு	**Mn**	54.93
(80)	இரசம்	**Hg**	200.61
(42)	மொலித்தனம்	Mo	95.95
(60)	நெயோதிமியம்	Nd	144.27
(10)	நேயன்	**Ne**	20.183
(28)	நிக்கல்	**Ni**	58.69
(41)	நியோப்பியம்[1]	Nb	92.91
(7)	நைதரசன்	**N**	14.008
(76)	ஒசுமியம்	Os	190.2
(8)	ஒட்சிசன்	**O**	16.000
(46)	பலேடியம்	Pd	106.7
(15)	பொசுபரசு	**P**	30.98
(78)	பிளாற்றினம்	Pt	195.23
(84)	பொலோனியம்	Po	210
(19)	பொற்றுசியம்	**K**	39.096
(59)	பிரசூதிமியம்	Pr	140.92
(91)	புரோதோவத்தினியம்	Pa	231
(88)	இரேடியம்	Ra	226.05
(86)	இரேடண்[2]	R	220.0
(75)	இரேனியம்	Re	186.31
(45)	உரோடியம்	Rh	102.91
(37)	உருபிடியம்	Rb	85.48
(44)	உருதேனியம்	Ru	101.7
(62)	சமேரியம்	Sa	150.43
(21)	காந்தியம்	Sc	45.10
(34)	செலனியம்	Se	78.96

[1] அல்லது கொலம்பியம்

[2] அல்லது நைத்தன்

16—R 6038 (11/59)

(14) சிலிக்கன் .. **Si** 28.06
(47) வெள்ளி .. **Ag** 107.88
(11) சோடியம் .. **Na** 22.997
(38) துரந்தியம் .. **Sr** 87.63
(16) கந்தகம் .. **S** 32.06
(73) தாந்தலம் .. **Ta** 180.88
(43) தெக்கநெற்றியம்[3] .. Tc 100
(52) தெல்லூரியம் .. Te 127.61
(65) தேபியம் .. Tb 159.2
(81) தல்லியம் .. Tl 204.39
(90) தோரியம் .. Th 232.12
(69) தூலியம் .. Tm169.4

[3] அல்லது மசூரியம்

(50) வெள்ளீயம் .. **Sn** 118.70
(22) தைத்தேனியம் .. **Ti** 47.90
(74) தங்கிதன் .. **W** 183.92
(92) உரேனியம் .. **U** 238.07
(23) வனேதியம் .. **V** 50.95
(54) செனன் .. **Xe** 131.3
(70) இத்தேபியம் .. **Yb**173.04
(39) இத்திரியம் .. **Yt** 88.92
(30) நாகம் .. **Zn** 65.38
(40) சேர்க்கோனியம் .. **Zr** 91.22

சொல் அட்டவணை

ஒரே பொருள்பற்றி வெவ்வேறு பல பக்கங்களில் மேற்கோள்கள் உள்ளவிடத்துப் பிரதானமான மேற்கோள் தடித்த எழுத்தில் அச்சிடப்பட்டிருக்கின்றது. ஒரு சொல்லுக்கு முன் குத்துவாட்குறி (†) இருப்பின் அது அச்சொல் முதலாம், இரண்டாம், மூன்றும் புத்தகங்களிற் பயன்படுத்தப்படாததென்பதையும் சொற்றொகுதியில் விளக்கப்படாத தென்பதையும் குறிக்கும். இப்புதிய கலைச் சொற்கள் புத்தகத்தில் முதற்றோன்றும் இடம், அவற்றின் பொருள் விளக்கப்படும் இடம் என்பவற்றிற்கும் இக்குறியிடப்பட்டுளது.

அ. இ. செ. தொகுதி, 341
அகச்செவி, 217-22
அகப்பக்க நரம்புநாண், 211
†அகலக்கோடு, 342
அகவைரம், 301, 114
அசற்றலீன், 70
†அசற்றிக்கமிலம், 58, 90-1
†அசற்றிக் நொதிப்பு, 90
†—அற்ககோலிக், 85-90
†அசற்றோன், 58
†அசெற்றேற்றுக்கள், 90
அசையுஞ் சுருட்கல்வனோமானி, 394-6, 399-402
—இரும்புக்கல்வனோமானி, 392-3
—காந்தத்திண்மக்கல்வனோமானி, 392-3
அடக்கியான் பரிசோதனைகள், 82-4, 100, 172, 192
அடி இருத்தல், 309-10
†அடிமரம் (ஒட்டுதல்), 252
அடைப்பு (மின்), 417
அணுக்கள், 1-2, 423
அணு—பிளத்தல், 423-6
அணுவுக்குரியசத்தி, 423-6
—கரு, 423-6
—எண், 424
—கொள்கை, 1-2
—நிறைகள், 8, 10-11, 429
†அதிரனல் பொருள், 228
†அதிரனலின், 228
†அந்திமனி, உலோகம், 9
†அந்திரசீன், 65
†அந்திரசைற்று, 62
†அப்பத்தூள், 91
அப்பியாசமும் காபனீரொட்சைட்டும், 174-6
அப்பியாசமும் நாடியின் வீதமும், 174-6
†அம்பியர், 386
†அம்பியர்மானி, 386, 399-402
அமிலச் சோடியஞ்சல்பேற்று, 28
அமிலத்தன்மை, 381-2
†அமிலேசு, 114, 118, 121, 131
அமீபா, கழிவு, 181
—அசைதல், 194
—போசணை, 139-40
—இனம்பெருக்கல், 257
—சுவாசம், 143
—உணர்திறன், 210
அமீபாவின் கழித்தல், 181
—விலங்குகளின், 181-5
—பறவையின், 184
—கரப்பானின், 181
—மண்புழுவின், 181
—மீனின், 182
—தவளையின், 182
—ஐதராவின், 181
—முலையூட்டியின், 182-5
—பரமீசியத்தின், 181
—தாவரங்களின், 185-6
—நத்தைகளின், 182
அமீபாவின் நரம்புத்தொகுதி, 210
—மணபுழுவின், 211
—ஐதராவின், 211
—பூச்சிகளின், 211
—முலையூட்டிகளின், 212-13
—மொலசுக்காக்களின், 211
—பரமீசியத்தின், 210

அமீபாவின் போசணை, 139-40
—பறவையின், 135-6
—கரப்பானின், 138
—மண்புழுவின், 139
—மீனின், 137
—தவளையின், 136-7
—பச்சைத்தாவரங்களின், 109-14
—ஐதராவின், 139
—முலையூட்டிகளின், 115-35
—பச்சை நிறத்தனவல்லாத தாவரங்களிற், 115
—பரமீசியத்தில், 139-40
—நத்தைகளின், 137-8
†அமினோ-அசற்றிக்கமிலம், 98
†அமினோ-அமிலங்கள், 98-9, 122, 126, 132
† அமினோ-தொகுதிகள், 98
அமுக்கவலை நெட்டலை, 296
—குறுக்கலை, 296
அமுக்கவலைகள், 296
அமெரிக்காக்கந்தகம், 32
†அமோனியமிருகாபனேற்று, 39-40
—ஐதரொட்சைட்டு, 24-5
—உப்புக்கள், 24
அமோனியா, 22-8, 63-5
—சோடாமுறை, 39-40
—தொகுக்கப்பட்ட, 27-8
அமைப்புருக்கு, 50
†அயடபோம், 88,90
†அயன், 380-2, 424
†அயனுக்கல், 380-2
அயின்சுதைன், 425
அரும்பொட்டுதல், 252-4
†அரைக்கும் பல், 204-5
†அரைவட்டக்கால்வாய்கள், 221-2
அலிவிலங்குகள், 259
அலுமினியம், 42
அலுமினியம் பரும்படியாகச் செய்தல், 384
அவகாதரோவின் சட்டம், 15-16
அவயவனேயம், 198-9
†அழித்துக் காய்ச்சிவடித்தல், 58, 63
அழியக்காய்ச்சி வடித்தல், 58, 63
—பகுதிபடக், 64-5, 72-3, 86
†அழுகல்வளரி, 115
†அழுத்தவேறுபாடு, 396
அளவறிதற்குரிய பாகுபாடு, 7
PH அளவுத்திட்டம், 381-2
அற்ககோல், தனியான, 86
—ஈதைல், 87
—மீதைல், 58, 86
—வைரம், 58, 86
அற்ககோல், நொதித்தல், 87-90
அற்ககோலுடைய மதுசாரம், 89
—மீதைல்சேர், 86
ஆ. ஓ. 409, 413
ஆக்கலும் அழித்தலும், 411-12
†ஆக்கிவாயு, 49, 64, 66-9
ஆகாயக்கற்கள், 352, 357-8
ஆட்சியுள்ள சந்ததிச் சுவடுகள், 278
†ஆட்டிறைச்சிக்கொழுப்பு, 89
ஆடலோட்டம், 409, 413
ஆண்குறி, 262, 271
ஆண்டுக்குரியதாவரங்கள், 233
ஆப்புமுறை, 337
†ஆமேச்சர், 405, 410-11
†ஆலமரத்தக்கை, 103
ஆவியடர்த்தி, 16
†ஆள்கூறு, 210
இச்சையின்றியியங்குந்தசை, 199-200
இச்சைவழியியங்குகின்ற தசை, 207-8
†இடப்பெயர்வு, 198
இடி, 365
இதயச்சோதனை, 178-80
—இதயத் தசை, 206-7
—இதயஉறை, 178
—இதயவாயில்கள், 179-80
இந்துபொசுபேற்று, 54, 184
இந்தெண்ணெய், 71-2
—பொசுபேற்று, 54, 184
†இயக்கப்பண்புச்சத்தி, 312-16, 318
†—இயக்கவுராய்வு, 293
இயக்கம், 278
—சமன்பாடுகள், 281-4
—விதிகள், 286-8
இயல்பூக்கம், 229-31

இயற்கையுலோகம், 44
†இயற்கைவாயு, 67-8
—தேர்ந்தெடுத்த, 277
†இரச்சின், 121
இரசம், 354-5
இரசாயனக்குறியீடு, 9
இரசாயனச்சமவலு, 6-8
—செம்பினுடைய, 18-21
—ஒட்சிசனுடைய, 18-21
—நிறைகள், 2, 5-8
இரசாயனச்சமன்பாடு, 12-14
—இயக்கச்சமன்பாடு, 284-7
இரசாயனச்சூத்திரம், 9-10
இரசாயனச்சேர்க்கை, 1-8
இரசாயனச் சேர்க்கைவிதி, 2-16
—இயக்கவிதி, 288-90
இரசாயனச் சேர்வைகள், 2-17
இரசாயனத்தாக்கம், 12-15
இரசாயனமாற்றங்கள், 12-14
—சேர்க்கை, 1-8
—அமைப்பு, 2-3
—சேர்வை, 2-17
—ஆட்சி, 227-9
—மின் ஓட்டங்களின் விளைவு, 379,-78
—சத்தி, 316-17, 370
—சமன்பாடுகள், 12-14
—குறியீடுகள், 9-10
—விதிகள், 2-16
—தூதர்கள், 227-9
—தாக்கங்கள், 12-14
—குறியீடுகள், 9
†இருஇனிப்புகள், 77-80
இருபாலான உயிர்ப்பொருள், 259
இரும்பு, 42-3
—இரும்பும் உருக்கும், 45-50
†—இரும்பு இருசல்பைட்டு, 32
†—இரும்புக் கந்தகக்கல், 32
—இரும்புச்சல்பைட்டு, 32, 33-4
இரும்பு துருப்பிடித்தல், 42-3
—மற்றைய உலோகங்கள், 42-3
†இரெனின், 120
இரைப்பைச்சாறு, 119-20
†இலக்கிளாஞ்சிக்கலம், 370
இலத்திரன், 423-9
†இலத்துரோன் கலப்புலோகம், 43-4
இலபிளாங்கின் முறை, 39
இலவோசியர், 2
†இலற்றேசு, 80-1
†இலிக்கினின், 114
†இலிப்பேசு, 114, 118, 120, 132-3
இலேச்சித்திரவடிவு, 196
இழுவிசை, 290
இழுவைக்கயிறு, 325-30
இளைப்பு, தசை, 210
இறக்கவிளக்குகள், 378
இறப்பர், 59
—வற்கனேற்றுலொட்டப்பட்ட, 33
†இறம், 89
இன்வாருருக்கு, 44

ஈதேன், 70
†ஈதைலசற்றேற்று, 91
†—அற்ககோல், 87-93
†ஈயோசின், 59
ஈர்ப்பு, 292
ஈர்ப்பும் தாவர வளர்ச்சியும், 186-8
ஈர்ப்புமையம், 304-6
†ஈரத்தன்மையின் பின், 69
ஈரல், 124, 126-7
†ஈரல்வாயினுளம், 123, 126

உட்சுவாசித்த காற்று, 166-8
†உட்செலுத்தல், 116-17
உட்செவி, 218-9
—உட்செவி வளமாக்கல், 262, 265-9
—உட்செவிச்சுவாசம், 142, 151
—புலன் உறுப்புகள், 223
†உட்சேர்க்கை மாற்றங்கள், 107
உடற்றொழிலியல், 106
உணர்திறன், 210
உணவு, 162-4
உணவுகளின் கலோரிப்பெறுமானம், 163
உணவும் சத்தியும், 157-63
உதைப்பு, 290
உந்தும்வெடியுப்பு, 30-1
†உபகோள்கள், 351

உமிழ்நீர், 85, 116, 118-19, 127-8
உயர்த்தும்மாற்றி, 413-14
உராய்வு, 289, 291, 292-3, 427, 330
—இயக்கவுராய்வு, 293
—உருளுராய்வு, 293
—வழுக்குராய்வு, 293
—நிலையியலுராய்வு, 293

உராய்வுமின், 360-6
உரானசு, 353-5
உரி, 109, 112, 236-41
உரிகள், 102

†உரிமூலம் சுவாசித்தல், 142, 153
†உரியம், 109, 111, 238-42
†உருக்கியெடுத்தல், 45-6
உருக்குப்புடக்குகை, 47
உருக்கும் இரும்பும், 45-50
—புடக்குகை, 48
—மெல்லுருக்கு, 50
—அமைப்புருக்கு, 50
—மீட்டு, 50
—கருவியுருக்கு, 50

†உருக்கைட் பதனிடுதல், 50
†உருகி (மின்), 376
உருமணிகள், 81-2, 105, 109
உருமாற்றம், 198
உருளைக்கந்தகம், 31
உருளைப்போதிகைகள், 293
உரேனியவிட மூலகங்கள், 427
†உரோச்சலுப்பு, 78
உலர்ந்த கலம், 371
உலர்ந்தநிறை அதிகரிப்பு, 233, 242-3
—வளர்ச்சி, 232-43

உலர்நிறைகளில் வளர்ச்சி, 233-4
—நீள்வளர்ச்சி, 234-5
—கனவளர்ச்சி, 235-43
—வளர்ச்சி அளவுகள், 241-43
—வளர்ச்சி அசைவுகள் தாவரங்களில், 186-93
—வளைய வளர்ச்சி, 238—9
—இரண்டாம் வளர்ச்சி, 232-9

உலோகங்களின் தன்மை, 41-4
—வேருக்கல், 44-50
உலோகங்களை அரித்தல், 42-3

†உலோகங்களைத் தணித்தல், 50
உலோகங்களை வேருக்கல், 44-5
†உலோகப்பிரிப்பியல், 44—9

உலோகமல்லாதவையின் தன்மைகள், 41-2
உவாற்று, 309-11

†உவாற்று (மின்), 310, 377, 397, 415
†உவோற்றளவு, 377
†உவோற்று, 397, 399
†உவோற்றுமானி, 399-402
†உவோற்றுக்கலம்/மின்கலவடுக்கு, 367-70
†உவோற்றுக்கலங்களில் உள்தாக்கம், 367
—தோற்ற நேரம், 342

உள்வன்கூடுகள், 198-205
உறிஞ்சல், 116
†உறிஞ்சியொளி வீசுகின்ற, 379
உறுதிச்சமநிலை, 304-8
உறுதிநிலை, 304-8
உறுதியில் சமநிலை, 305-7

ஊக்கிகள், 27, 38, 117-18
ஊக்கின் விதி, 294-5
ஊக்கு, 103
ஊக்குவிக்கும், 187
ஊசல், 314, 344-8
ஊசிக்கந்தகம், 33
†ஊத்தேகியோவின் குழாய், 218-19
ஊதாக்கடந்த நிறவொளி/கதிர்கள், 378
ஊதுலை, 46

எட்சாந்தோபுரதப் பரிசோதனை, 100
எசட்டு, 387
†எசுத்தர், 90-1
எட்சேன், 70
எண்ணெயும் நெய்யும், 91-7, 163-5
—பரிசோதனை, 92-3

எதிர்மின், 415-19
†எதிர்மின்வாய், 380
†எதிலீண், 70
எரிபற்றல் வெப்பநிலை, 54, 75-6

எரிபொற்றுசு, 39-40
—சோடா, 40-1
எரிமலைக்குரிய கந்தகம், 30-1
எலும்புக்கூட்டுக்குரிய மூட்டு, 201-2
எளிதானவும் சிக்கல்வெல்லங்களும், 77-81
எற்புக்கருக்கல், 60
—எற்புக்கரி, 57, 58-9
—எற்பு எண்ணெ, 59

†எபர் முறை, 27-8

ஐதரசனைத் தாழ்த்தல், 18
—ஐதரசன் குளோரைட்டு, 6, 15, 41
†—ஐதரசன் புளோரைட்டு, 51
—ஐதரசன் அயன் செறிவு, 381-2
—ஐதரசன் பரவொட்சைட்டு, 17
—ஐதரசன் சல்பைட்டு, 17, 33-5
ஐதராவின் அசைவு, 197
ஐதராவின் அரும்புமுறைப்பெருக்கல், 258
ஐதராவின் பரிசக்கொம்பு, 139
அல்லது நத்தையின் கொம்பு, 261
ஐதராவிற் போசனை, 139-40
—ஐதராவிற் கழிவு, 181
†ஐதரொட்சிலயன், 381
ஐதரோகாபன், 69-72
ஐதரோகுளோரிக்கமிலம், 28, 41

ஒட்சிக்குருதிச்சயனின், 145
ஒட்சிக்குருதி நிறச்சத்து, 143, 150, 178
†ஒட்சியசற்றலீன் சுவாலை, 70
ஒட்சியேற்றுக்கருவி, 16-17
ஒட்சியேற்றம், 16-17
ஒட்டுண்ணிகள், 101, 115
†ஒட்டுதலனுருகை, 254
ஒப்பமானதசை, 208
ஒரு சரிவச்சுக் கந்தகம், 33
†ஒலிவெண்ணெய், 92
ஒலீக்கமிலம், 92
†ஒளிவட்டம் (வானியற்), 253
†ஒழுக்கில், 341
†ஒற்றைச் சக்கரைட்டுகள், 78-9
†ஓம், 398-9
ஓமின் விதி, 398
ஓரிடமூலகங்கள், 426-7

†கசியிழையம், 199
†கசுத்தன் கெல்னுனர் முறை, 40-1
கடத்தலிலிகள் (மின்), 361
கடத்தலினால் வெப்பமிழத்தல், 155-6
—மேற்காவுகையினால் வெப்பமிழத்தல், 155-6
—ஆவியாக்கலினால் வெப்பமிழத்தல், 153-4
—கதிர்வீசலினால் வெப்பமிழத்தல், 154-5
—தகனத்தினால் கதிர்வீசல், 158
ஒழுங்காக்கலினால் வெப்பமிழத்தல், 152-7
கடந்து கருக்கட்டல், 259
கண், 215-18
—கண்விழி, 215
—கண்ணைவெட்டிச் சோதித்தல், 217-18
—கண்வில்லை, 218
—கண்மடல், 215
—கட்டசைகள், 218
—கண்டாங்கு குழி, 215
கண்ணின் கதிராளி, 216-18
கண்ணிற் குவிவு, 216-17
கண்ணின் குவியத்தூரம், 216-17
கண்ணீர், 214
கண்ணீர்ச்சுரப்பி, 214
கண்ணாடி, 50-1
—போத்தற் கண்ணாடி, 50
—போரோசிலிக்கேற்று, 50-1
—நிறக்கண்ணாடி, 51
—வெட்டிய கண்ணாடி, 50
—செதுக்கற்கண்ணாடி, 51
—தீக்கற்கண்ணாடி, 50
—வன்கண்ணாடி, 50
—ஈயக்கண்ணாடி, 50
—பொற்றுசுக்கண்ணாடி, 50
—சோடாக்கண்ணாடி, 50
—மென்கண்ணாடி, 50
—யன்னற் கண்ணாடி, 50
கண்ணாடியன்னல், 51
†கண்ணாடியுடனீர், 216
கண்மணி, 215-17
கதியும் வேகமும், 280-1
†கந்தகஞ் சேரைதரசன், 17, 33

கந்தகம், 31-3
—பிறதிருப்பமுள்ள, 32-3
—(சாய்சதுரத்திண்மம்), 32-3
—(ஒரு சரிவச்சு), 32
—ஈரொட்சைட்டு, 4-5, 17, 35-7
—வேருக்கல், 4, 31
†—மூவொட்சைட்டு, 4-5, 37-9
—உபயோகங்கள், 33

†கப்பிகள், 326-36
†கபச்சுரப்பி, 228
கபிலநிலக்கரி, 61

கரப்பான் கழித்தல், 181
—அசைவு, 197
—நரம்புத்தொகுதி, 212
—போசணை, 137-8
—இனப்பெருக்கல், 264-5
—சுவாசம், 145

கரப்பானின் சமிபாடு, 137-8
—மண்புழுவின், 138
—மீனின், 136
—தவளையின், 135
—ஐதராவின், 138-9
—முலையூட்டிகளின், 117-133
—பரமீசியத்தின், 139
—நத்தையின், 136-7

†கரிப்பிசின் (தாரிலிருந்து), 65, 72

கருக்கட்டல், 247, 254-6
—கடந்து, 258
— வெளிப்பக்க, 263-4
—உட்பக்க, 262, 265-9
—தானகவே, 258

†கருப்பிளவு, 425-6
கருப்பை, 271

†கரும்புமரம், 78-9
†கரும்புவெல்லம், 78-9
கரும்புவெல்லம், 77, 78-80
கருவியுருக்கு, 50
கருவின் சங்கிலித்தாக்கம், 425-6
—சத்தி, 424-7
†—பிளப்பு, 425-6

கல்சியம், 42
†—அலுமினேற்று, 53
—காபைட்டு, 26, 70
†—சயனமைட்டு, 26
—நைத்திரேற்று, 28
†—ஒட்சலேற்று, 177
—பொசுபேற்று, 54
†—சிலிக்கேற்று, 53

†கல்தேன் ஆய்கருவி, 172
கல்வனி, 366-7
†கல்வனோமானி, 391-4, 409
கலங்கள், 103-6
கலத்தின் கரு, 103-4
கலப்பிரிவு, 272-6
—கரு, 104-5
—சாறு, 104-5
—சுவர், 103-5, 124

†கலப்புப்பிறப்பு, 277
†கலப்புலோகம், 43-4
†கலவுரு, 104
கலற்ரேசு, 77
கலன்கட்டுகள், 109
கலன்களின் வகையீடு, 232
கலிலியோ, 287, 288-9, 290
†கழிவு, 45-6
களிக்கந்தகம், 33
களிமண், 50

†கற்கரி, 45, 56, 62-3, 65
†கனவளவறியத்தக்க பகுப்பு, 7-8
—கரைசல்கள், 7-8
கனிப்பொருட்டாதுக்கள், 44
கனிப்பொருள் எண்ணெய், 72-3
—தாதுகள், 44

காது, 217-22
—உறை, 217
—பறை, 217-18
—வெளிச், 217
—அக, 218-22
—உட், 217-18
—நடுச், 218-22
†காபரண்டம், 53
காபன், 17, 57-61

காபனீரொட்சைட்டு, 4, 6, 10
—இழைக்குமிழ், 377
—நுணுக்குப்பன்னி, 420
†காபனோரொட்சைட்டு, 4, 6, 10, 17, 46, 64, 65-6
—சிலிசைட்டு, 53
†காபன்நுணுக்குப்பன்னி, 420
†காபோலிக்கமிலம், 64
காபோவைதரேற்றுகள், 77-85, 163-4
காபோவைதரேற்றுகளைப் பிளக்கும் நொதிச் சத்துக்கள், 118
காய்ச்சியிணைத்தல், 47, 70
காரங்கள், 39-41
காரத்தன்மையுடைய, 381
காரம் பரும்படியாகச் செய்தல், 39-41
காவல்விளக்கு, 75-7
காவலி (மின்), 253, 427
காவற்கலன்கள், 110-11
காழ், 109, 111, 236-42
†காற்றிற்சுவாசம், 166
†காற்றின்றிய சுவாசம், 166
†கானில்லாச்சுரப்பி, 228-9

இரகம், 126
இராம்மூலக்கூற்றுக்கனவளவு, 15-16
†இரையோலேற்று, 384-5
இப்பினுய்கருவி, 34
†இராம்சமவலு, 7
இலோகலோரி, 159
†இலோவுவாற்று, 311, 396
இலோவுவாற்றுமானி, 396
†இளிசரீன்/இளிசரோல், 90, 91-3, 121-2
†இளிசிரைட்டு, 91
இளைக்கோசன், 80, 82, 83, 119, 127
†இளைசீன், 98

கீழ்மோதல்நீர்ச்சில்லு, 315
கீற்றுத்தசை, 208

குடற்குறை, 123
குடற்சாறு, 121
குண்டுப்போதிகைகள், 293

†குப்பிரிக்கொட்சைட்டு, 5, 18
†குப்பிரசொட்சைட்டு, 5
குயவன் தொழில், 50-1
குரணுங்கள், 179
குருதி, 176-8
—நாடிக்குருதி, 178
—குருதியுறைதல், 176-8
—பைபிரினகற்றிய குருதி, 176
—ஒட்சிசனகற்றிய குருதி, 178
—பைபிரின், 177
—மேன்மட்ட, 177-8
—ஒட்சலேற்றுசேர்ந்து, 177
—ஒட்சிசனேற்றிய, 178
—திரவிழையம், 177
—நீர்ப்பாயம், 176
—நாளக்குருதி, 178
†குருதிச்சயனின், 145
குருதிநிறச்சத்து, 98, 143, 150, 178
குருதியுறைதல், 176-8
—பாலுறைதல், 129-30
†குவனோ, 184
†குழம்பு, 96-7, 130-1, 133
குளுக்கோசு, 77-8, 121, 150
குளோரபில் பச்சையம், 108-9
குறுக்கலேகள், 296
குறுக்குச் சுற்று 375

கூட்டுசேல், 348
—கப்பிகள், 326-31
—திருகாணிகள், 341
—சில்லும் அச்சாணியும், 333-4
†கூலோம், 385
†கூழ்நிலைப்பொருள், 82, 125, 133-4
†கூழ்பளிங்கு வேறுக்கல், 125-6, 133-4

†கேசீன், 129
கேட்டல், 218-22
கேட்டற்பரிசோதனைகள், 222
†கேடயச்சுரப்பி, 228
கேலூசாக்கின் கனஞ்சேர்விதி, 14

கொங்கிறீற்று, 52-3
—வலிமை பெறச்செய்த, 52
†கொட்டைரனெய், 91

கொடுக்கினல் கொட்டுகின்ற விலங்குகள் } ஐதராவைப் பார்க்க
கொதிநீராவிச்சுழற்சக்கரம், 316
—நீர்ச்சுழற்சக்கரம், 315-16

கொதிநீராவி நிலக்கரி, 61
கொழுப்புப்பிரிக்கும் நொதிச்சத்துக்கள், 118
கொழுப்பமிலங்கள், 90-1, 93-5, 121-3
கொழுப்புகளும் எண்ணெய்களும், 91-6, 163-4
—பரிசோதனைகள், 92-3
கொள்ளிவாயு, 6, 57, 69-70, 72
†கொள்ளிவாயு, 74-5

†கோடையிற்று, 30
கோழிக்குஞ்சின் விருத்தி, 270-1
கோள்கள், 350-2, 353-6, 358
†கோள்கள், 352, 357

†கைற்றின், 181, 197

ச. கி. செ. முறை, 288
சங்கிலித்தாக்கம், 425-6
†சடத்துவவெல்லம், 80
†சடப்பொருட்சடத்துவம், 290
சடப்பொருள் அழிக்கமுடியாமை, 2-3, 425
சடப்பொருளும் சத்தியும், 308, 425
†சடைமுனை, 122
சத்திக்காப்பு, 2, 309-14, 317-19
—சடப்பொருட்காப்பு, 2-3, 158, 426

சத்திமாற்றங்கள், 316-19
சத்தியின் விளக்கம், 309
—மின்சத்தி, 414-17
—இயக்கப்பண்புச்சத்தி, 312-16
—சத்தியை அளத்தல், 309
—பொறிமுறைச்சத்தி, 313-14
—அழுத்தச் சத்தி, 312-13

சத்து, 103-4
சதைச்சாறு, 120, 131-33
சதையச்சுரப்பி, 120
†சந்திச்சுவடு, 274-9
சந்திரன், 350-1, 356-7

†சமநிலை, 292, 304, 306-8
—நடுநிலை, 306-7
—உறுதியான, 306-7
—உறுதியில்லாத, 306-7

சமநிலைச்சில்லு, 347-8
†சமநிலையீடு, 298, 300
சமநிலைவிசைகள், 298-301
சமப்பாடு, நிலை எனும் இரண்டுக்குமுரிய
—புலன், 221-2
—புலனின் உணர்ச்சி, 221-2
—கேட்கும், 217-21
—நோவின், 226-7
—பார்வையின், 214-17
—மணத்தின், 223-5
—சுவையின், 223-5
—வெப்பத்தின், 226-7
—தொடுகையின், 226-7

சமமாக்கும் உறுப்பு, 218-22
—கேட்கும், 217-20
—நிலை, 219-22
—மணக்கும், 225
—சுவைக்கும், 223-5
—தொடுகை, 226-7

சமாந்தரத்தொடுப்புக்கள் (மின்), 401, 402-3
—விசைகள், 300-1

சமிபாடு, 116, 117-33
—அமீபாவில், 139-40
—பறவையில், 134-5

†சல்பூரசமிலம், 5, 36
சல்பூரிக்கமிலம், 5, 36, 37-9
சலவைச்சோடா, 39-40
சவ்வூடுபரவல், 125-6
சவர்க்காரம், 93-7
—கடினமான, 93-7
—மென்மையான, 93-7

சனி, 353-5

சாய்சதுரத்திண்மக்கந்தகம், 32-3
சாய்விசைகள், 296-300
—சாய்தளம், 336-7

†சாய்வுமானி, 308

சிக்கல்காபோவைதரேற்றுகள், 77, 80-4
சிக்கல் வெல்லங்கள், 77-81
†சித்திரிக்கமிலம், 90
†சில்லுப்பண்டி, 322
†சில்லுமச்சாணியும், 331-4
சிலிக்கன், 50-3
†—காபைட்டு, 53
சிலிக்கா, 50
சிறத்தல், 255, 278-9
†சிறுகணுபற்றீரியா, 26
†சிறுகோள், 357
சிறுநீர், 127, 183
சிறுநீரகம், 127, 181-5
சிறுநீரகச்சோதனை, 184-5
சிறுநீருப்பு, 127, 185

சீமந்து, 50, 52-3
—நீரியல், 52
—போத்துலாந்து, 52
—பல்லின், 202
†சீராக்கி, செம்பு ஒட்சைட்டு, 418
†—சுழற்சிக்குரிய, 418
†—வாயில், 418
†சீரியமொட்சைட்டு, 75

சுக்கிரன், 253-4
†சுக்குரேசு, 121
†சுக்குரோசு, 77, 78-80, 119
†சுடர்க்கரி, 57, 59
சுரங்கக்காவல்விளக்கு, 76-8
சுரங்கமறுத்தல், 44
சுருண்டசுருள்இழை, 378
சுவடிடு, நிலக்கரி, 60
சுவாசப்பைச் சோதனை, 178-80
—பறவையின் சுவாசப்பைகள், 149-50
—தவளையின் சுவாசப்பைகள், 147-8
சுவாலையும் தகனமும், 73-8
சுவைப்புலன், 223-5
†—அரும்பு, 223-4
—உறுப்பு, 223-5
சுழற்சிமுறைமாற்றி, 418
சுழற்சித்தானம், 321

சூடான III கொழுப்புக்குப் பரிசோதனை, 93
†சூரியகடிகாரம், 352-3
†சூரியநாள், 341
—சத்தி, 318-19
†—ஞாயிற்றுத்தொகுதி, 351-3
—ஞாயிற்றுநேரம், 343
சூரியன், 352-3
சூல், 255
சூலகம், 256, 270
†சூல-விதை, 262
சூழல்வெப்பக் குருதி நிலையையுடைய விலங்குகள், 151-2
†சூற்பருவம், 271-2

செங்கல், 50-1
செம்பு, 42, 43, 384
—செப்பொட்சைட்டு, 5, 18
—முலாம்பூசுதல், 382
செயற்கையானதேர்தல், 279
செலுலோசு, 77, 81-2, 104, 124
செவ்வாய், 353-7
செவுள், 145-6
—செவுள் மூடி, 145
—செவுள் வாரிகள், 136
—செவுட்பிளவு, 145

சேதனவுறுப்பு இரசாயனவியல், 57
சேமிப்புக்கலங்கள், 371-2
சேமிப்புக்கலன், ஈயம், 371-2
சேர்க்கை அரும்பொட்டல், 253-4
†சேர்க்கையெறிகை, 107
சேருகனவளவுகள், 14-15
—நிறைகள், 5-8
சேருநிறைவிதி, 2-6
†சேற்று வாயு, 69-70

†சைமேசு, 86
†சைலீன், 70

சொல்வேயின் முறை, 39-40

சோடாச்சாம்பர், 40, 51
—கண்ணடி, 51

சோடியம், **42**
†—அசற்றேற்று, 93
—இரசக்கலவை, 41
†—இருகாபனேற்று, 39-40
—காபனேற்று, **39-40, 51**
—குளோரைட்டு, 6, **40-1**
†—சயனைட்டு, 45
†—ஐயரைட்டு, 6
—ஐதரசன் சல்பேற்று, 28
†—சோடியமைதரசன் தாக்கத்திரேத்து, 78
†—ஐதரோசல்பைற்று, 177
—ஐதரொட்சைட்டு, 40-1
—நைத்திரேற்று, 28
†—சிலிக்கேற்று, 51
—சல்பேற்று, 28
சோற்றிப்பந்து, மின்காட்டி, 361-2

தாக்கும் கணியங்கள், **12-15**, 16
†தாத்தாரிக்கமிலம், 90
†தாதினைச் செப்பஞ் செய்தல், 44
தாதுக்கள், 44
†தாதுக்களை நீர்முறையரித்தல், 44
தாதுமிதப்பு, 44
தாதை நீர்முறையரித்தல், 45
தாரைச்செலுத்துகை, 292
தாவரங்களின் அசைவுகள், 186-93
தாவரத்துண்டுமுட்சுரப்பிகள், 191-3
தாவரவளர்ச்சியின் நீரும் திசையும், 193-4
†தாழ்த்தல் (இரசாயன), 17-18
—கலங்களின் பிரிவு, 274-6
தாழ்த்தூங்கருவி, 17
தாழ்த்தும்மாற்றி, 413-14
தாற்றனினனுக்கொள்கை, **1-2**, 426

தகனமும் சுவாலையும், 72-7
†தங்குதனிழைக்குமிழ், 376
தசை, 200-1, **207-9**
—கலங்கள், 207
—நார்கள், 207
—இதயவுட்டம், 207-8
—இச்சையின்றியியங்கும் / மென்மையான —வரிகொள்ளாத, 207-8
—இச்சைவழியான/வரிகொண்ட/எனும்புத் தன்மை, எனும் ,207-8
தட்டுஞ்சாவி, 419
தடுப்பு, 294, **311, 318**
—பரிவனு, 311-12
†தந்தங்கள், 205
†தந்தம், 205
தந்தி, 419
†தப்பிச்சில்லு, 347-8
†தயலின், 79, 85, 119, 127,-8
†தயற்றேசு, **79**, 112, 114
தவளையிற்சமிபாடு, 135
—தவளையிறகழிவு, 182
—தவளையின் இனப்பெருக்கல். 263-4
—தவளையிற் சுவாசித்தல், 148-9
தற்கருக்கட்டல், **259**, 276,-7
†தன்மயமாக்கல், 116, 126
தனியின்கலம், 367-8
—எளியவெல்லங்கள், 77-8
தனியான அற்கோல், 86

†திசைமாற்றி, **404-5**, 410-11
திணிவினுடையதும் சத்தியினுடையதும் சமவனுத்தன்மை, 425
திணிவு, 293, **294**, 425
திணிவு, சத்தியிரண்டினதுஞ் சமவனுத் தன்மை, 425
—மையம், 302-4
†தியரிக்கமிலம், 92
திரவவிழையம், 177
திராட்சமது, 89
திராட்சை வெல்லம், 78-9
†திரிச்சினெ, 121
திருகாணி, 337-40
—கூட்டு/வேற்றுமை, 339
†திருகாணித்தூக்கி, 339
திருகாணிப்புரி, 338
திருகாணிப்புரியிடைத்தூரம் 338
திருகாணி விதி (மின்) 373
†திருப்பி (மின்), 401
†திருப்புதிறன், 301
திறந்த அடுப்புமுறை, 48-9

†தீக்கல், 50
—தீக்கற்கண்ணுடி, 50
தீக்குச்சிகள், 55-6
†தீப்பொறிச்செருகி, 413

தூடைப்பம், (மின்), 402-3
துணைக்கலம்/மின்கலவடுக்கு, 371-3
—சுருள், 408, 412, 413-14
—வளர்ச்சி/புடைப்பு, 232-40
†துராலுமின்கலப்புலோகம், 43
†துலாக்கோல், 323
†துவக்குப்பஞ்சு, 30
†—துவக்குலோகம், 43
—துவக்குத்தூள், 30

தூண்டவுணருந்தன்மை, 225
தூண்டற்சுருள், 411
—காந்தத்தூண்டல், 406-8
—நிலைமின்தூண்டல், 363-5
தூண்டியவேற்றம், 363-5
—தூண்டியவோட்டம், 408
†தூண்டுமுட்சுரப்பு, 190-2, 227-9

†தெக்கிரின், 80, 81-2, 119, 128
தெக்குரோசு, 77-8

தேனிமின் விளக்கு, 75-7
தேன், 80
†தேனிரும்பு, 47

†தைனமைற்று, 30
தைனமோ, 407, 409-11, 428

தொகுத்த அமோனியா, 27-8
தொடர்நிலைத்தொகுப்பு (மின்), 400,402-3
தொடர்நிலையிற் சுற்றிய மோட்டர், 406
தொடரோட்டம், 364, 409
தொடுகைமுறை, 38-9
†தொய்வகம் கலந்த கந்தக்கலவை, 33
†தொலுயீன், 70
தொலைபன்னி, 419-22
—வாங்கி, 419-21
—செலுத்தி/நுணுக்குப்பன்னி, 419-21
†தொலையச்சடிகருவி, 419

†தோரியமொட்சைட்டு, 75
தோல், 225
—வன்கூடு, 201
தோற்றநேரம், 343

நடுச்செவி, 219-23
நடுநிலைச்சமநிலை, 305-7
நடுமூளை, 227-8
நடைஇயக்கங்கள், 206
நத்தலீன், 64
நத்தைச்சுருள், 220-1
நத்தையின் கழித்தல், 182
—அசைவு, 196
—நரம்புத்தொகுதி, 212
—போசணை, 137-8
—இனப்பெருக்கல், 262-3
—சுவாசித்தல், 145
நழுவல் வளையங்கள், 409-10
நன்கடத்தி (மின்), 362, 427-8

நாடிவீதமும் அப்பியாசமும், 175

நிக்கிரோம் கலப்புலோகம், 44, 375
நிணநீர், 143, 148
—இதயநிணநீர், 148
—குழாய்கள், 122-4, 148
நித்தியவியக்கம், 289
நியமவாயுக்கனவளவு, 16
—கரைசல், 7-8
—நேரம், 341
நியூத்திரன்கள், 424-7
நியூற்றன், 288-93
நியூற்றனினியக்கவிதிகள், 288-9?
†நிலக்கரி, 61
—புகைமிசு, 61
—சுவடுகள், 61-4
—வாயு, 61
—வலிமையான, 61
—மென்மையான, 61
—நீராவி, 61
—தார், 63-4

†நிலை, 213
†நிலைப்பண்புச்சத்தி, 312-13, 318
நிலைமின், 359-65
†—உராய்வு, 293
நிலைமின்னுக்குரியவை, 360-6
நிலைமின்றூண்டல், 363-5
நிலைவிகித, சமவிதி, 2-3
நிறக்கண்ணுடி, 51
†நிறவுரு, 272-6
—எண், 273
நிறுத்தாடுவளை நெம்புகோல்கள், 321
நிறைசேர்விதி, 2-6
—சத்திக்காப்புவிதி, 2, 157, 317-19
—சடப்பொருட்காப்பு விதி, 2-3, 425
—மாறிலி அமைப்புவிதி, 2-3
—சமவலுவிதி, 2-6
†நிறையறிபகுப்பு, 7
நிறையும் திணிவும், 288, 292-3

நீர்க்கடிகாரம், 342
நீர்க்கண்ணுடி, 51
நீர்ச்சில்லுகள், 314-15
நீர்ச்சுழல் சக்கரங்கள், 315-16
†நீர்ப்பகுப்பு, 79-80, 121
†நீர்ப்பாயம், 176-7
†நீர்மயவுடனீர், 216
நீர்வலு, 312, 314-16
†நீர்வாயு, 64, 66-8
†நீரற்ற சோடியங்காபனேற்று, 40
நீரியற்சீமந்து, 52
நீரின்வன்மை, 94
†நீள்வளையச்சுரம், 213
†—சிறுநீரகம், 183

†நுண்கம்பியாக்கத்தக்க தன்மை, 47

நெட்டாண்டுகள், 340
நெடுங்கோட்டு அலைகள், 296
நெடுந்தூரம் செலுத்தல் (மின்), 415-17
நெப்தியூன், 353-4
நெம்புகோல்கள், 321-5
— I ஆம் தர நெம்புகோல்கள், 321-22
— II ஆம் தர நெம்புகோல்கள், 323
—III ஆம் தர நெம்புகோல்கள், 323-24
—விலங்குடலில் நெம்புகோல்கள், 324
நெம்புநயம், 303-4

நே. ஓ., 410-11
நேர்குடல், 124
நேர்மின், 360-5
†நேர்மின்வாய், 380
நேரோட்டம், 411-12

†நைத்திரனீரலி, 29
†—ஒட்சைட்டு, 29
நைத்திரிக்கமிலம், 17, 27-9
†—நீரலி, 29
—ஒட்சைட்டு, 27-8, 30, 37
நைத்திரோக்கூட்டுகள், 30
†நைத்திரோகிளிசரீன், 30
நைதரசன் கூட்டுகள், 22-30
—வட்டம், 25
†—ஈரொட்சைட்டு, 29

நைதரசனின் ஒட்சைட்டுகள், 24, 29-31
நைதரசனூட்டும் பற்றீரியா, 25-6
நைதரசனை நிலைப்படுத்தல், 25-7
†நைதரசனோரொட்சைட்டு, 29
—ஒட்சைட்டுகள், 24, 29-30
†—ஐயொட்சைட்டு, 29
†—நாலொட்சைட்டு, 27, 29, 37
†—பரவொட்சைட்டு, 29
†—மூவொட்சைட்டு, 29

நொதி, 85-90
நொதிச்சத்துகள், 78, 79, 85, 91, 98
†நோக்கு (மின்), 372
நோவேவெடியுப்பு, 27

†பக்கவழி சுற்றிய மோட்டர், 407
பகுத்தறிவாராய்ச்சி, 230-1
பங்கசு, 115
†பங்கசுகொல்லி, 33
†படலேக்காவலி, 120

படிகம், 50
பண்பறிதற்குரிய பகுப்பு, 35
பதிவுப்பன்னித்தட்டுக்கள், 383
†பதிவைத்தல், 252-4
பந்துக்கிண்ணமூட்டுகள், 200

†பம்பளிமாசு, 254
†பயூரெற்றுசோதனே, 100, 129, 132
பரடே, 406-8
பரமீசியத்தின் கழித்தல், 181
—அசைவு, 194
—போசணே, 140-1
—இனப்பெருக்கல், 257-8
—சுவாசம், 143
—உணர்வு, 210
பரவின்தொடர், 69, 71
—மெழுகு, 72

†பரியும் நரம்புத்தொகுதி, 213
பரவல், 124-6, 134-5, 165-6
†பரிவட்டம், 357
†பரிவனு, 310-11
பல்சக்கரைட்டு, 81-4
† பல்பெற்றைட்டுக்கள், 99, 132

பல்லின் கழுத்து, 203
பல்லின் வேர், 202
பலவிகிதசமவிதி, 2—5
பழப்பாகு, 80
†பழுப்புநிலக்கரி, 61
†பளிங்குருவம், 126, 132-3
பற்கள், 202-5
—பாற் நிலேயில் 202-5
—நிலேயான, 202-5

பற்சூத்திரம், 204
பற்றலே, 202
பற்றீரியா, 115
பற்றுசு, 43
பறவைகள் பறத்தல், 208-9

பறவையின் அரைப்பை, 135
—கரப்பான் பூச்சி, 137-8
—மண்புழு, 138

பறவையின் கண்டப்பை, 135
—கரப்பானின், 137
பன்சன்சுவாலே, 74-5
†பன்மிவிரி, 202-3
பன்முதல், 201-2
பன்றியிரும்பு, 47
†பன்னிருவிரவி, 120

†பாகுவெல்லம், 78
பாதுகாப்புக்காக விடப்படும் பக்கம், 308
†பாமிற்றிக்கமிலம், 92
†பார்வைக்குரிய செவ்வூதா, 215
பார்வைநரம்பு, 216
†பாரஞ்சாம்பி, 328
†பாரமான எண்ணேயை
வெடிக்கச்செய்தல், 72
பாரமான ஐதரசன், 427
†பாரைக்கோல், 321
†பால்போன்ற, 122-3
பால்வெல்லம், 80-1
†பால்வெல்லம், 80-1
†பால்தயிர்கள், 130

பித்தம், 120, 127, 130-1
—உப்புக்கள், 120, 122, 129, 130-1
பித்தனே, 43
பிணையன்மூட்டு, 202
பிணேவு, 425
†பியூற்றிக்கமிலம், 92
†பியூற்றர், 43
பியூற்றேன், 69
பிராசுமுறை, 32
பிரிமென்றகடு, 151
பிரௌத்து, 2
†பிசை, 129
பிளக்குமணுக்கள், 425-6
பிறதிருப்பமுள்ள பொசுபரசு, 54-5
—இயற்கையில் சுழன்றுவருகின்ற, 184
—பரும்படியாகச்செய்தல், 54
—ஐயொட்சைட்டு, 54-6
—செம், 54-6
—வெள்ளே/மஞ்சல், 54-6

†பிறற்ரேசு, 78
பின்மூனை, 212-13
†பின்னவடிமுறை, 64, 72, 86
†பின்னிடைவுச் சந்ததிச்சுவடு, 278
†பினேத்தலீன், 132
பினேல், 64

†பீர், 89
பீலிங்கின் பரிசோதனை, 5, 78, 80, 84
†பீற்றுவெல்லம், 78-9

புகைக்கரி, 57, 59
†புகைமிகுநிலக்கரி, 61
†புகையிலையின் சித்திரவடிவநோய், 101
†புணரி, 254
†புணரிக்கலம், 255
புதுநிறையில் மாற்றம், 233, 242-3
†புரத்தியேசு, 114, 118
†புரத்தியோசுக்கள், 99-100, 129, 132
புரதம், 25, 33, 34, 54, 97-101, 132, 163-4
—பரிசோதனை, 99-100
புரதம்பிரிக்கும் நொதிச்சத்துகள், 118
புரோத்தன்கள், 424-7
புலனுறுப்புகள், 213-27
—உட்புலனுறுப்புகள், 222
புவியீர்ப்புமையம், 304-6
—திணிவுமையம், 304-6
†புறவேற்றுமை, 32
புறவேற்றுமையான காபன், 57
—பொசுபரசு, 54-5
—கந்தகம், 32-3

பூக்கந்தகம், 32
பூமியும், ஞாயிறும், அதைச் சுற்றிவரும் கோள்களும், 349-50
பூளுட்டோ, 253-4

†பெசின், 119, 128
பெசமர்முறை, 48
†பெத்தோன், 99-100, 133
பெந்தேன், 69
†பொசுச்சல்பேற்று, 17
†பெரிக்குச்சல்பேற்று, 17
பெருங்குடல், 124
பெரும்வெடி, 30
†பெற்றன்சில்லு, 315-16
பெற்றுரின் உதவி, 269-70, 272
பெற்ரேல், 71
பெற்ரேலியம், 71
—குழம்பு, 71
—தூய்மையாக்கல், 72
பென்சில், ஈயம், 60
†பென்சிற்கரி, 58, 61
†பென்சீன், 64, 70

பேச்சு, 231

†பைபிரின், 177
†பைபிரினுக்கி, 177
†பைரகலல், 168-9

†பொசுபர்கள், 378
பொசுபேற்றுகள், 56
பொசுபோரிக்கமிலம், 54, 56
பொத்திப்பிடித்தல் விதி (மின்), 392
பொதுவான சோடியஞ்சல்பேற்று, 28
—கரைசல், 7-8
பொருள் (வாணியற்), 348-58
—(நிலையியக்கவியற்), 280
—வெப்பநிலை, 151-8
பொற்ருசியம், 42
†—இருகுரோமேற்று, 17
—ஐதரொட்சைட்டு, 39-41
—நைத்திரேற்று, 17
†—ஒட்சலேற்று, 176
†—பரமங்கனேற்று, 17
பொற்ருசுக்கண்ணுடி, 51
பொறிகள், 320-40
—பொறிகளின் வினைத்திறன், 318, 330
பொறிமுறைநயம், 327-40
—வினைத்திறன், 316, 330
—சத்தி, 312-13

பொறிமுறைவினைத்திறன், 331
பொன்னிதழ், 362-3

†போட்சைற்று, 384
போத்தற்கண்ணுடி, 51
போத்தலிலடைத்தவாயு, 69
போத்துலந்துச்சீமந்து, 53
போதிகைகள் (பொறியமைப்பு), 293
போதிகையுலோகம், 43
போர—சிலிக்கேற்றுக்கண்ணுடி, 50-1
†போரன், 51

மஞ்சட்கரு (முட்டையின்), 268
மஞ்சட்பொசுபரசு, 54-6
†—மஞ்சளிடம் (கண்), 215
†—மஞ்சணிறத்தோற்புள்ளி, 215
மகனீசியம், 42
—பரும்படியாகச்செய்தல், 385
†மகனேலியம்கலப்புலோகம், 44
†மகினற்றே, 411
மகினற்றே மின்விளைவு, 408-10
மங்கனீசிரொட்சைட்டு, 17
மச்சைக்குழி (பல்லின்), 201-3
மட்கலத்தைமெருகிடல், 51-2
மண்ணெண்ணெய், 73
மண்புழுவின் சமிபாடு, 138
—கழித்தல், 181
—அசைதல், 196
—நரம்புத்தொகுதி, 210
—இனப்பெருக்கல், 259-62
—சுவாசித்தல், 143
மணப்பீடம், 225
மணல், 51
—புழுதிக்குடுவை, 342
மணித்தியாலமெழுகுதிரி, 341
மணிமாற்றி, 417
மரம், 109, 112, **236-42**
†—அற்ககோல், 58, **59**, 87
—கரி, 57-9
†—வாயு, 58, **59**
†—தார், 58, **59**
மரவுரி (தாவர), **112**, 237
மலம், 124
மழமழப்பான தசை, 208

மனிதருக்குத் தேவையான சத்தி, 159-60
—சத்தியை வேறொன்றாக மாற்ற, 316-19
—உணவின் சத்திமதிப்பு, 161-3
—சடப்பொருளின் சத்தி, 309, **425**
மயிர்வில் (கடிகாரத்தின்), 348

†மாக்கொற்றேச்சு, 254
மாடப்புறு, பறவையைப் பார்க்க
†மாப்பசை, 79
—வெல்லம், 79-81, 119
மாப்பொருள், 81-5
†மாற்றம், 152
மாற்றி (மின்), 413-17
மாறல்வெப்பமுடைய விலங்குகள், 151-2
—வேகம்/கதி, 280-7
†மாறிழையம், 236-41
மாறு அமைப்பு விதி, 2-3
—வெப்பநிலை விலங்குகள், 151-2
மாறுவேகவளர்ச்சி, 282-4
—வேகம், 280-1

மி. இ. வி., 397
மில்லியம்பியர், 397
மில்லியம்பியர்மானி, 397-8
மில்லியுவோற்று, 398
மில்லியுவோற்றுமானி, 398
மின் அளத்தல், 393-9
—சத்தி, 308
—விசை, 294-5
—வளர்ச்சி, 241-3
—வலு, **308-9**, 395-6
—நேரம், 342-8
—வேலை, 308—9

மின் உலோகப்பிரிப்பியல், 383-4
மின் ஓட்டம், 364-71
—தடைசெய்கருவி, 411
—திருப்பும் கருவி, **404-5**, 410-11
மின்கடத்திகள், 360, 375, 428
மின்கணியம், 385
மின்கலவடுக்குகள், முதன்மை, 367-71
—துணை, 371-2
—உவோற்று, 367-8
மின்கலவடுக்கமிலம், 372
†மின்காட்டி, 362-5

மின்காந்தத்திண்மம், 405-9
மின்காந்தத்தூண்டல், 407-9
†மின்கூட்டப்பிரிவு, 379-81
மின்தடை, 375, 398-401, 411, 428
—மின்அலகுகள், 396-401
மின்பகாப்பொருள், 379
மின்பகுப்பு, 40-41, 45, 380-5
—கடனீரின் மின்பகுப்பு, 40-1
†மின்பகுபொருள், 380
மின்மினிப்பூச்சி, 379
மின்முலாம்பூசல், 43, 382-3
மின்முறைத்தட்டெழுத்து, 383
மின்மோட்டர், 402-4
மின்வாய், 380
மின்வில், 379
—மின்னேற்றங்கள், 360-6, 427-8
—மின்னோட்டங்கள், 366-73, 428
—மின்சத்தி, 414-17
—மின்பிறப்பாக்கிகள், 409
—மின்ஒளி, 306-9
—மின்மோட்டர்கள், 405-7
—மின்னழுத்தம், 399
மின்னல், 353-4
—மின்னற்காவற்கருவி/கடத்தி, 353-4
†மின்னியக்கவிசை, 397
மின்னோட்டத்தின் காந்த விளைவுகள், 387-91
மின்னோட்டத்தின் வெப்பமாக்கு விளைவு, 375-80
முட்குமுழி, 213
—நாண், 212-13
முட்டைக்கலம், 254
முட்டைவடிவச்சாளரம் (காதினுடைய), 219
முதலுரு, 103-4
முதற்கலம்/மின்கலவடுக்கு, 367-8
—சுருள், 408, 411-12, 413-14
முதல் தேவையானசத்தி, 159-61
முதுகெலும்புடைய விலங்குகள், 197-201
†முந்நைத்திரோத்தொலுயீன்(மு.நை.தொ) 31
†முரசு (பல்லின்), 203
முரண் உராய்வு கலப்புலோகங்கள், 43
முலையூட்டிகளின் சமிபாடு, 115, 117-133
—கழித்தல், 182-5
—அசைவு, 197-201
—நரம்புத்தொகுதி, 212-13
—இனப்பெருக்கல், 269-72
—சுவாசம், 150-1
முளி, 213
முளைத்தல், 233
முறையான ஆண்டு, 342
†முன்கடைவாய்ப்பல், 204
முன்மூளை, 213-14
முனைவழிவு, 366-7
†முனைவாக்கம், 368-9
மீதைல்சேர்மதுசாரம், 84
†மீதைலற்ககோல், 57, 59, 84
மீள்சத்தி, 294-5
மீள்சத்திப்பொருள்களின் நீளவிரிவு, 294
மீள்சத்தியுடைய பொருள்கள், 291
—எல்லை, 295
மீளுந்தாக்கங்கள், 13
மீன்சமிபாடு, 136
—மீன் கழிவு, 182
—மீனசைவு, 208
—மீன்நரம்புத்தொகுதி, 213
—மீனினம்பெருக்கல், 263
—மீன்சுவாசம், 145
மீன்நீந்தல், 206
—விதி (மின்), 388
மூச்சுக்குழல்வாய், 180
மூச்சுக்குழல்வாய்மூடி, 180
மூச்செறிதல், 154
†மூட்டுநெய், 199
†மூட்டுறை, 199
மூலகங்களின் மோரவர்த்தன அட்டவணை, 424
மூலக்கூறுகள், 1, 8-9, 423
மூலக்கூற்றுநிறை, 12, 15-16
†மூலவிட்டம், 281
மூளை, 212-13
மூளையம், 213-14
மூளையவரைக்கோளம், 212-13

†மெதிலீன்நீலம், 58
மெந்தல், 274-7
மெழுகுதிரிச்சுவாலை, 73-4
மென்கலப்புலோகம், 43-4
—மென்கலப்புலோகங்களும் தாவரவளர்ச்சியும், 193-6
—மென்கலப்புலோகச்சத்தி, 316-17
†மென்கலப்புலோகவாண்டு, 351
மென்நிலக்கரி, 61
மென்மையான உருக்கு, 49
மென்வைரம், 114
†மென்றகடாகுதன்மை, 47

மேற்பரப்பிழுவிசை, 120, 130-1
மேற்றுக்கநீருருளை, 315

மையக்கால்வாய், 113
—உருளை, 240
—நரம்புத்தொகுதி, 212-13

மொலக்காப்பிராணிகள், நத்தையைப் பார்க்க

மோசுப்பரிபாடை, 419
†மோற்றேசு, 79, 121
†மோற்றேசு, 79-81, 119

†யூரிக்கமிலம், 184

†யேமன் வெள்ளி, 43

யோனியுறை, 262

†வகையீடுபட்ட, 334
வகையீடுபட்டதாங்குகப்பி, 335-6
—சுவாசமானி, 172-4
—திருகாணித்தூக்கி, 339
—சில்லும் அச்சாணியும், 333-4
வகையுலோகம், 43
வசிலின்/பெற்றோலியக்குழம்பு, 72
வட்டச்சாளரம் (காதின்), 219
வட்டமாய் மரவுரியரிதல், 112
வடிகட்டக்கூடிய வைரசு, 101
வணிகச்சங்கவலகுகள், 397
†வலியுறுத்திய கொங்கிறீற்று, 53
வலு, 309-11
—அலகுகள், 309-11
வரிகொள்ளாத தசை, 208-9
†வரிச்சுருள், 389-90
†வலுவளவு, 8
வளமாக்கல், 247, 254-6
வளிப்பை, முலையூட்டிகளின் சுவாசப்பைகளில், 150-1
—பறவைகளில், 149-50
†வற்கனேற்று, 33
†வற்கனேற்றுப்பண்ணிய இறப்பர், 33
வன்கூடுகள், 197-205
—விலங்கின், 197-205
—வெளி, 197
†வன்கோது, 217
வன்நிலக்கரி, 62
—வன்கண்ணுடி, 50
—வன் சவர்க்காரம், 93-6
†வனேதியமையொட்சைட்டு, 38

†வாங்கி, 213-27
வாடுதல், 194
வாணம் ஓட்டுகை, 292
வாயில்சீராக்கிமாற்றி, 418
†வாயிஞளம், 123, 126
†வாயுச்சுடர்வலை, 72, 75
வாயுநிரப்பிய குமிழ், 377-8
†வாயுநெய், 73
வார்ப்பிரும்பு, 47
†வால்வெள்ளி, 352, 356
வாழ்க்கையின் போராட்டத்துக்கு/தப்பிப்பிழைத்தல், 278-9
†வான்முனைவு, 349-50

விகாரம், 291
†விசுக்கி, 89

விசை, **290-4**
—விசை உருவங்கள், **295-301**
—விசைவரைவிலக்கணம், **291**
—விசையளவு, **293-4**
—புவியீர்ப்புவிசை, 290, **292**
—விகிதவிசை, 328
விசைச்சேர்க்கை, **296-300**
—வேகச், 281-2
—நிறையின்படி நீரின், 18-20
விசைப்பல்கோணம், 298
†விசைப்பிரிப்பு, 296, **297-300**
விசைமுக்கோணம், 296-8
விசையிணைகரம், 296-7
—வேகவிணைகரம், 281
விசையின் கூறு, 296
—வேகத்தின், 281
†விண்மீன், 349
†வித்தகவிழையம், 113
விதை, 256-69
விந்துக்கள், **254-5**, 259-68
விந்துப்பை கொள்கலன், 261-2
வியர்த்தல், **153-4**, 185
வியாழன், **353-4**, 358
வில்மின்
—காய்ச்சியிணைத்தல், 379
விலங்குக்கரி, 56, 58-9
—எற்புக்கரி, 56, **58-9**
—நிறநீக்கும்கரி, 58-9
—வைரக்கரி, 57-9
விலங்குக்கலோரிமாணி, 158
—மரக்கரி, 58, **59-61**
—வெப்பம், 151-8
—எலும்புக்கூடுகள், 197-205
—மாப்பொருள், 82
விலங்குகளின் அசைவுகள், 195-210
விவேகம், 230-1
விழித்திரை, 215-17
†விழிநடுப்படலம், 218
†விழிவெண்படலம், 215-18
விழும்பொருள்கள், 286-7
விளைவுவிசை, **296-300**
—வேகம், 281
†விறண்டி, 89
†விளுக்கிரி, 90

வெங்கம்பியம்பியர்மாணி, **393**
வெட்டு கண்ணுடி, 50
வெட்டும்பல், 206-7
†வெடிக்கவுதவும் ஊன்பசை, 30
வெடிகள், 30
வெண்கரு, 262, 267
†வெண்கலம், 43
வெண்ணுடுத்தொகுதி, 353
வெண்பொசுபரசு, 54-5
வெப்பக்குருதி விலங்குகள், 151-2
†வெல்லப்பாகு, 79
வெளிச்சுவாசித்த காற்று, 166-8
வெளிப்பக்கக் காது, 218
—சுவாசம், 151
†வெளியெறிகை மாற்றங்கள், 98
வெளிறச்செய்யும், 35
—தாள், 41

வேகமும்/கதியும், 280-7
—விகிதம், 328-37
†வேகவளர்ச்சி, 282
—புவியீர்ப்பில், 287
†வேட்டைப்பற்கள், 203-5
†வேலிக்காற்கலம்/இழையம், 109-10
வேலை, 308-11
—தத்துவம், 329
—அலகுகள், 308-11
வேலைத்தத்துவம், **329**, 337, 338-9

வைரக்கல், 57, **60-61**
வைரசு, 101
†—புரதங்கள், 100-1