S. GANESHARAJAH.
PROJECT MANAGER,
CANYON POWER PROJECT & SUBSTATIONS,
Transmission & Generation Projects Branch,
Ceylon Electricity Board,
Colombo-2

பொது விஞ்ஞான நூல்

அயனமண்டல பாடசாலைகளுக்காக

எபு. தானியெல், அவர்களால்
எழுதப்பட்டது

II ஆம் புத்தகம்

தமிழாக்கம்:
திருமதி. இ. நவரத்தினராசா

S. GANESHARAJAH,
PROJECT MANAGER,
CANYON POWE… …JECT/SUBSTATIONS.
Transmission & G… …n Projects Branch,
Ceylon Electricity B…d,
Colombo-2

1958

இஃது ஒட்சுபோட்டுப் பல்கலைக்கழக அச்சகத்தாரால் அனுமதிக்கப்பட்டது

இலங்கை அரசினர் அச்சகத்திற் பதிப்பிக்கப்பட்டு அரசகருமமொழித்திணைக்களத்து
வெளியீட்டுப் பிரிவினராற் பிரசுரிக்கப்பட்டது.

உள்ளுறை

நூல் II

அத்தியாயம் I—சுண்ணம்புக்கல் 1

சுண்ணம்புக் கல்லிலே சூட்டினது தாக்கமும் நீறுத சுண்ணம்பிலே அதன் தாக்கமும்—நீறுத சுண்ணம்பின் தன்மையும் சுண்ணம்புக் கல்லின் தன்மையும்—இயற்கையிலே கல்சியங் காபனேற்று—அன்றன்றை வாழ்க்கையில் சுண்ணம்புக் கல்லின் பயன்கள்—காபனேற்றுக்களில் அமிலங்களினது தாக்கம். **காபனீரொட்சைட்டு. வன்னீரும் மென்னீரும்.**

அத்தியாயம் II—கறியுப்பு 23

பயன்பாடு—வெப்பத்தினலேற்படும் தாக்கம் ; செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தினது தாக்கம்—ஐதரசன் குளோரைட்டு. **குளோரீன் :** *இயல்புகள்—நிறநீக்குதல்.*

அத்தியாயம் III—அமிலம், மூலம், உப்பு 35

இரசாயனச் சேர்வைகளின் பாகுபாடு. **அமிலங்கள் :** *சல்பூரிக்கமிலம்—ஐதரோகுளோரிக் கமிலம்—நைத்திரிக்கமிலம்.* **மூலங்கள் :** *கரையுமியல்பற்ற மூலங்களின் இயல்புகள் ; பொதுக்காரங்களின் இயல்புகள்—மூலங்கள் யாவற்றிற்கும் பொதுவான இயல்புகள்.* **உப்புக்கள் :** *நடுநிலையாக்கல்—சோடியங் குளோரைட்டை ஆக்குதல்—மூலங்களிலிருந்தும், காபனேற்றுக்களிலிருந்தும், உலோகங்களிலிருந்தும் உப்புக்களை ஆக்குதல்.*

அத்தியாயம் IV—திண்மங்கள், திரவங்கள், வாயுக்களாகியவற்றின் பொது இயல்புகள் 51

சடப்பொருள் எதனுல் ஆயதென்பது—சடப்பொருளின் மூவகை நிலைகள்—மூலக் கூற்றமைப்பு ; திரவங்களில் விசைகள்—மேற்பரப்பிழுவிசை—மயிர்த்துளைத்தன்மை. **வளியமுக்கம் :** *பாரமானிகள்—பாரம்பதி கருவிகள்—வளி மண்டலத்தின் மேலெல்லை.* **வாயுக்களின் அமுக்கப்படுமியல்பு :** *போயிலின் விதி.* **அமுக்க மானிகள் :** *வெற்றிட வமுக்கமானிகள்—வாயுவமுக்கமானிகள்.* **வளியமுக்கத்தின் பயன்கள் :** *பம்பிகள்—தண்ணியக்கத் தடுப்புக்கள்—நீரிறக்கி.* **திரவங்களுள் அமுக்கம் :** *செலுத்துகை—நீரியக்கவியற்பொறிகள்—ஆழமும் அமுக்கமும்—பாக்கலின் விதி—சமநிலை நிரல்கள்.*

அத்தியாயம் V—தாவர வாழ்க்கை 109

இலைகள் : *வேலை—பிரீத்திலியன் பரிசோதனை—பச்சையிலைகளில் உணவுப் பொருள்கள் ஆக்கப்படுதல்.* **காபோவைதரேற்றுக்கள் உண்டாதல்**—*ஒளித்தொகுப்பு—பயன்கள்.* **ஆவியுயிர்ப்பு**—*இலைவாய்கள்—இலை அமைப்பு—தாவரக்கலங்கள்—ஆவியுயிர்ப்புவீதம்—வெவ்வேறு தாவரங்களின் ஆவியுயிர்ப்பு—தாவரத்திற்கு நீரின் முக்கியத்துவம்—நீரும் ஆக்கப்பட்ட உணவும் தாவரங்களினூடாய்ச் செல்லும் வழி.* **சுவாசம் :** *தாவரங்கள் சுவாசிப்பது எங்ஙனமென்பது—பட்டைவாய்கள்—சுவாசித்தலின்போது வெப்பம் வெளிவிடுக்கப்படுமென்பது.* **பூக்கள் :** *பகுதிகள்—மகரந்தம் வழங்கலும் கருக்கட்டலும்— கிரினம் பூ—சூரியகாந்திப் பூ—சோளம் பூக்கள்.* **பழங்களும் வித்துக்களும்.**

2——J. N. B 67381 (8/57).

அத்தியாயம் VI—மண் 159

எவ்வாறு ஆயதென்பது—பாறைகளும் வானிலையாலழிதலும் — பாகுபாடு—களிப் பொருள்—காற்றும் நீரும்—பண்படுத்தல்—சேதனவுறுப்புப் பொருள்—தாவர உணவு—நுண்ணுயிர்கள்—நைதரசன் சேர்வைகள்—பசளையும் வளமாக்கிகளும்—செயற்கைப் பசளை—சுழற்சிமுறைப் பயிர்ச் செய்கை.

அத்தியாயம் VII—ஒலி 188

அசைவினால் ஏற்படுவதென்பது—சுரமானி—அதிர்வு—கூவிளிக் கருவி—ஒலி எவ்வாறு நகருமென்பது—கதி—அலைகள் — எதிரொலிகள்—பிரிவு—துளைக் கருவிகள்—தந்தியுள்ள இசைக் கருவிகள்—பதிவுப் பன்னி.

S. GANESHARAJAH,
PROJECT MANAGER,
CANYON POWER PROJECT/SUBSTATIONS,
Transmission & Generation Projects Branch,
Ceylon Electricity Board,
Colombo

நூல் II

அத்தியாயம் I

சுண்ணும்புக் கல்

முன்னைப் பாடங்களில், உலகிலுள்ள மிகப் பொதுவான இரு பதார்த்தங்களாய காற்றையும் நீரையும்பற்றி நாம் படித்துள்ளோம். இப்போது, புவியோட்டிற் காணப்படுவனவும், அன்றன்றை வாழ்க்கையிலே மிக்க முக்கியம் வாய்ந்தவையுமான சில பதார்த்தங்களை ஆராய்வோம். இப்பதார்த்தங்களுள்ளே முதன்மையானது சுண்ணும்புக் கல்லாகும். இப்பாறை உலகின் பல பாகங்களிற் காணப்படுகிறது; சில வேளைகளில், மலைத் தொடர்களாதற்கு வேண்டிய பெருந்தொகைகளிலுங் காணப்படும். இச் சுண்ணும்புக் கல்லின் இரசாயனவமைப்பைப்பற்றியும், அதிலிருந்து பெறக் கூடிய பதார்த்தங்களைப் பற்றியும், நாம் அறிய முயல்வோம்.

சுண்ணும்புக்கல்லைச் சூடாக்கும்போது யாது நிகழும்?

சுண்ணும்புக்கல்லை மிக்க பலமாய்ச் சூடாக்கின் நீறுத சுண்ணும்பு தோன்றுமெனப் பலருமறிவர். இம்மாற்றத்தைப் பரிசோதனைச் சாலையில் ஆராய்வோம்.

(i) ஏறக்குறைய 5 கன ச.மீ. கொண்ட நீரை எடுத்து ($\frac{5}{8}$ அங். சோதனைக் குழாயில் $1\frac{1}{2}$ அங்குலமளவிற்கு) அதிலே செம்பாசிச் சாயக் கரைசல் சில துளி இடுக. நெரித்த சுண்ணும்புக் கல் சிறிதளவைக் கரைசலுள் இட்டுக் குலுக்குக.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

(ii) உம்முடைய ஆசிரியர் ஊதுகுழாய்கொண்டு வெண்சூடாக்கிய சுண்ணும்புக்கல் சிறிதளவை உபயோகித்துப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க.

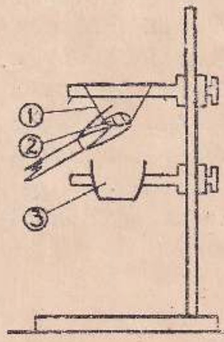
யாது நிகழ்கின்றது? ....

இந்நீறுத சுண்ணும்பு முற்றிலும் வேறுன இயல்புகள்கொண்ட ஒரு புதிய பதார்த்தமென்பது தெளிவு. சூடாக்கும்போது யாது நிகழ்கின்றதென்பதை நாம் இப்போது விளக்கல்வேண்டும். ஒருவேளை சுண்ணும்புக் கல்லானது (காற்றில் எரிகின்ற மகனீசியம்போன்று) காற்றினொரு பாகத்துடன் சேர்ந்திருத்தல் கூடும்; அல்லது (மேக்கூரிக்கொட்சைட்டைச் சூடாக்கும்போது நிகழ்வதுபோல) அது யாதாயினுமொன்றை இழந்திருக்கல் கூடும். சூடாக்கியதன் பின்னருள்ள மீதி, இதனை விளக்கும். ஏனெனில்

அச்சுண்ணாம்புக்கல் யாதாயினுமொன்றோடு சேர்ந்திருப்பின் அதனுடைய நிறை கூடியிருக்குமென்க; அது யாதாயினுமொன்றை இழந்திருப்பின் அதனுடைய நிறை குறைந்திருக்குமென்க.

சுண்ணாம்புக்கல்லைச் சூடாக்கும்போது நிறையில் யாதும் மாற்றமுண்டா ?

நிக்குரோம் கம்பியை (ஒரு பென்சிலை வளைந்துச் சுற்றுவதனால்) ஒரு திறந்த சுருளியாகச் செய்து, உருவம் 1—இற் காட்டியாங்கு, வாலைவளையத்திலே தொங்க விடுதற் கேற்றவாறு, முனைகளை வளைத்து விடுக. சுருளியினுள்ளே தகுந்த வடிவுள்ள ஒரு துண்டு சுண்ணாம்புக்கல்லை இட்டு, இரண்டையும் ஒரு புடக்குகையுள் வைத்து, நிறுக்க. பின்னர் வாலைவளையத்திற் சுண்ணாம்புக்கல் கொண்ட சுருளியை மீண்டும் வைத்து, கீழ்விழுந் துணிக்கைகளை ஏந்தத் தக்கவாறு புடக்குகையை அவற்றிற்குக் கீழே ஆதாரமாக வைக்க. (புடக்குகைக்கு வெளியே யாதுந் துணிக்கைகள் விழுகின்றனவோ வெனப் பார்த்தற்காக, வாலைத்தாளினடியும் வாங்கின் மேற்பாகமும் மிக்க சுத்தமாய் இருக்கின்றனவாவென நோக்குக.) குறைந்தது 5 நிமிடங்கட்காயினுஞ் சுண்ணாம்புக் கல்லைக் கூடிய வரையிற் பலமாய்ச் சூடாக்குக. கல்லு முழுவதும் வெண்சூடாகும்வரை தொடர்ந்து சூடாக்கியபின், சில நிமிடங்கட்கு அதனை ஆறவிடுக. பின் கம்பியையும் நீறுத சுண்ணாம்பையும் புடக்குகையில் இட்டு மீண்டும் நிறுக்க. (அதன்பின்னர், புடக்குகையையும் அதில் உள்ளவற்றையும் அடுத்த பரிசோதனைக்கு வைத்திருக்க.)



உருவம் 1. சுண்ணாம்புக் கல்லை வெண் சூடாக்கல்

1. கம்பி ;
2. சுண்ணாம்புக்கல் ;
3. புடக்குகை.

புடக்குகை, கம்பி, சுண்ணாம்புக்கல்லாகியவற்றினுடைய நிறை.........கி.
புடக்குகை, கம்பி, நீறுதசுண்ணாம்பாகியவற்றினுடைய நிறை.........கி.

ஆகவே, நிறையிலே குறைவேற்பட்டுள்ளது. சுண்ணாம்புக்கல் யாதோவொன்றை இழந்துவிட்டதை இது காட்டும். யாதும் வெளிச்செல்வதை நாம் காணாமையால், வாயுவொன்று வெளிச்செலுத்தப்பட்டதெனத் துணிகிறோம். பின் வருகின்றவொரு பரிசோதனையில் இவ்வாயு இன்னதெனக் காண்போம். இது நிற்க, நீறுத சுண்ணாம்பை நீற்றுகையில் யாது நிகழ்கின்றதெனக் காண்போம்.

நீறுத சுண்ணாம்பிலே நீரினது தாக்கம் யாது ?

முந்திய பரிசோதனையிற் பயன்படுத்திய நிறையறிந்த புடக்குகை, கம்பி, நீறுதசுண்ணாம்பு முதலியவற்றை எடுத்து, நீறுத சுண்ணாம்பை நீற்றுவதற்கு, கவனமாய் 5 துளி நீரைச் சேர்க்க. பின் சேராது தனித்திருக்கின்ற

நீருண்டானுல், அதனை வெளிச்செலுத்தற்பொருட்டுச் சூடான மணற்ருெட்டி மீது புடக்குகையை வைக்க. (ஆயின், சுண்ணும்பு யாதுஞ் சிதறுண்டு போகாது கவனித்தல் வேண்டும்.) நீறிய சுண்ணும்பு நன்ருய் உலர்ந்ததும் புடக்குகையை ஆறவிட்டு அதனை மீண்டும் நிறுக்க.

புடக்குகை, கம்பி, நீருதசுண்ணும்பாகியவற்றினுடைய நிறை........இ.

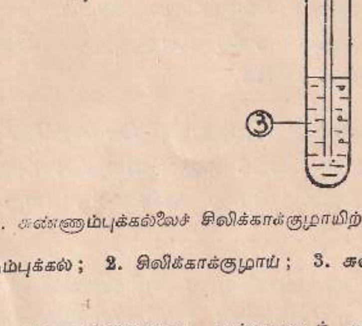
புடக்குகை, கம்பி, நீறியசுண்ணும்பாகியவற்றினுடைய நிறை........இ.

ஆகவே நிறை கூடியுள்ளது. நீருத சுண்ணும்பானது சிறிதளவு நீருடன் சேர்ந்து நீறிய சுண்ணும்பாகிற்றென்பதை இது காட்டும். இந்நீர், நீருத சுண்ணும்புடன் இரசாயன முறையிற் சேர்ந்துளதென அறிவோம். அன்றேல் நீறிய சுண்ணும்பை மணற்ருெட்டியில் 100° ச.அ. இற்குமேற் சூடாக்கியபோது அது கொதித்து வெளிச்சென்றிருக்கும்.

ஆகவே, நீருத சுண்ணும்பு + நீர்——→நீறியசுண்ணும்பு.

சுண்ணும்புக்கல்லைச் சூடாக்கும்போது விடுக்கப்படும் வாயு யாது ?

சுண்ணும்புக்கல்லைச் சூடாக்கும்போது வெளிவரும் வாயுவைப் பரிசோதித்தற்கு, நாம் சுண்ணும்புக்கல்லை யாதாயினும் ஒரு வகைக் கலனுள் வைத்துச்



உருவம் 2. சுண்ணும்புக்கல்லைச் சிலிக்காக்குழாயிற் சூடாக்கல்

1. சுண்ணும்புக்கல் ; 2. சிலிக்காக்குழாய் ; 3. சுண்ணும்புநீர்.

சூடாக்கல்வேண்டும். சாதாரணமான கண்ணுடிக் கலன்களிலே சுண்ணும்புக்கல்லைப் போதியவளவு சூடாக்க முடியாதாகையால், உம்முடைய ஆசிரியர், உயர்ந்த வெப்பநிலையை உருகாது தாங்கக்கூடிய ஒரொடுக்கமான சிலிக்கா (அல்லது படிக) க் குழாயிலே, தூளாக்கிய சுண்ணும்புக்கல் சிறிதளவைச்

சூடாக்குவர். சிலிக்காக் குழாயின் ஒரு முனை மூடப்பட்டுள்ளது. மற்றைய தில், உருவம் 2 இற் காட்டியாங்கு, சுண்ணும்புநீரிற்குட் செல்லும் போக்குக் குழாயொன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது

யாது நிகழ்கின்றது?..................................

இவ்வாயு யாது?..................................

வெப்பம்

ஆகவே, சுண்ணும்புக்கல் ——→ நீறுதசுண்ணும்பு + காபனீரொட்சைட்டு

நீறுத சுண்ணும்பின் இரசாயனத்தன்மை யாது?

10 கன ச.மீ. நீரிற்குட் சிறிதளவு நீறுத சுண்ணும்பை ($\frac{5}{8}$ அங். சோதனைக்குழாயில் 3 அங்குலமளவு) இட்டுக் குலுக்குக. பால்போன்ற தொங்கலை வடிக்க. ஒரு சோதனைக் குழாயில் 5 கன ச.மீ. அளவு தெளிவான, வடிந்த திரவத்தை எடுத்து அதற்குள் மூச்சைப்பெய்தபின் குழாயின் வாயைப் பெருவிரலினுல் மூடிக்குலுக்குக.

யாது நிகழ்கின்றது?..................................

வடிந்த திரவம் யாது?..................................

ஒட்சிசனிற் கல்சியத்தை எரிக்க, கல்சியமொட்சைட்டாகிய ஒரு வெண்டிண்மமுண்டாய முந்தியவொரு பரிசோதனையை (நூல் 1 அத்தியாயம் 3) இது நினைவூட்டல் வேண்டும். அத்திண்மத்தை நீருடன் குலுக்கியபோது பால்போன்ற தொங்கலுண்டாகி, வடித்ததன்பின்னர் தெளிவான வடிந்த திரவம் வெளிச்சுவாசித்த காற்றுடன் சேர்ந்து சோக்குத்தன்மையை எய்தியது. இதனுல், நீறுதசுண்ணும்பு கல்சியமொட்சைட்டோவெனக் கருதவேண்டி நேரிடுகிறது. இதன் உண்மையை அறிதற்கு உலோகக் கல்சியத்தைப் புடக்குகை மூடியின் மேல் எரிக்க.

கல்சியமொட்சைட்டு நீறுத சுண்ணும்பு போலத்தோன்றுகிறதா? ஆறிய தன்பின், கல்சியமொட்சைட்டைக் கல்சியமைதரொட்சைட்டாக மாற்றுவதற்குச் சில துளி நீரையிடுக. நீறுத சுண்ணும்புபோற் கல்சியமொட்சைட்டு தொழிற்படுகின்றதா?...............

இக்கல்சியமைதரொட்சைட்டிலிருந்து சிறிதளவை ஒரு சுத்தமான நிக்குரோம் கம்பியில் எடுத்து (கடிகாரக் கண்ணுடியிலுள்ள) ஒருதுளி செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்திலே தோய்த்து, ஒளிராத பன்சன் சுவாலையோரத்திற் பிடிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?..................................

சுண்ணும்புக் கல்லிலிருந்து ஆக்கிய நீறிய சுண்ணும்பிற் சிறிதளவை எடுத்து, இதனை மீண்டுஞ் செய்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

சுண்ணும்புக்கல்லுக்கட்டியின் ஒரு மூலையைச் செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்திலே தோய்த்து, பன்சன் சுவாலையின் ஓரத்திற் பிடிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....
கல்சியஞ்சேர்வைகள் யாவும் இச்செந்நிற விளைவச் சுவாலையில் உண்டாக்கும்.

சுண்ணும்புக்கல்லின் இரசாயனத்தன்மை யாது?

சுண்ணும்புக்கல்லின் இரசாயனவமைப்பைப்பற்றி இதுகாறுங் கண்டறிந்தவற்றை இப்பொழுது திரட்டிக் கூறலாம்.

(1) சுண்ணும்புக்கல்லைச் சூடாக்கின், நீறுத சுண்ணும்புங் காபனீரொட்சைட்டும் பெறப்படும்.

(2) நீறுத சுண்ணும்பு கல்சியமொட்சைட்டே. (கல்சியமொட்சைட்டை நாம் தொகுத்து ஆக்கி, சுண்ணும்புக்கல்லைச் சூடாக்குவதனுற் பெறப்படும் நீறுத சுண்ணும்பிற்குள்ள பண்புகளே, அதற்கும் இருத்தலைக் கண்டோம்.)

(3) நீறுத சுண்ணும்பு (கல்சியமொட்சைட்டு) நீருடன் சேர்ந்து, நீரிற் சொற்பமாகக் கரையுமியல்பு வாய்ந்த, நீறிய சுண்ணும்பு (கல்சியமைதரொட்சைட்டு) ஆகின்றது. கல்சியமைதரொட்சைட்டினது நிரம்பிய கரைசலே சுண்ணும்பு நீர்.

(4) சுண்ணும்புக்கல்லானது கல்சியமொட்சைட்டுங் காபனீரொட்சைட்டுங் கொண்ட ஒரு சேர்வையாகையால் அதன் கூறுகள் கல்சியமுங் காபனும் ஒட்சிசனுமாகும்; அதன் இரசாயனப் பெயர் கல்சியங்காபனேற்று ஆகும்.

கல்சியம், காபன், ஒட்சிசனுய மூலகங்களைக்கொண்டு கல்சியங்காபனேற்றைத் தொகுத்தலும் இயலும். கல்சியத்தை ஒட்சிசனில் எரிக்கையில், கல்சியமொட்சைட்டு உண்டாகின்றது; காபனை ஒட்சிசனில் எரிக்கையில், காபனீரொட்சைட்டு உண்டாகிறது. இக் காபனீரொட்சைட்டைக் கல்சியமொட்சைட்டுடன் ஒருங்கு கொண்டுவரின், தூளாக்கிய சுண்ணும்புக்கல்லின் பண்புகளையே கொண்ட கல்சியங்காபனேற்று உண்டாகும்.

காபனீரொட்சைட்டைச் சோதிப்பதற்குச் சுண்ணும்புநீரை உபயோகிக்கையில், நாம் கல்சியங்காபனேற்றையுந் தொகுக்கிறோம். எனெனில், காபனீரொட்சைட்டு கல்சியமைதரொட்சைட்டுடன் சேர்ந்து கல்சியங்காபனேற்றும் நீருமாகின்றதென்க. இக்கல்சியங்காபனேற்று நீரிற் கரையாதாகையால், நுண்ணிய வெண்டுணிக்கைகளாய்த் தொங்கி, அத்திரவத்திற்குச் சோக்குத்

தன்மையான, அல்லது பால்போன்ற தோற்றத்தை அளிக்கின்றது. மிக்க நுண்ணிதாய்த்தூளாக்கிய, தூய்மையான "வீழ்படிவுற்ற சோக்கெ"ன அழைக்கப்படுங் கல்சியங் காபனேற்றை ஆக்குதற்கு இது மிக இலகுவான முறையாகும். (இரசாயன வியலில், படிவுவீழ்தலென்னுஞ் சொல் "கரைசலிலுள்ள சடப்பொருளைத் திண்மமாகக் கீழுறச்செய்தல், அல்லது படியச் செய்தல்," எனப் பொருள்படும். ஆதலால் வீழ்படிவென்னும் பெயர்ச்சொல் இவ்வாறு படிந்த திண்மத்தைக் குறிப்பதாகும்.)

இயற்கையிலே கல்சியங்காபனேற்று எங்கே காணப்படும் ?

சுண்ணும்புக்கல், சலவைக்கல், சோக்காகியவை (கரும்பலகைச் சோக்கன்று) கல்சியங்காபனேற்றின் இயற்கை வடிவங்களே. பிற இயற்கை வடிவங்களாவன முட்டைக்கோது, நத்தையோடு, கடற்சிப்பி, பவளக்கற்களாதியவை. முன்னைப் பரிசோதனையிற் போன்று (உருவம்–2 ஐக் காண்க) இவற்றுள் யாதுமொரு பொருளை எடுத்துச் சிலிக்காக்குழாயிற் பலமாய்ச் சூடாக்கின், காபனீரொட்சைட்டு வெளிவர, குழாயில் வெண்மையான ஒரு திண்மம் எஞ்சியிருக்கும். (ஆறியதற்பின்) இத் திண்மத்திலே நீரை இடின் சீறுஞ் சத்தம் உண்டாகும். திண்மம் பொங்கி மிகச் சூடாகி, வெண்மையான தூளாய் இற்று விடும். இதுவும் பன்சன் சுவாலைக்குச் செந்நிறத்தை ஊட்டும். ஆகவே இப்பதார்த்தம் நீறுத சுண்ணும்பாக (கல்சியமொட்சைட்டாக) இருத்தல் வேண்டும். முதற்பொருளுங் கல்சியங்காபனேற்றாயிருத்தல் வேண்டும்.

நுண்ணிய கடல் விலங்குகளின் எலும்புக்கூட்டிலிருந்து கடலின் அடியிலே சோக்கு உண்டாயது. இவ்வாறு கருதுவதற்கு ஒருகாரணம், சோக்குப் பாறையின் மிக மெல்லிய வெட்டுத் துண்டை நுணுக்குக்காட்டியிலே பரிசோதிப்பின், அது பிரதானமாக நுண்ணியவோடுகள் கொண்டதாய்க் காணப்படுதலே. கடலின் அடியிலுள்ள சிறிது சேற்றை நுணுக்குக் காட்டியிற் பரிசோதித்தால் அச்சேறுஞ் சோக்கில் இருப்பனபோன்ற நுண்ணிய வோடுகள் கொண்டதாயிருத்தலைக் காணலாம். புவியோட்டில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களால் சமுத்திரத்தின் அடியிலிருந்து சோக்குப் படிவுகள் மேற்பரப்பிற்கு மேலாக மிதத்தப்பட்டு, இப்போது மென்மையான சோக்குப் பாறைகளாக விளங்குகின்றன. (உ–ம். தோவரிலுள்ள வெண்குன்றங்கள்) கல்சியங்காபனேற்றின் மிகப்பொதுவான இயற்கை வடிவஞ் சுண்ணும்புக்கல்லே. அது சிறிய விலங்குகளின் எலும்புக்கூடுகளால் ஆயது. ஆயினும், ஒரோவழிப் பெருஞ் சிப்பிகளையும் முருகைக் கற்களையுங்கொண்டுளது. அமுக்கப்பட்டும் சிலவேளைகளிற் சூடாக்கப்பட்டும் இருத்தலால், அது பெரும்பாலும் மிக்க வன்மையாக இருக்கும். இதிலும் வன்மையான சலவைக் கல்லுங் கல்சியங்காபனேற்றின் பிறிதொரு வடிவமாகும். புவியோட்டில் உண்டாய

மாற்றங்கள், சுண்ணாம்புக்கல், சலவைக்கல்லாதியவற்றின் படிவுகளை மேற் பரப்பிற்குக் கொணர்ந்து, சில நாடுகளிற் பூரணமான மலைத் தொடர்களாக ஆக்கியுள்ளன. சோக்குஞ் சுண்ணாம்புக் கல்லும் இன்றும் விளைந்துகொண் டேயிருக்கின்றன. கடனீரிற் கரைந்துள்ள கல்சியஞ்சேர்வைகளிலிருந்து தம்முடலின் கடினமான பாகங்களை அமைத்து, சிப்பியாகும் விலங்குகள் இன்றுங் கடலடியில் வாழ்கின்றன. அவையிறந்தபின், அவற்றின் என்பும் புக்கூடுகள் அடியிற் சேருகத்தாழ்ந்து, பின்னர்ப் பாறையாகும்.

வெப்பமான, ஆழங்குறைந்த கடல்களிலே முருகைவிலங்கு முருகைக் கல்லை ஆக்குகின்றது; இதுவுங் கல்சியங்காபனேற்றின் ஒருவடிவமாகும். உதாரணமாக, அவுத்திரேலியாவின் வடகிழக்குக் கரைக்கு அப்பாலுள்ள பெருந்தடுப்புக் கற்பார்த்தொடர் இவ்வாறு உண்டாயதே.

சுண்ணாம்புக்கல் எதற்குப் பயன்படும்?

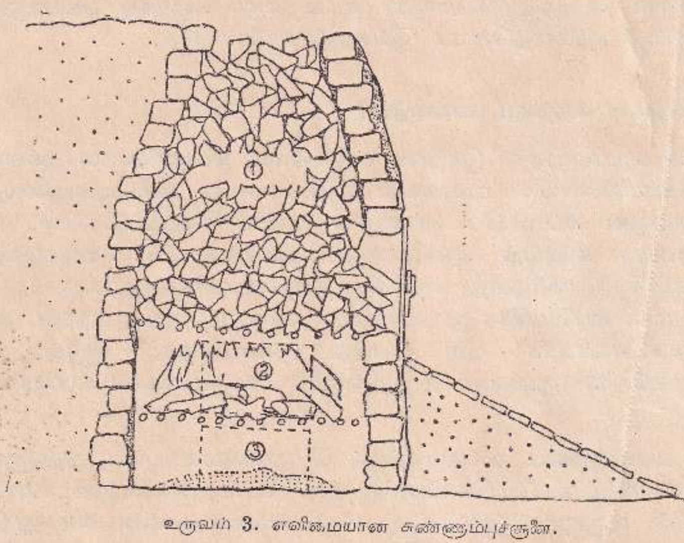
கல்சியங் காபனேற்றின் இயற்கை வடிவங்கள் அன்றன்றைவாழ்க்கைக்கு மிக முக்கியமானவை. பல்லாயிர வருடங்களாகச் சுண்ணாம்புக்கல்லுஞ் சலவைக்கல்லுங் கட்டடப்பொருள்களாக உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளன. மிக்க நுண்மையான கல்சியங் காபனேற்றுப்பளிங்குகளாலாய சலவைக்கல்லா னது வானிலைத்தாக்கத்தை எதிர்க்குந்தன்மை வாய்ந்ததாயினும், அது சாதாரணமாக உபயோகிக்க முடியாவகை விலையுயர்ந்தது. ஆயின், அலங் காரக் கட்டடக்கல்லாக அது பெரிதும் பயன்படுகிறது. இரும்புத்தாதி லிருந்து உலோகவிரும்பைப் பெறுதற்கும், சுண்ணாம்புக்கல் உபயோகிக்கப் படும்.

நீருறாத சுண்ணாம்பை ஆக்குவதற்குப் பெருந்தொகையான சுண்ணாம்புக் கல்லுஞ் சோக்கும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. மிக்க எளிமையான சுண்ணாம் புச்சூளையில், உருவம் 3–இற் காட்டியாங்கு, சுண்ணாம்புக்கல், அல்லது சோக் குக் கட்டிகள், அடுக்கப்பட்டு, அவற்றினடியில் நெருப்பு வைக்கப்படுகிறது. எரிபொருளெரிவதால் உண்டாகும் வெப்பமானது சுண்ணாம்புக்கல்லைப் பிரிக்க, நீருறாத சுண்ணாம்பு எஞ்சுகிறது. இந்நீருறாத சுண்ணாம்பு பின்பு நீறிய சுண்ணாம்பை ஆக்குதற்கு உபயோகமாகின்றது.

நீறிய சுண்ணாம்பை அதிக நீருடன் குலுக்குவதால் உண்டாகும் தொங் கல் "சுண்ணாம்புப்பால்" எனப்படும். கரையாத கல்சியமைதரொட்சைட்டை அடியிலே படியவிடின், வடித்தெடுக்கக்கூடியதாய் மேலேயுள்ள தெளிந்த திரவம், சுண்ணாம்பு நீர், அல்லது கல்சியமைதரொட்சைட்டினது நிரம்பிய கரைசல், ஆகும்.

நீறிய சுண்ணாம்பை மணலோடும் நீரோடுங் கலத்தலாற் சுண்ணாம்புக் கலவையுஞ் சுண்ணாம்புச் சாந்தும் பெறப்படும். நீரின் பெரும்பாகம் விரை வில் ஆவியாகிவிட, சுண்ணாம்புக் கலவையிலுள்ள நீறிய சுண்ணாம்புங்

காற்றிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டுஞ் சேர்ந்து கல்சியங்காபனேற்றாக, சில நாட்களில் இறுகிவிடுகின்ற நுண்டுளையுள்ள பொருளொன்று எஞ்சும். காற்றிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டு உட்புகத்தக்கதாய் மணலானது கலவையை நுண்டுளையுடையதாக்கும். நீரிலே தடிப்பாகத் தொங்குகின்ற நீறிய சுண்ணாம்பே வெண்பூச்சு (சுண்ணாம்புப்பூச்சு) எனப்படும். இதுவும் முன்னர்க் கூறிய காரணத்தாலேயே காற்றுப்பட்டவுடன் கடினமாகின்றது. சிறிதளவு பழைய கலவையை, சாந்தை, அல்லது பூச்சை, ஐதான ஐதரோகுளோரிக் கமிலத்துடன் கலந்தால், அது தீவிரமாக நுரைத்துப் பெருந்தொகையான காபனீரொட்சைட்டை வெளிவிடும்.



உருவம் 3. எளிமையான சுண்ணாம்புச்சூளை.

1. சுண்ணாம்புக்கல்; 2. தீ; 3. சாம்பற்குழி.

(செய்துகாட்டல்) உம்முடைய ஆசிரியர், மணல், நீறிய சுண்ணாம்பு, நீராகிய வற்றைக் கலந்து சிறிதளவு சுண்ணாம்புக்கலவையை ஆக்குவர். இப் புதுக் கலவையிற் சிறிதளவை எடுத்துச் சோதனைக்குழாயில் இட்டு, ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தைச்சேர்க்க. யாது நிகழ்கின்றது?. . . . .

அடுத்த பாடத்தில், 'உலர்ந்த' அக் கலவையைக் கவனமாய்ப் பார்வையிட்ட பின் மீண்டும் ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலங்கொண்டு சோதனையை நடாத்துக. யாது நிகழ்கின்றது ? . . . .

சுண்ணாம்புக்கல்லும் களிமண்ணும் கொண்ட கலவையைப் பலமாய்ச் சூடாக்குவதினாலே சீமந்து செய்யப்படுகிறது. சீமந்து, மணல், அல்லது பரல், நீராகியவற்றின் கலவைகளே சீமந்துக் கலவையுங் கொங்கிறீற்றும்.

அவற்றின் கூறுகள் சில, பளிங்காவதால் அவை கடுமையாகின்றனவே யன்றிக் காபனீரொட்சைட்டை உறிஞ்சுவதாலன்று. ஆகவே அவை காற் றில்லாதபோதும், உதாரணமாக நீரினுள்ளும், கடினமாகும்.

நீறிய சுண்ணும்பே, விலே மிகக் குறைந்த காரமாதலால், இரசாயனக் கைத்தொழில்களிற் பெருந்தொகையாக உபயோகமாகின்றது. கமத்தொழி லிலும் பெருந்தொகையான நீறிய சுண்ணும்பு,—"புளிப்பான" மண்ணின் அமிலத்தன்மையை நடுநிலேயாக்குவதற்கும், களிமண்ணைத் திருத்துவதற் கும்—உபயோகமாகின்றது; எவ்வெனின், அது நுண்ணிய களிமண் துணிக் கைகளை ஒன்றுடனென்று இணையச்செய்து கட்டிகளாக்கி மண்ணை மிக்க நுண்டுளேகளுள்ளதாக்குவதால், அதன் வடியவிடுந் திறனைக் கூட்டுகிற தென்க.

காபனேற்றுக்களில் அமிலங்களினது தாக்கம் யாது?

(i) தூளாக்கிய சுண்ணும்புக்கல்லிற் சிறிதளவைச் சோதனைக்குழாயில் இட்டு 5 கன ச.மீ. அளவுகொண்ட ஐதான ஐதரோகுளோரிக் கமிலத்தை இடுக. ($\frac{5}{8}$ அங். குழாயில் $1\frac{1}{2}$ அங். வரை)

யாது நிகழ்கின்றது? ....

சோதனைக் குழாய்வாயிலே கொளுத்திய மரக்குச்சை வைக்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

உருவம் 4—இற் காட்டியாங்கு, சோதனைக்குழாய்வாயை, சுண்ணும்பு நீர்க்குட் செல்லும் போக்கு குழாய்கொண்ட, ஒரு தக்கையினுலே மூடுக.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

(ii) சுண்ணும்புக்கல்லையும் ஐதான நைத்திரிக் கமிலத்தையும் உயோபகித்துப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

(iii) ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தை உபயோகித்துப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

(iv) (அ) சலவைக்கல் (ஆ) நத்தையோடு (இ) முட்டைக்கோது (ஈ) முருகைக் கல் (உ) சலவைச்சோடா (சோடியம் காபனேற்றுப்பளிங்குகள்) (ஊ) செப்புக் காபனேற்று (எ) ஈயக்காபனேற்று (ஏ) நாகக்

உருவம் 4.
காபனேற்றுக்களில் அமிலங்களினது தாக்கம்.

1. சுண்ணும்பு நீர்;
2. ஐதமிலம்;
3. காபனேற்று.

காபனேற்று (ஐ) மகனீசியங்காபனேற்று ஆகியவற்றுடன், ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தை உபயோகித்துப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க.

யாது நிகழ்கின்றது ?..............................

(அ) ....

(ஆ) ....

(இ) ....

(ஈ) ....

(உ) ....

(ஊ) ....

(எ) ....

(ஏ) ....

(ஐ) ....

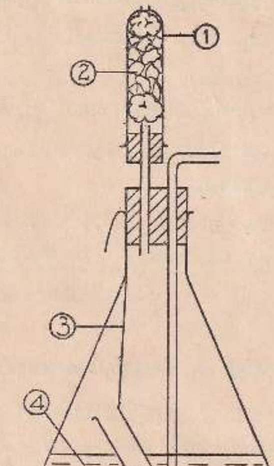
காபனேற்றுக்கள் யாவும் ஐதானவமிலங்களினாலே தாக்கப்படின், காபனீரொட்சைட்டைத் தரும். இத்தாக்கத்தினாற் காபனேற்றுக்களுக்குரிய மிக வெளிதான சோதனை பெறப்படுகிறது.

அமிலங் குளிர்ந்ததாய் இருப்பினும் பெரும்பாலான காபனேற்றுக்கள் காபனீரொட்சைட்டைத் தரும். ஆயின் மகனீசைற்றும் (மகனீசியங்காபனேற்று) சைடறைற்றும் (இரும்புக் காபனேற்று) போன்ற சில, அமிலஞ் சூடாயிருந்தால் மட்டுமே நுரைக்கும். ஐதான அமிலங்களோடு நுரைக்கும் இயற்கைக்கனிப்பொருள்கள் காபனேற்றுக்களும் சல்பைட்டுக்களுமே ஆகும். ஆகவே, பரிசோதனைச் சாலையிலன்றிப் பிற தலத்தும் இவற்றைக் கண்டறிதல் இலகுவாகும். (ஐதரசன் சல்பைட்டை அதன் சிறப்பியல்பான மணத்தால் அறிந்து கொள்ளலாமென்பது உமக்கு நினைவிருக்கலாம்).

கல்சியங் காபனேற்றிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டின் சதவீதம் யாது ?

கல்சியங் காபனேற்றிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டின் சதவீதத்தை, நிறுத்த ஒரு துண்டு சுண்ணாம்புக் கல்லைப் பலமாய்ச் சூடாக்கி, அதனுடைய நிறையில் ஏற்படுங் குறைவை அளத்தலாற் காணலாம். ஆனால் இதனைச் செவ்வையாய்ச் செய்தற்பொருட்டுச் சுண்ணாம்புக் கல்லைப் புடக்குகையிலிட்டு, அது முற்றாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளதென நிச்சயித்தற்காக அதனை உலையிற் சூடாக்கல் வேண்டும். உருவம் 5—இற் காட்டியுள்ள உபகரணத்திற் கல்சியங் காபனேற்றை அமிலத்தினாலே தாக்கச் செய்து, வெளிவருங் காபனீரொட்சைட்டினது நிறையைக் காணல், இதனிலும், இலகுவாகும்.

குடுவையின் அரைப்பாகமளவிற்கு ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்திலே நிரப்புக. (நேர் 2 எனக் குறிக்கப்பட்ட போத்தலிலிருந்து 75 கன ச.மீ. அளவு) குடுவையின் வெளிப்புறஞ் சுத்தமாயும் ஈரமற்றதாயுமிருக்கின்றதோ வெனக் கவனித்துத் தக்கையை இட்டபின், தராசுத் தட்டில் உபகரணத்தையும், அதன் பக்கலிற் சோதனைக்குழாயையும் நூற்றுண்டையும் வைத்து நிறுக்க. நிறுத்தபின், சோதனைக் குழாயைத் தட்டிலிருந்து எடுத்து, 3 இராமளவு, தூளாக்கிய சுண்ணாம்புக்கல்லையோ, சோக்கையோ, சலவைக் கல்லையோ இடுக. (வெவ்வேறுமாணுக்கர் கல்சியங்காபனேற்றின் வெவ்வேறு வடிவங்களை உபயோகித்தல் வேண்டும்) முழுவுபகரணத்தையும் மீண்டும் நிறுக்க. பின் உபகரணத்தை வாங்கிற்குக் கொண்டுபோய், காபனேற்றுக் கொண்ட குழாயை நூலினுற் பிடித்து, மிக்க கவனமாய்க் குடுவைக்குள் வைக்க. தக்கையை மீளவும் இட்டு அமிலமான காபனேற்றை அடைந்து அதனைக் கரைத்துக் காபனீரொட்சைட்டை வெளிவிடத் தக்கவாறு உபகரணத்தைச் சாய்க்க. நேரத்திற்கு நேரம் அமிலமானது காபனேற்றை அடையும் வண்ணம் உபகரணத்தைப் பலகாலுஞ்சரிக்க. ஆயின், தாக்கத்தை மிக்க விரைவாய் நிகழ விடலாகாது.



உருவம் 5. ஒரு காபனேற்றில் உள்ள காபனீரொட்சைட்டின் சதவீதத்தைக்காணல்

1. உலர்த்து குழாய்; 2. உருகிய கல்சியங் குளோரைட்டு; 3. நூல்; 4. ஐதான ஐதரோகுளோரிக் கமிலம்; 5. சுண்ணாம்புக்கல்.

வெளிப்படுங் காபனீரொட்சைட்டு, உலர்த்து குழாயினூடாகச் செல்கின்றது. அக்குழாயிலுள்ள உருகிய கல்சியங்குளோரைட்டானது நீராவி யாதுமிருப்பின் அதனை உறிஞ்சிவிடும். காபனேற்று முழுவதுங் கரைந்ததும், குடுவையினுள் எஞ்சியுள்ள காபனீரொட்சைட்டை, உலர்த்து குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள இரப்பர்க்குழாய் மூலமாக உறிஞ்சியெடுத்து, அதனிடத்தை நிரப்பக் காற்றை உட்செலுத்துக. (பரிசோதனைக்கு முன், உபகரணத்திற் காற்று நிறைந்திருந்தது; ஆகவே, இறுதியாக நிறுக்கும்போதும், காபனீரொட்சைட்டன்றிக் காற்றே இருத்தல் வேண்டும்.) உறிஞ்சும்போது, காபனீரொட்சைட்டின் சுவையைக் கவனிக்க. உபகரணத்தை மீண்டு நிறுத்து உம்முடைய முடிவுகளைக் கீழே குறிக்க.

..............., குடுவை, அமிலமாகியவற்றினுடைய நிறை....கி.

குடுவை, அமிலம், வெற்றுக்குழாயாகியவற்றினுடைய நிறை......கி.

ஆகவே, ...நிறை = ...கி.

தாக்கத்திற்குமுன் முழுவுபகரணத்தினது நிறை...............கி.

தாக்கத்திற்குப்பின் முழுவுபகரணத்தினது நிறை...............கி.

ஆகவே, வெளிவிடப்பட்ட காபனீரொட்சைட்டினது நிறை = ...கி.

ஆகவே,...............இன்........கி.................கி.
காபனீரொட்சைட்டை இழக்கிறது.

ஆகவே, ...இன் 100 கி........கி காபனீரொட்சைட்டை இழக்கும்.

அ–து..................... ....சதவீதம் காபனீரொட்சைட்டைக் கொண்டதாகும்.

(வகுப்பின் சராசரி = ...சதவீதம்)

சிறிது கல்சியங்குளோரைட்டை எவ்வாறு ஆக்குவதென்பது.

உமது முந்திய பரிசோதனையிற் கல்சியங்காபனேற்றை ஐதரோகுளோரிக் கமிலத்திற் கரைத்துப் பெற்ற தெளிந்த கரைசலை ஆவியாக்கற்கிண்ணத்துள் ஊற்றுக. (அமிலத்திற் சிறிதளவேனுஞ் சேர்க்கையுறு நிலையில் இல்லையென்பதனை நிச்சயித்தற்பொருட்டுப்) பிறிதுமொரு கட்டிச் சுண்ணாம்புக் கல்லை இட்டு மணற்றொட்டியில் உலரும் வரை ஆவியாக்குக. நுரைத்தல் நின்றதும் சுண்ணாம்புக் கட்டியைத் தெரிந்தெடுக்க. எஞ்சியுள்ளது யாது? ....

கிண்ணத்தை ஆறவிட்டுப் பாடத்தின் முடிவிலே மீதியைப் பரிசோதிக்க.

யாது நிகழ்ந்துள்ளது?..

இவ்வெண்ணிறத் திண்மங் கல்சியங்குளோரைட்டாகும். உருக்கித்திண்மமாக்கிய நிலையில் அது (நீரற்ற கல்சியங்குளோரைட்டு) வாயுக்களை உலர்த்துவதற்குப் பயன்படும். ஏனெனில் அது நீராவியை எளிதில் உறிஞ்சுமென்க. உதாரணமாக, பரிசோதனைச்சாலையிலே, ஈரமுலர்த்திகளிலுள்ள காற்றை உலர்த்த, அது உபயோகிக்கப்படுகிறது.

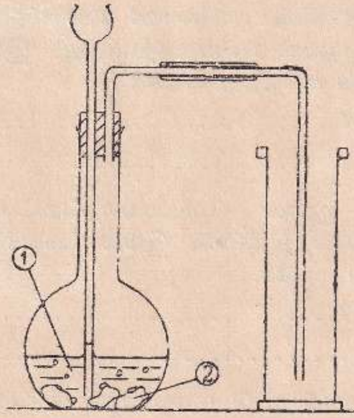
காபனீரொட்சைட்டு

முதலாவது நூலில், வளிமண்டலத்திற் கனவளவால் 0·03 சதவீதமளவிற்குக் காபனீரொட்சைட்டு எப்போதும் உளதெனவும், அது (அ) காபன் கொண்ட எரிபொருள்களும் பிற பதார்த்தங்களும் எரிதலினாலும் (ஆ) தாவரங்களும் விலங்குகளும் சுவாசித்தலினாலும் (இ) தாவரங்கள், விலங்குகளாகியவற்றின் மீதிகள் சிதைவுறுதலினாலும் உண்டாகின்றதெனவும், படித்துள்ளோம்.

பரிசோதனைச் சாலையில், நூல் I—இற் குறித்த சோதனைகளைச் செய்கையில், சிறுதொகைக் காபனீரொட்சைட்டை, (i) ஒட்சிசனிற் காபனை எரித்தும் (ii) பல்வேறு எரிபொருட்களைக் காற்றிலெரித்தும் (iii) சுவாசித்தும் (iv) சேதனவுறுப்புப்பொருட்களைச் சிதைவுறச்செய்தும், ஆக்கியுள்ளோம். இன்னும் அண்மையில், கல்சியங்காபனேற்றை மிக்க பலமாகச் சூடாக்கியும், காபனேற்றுக்களை அமிலங்களினாலே தாக்கச்செய்தும், காபனீரொட்சைட்டைப் பெற்றோம். கடைசியாய்க் கூறிய முறையே, பரிசோதனைச்சாலையிற் காபனீரொட்சைட்டை ஆக்குதற்கு, பெருவழக்கில் உள்ளது.

காபனீரொட்சைட்டைப் பலசாடிகளில் எவ்வாறு ஆக்குவதென்பது.

சுண்ணும்புக்கல்லில், அல்லது சலவைக்கல்லில் ஐதான ஐதரோகுளோரிக் கமிலத்தினது தாக்கத்தாலேயே, பரிசோதனைச்சாலையில், காபனீரொட்சைட்டு வழக்கமாக ஆக்கப்படும். (கல்சியங்காபனேற்றின்மீது கரையுந்தன்மையற்ற கல்சியஞ்சல்பேற்றைப் பரவித் தாக்கத்தை நிறுத்துமாதலால், சல்பூரிக்கமிலம் உபயோகிக்கப்படுவதில்லை).



உருவம் 6. காபனீரொட்சைட்டை ஆக்கல்.

1. ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலம் ; 2. சுண்ணும்புக்கல்.

உருவம் 6—இற் காட்டிய உபகரணத்தை அமைத்து, அதற்குட் சில சிறிய சுண்ணும்புக்கல், அல்லது சலவைக்கற்றுண்டுகளை இடுக. (ந—க. கல்லுத் துண்டுகளை மிக்க கவனமாய்க் கண்ணுடிக்கலத்தினுள்ளே நழுவவிடுக. சடுதியாய்க்கீழே போடலாகாது.) புன்னிப்புனலின் அடிமுனை மூடப்படுமளவிற்கே நீரை இட்டபின், செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தை, இடையீடின்றி வாயுவெளிவரும் வரை, ஊற்றுக. கீழ்முகப்போக்கினுல் மூன்று சோதனைக் குழாய்களிலும் மூன்று வாயுச்சாடிகளிலுங் காபனீரொட்சைட்டை நிரப்பிச்

சேகரிக்க. (நாம் ஒட்சிசனையும் ஐதரசனையும் நீரின்மேற் சேகரித்தோம்; ஆயின், காபனீரொட்சைட்டானது நீரில் ஓரளவு கரையுந்தன்மை வாய்ந்ததாகையால், அதனை நீரின்மேற் சேகரிப்பதில்லை.) காபனீரொட்சைட்டினாற் சாடி எப்போது நிறைந்துவிட்டதென நீர் காணுமாறில்லை. ஆயின், அது நிறைந்துள்ளதோவெனக் கொளுத்திய மரக்குச்சைச் சாடிவாயில் வைத்துப் பரிசோதித்தல் கூடும். சாடி நிறைந்திருப்பின், குச்சைச் சாடிவாயில் வைத்ததும், சுவாலை அணைந்துவிடுகிறது. இக்குழாய்களிலுஞ் சாடிகளிலும் வாயுவைச் சேகரித்ததும், 5 கன ச. மீ. சுண்ணாம்பு நீரும் 5 கன ச. மீ. நீருங் கொண்ட சோதனைக் குழாய்க்குட் சிறிது நேரத்திற்குக் காபனீரொட்சைட்டைக் குமிழிகளுண்டாகும்வண்ணஞ் செலுத்துக. அதனைச் செலுத்திக் கொண்டே பின்வரும் பரிசோதனைகளைச் செய்க. இக்குழாயையும் அதனுள் அடங்கியவற்றையும் பின்னர் வரும் பரிசோதனைக்கு வைத்திருக்க.

முதலாவது குழாய் – வாயுவினது தோற்றத்தையும் மணத்தையும் விவரிக்க. (பக்கம் 10–இற் கண்ட உமது பரிசோதனையில் ஏலவே இவ்வாயுவைச் சுவைத்துள்ளீர்.)

2–ஆவது குழாய் – நடுநிலைப் பாசிச்சாயக் கரைசலினாற் கருஞ்சிவப்பு நிறமாக்கப்பட்ட நீரைக்கொண்ட கிண்ணத்தின்மீது, இவ்வாயுவைக்கொண்ட குழாயைத் தலைகீழாய்க் கவிழ்த்து வைக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?..

என் ?..

3–ஆவது குழாய் – ஐதான சோடியமைதரொட்சைட்டுக்கரைசல் (எரிசோடா) கொண்ட கிண்ணத்தின்மேல் இவ்வாயுவைக்கொண்ட குழாயைத் தலைகீழாய்க் கவிழ்த்து வைக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?..

என் ?..

முதலாவது சாடி—ஈரமற்ற, வெறுமையான வேறொரு சாடிக்குள் வாயுவைக் கவனமாக (நீரைப்பெய்வது போல)ப் பெய்து, இரு சாடியிலும் இருக்கும் வாயுவைக் கொளுத்திய மரக்குச்சினாற் சோதிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?..

என்?..

2 ஆவது சாடி—ஒருபுடக்குகை மூடியிலுள்ள சிறிதளவு பெற்றோலிலே நெருப்புப் பற்றவைத்துப் பின்பு கவனமாய் அதன் மேல், ஒரு சாடியிலிருந்து, சிறிது காபனீரொட்சைட்டைப் பெய்க.

யாது நிகழ்கின்றது ?..

என்?..

3 ஆவது சாடி—எரிகின்ற ஒரு துண்டு மகனீசிய நாடாவைக் காபனீரொட்சைட்டுக்கொண்ட சாடிக்குள் இறக்குக.

யாது நிகழ்கின்றது ?..

யாது எஞ்சியுள்ளது ?..

காபனீரொட்சைட்டானது காபனைக்கொண்டுளதென்பதை எவ்வாறு நிறுவுதல் கூடுமென உம்மை எப்பொழுதாவது யாராயினுங் கேட்பின், மேற்கூறப்பட்ட பரிசோதனை விடை பகரும்.

சுண்ணும்புநீரிற் காபனீரொட்சைட்டினது தாக்கம் யாது ?

முந்திய பரிசோதனைகளைச் செய்கையில், உமது சோதனைக் குழாயிலுள்ள சுண்ணும்புநீரினூடாகக் காபனீரொட்சைட்டானது குமிழிவிட்டுச் சென்றுகொண்டேயிருந்தது. சுண்ணும்பு நீர் முதலிற் சோக்குத்தன்மையடைந்து, சிறிது நேரத்திற்குப் பின்னர் மீண்டுந் தெளிவாகின்றதென்பதை நீர் கவனித்திருப்பீர். கரையுந்தன்மையற்ற கல்சியங்காபனேற்று வீழ்படிவுண்டாவதால், முதலில் முகிற்றன்மையேற்பட்டது; மேற்கொண்டு காபனீரொட்சைட்டை இத்தொங்கலினூடேசெலுத்த, கரையுந்தன்மையற்ற கல்சியங்காபனேற்றுனது காபனீரொட்சைட்டுடனும் நீருடனுஞ் சேர்ந்து, கரையுந்தன்மையுடைய கல்சியமிருகாபனேற்றுகிக் கரைய, தெளிந்த கரைசலுண்டாகிறது. ஆகவே கல்சியங்காபனேற்றுனது காபனீரொட்சைட்டுக்கொண்ட நீரிற் கரையும். சுண்ணும்புக் கல்லுள்ள பிரதேசங்களில் இவ்வுண்மையாற் பெரு விளைவுகள் உண்டாகின்றன. (பக்கம் 17-ஐக் காண்க.) ஓடுகளை உண்டாக்குங் கடல்விலங்குகளும் முருகை விலங்குகளுந் தமது தேவைக்கான கல்சியம் காபனேற்றைக் கடனீரிற் கரைந்துள்ள கல்சியமிருகாபனேற்றிலிருந்து பெறுகின்றன.

உமது, தெளிந்த கல்சியமிருகாபனேற்றுக் கரைசலை, இருபாகங்களாய்ப் பிரிக்க. ஒரு பாகத்தை, மேற்கொண்டு மாற்றம் யாதும் ஏற்படாவரை, பல நிமிடங்கட்குக் கொதிக்க வைக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?..

மற்றையரைப் பாகத்தைச் சிறிதளவு சவர்க்காரக் கரைசலுடன் (1 சதவீதக் கரைசலில் 5 கன ச. மீ.) குலுக்குக.

யாது நிகழ்கின்றது ?..

அதேயளவான சவர்க்காரக் கரைசலை அதற்குச் சமமான கனவளவு கொண்ட, காய்ச்சிவடித்த நீருடனே மழைநீருடனே குலுக்குக.

யாது நிகழ்கின்றது ?..

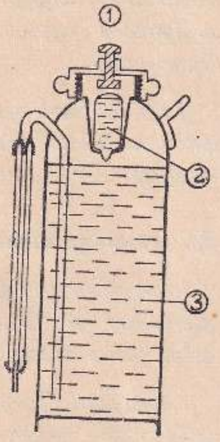
சவர்க்காரத்துடன் எளிதாய் நுரைக்காத நீர் வன்னீரெனப்படும். பின்னர் நீரின் வன்மையைப் பற்றிக் கூறும்போது இவ்வுண்மைகளைப் பற்றி மீண்டுங் குறிப்பிடுவோம்.

காபனீரொட்சைட்டின் இயல்புகள்.

மிக மெல்லிய மணமும் சற்றே புளிப்பான சுவையுங்கொண்ட ஒரு நிறமில்லா வாயுவே காபனீரொட்சைட்டு. அது ஓரளவிற்கு நீரிற் கரைந்து, மெல்லமிலமாய காபனிக்கமிலமாகும். 15° ச. அளவில், திறந்தவொரு கலத்துள்ள ஓரிலீற்றர் நீரில் அதற்கு மேலேயுள்ள ஓரிலீற்றர் காற்றிலுள்ள அளவினதாய காபனீரொட்சைட்டே கரைந்துளதாம். சோடா நீரென்பது அமுக்கநிலையிலே காபனீரொட்சைட்டைக்கொண்ட நீர்க்கரைசலாகும். இவ்வுண்மையை உம்முடைய ஆசிரியர், போக்கு குழாய் கொண்ட ஒரு தக்கையினாற் சோடா நீர் கொண்ட போத்தலை அடைத்துவிட்டு, வெளிவரும் வாயுவைச் சுண்ணாம்பு நீருக்குட் செலுத்துவதாற் செயன்முறையிற் காட்டுவார். காபனீரொட்சைட்டு 'பாரமான' வாயுவாகும். (காற்றிலும் ஒன்றரை மடங்கும் ஐதரசனிலும் இருபத்திரண்டு மடங்கும் அடர்த்தி கூடியது.) மிகுதியான அமுக்கநிலையில் பலமான உருக்குருளைகட்குள், பம்புவதால், இவ்வாயுவை ஓரளவில் எளிதாகத் திரவமாக்கலாம். நுரைக்கின்ற குடிவகைகள் செய்தற்பொருட்டு இவ்வடிவத்தில் இது விற்கப்படுகிறது. திரவக் காபனீரொட்சைட்டை ஓரளவுக்கு எளிதாகத் திண்மமாய் உறையச்செய்தல்கூடும். திண்மக் காபனீரொட்சைட்டுக் கட்டிகள், ஆவியாகும் போது திரவநிலையை எய்தாது நேரே வாயுவாகின்றமையால், 'ஈரமில்பனிக்கட்டி' யென்னும் பெயருடன் விற்கப்படுகின்றன. ஒரு கிராம் பனிக்கட்டி உருகும்போது உபயோகித்துவிடும் வெப்பத்திலும் இருமடங்கு வெப்பத்தை, ஆவியாகுகின்ற ஒவ்வொரு கிராந்திண்மக் காபனீரொட்சைட்டும் உபயோகித்து விடுவதாலும், சிறப்பாக, சாதாரணமான பனிக்கட்டிபோலன்றித் திரவமீதியொன்றையும் எஞ்ச விடுவதில்லை யாகையாலும், இந்த ஈரமில் பனிக்கட்டி மிக்கபயனுடைய ஒரு குளிராக்கு கருவியாகும்.

காபனீரொட்சைட்டு எரிய மாட்டாது. (தீவிரமாக எரிகின்ற மகனீசியம், அல்லது பொற்றாசியத்தின் தகனத்திற்கேயன்றி) பொதுவாகத் தகனத்திற்கு ஆதாரமாகாது. உருவம் 7–இற் காட்டிய "சோடா–அமில" வகை முதலான சில இரசாயன நெருப்பணை கருவிகளில், இக்காரணம்பற்றி, அது உபயோகமாகின்றது. இவ்வுபகரணம் வன்மையான சோடியமிருகாபனேற்றுக்கரைசலையுஞ் சல்பூரிக் கமிலம் நிறைந்தவொரு கண்ணாடிக் குமிழையுங்கொண்

டதாகும். ஒரு நெருப்பை அணைப்பதற்கு அணைகருவி தேவைப் படும்போது, உலோகக்கோலைத் தாக்குவதால், அமிலக்குமிழ் உடைக்கப்படும். இவ்வமிலம் இருகாபனேற்றுடன் கலக்க, கூர் நுனிக்குழாயினூடாகக் காபனீரொட்சைட்டுந்திரவமுங் கொண்ட நுரையுண்டாகின்றது. பெற்றோல், அல்லது எண்ணெய் நெருப்புக்களில், இந்த நுரை, எரியுந் திரவத்தின் மேற்பரப்பிலே மிதந்து, அதனைக் காற்றிலிருந்து காத்து, நெருப்பை அணைக்கின்றது. நீரை மட்டும் உபயோகித்தால், எண்ணெய் நீரின் மேலே மிதந்து எரிந்துகொண்டேயிருக்கும்.



உருவம் 7.
சோடா–அமிலத் தீயணை கருவி

1. அமிலக் குமிழுடைய இம்முணைப்பில் அடிக்க; 2. அமிலமுள்ள கண்ணடிக் குமிழ்; 3. இருகாபனேற்றுத் திரவம்.

பெருந் தொகையாயிருப்பின் மூச்சடைப்பை உண்டாக்கி, மரணத்திற்கு ஏதுவாயிருப்பினும், காபனீரொட்சைட்டு நச்சுத்தன்மையானவாயு வன்று. நீர்நிறைந்த ஒரு சாடிக்குள் ஓரெலியை விட்டால், அது மூழ்கியிறக்கும். அவ்வாறே காபனீரொட்சைட்டுக்கொண்ட சாடிக்குள் அதை விட்டாலும் ஒட்சிசனில்லாமையால் மூச்சடைத்து இறக்கும். நீருள் அமிழ்ந்தி விடுவதாலேயே, எனின் மூச்சடைத்துவிடுவதாலேயே, மரணமேற்படுகிறது; ஆயின் நீர் நச்சுத்தன்மையுடையதன்று.

வன்னீரும் மென்னீரும்

இயற்கை நீரை வன்னீரும் மென்னீருமென இரு வகுப்புக்களாகப் பிரித்தல்கூடும்.

மென்னீர் சவர்க்காரத்தோடு கூடிய அக்கணமே நுரைக்கும். மழைநீரும் காய்ச்சிவடித்த நீரும் மென்மையானவை. அவை சவர்க்காரத்தோடு எளிதிலே நுரைக்கும்.

சவர்க்காரத்தோடு வன்னீர் சுலபமாய் நுரைப்பதில்லை. முதலில், மேற்பரப்பின்மீது கரையுந்தன்மையற்ற ஒரு படலமாகின்றது. சவர்க்காரத்தை மிகுதியாகச் சேர்த்தபின்னரே, அது நுரைக்கும். சுண்ணும்புக்கற் பிரதேசங்களிலுள்ள ஊற்றுநீர், அல்லது கிணற்று நீர், வன்மையானது; கடனீர் மிக்க வன்மையானதாகும்.

நீரின் வன்மை, நிலையில்லாததாகவோ நிலையுள்ளதாகவோ இருத்தல் கூடும். நீரைக் கொதிக்க வைப்பதால், அதிலுள்ள வன்மையை நீக்கக் கூடுமாயின், அந்நீர் நிலையில்வன்னீர் எனப்படும். கொதிக்கவைத்தலினால் அதிலுள்ள வன்மையை நீக்க முடியாதாயின், அது நிலையுள்ளவன்னீரெனப்படும்.

நீரிற் கல்சியமிருகாபனேற்றிருத்தலே நிலையில் வன்மைக்குப் பிரதானமான காரணமாகும். நீரிற் கல்சியஞ்சல்பேற்றிருத்தலே நிலையுள்ள வன்மைக்குப் பிரதானமான காரணமாகும்.

நீர் எவ்வாறு வன்மையாகின்றது ?

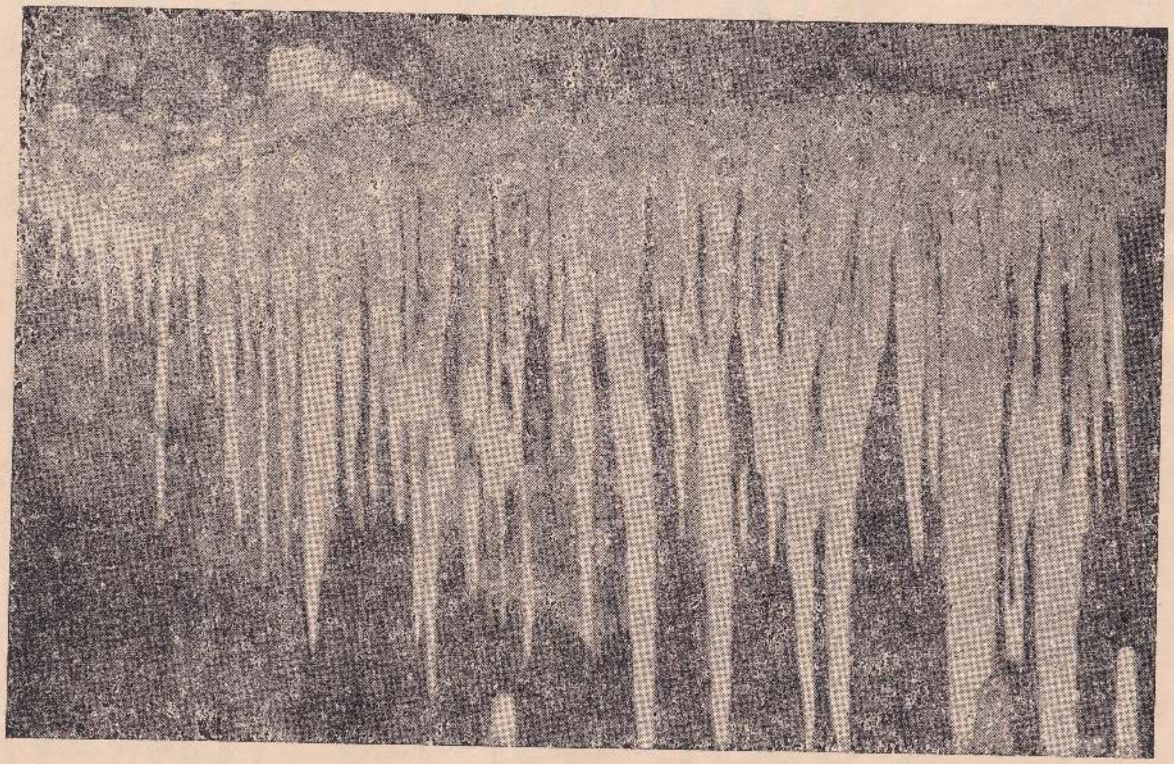
மழைநீரொழிந்த ஏனைய இயற்கை நீர்களுட் பெரும்பாலானவை கரைந்த கனிப்பொருள் கொண்டவை. புவியிலிருந்து கரைந்துள்ள இப்பதார்த்தங்களே நீரை வன்மையாக்குகின்றன.

கல்சியங்காபனேற்றானது தூயநீரிற் கரையுந்தன்மையற்றதாயினும், காபனீரொட்சைட்டுக்கொண்ட நீரிற் கரையுந்தன்மையது. ஏனெனில், கரையுந் தன்மையற்ற கல்சியங்காபனேற்று கரையுந்தன்மையுள்ள கல்சியமிருகாபனேற்றாக மாற்றப்படுமென்க. இவ்வுண்மைகளை நாம் முன்னரே கண்டுள்ளோம். இனி மழையானது காற்றினூடாகப் பெய்கையில், காபனீரொட்சைட்டைக் கரைத்து நிலத்தையடையும்போது, சுண்ணம்புக்கல்லின்மீது விழ நேரிடின், சிறிது கல்சியங் காபனேற்றையுங் கரைத்துக் கல்சியமிரு காபனேற்றின் ஒரு கரைசலாகின்றது.

உலகின் பல பாகங்களில், காபனீரொட்சைட்டுக்கொண்ட நீரினது தாக்கந் தொடர்ந்து பல்லாயிரமாண்டுகளாக நடைபெற்றதன் காரணமாக, சுண்ணம்புக் கற்பாறைகளிற் குகைகளுண்டாயிருக்கின்றன. இத்தகைய சுண்ணம்புக் கற்குகைகளில், முகட்டிலிருந்து வடிகின்ற நீர் சிறிது காபனீரொட்சைட்டை இழந்து கீழே விழ, கல்சியங்காபனேற்றுப் படிவு எஞ்சுகிறது. குகைமுகட்டிலிருந்து விழு மொவ்வொரு நீர்த்துளியும் மேலுஞ் சிறிது கல்சியங் காபனேற்றைக் கூட்ட, அப்படிவு வளர்ச்சியடைகின்றது. இவ்வாறுண்டாகித் தொங்குங் கல்சியங் காபனேற்றுத் துண்டுகள் கசிதுளிவீழ்ரெனப்படும். (உருவம் 8-ஐக் காண்க.)

கல்சியங்காபனேற்று + நீர் + காபனீரொட்சைட்டு ⇄ கல்சியமிருகாபனேற்று.

இத்தாக்கம் மீளுந்தன்மையது. கல்சியங்காபனேற்றானது காபனீரொட்சைட்டுள்ள நீரிற் (எனின், காபனிக்கமிலத்திற்) கரையும்போது, தாக்கம் இடமிருந்து வலமாக நிகழக் கல்சியமிருகாபனேற்றுண்டாகின்றது. ஆயின், தெளிந்த கல்சியமிருகாபனேற்றுக் கரைசலைக் கொதிக்கவைக்கும்போது, தாக்கம் வலமிருந்து இடமாக நிகழ, கல்சியமிருகாபனேற்றானது கல்சியங் காபனேற்றுங் காபனீரொட்சைட்டும் நீருமாகப் பிரிகின்றது. ஆகவே, நீரின்



உருவம் 8—கசிதுளிவீழ்கள்.

ஒரு மாதிரியின் வன்மை கல்சியமிரு காபனேற்றால் ஏற்பட்டிருப்பின், அதனைக் கொதிக்கவைத்து இலகுவாய் வன்மையை நீக்கலாம். அ—து, கொதிக்கச் செய்தலினால், நிலையில் வன்மை நீக்கப்படுமென்பதே.

எனினும், இயற்கை நீர்கள் சிலவற்றில், நிலையுள்ள வன்மைக்கு ஒரு காரணமாய, கல்சியஞ் சல்பேற்றிருக்கின்றது. இதனை, கொதிக்கச் செய்தலினால், பிரித்தலியலாது.

வன்னீரின் குறைவுபாடுகள் யாவை ?

(i) வன்னீர் சவர்க்காரத்தை வீணாக்கும்—கழுவுதற்காக வன்னீரை உபயோகிக்கும்போது, நுரை யாதும் உண்டாவதற்குமுன்னர், மிகுதியான சவர்க்காரஞ் செலவாகிவிடுகின்றது. ஆகவே, வன்னீர் வழங்கலுள்ளவிடத்து மக்கள் ஓராண்டிற் பலவிருத்தற் சவர்க்காரத்தை உபயோகிப்பர். இவ்வீணாய சவர்க்காரம் நுரையேற்படுவதற்குமுன்னர் வன்னீரை மென்மையாக்குதற்கு உபயோகமாகின்றது.

(ii) வன்னீரினாற் கொதிகலப்பொருக்கு உண்டாகும். நீராவியை உண்டாக்குவதற்கு வன்னீரைக் கொதிகலத்திற் கொதிக்கவைத்தால், கரைந்துள்ள கல்சியஞ் சேர்வைகள் கொதிகலத்தினுட்புறத்தும், கொதிகலக்குழாய்களினுட்புறத்துங் கடினமான படிவாகின்றன. இதனைக் கொதிகலப் பொருக்கென்பர். இது கொதிகலக்குழாய்களை அடைப்பதுமன்றி, மந்தமான வெப்பக்கடத்தியுமாதலால், எரிபொருளை வீணாக்கும். கொதிகலப்பொருக்கை நீக்காவிடின் அக்கொதிகலன் வெடித்தலுங் கூடும்.

நிலையில்வன்மை எவ்வாறு நீக்கப்படும் ?

கொதிக்கச் செய்தலினாலே நிலையில் வன்மை நீக்கப்படுமெனக் கண்டோம்; ஆயின் இம்முறையை மிகச் சுருங்கிய அளவிலேயே உபயோகித்தல் கூடும். பெருமளவான நிலையில்வன்னீரை, அதிற் கரைந்துள்ள காபனீரொட்சைட்டோடு சேர்வதற்கான நீறிய சுண்ணம்பை இடுவதால், மென்மையாக்கல் கூடும். அப்போது கல்சியங்காபனேற்று நீரிலிருந்து வேறாகிப் படிகின்றது. இம்முறை இல்லங்களில் உபயோகித்தற்கு ஏற்றதன்று. ஏனெனில், இம்முறையில் முதலில் நீரைப் பகுத்து அதிலிடுவதற்கு எத்துணை கல்சியமைதரொட்சைட்டு வேண்டுமெனக் கணித்தல் அவசியமாகுமென்க. சில கலனளவான நீரிலிருந்து நிலையில்வன்மையை நீக்குதற்கு மிக்க இலகுவான வழி, சிறிதளவு சோடியங்காபனேற்றை (சலவைச்சோடாவை) அதில் இடுதலே.

நிலையுள்வன்மை எவ்வாறு நீக்கப்படும் ?

நிலையுள்வன்மையானது, கொதிக்க வைத்தலாலோ நீறிய சுண்ணும்பைச் சேர்த்தலாலோ, நீக்கப்படுவதன்று; ஆயின், சோடியங் காபனேற்றைச் சேர்த்து அதனை நீக்கலாம். எனவே,

கல்சியஞ்சல்பேற்று + சோடியங்காபனேற்று →
கல்சியங்காபனேற்று + சோடியஞ்சல்பேற்று.

ஆகவே, கல்சியஞ்சேர்வைகள் யாவும், கரையுந்தன்மையற்ற கல்சியங்காபனேற்றாகப் படிவுவீழ்கின்றன. இவ்வாறு சலவைச்சோடாவானது நிலையில் வன்மை நிலையுள் வன்மையாகிய இரண்டினையும் நீக்கும். துணிகளைக் கழுவுதற்கு முன்னர் நீரிற் சலவைச் சோடாவை இடுதல் எதற்காகவென்பதை நீர் இப்போது விளங்கிக்கொள்வீர். நீரானது மென்மையாக்கப்படுகின்றமையால், குறைந்தவளவு சவர்க்காரமே தேவைப்படும். இதே நோக்கத்துடன் சில வேளைகளில் அமோனியாவும் உபயோகிக்கப்படுகிறது. வணிகச் சலவைத் தூள்களுட் பெரும்பாலானவை சலவைச் சோடாவுந் தூளாக்கிய சவர்க்காரமுஞ் சேர்ந்த கலவைகளேயாகும். புதிய "சவர்க்காரமிலா" மாசுநீக்கிகள் சாதாரணமான சவர்க்காரத்திலுங் குறைவாகவே வன்னீரினாற் பாதிக்கப்படுகின்றன.

மிக்க மென்மையான நீரின் குறைவுபாடுகள் யாவை ?

(i) மிக்க மென்மையான நீர் — உதாரணமாக மழைநீர் — ஓரளவிற்குச் சுவையற்றதாய் இருத்தலினால், பலர் சற்று வன்மையான நீரையே குடிப்பதற்குச் சிறந்ததாகக் கொள்கின்றனர். குடி நீரிற் சிறிதளவு கல்சியஞ் சேர்வைகள் இருப்பின், எலும்புகள், பற்களாதியவற்றின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய கனிப்பொருளும் பெறப்படும். மிக்க மென்மையான நீரில் இப்பயனை அளித்தற்குப் போதுமான கல்சியஞ்சேர்வைகளில்லை. (இந் நோக்கத்திற்குப் பசிய மரக்கறிகளும் பாலுமே கல்சியஞ்சேர்வைகளைக் கொண்ட மிக்க முக்கியமான மூதலுணவுகளாகும்.)

(ii) நீர் மிக்க மென்மையாய் இருப்பின், ஈயக்குழாய்களை உபயோகித்தலியலாது. ஏனெனில், மென்னீர் சிறிதளவாக ஈயத்தைக் கரைப்பதால் ஈயநஞ்சூட்டலுக்கு ஏதுவாகவிருக்குமென்க. வன்னீர் ஈயக்குழாய்களைத் தாக்காது. (வழங்கு நீர் மென்மையாக இருக்கின்ற நாட்டில், நீரைக் கொண்டு செல்வதற்கு இரும்பு அல்லது பிளாத்திக்குக் குழாய்களே உபயோகிக்கப்படுகின்றன.)

வன்னீரையும் மென்னீரையுங்கொண்டு பரிசோதனைகள் செய்தல்.

(1) சுத்தமான, அடைப்புள்ள போத்தலில் அளவுகோடிட்டவுருளையிலிருந்து 50 கன ச.மீ. மழைநீரை அளந்து விடுக. 1 சதவீதச் சவர்க்காரக் கரைசலை, ஒவ்வொரு முறையும் சில துளிகளாக ஓரளவியிலிருந்து விட்டு,

ஒவ்வொரு முறையும் விட்டதற்பின், போத்தலை நன்ருய்க் குலுக்குக. பின் போத்தலை வைத்துவிட்டு, நுரையுண்டாகின்றதோவெனக் கவனிக்க. குறைந்தது ஒருநிமிடத்திற்காயினும் நுரை கரையாதிருக்கும்வரை சவர்க்காரக் கரைசலை இடுக. பின் அளவியிலிருந்து சவர்க்காரக் கரைசல் எவ்வளவு சேர்க்கப்பட்டுள்ளதென அளவிட்டு, நீர் பெற்ற எண்ணை அடியிற் குறிக்க.

(2) தரப்பட்ட வன்னீரில் 50 கன ச. மீற்றரை உபயோகித்துப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்து, நிலையான நுரையைப் பெறுதற்கு எவ்வளவு கரைசல் வேண்டப்படுகிறதெனக் குறிக்க.

(3) தரப்பட்ட வன்னீரில் 50 கன ச.மீ. எடுத்து, 5 நிமிடங்கட்குக் குடுவையிற் கொதிக்கவைக்க. ஆறியதும் போத்தலிற்குள்ளே மீண்டும் ஊற்றி, சவர்க்காரக் கரைசலை முன்போல் இடுக. கொதிக்கவைத்தலால் நிலையில் வன்மை யாதுமிருப்பின் அது நீக்கப்படுகின்றதென்பதில் ஐயமில்லை.

(4) தரப்பட்ட வன்னீரில் 50 கன ச. மீற்றரை ஒரு முகவைக்குள் அளந்துவிட்டு, சில சல்வைச்சோடாப் பளிங்குகளை, நிலையில்வன்மை நிலையுள்வன்மையாகிய இரண்டையும் நீக்குவதற்கு, சேர்க்க. கரையுமாறு கலக்கி, 15 நிமிடங்கட்கு வைக்க; பின்பு அடைப்புள்ள போத்தலொன்றுள் வடித்து, முன்போலச் சவர்க்காரக் கரைசலை இடுக.

(5) பரிசோதனைச் சாலைக் குழாய்நீரில் 50 கன ச.மீ. எடுத்துப் பரிசோதனை 1– ஐ மீண்டுஞ் செய்க.

உமது விடைகளைப் பின்வரும் அட்டவணையிற் குறிக்க.

வெவ்வேறு வகை நீருடன் நிலையுள்ள நுரையைப் பெறுதற்குத் தேவைப்பட்ட சவர்க்காரக் கரைசலின் கனவளவு.

50 கன ச.மீ.	தேவைப்படுஞ் சவர்க்காரக் கரைசலின் கன ச.மீ.
மழைநீர்	
குழாய்நீர்	
வன்னீர்	
கொதிக்கவைத்த வன்னீர்	
சோடாவினுல்மென்மையாக்கப்பட்டவன்னீர்	

பொது விஞ்ஞானப்பயிற்சி நூல் 1–இல், 28–37 வரையான பக்கங்களில் முதலாமத்தியாயத்துக்குரிய பயிற்சிகள் காணப்படும்.

அத்தியாயம் II

கறியுப்பு

எமது அன்றன்றை வாழ்க்கையில் நாம் வழங்கும் பிறிதொரு பதார்த்தமான கறியுப்பைப் பற்றியும், அதிலிருந்து பெறக்கூடிய முக்கியமான பதார்த்தங்களைப் பற்றியும் இப்போது படிப்போம்.

புவியோட்டிற் பெருந்தொகையாய்க் கறியுப்புக்காணப்படும். கடனீர் சராசரியாய் 3 சதவீதமான கறியுப்பைக் கொண்டுளது. எனவே உலகிலுள்ள சமுத்திரங்களிற் பலகோடி தொன்னளவாகக் கறியுப்பு இருக்கின்றது. (உண்மையாக, உலகின் மேற்பரப்பு முழுவதின் மீதும், ஏறக்குறைய 100 அடி தடிப்பான படையாகப் படிதற்கு வேண்டிய உப்பு சமுத்திரங்களில் இருக்கின்றதெனக் மதிப்பிட்டுள்ளனர்.) மழைவீழ்ச்சியாற் பெறுகின்ற நயத்திலும் ஆவியாகலால் ஏற்படுகின்ற நட்டம் அதிகமாய் இருத்தலால் வற்றிவிடுகின்ற உண்ணாட்டுக் கடல்கள் சிலவற்றிற் கறியுப்பின் சதவீதங் கூடியதாய் இருக்கின்றது. உதாரணமாக, பலத்தீனத்திலுள்ள சாக்கடலினது நீர் 9 சதவீதமளவிற்கு உப்பைக் கொண்டதாகும். (இத்துணை மிகுதியாயிருத்தலால், அது கரைகளிற் படிகின்றது.) இந்துப்புத் திண்மப் படிவுகள் பலநாடுகளிற் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, இங்கிலாந்து (செசாயரில்), இந்தியா, செருமனி, போலந்து ஆதிய நாடுகளைக் கூறலாம். இனி, போலந்திலுள்ள இந்துப்புப்படலம், நீளம் 500 மைலும் அகலம் 20 மைலும் தடிப்பு 1000 அடியுங் கொண்டதெனக் கூறப்படுகின்றது. இன்று சாக்கடல் வற்றுவதுபோல, பலகோடி வருடங்கட்கு முன்னர் உண்ணாட்டுக்கடல்கள் வற்றியமையால், இவ்விந்துப்புப் படிவுகள் உண்டாயின வென்று கருதப்படுகின்றது.

ஏனைக் கனிப்பொருள்களைப் போல், இந்துப்பையும் சுரங்கமறுத்துப் பெறுதல் கூடும். ஆயின், இயற்கையான உப்பூற்று, அல்லது இந்துப்புப் படலத்தின் அடித்தளத்திலிருந்து, அதனைக் கரைசல் வடிவத்தில் மேலுறப் பம்பச்செய்து பெறுதலே பெருவழக்காயிருக்கின்றது. பின்னர்க் குறித்த முறையில், முதலில் இந்துப்புப் படலத்தின் அடித்தளத்துள் ஒரு துளைதுவாரமூடாக நீரானது விசையுடன் செலுத்தப்படும். பின்னர் அந்நீரானது நிரம்பிய உப்புக்கரைசலாகியதும், பம்பி மூலம் வெளிச்செலுத்தப்பட்டு, அகன்ற ஆழங்குறைந்த உப்பளங்களில் ஆவியாக்கப்படும். ஏடின் போன்ற, நெடிய வறண்ட பருவத்தைக்கொண்ட, வெப்பமான இடங்களிற் கடனீரை ஆழங்குறைந்த பாத்திகளிற் பாய்ச்சிச் சூரியவெப்பத்தால் ஆவியாகச்செய்து, இந்துப்பைப் பெறுவர். மிகக் குளிரான நாடுகளில், உதாரணமாக இரசியாவில் வெண்கடலின் அயலில், நீரிற் பெரும்பகுதியை உறையச்செய்து

ஆகற்றியபின்னர், உறையாது எஞ்சியுள்ள வன்மையான உப்புக்கரைசல் உலரும்வரை நெருப்பின்மீது ஆவியாக்கப்படும். கறியுப்பானது பளிங்கு நீரில்லா ஒளிபுகுகின்ற சதுரத்திண்மங்களாய்ப் பளிங்காகும்.

கறியுப்பு எதற்குப் பயன்படும்?

எமது உணவுப் பொருட்கள் பெரும்பாலானவற்றிற் கறியுப்புச் சிறிதளவாக உளது. அத்துடன் நாமுஞ் சொற்பமாகக் கறியுப்பைக் கூட்டிக்கொள்கிறேம். உண்மையில் விலங்குகளின் உடலிலுள்ள திரவங்கள் யாவற்றிலுங் கறியுப்பு உளதாகையால், எல்லா விலங்குகட்கும் அது அவசியமாகும். ஒரு மனிதன் தனது சிறுநீரோடு நாளொன்றுக்கு ஏறக்குறைய 12 கிராமளவான உப்பையும், அத்துடன் வியர்வையோடு இன்னுஞ் சிறிது உப்பையும் இழக்கிறன். இந்நட்டத்தை எவ்வாறேனும் ஈடுசெய்தல் வேண்டும். பசுமைத் தாவரங்களை உட்கொள்ளும் விலங்குகள் தாம் உண்ணுந் தாவரங்களிலிருந்தும், இறைச்சி தின்னும் விலங்குகள் தம் இரைகளின் இரத்தத்திலிருந்தும் உப்பைப் பெறுகின்றன. தமது வழக்கமான உணவிலிருந்து போதிய உப்பை அவை பெருவிடின், தமது உப்பு அவாவைத் தீர்த்தற்பொருட்டு, உப்பு நக்குவதற்காகப் பல காதவழி செல்லும். சுரங்கத்தொழிலாளர் வியர்வை வாயிலாய் மிக்க உப்பை இழக்கின்றமையால், வெப்பமிக்க நிலையில் வேலைசெய்யும்போது உப்பு நீரைக் குடித்தலை ஒரு பழக்கமாக்கிக்கொள்வர்.

மீனையும் இறைச்சியையும் பழுதுருவகை பேணி வைத்தற்கும் உப்புப் பயன்படும். சலவைச் சோடா, எரிசோடா, சவர்க்காரம் போன்ற சோடியஞ் சேர்வைகளை ஆக்குதற்கு முதற்பொருளாய் இருப்பதும் அதுவே. குழாய் நீரைச் சுத்தஞ் செய்தற்கும் பிறநோக்கங்கட்கும் பயன்படுகின்ற குளோரீனும், இதிலிருந்தே பெறப்படும். விலைகுறைந்த மட்பாண்டங்களை மெருகிடுவதற்குங் கறியுப்புப் பயன்படும்.

ஆகவே, அன்றன்றை வாழ்க்கைக்குக் கறியுப்பு மிக்க முக்கியமான பதார்த்தமாக இருப்பதோடு பெருவாரியாகவும் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. ஒரு மனிதன் ஆண்டொன்றுக்குத் தனது உணவிலே சராசரி 30 இரு. உப்பை உபயோகிக்கின்றனெனக் கணிக்கப்பட்டுள்ளது.

சுண்ணும்புக்கல்லில் வெப்பத்தாலும் அமிலங்களாலும் ஏற்பட்ட தாக்கங்களை அவதானித்து, சுண்ணும்புக் கல்லின் இரசாயனத்தன்மையைப் பற்றிமிகப் படித்தோம். இதே முறையில் நாம் இப்போது கறியுப்பைப் பற்றி படிப்போம்.

கறியுப்பில் வெப்பத்தாலேற்படும் தாக்கம் யாது ?

உம்முடைய ஆசிரியர் கறியுப்பிலே வெப்பத்தாலேற்படுந் தாக்கத்தைக் காட்டுவர். ஒரு வன்கண்ணாடிச் சோதனைக் குழாயிற் சூடாக்கினால், கறியுப் புப் பளிங்குகள் "படபட"வென உரத்த ஒலியுடன் வெடிக்கும். பின்னர் சோதனைக் குழாய் (850° ச.அ. இல்) உருகத்தொடங்க, உப்புந் தெளிந்த திரவமாக உருகும்.

குளிர்ந்த பின்னர், திரவந் திண்மமாகும்; அது முதற்பொருளாய கறி யுப்பின் அதே சுவையுடையதாய்க் காணப்படும். எனவே, சூடாக்கும்போது அதிற் பௌதிக மாற்றம் மட்டுமே ஏற்பட்டுள்ளதென்பது பெறப்படும்.

கறியுப்பில் ஐதான அமிலங்களின் தாக்கம் யாது ?

உம்முடைய ஆசிரியர் கறியுப்போடு ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலம், சல்பூரிக்கமிலம், நைத்திரிக்கமிலமாகியவற்றைக் கூட்டுவதனால் ஏற்படும் விளைவுகள் எத்தன்மையவெனப் பரிசோதித்துக் காட்டுவர்.

ஒவ்வொரு வகையிலும் நிகழ்வது யாது ?

(i) ....

(ii) ....

(iii) ....

கறியுப்பின்மீது செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தினது தாக்கம் யாது ?

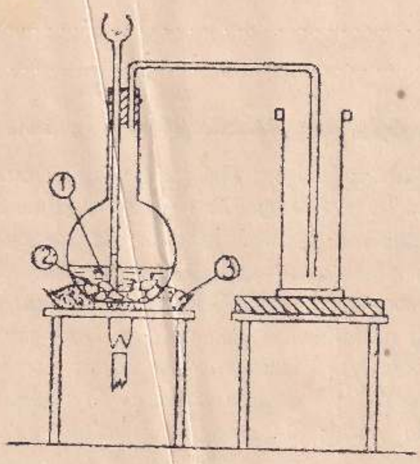
(i) ஒரு சோதனைக்குழாயிற் சிறிதளவு கறியுப்பை எடுத்து, அதிற் செறிந்த சல்பூரிக்கமிலஞ் சில துளிகளை இடுக. (கவனம்: உமக்காக ஆசிரி யரே இடுதலுங் கூடும்.) வலுவான தாக்கம் நிகழ்வதைக் கவனிக்க. குழா யகத் திருக்கையிற் கட்புலனாகா வாயுவொன்று வெளியிடப்படும். ஆனால் வெளிப் புறத்துக் காற்றோடு கூடும்போது, சிறப்பாகக் குழாய்வாயில் நீர் ஊதும்போது, அது முகில்போலாகும்; அஃது, ஈரத்தன்மையுள்ள காற்றில் அது புகைக்குமென்பதே. அவ்வாயு காரமான மணமுடையதென்பதை நீர் விரைவிற் கவனிப்பீர்; எனின், மூக்கையுந் தொண்டையையும் அது தாக் கும். கொளுத்திய மரக்குச்சொன்றைக் குழாயின் உட்புறத்தன்றி வாய்க் கருகிற் பிடிக்க. வாயு எரியமாட்டாது. இனி, கொளுத்திய குச்சைக் குழா யின் உட்புறத்துப் பிடிக்க. இப்போது சுவாலை அணைந்துவிடுகிறது; எனின் இவ்வாயு தகனத்திற்குத் துணையாகாது. ஈரமான நீலப்பாசிச் சாயத் தாளைக் குழாய் வாயிற் பிடிக்க. அது செந்நிறமாகத் திரிகின்றமையால், நீருடன் சேர்ந்து இவ்வாயு ஓர் அமிலமாகின்றதென்பது புலப்படும். ஒரு கண்ணாடிக் கோலை அமோனியாக் கரைசலிலே தோய்த்துக் குழாய் வாயிற் பிடிக்க. வெண்ணிறமான புகையுண்டாகும்.

3—J. N. B 67381 (8/57)

(i) செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலமுள்ள போத்தலின் உட்புறத்தன்றித் திறந்த வாயிற் கணித்தாய், அமோனியாக்கரைசலிலே தோய்த்த ஒரு கண்ணுடிக்கோலைப் பிடிக்க. முன்னர்ப்பெற்ற விளைவையே இப்போதும் பெறுகின்றமையால், கறியுப்போடு சல்பூரிக்கமிலத்தைச் சேர்க்கும்போது விடுக்கப்படும் வாயுவும், செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தினின்றும் வெளிவரும் வாயுவும், ஒரே வாயுவாக இருத்தல் கூடும். இரு வாயுக்களும் ஒரே மணமுடையனவாய் இருத்தலால், இவ்வுண்மை உறுதிப்படுத்தப்படும். எனவே, இவ்வாயு ஐதரோகுளோரிக்கமிலவாயு, அல்லது ஐதரசன்குளோரைட் டென்க. இது ஐதரசனும் குளோரைட்டுங் கொண்ட ஒரு சேர்வை யென்பதை இரண்டாவது பெயர் உணர்த்தும். இவ்வுண்மையை நாம் அடுத்து நிறுவுவோம்.

ஐதரசன் குளோரைட்டைப் பெருந்தொகையாய் எவ்வாறு ஆக்குவதென்பது.

(i) முள்ளிப்புனலும் போக்குகுழாயுங்கொண்ட, மெழுகிட்டதக்கையொன்று குடுவையில் இணைக்கப்படுகிறது. குடுவைக்குள் ஒரு படை கறியுப்பு (மலிவான வணிக உப்பின் பெரும்பளிங்குகள்) இடப்படும். உப்பை மூடுவதற்குப் போதுமான செறிந்த சல்பூரிக்கமிலம் (அபாயம்!) முள்ளிப்



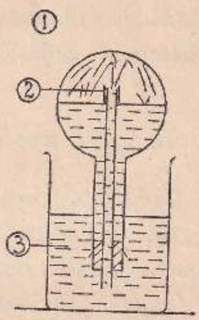
உருவம் 9. ஐதரசன்குளோரைட்டை ஆக்கல்.

1. செறிந்த சல்பூரிக்கமிலம்; 2. கறியுப்பு; 3. மணற்றெட்டி.

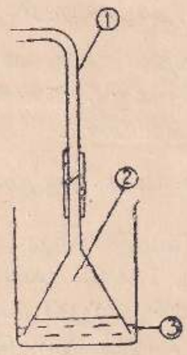
புனலூடாய் ஊற்றப்படுகின்றது. பின்னர் மணற்றெட்டியின் மீது குடுவை மென்மையாகச் சூடாக்கப்பட்டு, உருவம் 9-இற் காட்டியாங்கு, கீழ்முகப் போக்கினுல் ஈரமில்வாயுச் சாடியில் வெளிவரும் வாயு திரட்டப்படுகிறது.

ஒரு சாடி நிறைந்த வாயுவைத் திரட்டி, அதனை வாயுச்சாடி மூடியினால் மூடுக. (சாடி நிறைந்துள்ளதென எவ்வாறு கூறலாம்?) பரிசோதனை (iv)-இற்கு வரும்வரை வாயுநிறைந்த இச்சாடியை வைத்திருக்க.

(ii) ஈரமில் கோளவடிக் குடுவையை, அல்லது சோதனைக் குழாயை, வாயுவினாலே நிரப்புக. நிரம்பியதும், ஈரமான வடிதாள் இணைக்கப்பட்ட, கண்ணாடிக் குழாய்கொண்ட தக்கையினாற் குடுவையை அடைக்க. உருவம் 10–இற் காட்டியாங்கு, கண்ணாடிக் குழாயின் முனையானது பாசிச்சாயக்கரைசலினாலே நீலநிறமாக்கப்பட்ட நீரிலே தோயும்வண்ணம், விரைவாகக் குடுவையைத் தலைகீழாய்க் கவிழ்த்துவைக்க. முதற் சில துளிகள் குடுவைக்குட் செல்லும்வரை, நீர் மெல்லெனக் குழாய்க்குள் ஏறும். பின்னர், அது கண்ணாடிக் குழாய்க்குட் பெருகி எழுந்து, குடுவையகத்து ஒரு தாரை போல விளங்கும். (நீர் குடுவையை ஐதரசன் குளோரைட்டால் முற்றாக நிறைத்துள்



உருவம் 10.
ஐதரசன் குளோரைட்டு.
1. வாயு கரைய, நீர் உள்ளே பாய்கிறது ; 2. ஈர வடிதாள் ; 3. நீர்.



உருவம் 11.
ஐதரசன் குளோரைட்டின் கரைசலையாக்க.
1. போக்கு குழாய் ; 2. ஐதரசன் குளோரைட்டு ; 3. நீர்.

ளீராயின்) குடுவை முற்றாக நிறையும்வரை நீரானது மேலெழும். இவ்வாயு நீரில் நனி கரையுமென்பதை இது புலப்படுத்தும். (பொது வளிமண்டல வமுக்கத்தில் 1 கன ச. மீ. குளிர் நீர் 500 கன ச. மீ. வாயுவைக் கரைக்கும்.) நீர் குடுவைக்குட் பெருகிச் செல்ல, பாசிச்சாயஞ் செந்நிறமாய் மாறி ஓரமிலம் உண்டாயதைப் புலப்படுத்துகின்றது.

(iii) உருவம் ii–இற் காட்டியாங்கு, ஒரு முகவையிலுள்ள சிறிதளவு நீரின்மேற்பரப்பின் கீழே தோயும் வண்ணம் ஒரு புனலை வைத்து, அதனூடாக வாயுவை நீருக்குட் செலுத்தி, அவ்வாயுவின் செறிந்த கரைசலை ஆக்

குக. இவ்வுபகரணமானது, நீரைக் குடுவைக்குள் மீளவிடாது தடுத்து, முன்னர் விவரித்த, ஊற்றுப்பரிசோதனையில் நடந்தது இங்கே அபாயமான முறையில் நடவாது செய்தற்கு ஏதுவாகும். நீரானது வாயுவினாலே நிரம்பும் வரை இவ்வாயுவை நெடுநேரஞ் செலுத்துக. வாயு கரையுங்கால், கரைசல் சூடாவதைக் கவனிக்க.

(iv) வாயுவின் வன்கரைசலை இவ்வாறு நீங்கள் செய்யும்போது, ஒரு வெற்று வாயுச்சாடியை எடுத்து, அதற்குட் சில கன ச. மீ. அமோனியாக்கரைசலைப் பெய்க. சாடியை வாயுச்சாடி மூடியினால் மூடிவிட்டுக் குலுக்குக. இதனை வாங்கின்மீது வைத்துவிட்டு அதற்குமேல் (i)–இற்பெற்ற ஐதரசன் குளோரைட்டுக்கொண்ட சாடியைத் தலைகீழாய்க் கவிழ்த்து வைக்க. சாடிகளின் மூடிகளை நீக்கிவிட்டு, இரு சாடிகளின் வாய்களும் ஒன்றோடொன்று பொருந்தத்தக்கவாறு பிடிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?......................................

பாடத்தின் முடிவுவரை சாடிகளை இவ்வாறு வைத்துவிட்டு, பின்னர் உட்புறம் நோக்குக. உள்ளிருக்கும் வெண்மையான திண்மம் அமோனியங் குளோரைட்டாகும்.

அமோனியா + ஐதரசன் குளோரைட்டு—>அமோனியங்குளோரைட்டு.

(v) (iii)–இலிருந்து சிறிதளவு வாயுக்கரைசலைச் சோதனைக் குழாயில் எடுத்து, 1 அங். மகனீசிய நாடாவை அதற்குள் இடுக. குழாயின் வாயிடத்து எரியூட்டினால் நீலநிறச் சுவாலையுடன் எரிவதும், காற்றுடன் கலக்கும் போது எரியூட்டினால் வெடிப்பதுமான ஒரு வாயு வெளியிடப்படுகின்றது. இவ்வாயு ஐதரசனாகும். எனவே, இவ்வமிலவாயு ஐதரசனைக் கொண்டுளது. நீரும் ஐதரசனைக்கொண்டுளதென்பது உண்மையே. ஆயின், மகனீசியமானது குளிர்நீரிலிருந்து ஐதரசனைப் பெயர்க்காது என்றறிக. (நூல் I அ–ம். 8 ஐக்காண்க.)

(vi) உமது கரைசலிற் சிறிதளவைச் சொற்ப மங்கனீசிரொட்சைட்டோடு சூடாக்குக. பசிய மஞ்சணிறமும், (ஐதரசன்குளோரைட்டின் மணத்தினின்றும் வேறுபட்ட) காரமான மணமுங் கொண்ட வாயுவொன்று வெளியிடப்படுகிறது. இவ்வாயு குளோரினாகும். மங்கனீசிரொட்சைட்டில் மங்கனீசையும் ஒட்சிசனையுந் தவிரப் பிறிதொன்றுமில்லை. ஆகவே, சல்பூரிக்கமிலத்தினது தாக்கத்தினால் உப்பிலிருந்து வெளியிடப்பட்ட வாயுவிலிருந்தே குளோரீன் வந்திருத்தல் வேண்டும். எனவே இவ்வாயு ஐதரசனுங் குளோரீனுமாகிய இரு மூலகங்களின் சேர்வையே. இதன் இரசாயனப் பெயரும் ஐதரசன் குளோரைட்டாகும்.

(vii) உம்முடைய ஆசிரியர் உமது ஐதரசன் குளோரைட்டுக் கரைசலைச் சோடியமைதரொட்சைட்டால் (எரிசோடாவால்) நடுநிலையாக்கிச், சோடியங் குளோரைட்டை ஆக்குவர்.

சோடியமைதரொட்சைட்டு + ஐதரசன்குளோரைட்டு —→ சோடியங் குளோரைட்டு + நீர்.

கரைசலில் ஒரு துளியைச் சுவைத்துப் பார்க்க. உப்புத்தன்மையான சுவையுடையதாய் இருக்கும். ஏனெனில், கறியுப்பே சோடியங்குளோரைட்டென்க. இனி, ஐதரசன் குளோரைட்டை ஆக்குதற்குரிய சமன்பாடு பின்வருமாறு :

சோடியங்குளோரைட்டு + ஐதரசன்சல்பேற்று —→ ஐதரசன் குளோரைட்டு
கறியுப்பு சல்பூரிக்கமிலம்

+ சோடியஞ் சல்பேற்று

(viii) உமது குடுவையிலுள்ள கறியுப்புஞ் சல்பூரிக்கமிலமுங்கொண்ட கலவையுடன், உம்மாசிரியர் சில இராம் மங்கனீசீரொட்சைட்டைக் கூட்டுவர். உமது சுடரடுப்பை அணைத்துவிட்டுச், சூடான மணலிலே அக் கலவை சூடாகுமாறுவிடுக. ஏனெனில், சிறிதளவு குளோரீனே (ஒரு நச்சுவாயு) உமக்குத் தேவைப்படுமென்க. ஐதரசன் குளோரைட்டைத் திரட்டியது போலவே ஒரு சாடி குளோரீனைத் திரட்டுக. முதலில் அவ்வாயுச்சாடிக்குள் நிறங்கொண்ட பூவொன்றைப் போட்டுவிடுக.

பூவிற்கு யாது நிகழ்கின்றது ?..

ஈரமான, நீலப்பாசிச்சாயத்தாளொன்றைச் சாடி வாயிற் பிடிக்க.

(அ) முதலில்..

(ஆ) இறுதியில்..
யாது நிகழ்கின்றது ?..

உமக்குத் தேவையான குளோரீன் முழுவதையும் ஆக்கியபின்னர், (பூவின்மேல்) வாயுச்சாடிக்குட் சிறிதளவு நீறிய சுண்ணும்பை இடுக.

யாது நிகழ்கின்றது ?..

(கவனம் : குளோரீன்சுவாசிப்பதை இயன்றவரையிற் குறைத்துக்கொள்க. பெருந் தொகையாயிருப்பின் அது நஞ்சாம்.)

ஐதரசன் குளோரைட்டின் இயல்புகள் யாவை ?

ஐதரசன் குளோரைட்டின் இயல்புகளை இனி நாம் சுருங்கச் சொல்வாம். அது ஈரமான காற்றிற் புகைகின்ற, நிறமில்லா வாயுவாகும். அது மூக்கையுந் தொண்டையையும் தாக்குவது; காரமான மணங் கொண்டது. காற்றிலுஞ் சற்றே பாரங் கூடியது; நீரிலே நனி கரைந்து, மிக்க அமிலத்தன்மை பொருந்திய ஐதரோகுளோரிக்கமிலமாகும்.

ஐதரசன் குளோரைட்டுத் தானுக எரியவுமாட்டாது; பிறபொருட்கள் எரிதற்கு ஆதாரமாகவுமாட்டாது. அது நீலப்பாசிச்சாயத்தைச் செந்நிறமாக மாற்றும். அமோனியாவாயுவுடன் கலக்கும்பொழுது, அது திண்ணிய வெண்ணிற அமோனியங்குளோரைட்டுப் புகையாகும். நீரில் ஆக்கிய அதன் கரைசலின் (ஐதரோகுளோரிக்கமிலம்) இயல்புகளைப் பற்றிப் பின்னர் ஆராய்வோம்.

இப்பொழுது நாம் மேலுங் குளோரீனை ஆக்கி அதன் இயல்புகளை நோக்குவோம்.

குளோரீன்

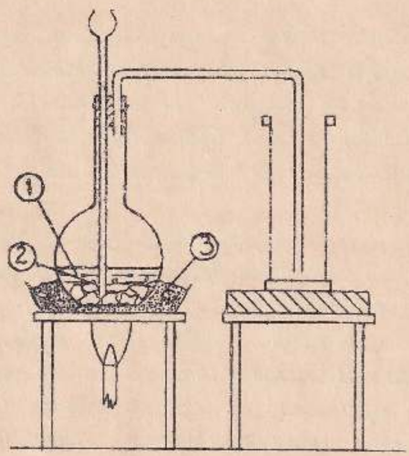
செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தோடு சோடியங்குளோரைட்டை (கறியுப்பை)ச் சூடாக்குவதனுல் ஐதரசன்குளோரைட்டை எளிதாய் ஆக்கலாமெனவும், இவ்வாயு ஐதரசனுங் குளோரீனுங் கொண்ட சேர்வையேயெனவுங் கண்டோம். ஆகவே, ஐதரசனேடு மட்டுஞ் சேரக்கூடிய, குளோரீனுடன் சேராத ஒருபொருளை உபயோகிப்போமாயின் ஐதரசன் குளோரைட்டிலிருந்து குளோரீனை விடுவித்தல்கூடும். இன்னும், ஐதரசனுடன் ஒட்சிசன் எளிதாகச் சேருமெனவும் அறிவோம்; ஆயின், ஐதரசன்குளோரைட்டும் ஒட்சிசனுமாகிய இரு வாயுக்களையும் ஒன்றுகச் சூடாக்குதல் இசைவுடைத்தன்று. எனவே, இம்முறையை விடுத்து ஒட்சிசனை இலகுவில் வெளியிடும் ஒரு பதார்த்தத்தை, எனின், ஒட்சியேற்றுங் கருவியொன்றை, உபயோகிப்போம். எமது நோக்கத்திற்கு மிக்க இசைவானதும் மலிவானதுமாயுள்ள ஒட்சியேற்றுங் கருவி மங்கனீசீரொட்சைட்டே ஆகும். எனவே, மங்கனீசீரொட்சைட்டோடு ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தை (எனின், ஐதரசன் குளோரைட்டினது நீர்க் கரைசலை) க் கூட்டிச் சூடாக்குவதால், பலசாடிகொண்ட குளோரீனை நாம் ஆக்குவோம். இவ்வாறு சூடாக்கும்போது மங்கனீசீரொட்சைட்டிலுள்ள ஒட்சிசனனது ஐதரசன்குளோரைட்டிலுள்ள ஐதரசனேடு சேர்ந்து நீர் (ஐதரசனெட்சைட்டு) ஆகி, குளோரீனை விடுக்கும்; அக்காலை மங்கனீசுக்குளோரைட்டுந் தோன்றும்.

ஐதரசன்குளோரைட்டு + மங்கனீசீரொட்சைட்டு
⟶ ஐதரசனெட்சைட்டு + குளோரீன் + மங்கனீசுக்குளோரைட்டு
(நீர்)

குளோரீனின் இயல்புகளை எவ்வாறு சோதித்தல்வேண்டுமென்பது.

(செய்துகாட்டல்) உம்மாசிரியர், உருவம் 12–இற் காட்டியாங்கு, குடுவைக்குள் மங்கனீசுக்குளோரைட்டை இட்டு, அதன்மீது முள்ளிப்புனலினூடாய்ச் செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தை ஊற்றி, பல சாடிகளிற் குளோரீனை ஆக்கி, அதன் இயல்புகளைக் காட்டுவர்.

முதலாவது சாடி: வாயுவின் பசிய மஞ்சணிறத்தைக் கவனிக்க. (இதனுற் சாடி எப்போது நிறைந்துவிட்டதென்பதைத் துணிதல் எளிதாகும்). ஈரமான செந்நிற நீலநிறப் பாசிச்சாயத்தாள்களை வாயுவுக்குள் இடும்போது, நீலப் பாசிச்சாயம் ஒரு கணஞ் செந்நிறமாய்த் திரிந்து, பின்னர் அவையிரண்டும் நிற நீக்கமடையும். (அதாவது, அவற்றினுடைய நிறம் அழிக்கப்படுகின்ற தென்பதே) எரிகின்ற ஐதரசன்தாரையைக் குளோரீனுள்ள சாடிக்குட்



உருவம் 12. குளோரீனை ஆக்கல்.

1. செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலம் ; 2. மங்கனீசீரொட்சைட்டு ;
3. மணற்றெட்டி.

பிடித்தால், ஐதரசனுனது தொடர்ந்து எரிந்து, ஐதரசன்குளோரைட்டாகும். இக்குளோரைட்டு சாடிவாயில் ஈரமான காற்றுடன் கலக்கும்போது புகைக்கும் ஐதரசன் குளோரைட்டும் பாசிச்சாயத்தை (நிறம் நீக்காது) செந்நிறமாக்கும். அமோனியாவுடன், அது திண்மமான வெண்ணிறப் புகையாகும். ஆகவே நாம் ஐதரசன் குளோரைட்டை அதன் கூறுகளாகிய ஐதரசனையுங் குளோரீனையுங் கொண்டு தொகுத்துள்ளோம்.

ஐதரசன் + குளோரீன் ⟶ ஐதரசன்குளோரைட்டு.

முன்னைப் பரிசோதனையொன்றில், ஐதரோகுளோரிக்கமில்வாயுவைப் பகுத்துக்கண்ட முடிபொடு இம்முடிபு பொருந்துமாற்றைக் காண்க.

2–ஆவது சாடி: குளோரீன் சாடிக்குள், கொளுத்திய மெழுகுதிரியொன்று மெல்லெனத் தாழ்த்தப்படுகின்றது. அது புகைக்கின்ற, செந்நிறமான சுவாலையுடன் எரிந்துகொண்டேயிருக்கும். எரியும்போது, ஐதரசன்

குளோரைட்டுப் புகையையும் புகைக்கரியையும் (காபண்) உண்டாக்கும். மெழுகுதிரியிலுள்ள மெழுகானது ஐதரோகாபனை (எனின் ஐதரசனுங் காபனுங் கொண்ட சேர்வையை) கொண்டது. குளோரீன் ஐதரோகாபனிலுள்ள ஐதரசனோடு சேர்ந்து ஐதரசன் குளோரைட்டாக, காபன்புகைக்கரியாய் விடுக்கப்படும்.

ஓர் ஐதரோகாபன் + குளோரீன் ⟶ ஐதரசன்குளோரைட்டு + காபன்.

3—ஆவது சாடி: பெற்றோலிலே தோய்த்த கண்ணாடி நொய்த்துண்டொன்று சாடிக்குள்ளே தாழ்த்தப்படுகின்றது. அது எரியும்போது, ஐதரசன் குளோரைட்டும் புகைக்கரியுமாகத் திரியும். ஏனெனில், பெற்றோலும் ஐதரோகாபன்களின் கலவையே ஆகும்; இவ்வைதரோகாபன்களும் வத்திமெழுகிலுள்ள ஐதரோகாபன்களைப் போன்றவையாமென்க.

4—ஆவது சாடி: சூடான தெரப்பந்தைலத்தில் ஒரு துண்டு கண்ணாடி நொய் தோய்க்கப்பட்டு குளோரீன் சாடிக்குள் இடப்படுகிறது. அது தானாக நெருப்புப்பற்றி, முன்போல ஐதரசன் குளோரைட்டும் புகைக்கரியும் ஆகும். ஏனெனில், தெரப்பந்தைலமும் பிறிதொரு ஐதரோகாபனே யென்க. (ஆயின், அது கூடிய விகிதசமமான காபனைக்கொண்டது) மேற்கூறிய நான்கு பரிசோதனைகளும் ஐதரசனிடத்துக் குளோரீனுக்கு இரசாயனக் கவர்ச்சி மிக உண்டென்பதைப் புலப்படுத்துகின்றன. அது நேராக ஐதரசனோடு சேர்வதோடமையாது பிற சேர்வைகளிலிருந்தும் அதனைக் கவர்ந்து கொள்ளும்.

5—ஆவது சாடி: ஒரு சிறுதுண்டு உலோகச் சோடியம் வாயுச் சாடிக்கரண்டியில் உருக்கப்பட்டபின், குளோரீன் கொண்ட சாடியினுள்ளே தாழ்த்தப்படுகிறது. சோடியம் பிரகாசமான மஞ்சணிறச் சுவாலையோடு எரிந்து, வெண்ணிறத்திண்ம முகிற்படலம்போலாகும். இவ்வெண்ணிறத்திண்மஞ் சோடியங்குளோரைட்டாகும். இங்கு இரு அபாயமான மூலகங்களாய சோடியத்தையுங் குளோரீனையுங்கொண்டு நாம் தீங்கற்ற கறியுப்பைத் தொகுத்துள்ளோம். இரசாயனச் சேர்வையொன்றின் இயல்புகள் அதன் கூறுகளின் இயல்புகளினின்றும் முற்றிலும் வேறானவையெனுங் கூற்றிற்கு இது சிறந்த ஓரெடுத்துக்காட்டாகும்.

6—ஆவது சாடி: ஒருதுண்டு மெல்லிய செப்புத்தாள் சூடாக்கப்பட்டுப் பின்னர் குளோரீன் சாடிக்குள்ளே தாழ்த்தப்படுகிறது. அது தானாக நெருப்புப் பற்ற, மிக்க வன்மையான தாக்கமும் நிகழ்கிறது. செப்புக்குளோரைட்டு உண்டாகிறது. இது நீரிற் கரைந்து, நீலநிறமான ஒரு கரைசலாகும்.

7–ஆவது சாடி: ஈரமான செய்தித்தாளின்மீது, சாதாரண மையைத் தெளித்து, அதனைக் குளோரீன் சாடியில் இடுக. எழுதுமை நிறநீக்கமடைய, சுடர்க்கரியினால் (நன்கு தூளாக்கிய காபண்) செய்யப்பட்ட அச்சுமை நிற நீக்கமடைவதில்லை. செந்நிறமான ஈரத்துணியும், நிறமுடைப் பூவுங் குளோரீனால் நிறநீக்கமடையும்.

8–ஆவது சாடி: ஈரமில் செந்நிறத்துணியையும் எழுது மையையுங்கொண்டு முந்திய பரிசோதனை மீண்டுஞ் செய்யப்படுகின்றது. இவை நிறநீக்கமடையா. இதனால் நீர் இருந்தால் மட்டுமே குளோரீன் நிறம் நீக்குமென்பது புலனாகும்.

9–ஆவது சாடி: ஈரமில்லா, நீறிய சுண்ணாம்பு (கல்சியமைதரொட்சைட்டு) குளோரீனுடன் வாயுச்சாடியில் இடப்பட்டுக் குலுக்கப்படுகிறது. வாயுவினது நிறம் விரைவில் மறைகிறது. ஏனெனில், குளோரீனானது சுண்ணாம்பினால் உறிஞ்சப்பட்டு நிறநீக்கு தூளாகின்றதென்க.

வேண்டியவளவு குளோரீனைத் திரட்டியபின்னர், ஒரு குடுவையினுள்ளே சிறிது பனிக்கட்டிநீரின் கீழ், போக்கு குழாயானது தோயும்வண்ணம் விடப்பட்டிறது. வாயுகரைய, நீர் படிப்படியாகப் பசிய மஞ்சணிறமடைந்து குளோரீனீராகின்றது.

குளோரீனின் இயல்புகள் யாவை ?

தாக்கம் மிக்க இம்மூலகத்தின் இயல்புகளை நாம் இனித் தொகுத்துக் கூறலாம். குளோரீனனது மூக்கு, தொண்டை, சுவாசப்பையாகிவற்றைத் தாக்குகின்ற, நச்சுத்தன்மையான, பசியமஞ்சணிற வாயுவாகும். அது பாரமான ஒரு வாயு; காற்றிலும் இரண்டரை மடங்குவரை அடர்த்தி கூடியது. ஆகவே அதனைக் கீழ்முகப்போக்குமூலந் திரட்டலாம். அது நீரில் ஓரளவிற்குக் கரைந்து (பொது வளிமண்டலவமுக்கநிலையில் ஒரு கனவளவான குளிர்ந்த நீர், 2, அல்லது 3 கனவளவான குளோரீனைக் கரையச்செய்யும்) குளோரீனீர் எனப் பெயரிய, பசிய மஞ்சணிறமான கரைசலாகும். அது தானாக எரியமாட்டாது. ஆனால், பிற பதார்த்தங்கள் பல எரிவதற்கு அது ஆதாரமாகும். அதாவது, அது தகனத்திற்கு ஆதாரமாகுமென்பதே. ('தகனம்', என்பது 'ஒட்சிசனுடன் சேர்தல்' என்னுங் கருத்தை மட்டுங் கொண்டதன்று என்பதைக் கவனிக்க.) சோடியம், செம்பு, இரும்பு, வெள்ளீயம், அலுமினியம், நாகம், போன்ற பல உலோகங்களோடுங் குளோரீன் எளிதாகச் சேர்ந்து, குளோரைட்டுக்களாகும். ஐதரசனிடத்து அதற்கு மிக்க கவர்ச்சி உண்டு. ஐதரசனையுங் குளோரீனையும் இருட்டிற் கலத்தல் கூடும்; ஆயின், சூரியவொளியில் அக்கலவையைத் திறந்து வைப்பின் அது வெடித்து ஐதரசன்குளோரைட்டாகும். ஈரமான குளோரீனனது தாவர நிறங்களை—எனின், தாவரங்களினின்றும் பெற்ற சாயங்களை—நிறநீக்கும். குளோரீனை நீறிய சுண்ணாம்பின்மீது செலுத்தினால், அது

உறிஞ்சப்பட்டு நிறநீக்குதூளாகும். இத்தூளோடு அமிலத்தைக் கூட்டினுல், குளோரீன் மீண்டும் வெளிவிடப்படும். சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலினுலுங் குளோரீன் உறிஞ்சப்படும். அமுக்கிக் குளிரச்செய்வதாற் குளோரீனைத் திரவமாக்கலாம். கைத்தொழில் உபயோகத்திற்காக பலமான, இரும்பாலாய அமுக்க உருளைகளிலே திரவக்குளோரீன் சேமித்துவைக்கப்படும். குளோரீனுனது நுண்கிருமிகளைக் கொல்லுமாதலால், குடிக்கு நீரிலுள்ள நுண்கிருமிகளை அழித்தற்பொருட்டு உபயோகிக்கப்படுகிறது. (பொதுவாக, ஒரு பங்கு குளோரீன் இருகோடிபங்கு நீரிலுள்ள நுண்கிருமிகளைக் கொல்லும்.) தற்கால நீந்தற்கேணிகளிலுள்ள நீரும் இம்முறைப்படியே தூயதாக்கப்படும். முதற்பெரும்போரின்போது, 1915–ஆம் ஆண்டில், செருமனியால் முதன்முதலாகப் பிரயோகிக்கப்பட்ட நச்சு வாயு குளோரீனே.

நிறநீக்குதல்.

பல கைத்தொழில்களில், நிறநீக்குதல் முக்கியமான ஒரு தொழில் முறையாகும். பருத்திப்பஞ்சு, பட்டுச்சணல் போன்ற தாவர நூல்களினின்று செய்யப்படும் ஆடைகள் முதலிற் பழுப்பு நிறம் பொருந்தியனவாயிருக்கும். ஆகவே, அவற்றை வெண்ணிறமாக்குதற்கு, அவை நிறநீக்கஞ் செய்யப்படல் வேண்டும். பல்லாண்டுகட்கு முன்னர், பருத்திப்பஞ்சு, பட்டுச்சணலென்பவற்றுற் செய்யப்பட்ட ஆடைகளைச் சூரியவொளியிற் பசும்புல்லின்மீது விரித்து, நிறநீக்கஞ் செய்தனர். பச்சிலைகளினின்றும் வெளிவிடப்படும் ஒட்சிசன் ஆடையை நிறநீக்கியது. இத்தொழில் முறை விரைவானதன்று. இப்பொழுது நிறநீக்குதூள் மூலமாக குளோரீனை உபயோகிப்பதால் அதே விளைவு மிக்க குறுகிய காலத்துட் பெறப்படும். முதலில் நீரிலே நிறநீக்குதூளை இட்டுத் தொங்கலாக்கி, அதற்குள் நிறநீக்கப்படவேண்டிய துணியைத் தோய்த்த பின்னர் நிறநீக்குதூளிலுள்ள குளோரீனை வெளியேற்றுதற்கு ஐதான அமிலத்திலே துணி தோய்க்கப்படல்வேண்டும். குளோரீனை முற்றுக அகற்றுதற்காக நிறநீக்கப்பட்ட துணி பின்னர் நீரிலே கழுவப்படும். அன்றேல் குளோரீனுனது துணியை அரித்துவிடும். பட்டு, கம்பளி போன்ற நொய்மையான பொருட்களினுடைய நிறத்தை நீக்குதற்குக் குளோரீன் பயன்படாது. ஏனெனில், அது துணியைப் பழுதாக்கிவிடுமென்க.

2–ஆம் அத்தியாயத்துக்குரிய பயிற்சிகள் "பொதுவிஞ்ஞானப் பயிற்சிநூல்" I–இல் 28–37 வரையான பக்கங்களிற் காணப்படும்.

அத்தியாயம் III

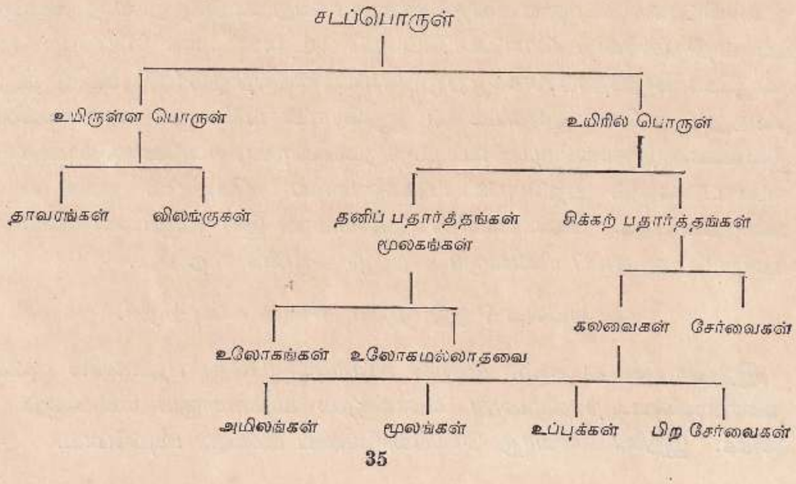
அமிலம், மூலம், உப்பு

இரசாயனச்சேர்வைகள் எவ்வாறு பாகுபாடு செய்யப்படுமென்பது.

உலகிலுள்ள பொருள்கள் யாவற்றையும் விஞ்ஞான முறைப்படி பாகுபாடு செய்வதில் முதலாவது படி, உயிருள்ளனவற்றையும் உயிரற்றனவற்றையும் வேறாகப் பிரித்துக் காண்பதேயென முன்னர்க்கண்டோம். இனி, உயிருள்ளவை, தாவரங்களாகவும் விலங்குகளாகவும் வகுக்கப்படும்.

உயிரற்ற சடப்பொருள்களின் இரசாயனப் பாகுபாட்டில் அடுத்த படி யாதெனில், (ஒருவகைச் சடப்பொருளையே கொண்டுள்ள) தனிப் பதார்த்தங்களையும், (ஒருவகைக்கு மேற்பட்ட தொகையான சடப்பொருள்களைக் கொண்டுள்ள) சிக்கற் பதார்த்தங்களையும் வேறு பிரித்துக் காணல் ஆகும். தனிப் பதார்த்தங்கள் 96 மூலகங்களே. இவை உலோகங்களெனவும் உலோகமல்லாதவையெனவும் பிரிக்கப்படும். சிக்கலான பதார்த்தங்கள், கலவைகள், அல்லது சேர்வைகளாக மேலும் பாகுபாடு செய்யப்படும்.

இவ்விஞ்ஞான நூற்றொடரில் நாம் இதுகாறும் பல இரசாயனச்சேர்வைகளைக் கண்டுளோமாதலின், ஒத்த இயல்புகள்கொண்ட சேர்வைகளை ஒருங்கு தொகுத்தல் ஈண்டு அமைவாகும். எனவே, இரசாயனப் பாகுபாட்டில் எமது அடுத்தபடி யாதெனில், இரசாயனச் சேர்வைகளின் மூன்று முக்கியமான வகுப்புக்களை வேறாகப் பிரித்துக்காணலேயாம். அவ்வகுப்புக்களாவன, அமிலங்களும், மூலங்களும், உப்புக்களுமாம்.



சடப்பொருளின் பாகுபாடு

ஒட்சிசனிற் சில மூலகங்களை எரித்தபோது, அமிலம், மூலமெனுஞ் சொற்களை முதன்முதலாய் நாம் உபயோகித்தோம். (நூல் I அதி. 3 ஐக் காண்க.) உலோகமல்லாத காபன், கந்தகம், பொசுபரசாகியவற்றை நாம் ஒட்சிசனில் எரித்தபோது, நீரிலே கரையும் ஒட்சைட்டுக்கள் உண்டாயின. இவ்வொட்சைட்டுக்களின் கரைசல்கள் நீலப்பாசிச்சாயத்தைச் செந்நிறமாக்கின. சோடியம், கல்சியம், மகனிசியமாகிய உலோகங்களை ஒட்சிசனில் எரித்தபோது நீரிலே கரையும் ஒட்சைட்டுக்கள் உண்டாயின. இவற்றின் கரைசல்கள் செம்பாசிச்சாயத்தை நீலநிறமாக்கின. ஒட்சைட்டுக்களை இரு பிரதானமான வகுப்புக்களாய்த் தொகுப்பதற்கு, இத்தாக்க வித்தியாசம் ஏதுவாயிருக்கின்றது; உலோகமல்லா மூலகங்களின் ஒட்சைட்டுக்கள் அமில வொட்சைட்டுக்களெனவும், உலோகமூலகங்களின் ஒட்சைட்டுக்கள் மூல வொட்சைட்டுக்களெனவும் பெயர் பெறும்.

சோடியம், கல்சியம் மகனீசியமாயவற்றின் மூலவொட்சைட்டுக்கள் யாவும் நீரிலே கரைந்து, ஐதரொட்சைட்டுக்களாயின; இவ்வைதரொட்சைட்டுக்கள் காரங்களாகவும் உள. ஆயின், ஏனை உலோக ஒட்சைட்டுக்கள் பல, நீரிற் கரையாமையால், பாசிச்சாயத்தைத் தாக்கமாட்டா. எனவே, ஒவ்வொரு காரமும் மூலவொட்சைட்டிலிருந்தே தோன்றுவதெனினும், மூல ஒட்சைட்டுக்கள் யாவும் காரமாகமாட்டா. அமிலவொட்சைட்டென்பது நீரோடு தாக்கமுற்று அமிலமாகும் ஒரொட்சைட்டே ஆகும். ஆயின், மூலவொட்சைட்டிற்கு வரைவிலக்கணம் கூறுதல் இத்துணை எளிதன்று. மூல ஒட்சையிட்டின் மிக எளிய வரைவிலக்கணமாவது, அமிலத்துடன் தாக்கமுற்று உப்பும் நீருமாகின்ற ஒரொட்சைட்டென்பதே; உதாரணமாக, செப்பொட்சைட்டு சல்பூரிக்கமிலத்தோடு தாக்கமுற்று, செப்புச்சல்பேற்றும் (ஓர் உப்பு) நீருமாகின்றது. உலோகமூலகங்களின் ஐதரொட்சைட்டுக்களும் அமிலங்களோடு இவ்வண்ணந் தாக்கமுற்று உப்பும் நீருமாகின்றன; எனவே உலோகங்களின் ஒட்சைட்டுக்களும் ஐதரொட்சைட்டுக்களுமாகிய இரண்டும் மூலங்களென அழைக்கப்படும். சேர்வைகளின் முக்கியமான இவ் வகுப்புக்களுக்கிடையே யுள்ள தொடர்பைப் பின்வருங் கூற்றுற் சுருக்கிக் கூறலாம்.

ஓர் அமிலம் + ஒரு மூலம் ⟶ ஓர் உப்பு + நீர்.

இந்நிலையில் அமிலம், மூலம், உப்பாகிய மூன்று பதங்களில் ஒன்றை, ஏனையிரண்டையுந் தழுவாது, விளக்குதல் கடினமாகும் என்பதைக் கவனிக்க. இதனை எவ்வாறு செய்யலாமெனப் பின்னர் படிப்போம்.

அமிலங்கள்

அமிலங்களுக்குப் பொதுவாயுள்ள சிறப்பியல்புகளைப் படித்தற்குரிய சிறந்த வழி, பரிசோதனைச் சாலையில் நாம் பெரும்பாலும் உபயோகிக்கும் அமிலங்களின் இயல்புகளை ஆராய்தலேயாகும். அவ்வமிலங்களாவன, சல்பூரிக்கமிலம், ஐதரோகுளோரிக்கமிலம், நைத்திரிக்கமிலமென்பன.

சல்பூரிக்கமிலம்.

நான்காம் நூலில், கந்தகமாகிய மூலகத்தையும் அதன் சேர்வைகளையும் பற்றிப் படிக்கும்போது, சல்பூரிக்கமிலம் எவ்வாறு பரும்படியாய்ச் செய்யப் படுகிறதென மேல்வரும் பாடங்களிற் படிப்போம். சல்பூரிக்கமிலமானது பரிசோதனைச் சாலையில் உபயோகிக்கப்படுகின்ற, அரிக்குந்தன்மை மிக்குடைய பதார்த்தங்களுள் ஒன்றாக இருத்தலால், அதனை மிக்க கவனத்தோடு கையாளல் வேண்டும். ஆகவே, செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தின் இயல்புகளை உம்மாசிரியர் சோதனைகள் மூலம் விளக்கிக் காட்டுவர். சல்பூரிக்கமிலமானது மணமும் நிறமுமில்லாத ஒரு திரவமாகும். அது நீரிலும் அடர்த்தி கூடியது. (தன்னீர்ப்பு 1·8) அது தடிப்பதான எண்ணெய் போன்று மெதுவாகப் பாயும். செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தை நீருக்குள் ஊற்றினால், மிக்க வெப்பம் உண்டாகும்; இக்கரைசல் கொதித்தலுங் கூடும்.

ஆகவே, செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தை உபயோகிக்கும்போது பின்வருவனவற்றை நினைவுறுத்திக்கொள்ளல் முக்கியமாகும்.

(i) ஒருபோதும் செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்துள் நீரை ஊற்றலாகாது; (ஊற்றினால், அபாயமான வெடித்தல் ஏற்படலாம்) ஆயின், இடையீடின்றிக் கலக்கிக்கொண்டே அமிலத்தை நீருக்குட் சிறுகச் சிறுக ஊற்றல் வேண்டும்.

(ii) யாதும் பரிசோதனையிற் சல்பூரிக்கமிலத்தைச் சூடாக்கினால், கழிவுத் தொட்டியில் ஊற்றுவதற்கு முன், அவ்வமிலத்தை ஆறவிடல் வேண்டும்; அன்றியும் தொட்டி நிறைய நீர் இருக்கின்றதோவெனவுங் கவனித்தல் வேண்டும்; செறிந்த சல்பூரிக்கமிலமானது நீரை மிக எளிதாக உறிஞ்சுவதனால், வாயுக்களை உலர்த்துவதற்கு அதனைப் பயன்படுத்தலாம். இன்னும், ஐதரசனும் ஒட்சிசனுங் கொண்ட பல சேர்வைகளிலிருந்து அது நீருக்குரிய மூலகங்களைக் கவரும். உதாரணமாக, வலுவான வெல்லக் கரைசலோடு செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தைக் கூட்டினால், மிக்க வன்மையான தாக்கம் நிகழும். கலவை கருநிறமெய்தி, மிக்க சூடாகி, நுண்ணிதாகப் பிரிந்த காபனாகி, நுண்டுளையுள்ள ஒரு திணிவாகப் பொங்கும். இவ்வாறு

நிகழ்வதற்குக் காரணம், வெல்லமும் ஒரு காபோவைதரேற்ருக இருத்த லேயாம். (காபோவைதரேற்று என்பது காபனும் ஐதரசனுங் ஒட்சிசனுங் கொண்ட ஒரு சேர்வையாகும். இவற்றுள் ஐதரசனும் ஒட்சிசனும் நீரில் எவ் விகிதசமத்திற் சேர்துள்ளனவோ அவ்விகித சமத்திலேயே இதிலும் சேர்ந்துள. எனவே சல்பூரிக்கமிலம் ஐதரசனேயும் ஒட்சிசனேயும் அகற் றிக் காபனே மீதியாக விடுகின்றது. இவ்வாறு, காபோவைதரேற்றுக்கள் யாவற்றையும்—உதாரணமாக வெல்லம், மாப்பொருள், பஞ்சு, தாள், மரம் போன்றவற்றை—செறிந்த சல்பூரிக்கமிலமானது கரியாக்கும். இக் காரணத்திஞலேயே இவ்வமிலமானது துணி, தோல், நூல், வாங்கு போன்ற பொருட்களைத் தாக்குகின்றது.

பல உலோகங்களோடுந் தாக்கமுறுகையில் "ஐதான" சல்பூரிக்கமிலம் ஐதரசனைத் தருவதாயினும், உலோகங்களோடு சூடாக்கும்போது "செறிந்த" சல்பூரிக்கமிலங் கந்தகவீரொட்சைட்டைத் தரும். (எனெனில், அத்துணை பெரிய விகிதசமமான—65 ச.வீ. அளவான—ஒட்சிசனை அது கொண்டுள்ள தெனக) நான்காம் நூலில் இம்முறைப்படி கந்தகவீரொட்சைட்டை நாம் ஆக்குவோம்.

ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தின் இயல்புகளை எவ்வாறு சோதிப்பதென்பது.

உமது சோதனைப் பொருட் போத்தலிலுள்ள (2 நேர். எனக் குறிக்கப் பட்ட) ஐதான சல்பூரிக்கமிலமானது, ஒரு கனவளவான செறிந்த சல்பூரிக் கமிலத்தில் 15 கனவளவான நீரை இட்டு ஐதாக்கிப் பெற்றதாகும்.

(i) நீரிஞல் ஏறத்தாழ நிரம்பியுள்ள சோதனைக் குழாயில் சிலதுளி ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தை இட்டு, கலக்கும்வரை நன்ருகக் குலுக்கி, உமது விரனுனியில் ஒரு துளியை விட்டுச் சுவைக்க.

சுவையை வருணிக்க...

(ii) மிக ஐதான இவ்வமிலத்தை நீலப் பாசிச்சாயத்தாளிஞற் சோதிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?...

(iii) கீழ்க்காணும் பதார்த்தங்கள் ஒவ்வொன்றின் மீதும் (2 நேர். எனக் குறிப்பிட்ட போத்தலிலுள்ள) ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தினது தாக்கத்தை, முறையே காண்க; முதலிற் குளிர்நிலையிலே தாக்கத்தை நோக்குக. அந் நிலையிலே தாக்கம் ஏற்படாவிடின், சூடாக்கித் தாக்கத்தை நோக்குக. யாதும் வாயு விடுக்கப்படின் அதனை யாதெனத் தெளிய முயல்க. நீர் நோக்கிய வற்றை அடியிற் பதிக.

பதார்த்தம்	ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தினது தாக்கம்
சுண்ணும்புக்கல் (கல்சியங்காபனேற்று)	
சலவைச்சோடா (சோடியங்காபனேற்று)	
இரும்பரத்தூள்	
நாகம்	
மகனீசியம்	
ஈயம்	
செம்பு	

(iv) ஐதான சல்பூரிக்கமிலஞ் சிறிதளவோடு, சொற்பமான பேரியங்குளோரைட்டுக் கரைசலேயும் ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தையும் கூட்டுக. பேரியஞ்சல்பேற்ருகிய வெண்ணிற வீழ்படிவொன்று உண்டாகும். இத்தாக்கஞ் சல்பூரிக்கமிலத்துக்கும் (ஐதரசன் சல்பேற்று) பிற சல்பேற்றுக்களுக்கும் உரிய சோதனையாகும். எனெனில், பேரியஞ்சல்பேற்று மட்டுமே ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்திற் கரையாத ஒரு பேரியவுப்பெனக.

பேரியங்குளோரைட்டு + ஐதரசன்சல்பேற்று
கரையுமியல்பினது கரையுமியல்பினது

⟶ ஐதரசன்குளோரைட்டு + பேரியஞ்சல்பேற்று
கரையுமியல்பினது கரையுமியல்பற்றது

(v) இச்சோதனையை (அ) சோடியஞ்சல்பேற்று (ஆ) அமோனியஞ்சல்பேற்று (இ) மகனீசியஞ்சல்பேற்ருகியவற்றின் கரைசல்களே உபயோகித்து மீண்டுஞ் செய்க ....

ஐதரோகுளோரிக்கமிலம்.

செறிந்த சல்பூரிக்கமிலத்தோடு கறியுப்பைச் சூடாக்கி, நாம் ஐதரசன் குளோரைட்டை ஆக்கியுள்ளோம். இவ்வாயு நீரிலே மிக எளிதாகக் கரைந்து, ஐதரோகுளோரிக்கமிலம் எனப்படும் வலுமிக்க அமிலக் கரைசலாகும் என்பதையுங் கண்டோம். பரிசோதனைச்சாலேயில் உபயோகிக்கப்படுஞ் செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலமானது ஐதரசன்குளோரைட்டைக் குளிர்ந்த நீருள், மேற்கொண்டு யாதுங் கரையாவரை, செலுத்துவதால் ஆக்கப்பட்டது. இக்கரைசலேச் சூடாக்கினுல், ஐதரசன் குளோரைட்டு வெளியேற்றப்படும். (ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தைக்கொண்டு பரிசோதனைகள் செய்யும்போது இவ்வுண்மையை நினைவிற்கொள்க) (நேர் 2 எனக் குறிக்கப்பட்ட) சோதனைப் போத்தல்களிலுள்ள ஐதரசன்குளோரைட்டானது, ஒருகனவளவான செறிந்த அமிலத்தை 4 கனவளவான நீரால் ஐதாக்கிப் பெறப்பட்டது.

ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தின் இயல்புகளை எவ்வாறு பரிசோதிப்ப தென்பது.

(i) நீரினால் ஏறத்தாழ நிறைந்துள்ள சோதனைக் குழாய்க்குள் ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்திற் சில துளிகளை இடுக. கலத்தற்பொருட்டு நன்றாகக் குலுக்கி, விரல் நுனியில் ஒரு துளியை இட்டுச் சுவைக்க.

அதன் சுவையை வருணிக்க...

(ii) மிக ஐதான இவ்வமிலத்தை நீலப்பாசிச்சாயத்தாளினாற் சோதிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?..

(iii) பின்வரும் பதார்த்தங்களில் ஐதான (நேர் 2) ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தின் தாக்கத்தை, முதலிற் குளிர்நிலையிலும் தாக்கம் நிகழாவிடின் பின்னர்ச் சூடாக்கியும், முறையே நோக்குக. வாயு யாதும் வெளியிடப்படின் அது யாதெனக் காண முயல்க. (ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தைக் கொதிக்க வைக்கும்போது யாது நிகழ்கின்றதென்பதை நினைவூட்டிக்கொள்க.)

உம்முடைய நோக்கல்களைக் கீழே குறிக்க.

பதார்த்தம்	ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தினது தாக்கம்
சுண்ணாம்புக்கல்	
சலவைச் சோடா	
இரும்பு	
நாகம்	
மகனீசியம்	
ஈயம்	
செம்பு	

(iv) ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலஞ் சிறிதளவுள், வெள்ளிநைத்திரேற்றுக் கரைசலையும் ஐதான நைத்திரிக்கமிலத்தையும் இடுக. வெள்ளிக் குளோரைட்டின் வெண்ணிற வீழ்படிவு உண்டாகும். ஐதரோகுளோரிக்கமிலம் (ஐதரசன்குளோரைட்டு) அல்லது வேறு யாதும் குளோரைட்டு இருக்கின்றதாவெனச் சோதித்தற்கு இத்தாக்கம் பயன்படும். ஏனெனில், ஐதான நைத்திரிக்கமிலத்திற் கரையுமியல்பற்ற, பொதுவான வெள்ளியுப்பு வெள்ளிநைத்திரேற்று ஒன்றேயாமென்க.

வெள்ளி நைத்திரேற்று + ஐதரசன்குளோரைட்டு ——> ஐதரசன் நைத்திரேற்று
கரையுமியல்பிற்று   கரையுமியல்பிற்று   கரையுமியல்பிற்று

+ வெள்ளிக்குளோரைட்டு
கரையாவியல்பிற்று

வெள்ளிக்குளோரைட்டினது தொங்கலைச் சில நிமிடங்கட்குச் சூரிய வொளியிலே திறந்து வைக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?..

(v) (அ) சோடியங்குளோரைட்டு (ஆ) அமோனியங்குளோரைட்டு (இ) பொற்றுசியங்குளோரைட்டாகியவற்றை உபயோகித்துச் சோதனையைமீண்டுஞ் செய்க.

யாது நிகழ்கின்றது?..

(அ) ....

(ஆ) ....

(இ) ....

நைத்திரிக்கமிலம்.

நான்காம் நூலில், மேல்வரும் பாடங்களில் நைதரசனின் பிற சேர்வைகளைப் பற்றிப் படிக்கும்போது, சிறிதளவு நைத்திரிக்கமிலத்தை ஆக்குவோம். செறிந்த நைத்திரிக்கமிலத்தின் இயல்புகளை உம்முடைய ஆசிரியரே செயல் வழிக்காட்டுவர்; ஏனெனில், அரிக்குமியல்பு மிக்குளதாகையால் அது தோலைத் தாக்கி, நோ மிக்க புண்களையும் விளைவிக்குமென்க.

தூய்மையான நைத்திரிக்கமிலமானது சிறப்பான காரமணங்கொண்ட, நிறமற்ற, புகைக்கும் ஒரு திரவமாகும். அதனைச் சூடாக்கினால், அல்லது ஒளியிலே நெடுநேரம் திறந்து வைத்தால், அது பிரியத்தொடங்கி மஞ்சள் நிறமாகவோ கபிலநிறமாகவோ மாறும். செறிந்தநைத்திரிக்கமிலம் தோலினையுங் கம்பளியையும் பட்டையுந் தாக்கி, அவற்றை மஞ்சணிறமாகக் கறைப்படுத்தும். ஏனெனில், இப்பதார்த்தங்கள் புரதங்களைக் கொண்டவை எனக. (புரதங்கள், காபன், ஐதரசன், ஒட்சிசன், நைதரசன் என்பவற்றைக் கொண்ட சேர்வைகள். இவை உணவுப் பொருட்களின் முக்கியமான ஒரு பகுதியாகும்.) நான்காம் நூலில் புரதங்களுக்கான ஒரு சோதனையாக இத்தாக்கத்தைப் பயன்படுத்துவோம். நைத்திரிக்கமிலத்திற் பெரும் அளவான விகிதாமம் ஒட்சிசனாய் இருக்கின்றமையால் (76 சதவீதமளவு), உலோகங்களோடு அது தாக்கமுறும்போது மிகவும் அரிதாகவே ஐதரசனை வெளிவிடும். உதாரணமாக, செம்பும் ஈயமும் நைத்திரிக்கமிலத்தில் எளிதாய்க் கரைந்து, நைத்திரேற்றுக்களாகும். அத்துடன் கபிலநிற வாயுவொன்று (நைதரசனின் ஒட்சைட்டொன்று) வெளியிடப்படும்.

ஐதான நைத்திரிக்கமிலத்தின் இயல்புகளை எவ்வாறு பரிசோதிப்பதென்பது.

(i) ஐதான நைத்திரிக்கமிலஞ் சிறிதளவை நீலப்பாசிச்சாயத்தாளினாற் சோதிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது?..

(ii) பின்வரும் பதார்த்தங்களில் நைத்திரிக்கமிலத்தினது தாக்கத்தை, முதலிற் குளிர்நிலையிலும், தாக்கம் யாதும் நிகழாவிடின் பின்னர்ச் சூடாக்கியும், முறையே நோக்குக.

உம்முடைய நோக்கல்களை அடியிற் குறிக்க.

பதார்த்தம்	ஐதான நைத்திரிக்கமிலத்தினது தாக்கம்
சுண்ணும்புக்கல்	
சலவைச் சோடா	
இரும்பு	
நாகம்	
மகனீசியம்	
ஈயம்	
செம்பு	

அமிலங்கள் யாவற்றிற்கும் பொதுவான இயல்புகள் யாவை?

சல்பூரிக்கமிலம், ஐதரோகுளோரிக்கமிலம், நைத்திரிக்கமிலமாகிய அமிலங்களைக் கொண்டு நாம் செய்த பரிசோதனைகள், இவ்வமிலங்கட்குப் பொதுவாய இயல்புகள் பலவுள என்பதைக் காட்டுகின்றன. இன்னும், பிற அமிலங்களைக் கொண்டு செய்த இத்தகைய பரிசோதனைகள், அமிலங்கள் யாவும் பின்வரும் சிறப்பியல்புகளை உடையனவென்பதைக் காட்டும்.

(i) அமிலங்கள் நீரிலே கரையும்.

(ii) அமிலங்களின் கரைசல்கள் புளிப்பான "காரச்" சுவைகொண்டவை.

(iii) அமிலங்கள் பாசிச்சாயத்தினது நிறத்தை நீலத்திலிருந்து செந்நிறமாக மாற்றும்.

(iv) அமிலங்கள் காபனேற்றுக்களிலிருந்து காபனீரொட்சைட்டை விடுக்கும்.

(v) அமிலங்கள் யாவும் ஐதரசனைக் கொண்டவை; தக்க நிபந்தனைகளில் இவ்வைதரசனை உலோகங்களினுல் மாற்றீடு செய்தல் கூடும்.

இத்தொடக்க நிலையில், அமிலத்திற்கென எளிமையான குறுகிய வரைவிலக்கண மொன்றைக் கூறமுடியாதென்பதைக் கவனிப்பீர். ஆயின், யாதுமொரு பதார்த்தம் இவ்வியல்கள் எல்லாவற்றையுமோ பெரும்பான்மையானவற்றையுமோ கொண்டிருப்பின், அப்பதார்த்தத்தை நாம் அமிலம் என்போம். (எனினும், இந்நிரலிலுள்ள இயல்புகள் யாவற்றையுங் கொண்டிராத சில 'மெல்லமிலங்களும் உள.)

மூலங்கள்

(அ) மூலமென்பது அமிலத்தோடு தாக்கமுற்று உப்பும் நீருமாகின்ற வொரு பதார்த்தம் எனவும் (ஆ) உலோகங்களின் ஒட்சைட்டுக்களும் ஐதரொட்சைட்டுக்களும் மூலங்கள் எனவும், படித்துள்ளோம். அமிலங்களைப் போலன்றி, பெரும்பான்மையான உப்புமூலங்கள் நீரிற் கரையாவியல்பின. நாம் சில கரையுமியல்பற்ற மூலங்களை முதலில் ஆராய்வோம்.

கரையுமியல்பற்ற மூலங்கள் சிலவற்றின் இயல்புகளை எவ்வாறு பரிசோதிப்பதென்பது.

செப்பொட்சைட்டினதும் நாகவொட்சைட்டினதுந் தோற்றத்தை வருணிக்க. ஈரமான, செந்நிற, நீலநிறப் பாசிச்சாயத்தாள்களினால் அவற்றைச் சோதிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

சோதனைக் குழாயொன்றில் ஒவ்வொன்றிலிருந்துஞ் சிறிதளவை எடுத்து அவற்றோடு ஐதான சல்பூரிக்கமிலம், அல்லது ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலம் அல்லது ஐதான நைத்திரிக்கமிலமாகியவற்றை முறையே கூட்டினால், யாது நிகழ்கின்றதெனக் கூறுக.

பதார்த்தம்	வருணனை	பாசிச்சாயத்தாளினது தாக்கம்	ஐதான அமிலங்களினது தாக்கம்
செப்பொட்சைட்டு			
நாகவொட்சைட்டு			

கரையுமியல்புள்ள மூலங்கள்—காரங்கள்.

பரிசோதனைச்சாலையில் நாம் பெரிதும் பயன்படுத்தும் மூலங்கள் நீரிற் கரையுமியல்பின; அதாவது, அவை காரங்களாம் என்பதே. சோடியமைதரொட்சைட்டு (எரி சோடா) பொற்றுசியமைதரொட்சைட்டு (எரிபொற்றுசு) கல்சியமைதரொட்சைட்டு (நீறிய சுண்ணும்பு) அமோனியமைதரொட்சைட்டாகிய (அமோனியாக் கரைசல்) பொதுக் காரங்களின் இயல்புகளை இனிப் பரிசோதிப்போம்.

பொதுக்காரங்களின் இயல்புகளை எவ்வாறு பரிசோதிப்பதென்பது.

(அ) **சோடியமைதரொட்சைட்டு.**—நான்காம் நூலில் இது எவ்வாறு பரும்படியாகச் செய்யப்படுகிறதெனப் படிப்போம்.

(i) ஆவியாக்கற் கிண்ணமொன்றில் ஒரு சிறுதுண்டு சோடியமைதரொட்சைட்டை இட்டுச் சில நிமிடங்கட்கு கவனிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

(ii) உமது சோடியமைதரொட்சைட்டுடன் சிறிதளவு நீரைக் கூட்டுக.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

(iii) கரைசலில் விரல்நுனியை நனைத்து, அவ்விரலைப் பெருவிரலோடு தேய்க்க: நீர் கவனிப்பது என்ன? ....

(iv) நீரினால் ஏறக்குறைய நிரம்பியுள்ள சோதனைக் குழாயொன்றில், உமது கரைசலிலிருந்து ஒரு துளியை இட்டு, மிகவும் ஐதான இக்கரைசலில் ஒரு துளியை வேறொரு விரலிலெடுத்துக் சுவைக்க.

சுவையை வருணிக்க..

(v) மிக ஐதான இக்கரைசலை செம்பாசிச்சாயத்தாளினாற் சோதிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

(vi) உமது செறிந்த கரைசலின் பெரும்பகுதியைச் சோதனைக் குழாய்க்குள் ஊற்றி, சிறிது திண்ம அமோனியங்குளோரைட்டை அதில் இடுக. பின்னர் கலவையைச் சூடாக்குக. தூய கண்ணாடிக் கோலொன்றைச் செறிந்த ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்திலே தோய்த்து, அதனைக் குழாய் வாய்க்கு அணித்தாய்ப் பிடிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

யாது உண்டாகியிருக்கின்றது? ....

(ஆ) **பொற்றாசியமைதரொட்சைட்டு.** பொற்றாசியமைதரொட்சைட்டைக் கொண்டு முன் கூறிய ஆறு பரிசோதனைகளையும் மீண்டுஞ் செய்து, சோடியமைதரொட்சைட்டிற்கும் பொற்றாசியமைதரொட்சைட்டிற்கும் ஒத்த இயல்புகள் பல உளவென்பனதக் கவனிக்க. உண்மையில் இவையிரண்டையும் வேறு பிரித்துக் காணற்குரிய ஒரேயொரு எளிமையான முறை, சுவாலைச் சோதனையே ஆகும். சுத்தமான நிக்குரோங் கம்பியின் ஒரு நுனியை, உமது பொற்றாசியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலிலே தோய்த்து, ஒளிராப் பன்சன் சுவாலையின் ஓரத்திற் பிடிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

கம்பியினது நுனியைச் சுத்தமாக்கி, உமது சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலிலே தோய்த்து, முன்போலவே சுவாலையிற் பிடிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

சோடியஞ் சேர்வைகள் யாவும், பன்சன்சுவாலையிலே துலக்கமான மஞ்சணிறத்தைத் தருவன. பொற்றாசியஞ்சேர்வைகள் பன்சன் சுவாலையில் மங்கலான செவ்வூதா நிறத்தைத் தருவன.

(இ) **கல்சியமைதரொட்சைட்டு.** நீறாத சுண்ணும்புடன் (கல்சியமொட்சைட்டு) நீரைக் கூட்டினுல், அது சூடாகி, வெடித்து, பொங்கி, நீறிய சுண்ணும்பாகிய (கல்சியமைதரொட்சைட்டு) நுண்மையான வெண்ணிறத் தூளாக இற்றுவீழ்கிறதென்பது உமது நினைவிலிருத்தல் கூடும். இந்நீறிய சுண்ணும்போடு நீரைக்கூட்டிக் குலுக்கினுல். அது சுண்ணும்புப்பால் ஆகும். இவ்வெண்ணிறத் தொங்கலை நிறுத்திவைத்தால், மிகையாயுள்ள நீறிய சுண்ணும்பு அடியிலே தங்கிவிட, தெளிந்த சுண்ணும்புநீர் மேலே நிற்கும். இச்சுண்ணும்புநீர், கல்சியமொட்சைட்டினது நிரம்பிய கரைசலாகும். இனி, நாம் கல்சியமைதரொட்சைட்டின் இயல்புகளைச் சோடியமைதரொட்சைட்டு, பொற்றுசியமைதரொட்சைட்டாயவற்றின் இயல்புகளோடு ஒப்பிடுவோம்.

(i) ஐதாக்கப்படாத சுண்ணும்புநீரின் சுவையை வருணிக்க...........

(ii) சிறிதளவு சுண்ணும்பு நீரைச் செம்பாசிச்சாயத்தாளினுற் சோதிக்க. யாது நிகழ்கின்றது ?...

(iii) நீறிய சுண்ணும்பு சிறிதளவைத் திண்மமாய அம்மோனியங்குளோரைட்டுடன் கலந்து, இக்கலவையைச் சோதனைக் குழாயில் இட்டுச் சூடாக்குக. யாது நிகழ்கின்றது ?...

கல்சியமைதரொட்சைட்டின் இயல்புகள் சோடியமைதரொட்சைட்டு, பொற்றுசியமைதரொட்சைட்டு என்பவற்றின் இயல்புகளோடு ஒத்தவை என்பதைக் கவனிக்க; எனினும், கல்சியமைதரொட்சைட்டு மற்றையிரண்டையும் போன்று அத்துணை வன்மையான மூலம் அன்று—இவையிரண்டும் எரிகாரங்களாம்.

(ஈ) **அமோனியா.** ஒரு மூலத்தோடு அமோனியமுப்பொன்றைச் சூடாக்கினுல், அமோனியா வெளியிடப்படுகின்றதெனக் கண்டுள்ளோம். அமோனியாவோ ஒரு வாயுவாகும். ஆனுல், அது நீரிலே மிகக் கரையுமியல்பினதாகையால், பரிசோதனைச் சாலையில் நாம் அமோனியமைதரொட்சைட்டெனப் பெயரிய இக்கரைசலையே பொதுவாய் உபயோகிக்கின்றேம். இக்கரைசல் மிகக்காரமான மணம் பொருந்தியது. இதனைச் சூடாக்கும்போது, கரைந்துள்ள அமோனியா முழுவதும் வெளியேற்றப்படும். உண்மையில், அமோனியா வாயுவைப் பெறுதற்கு மிக்க எளிமையான வழி இதுவே ஆகும்.

(i) உமது சோதனைப் பொருட் போத்தலிலிருந்து, சிறிதளவு அமோனியாக் கரைசலைச் சோதனைக் குழாயொன்றுள் ஊற்றுக. மணத்தைக் கவனிக்க. சோதனைக் குழாயின் வாயில், ஈரமான செம்பாசிச்சாயத்தாள் ஒரு துண்டைப் பிடிக்க.

யாது நிகழ்கின்றது ?...

(ii) அமோனியாக் கரைசலைச் சூடாக்குக.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

சோடியமைதரொட்சைட்டு, பொற்றுசியமைதரொட்சைட்டாயவற்றின் இயல்புகள் போன்ற இயல்புகளையே அமோனியா கொண்டிருப்பினும், அவற்றிலும் அமோனியா காரத்தன்மை குறைந்ததென்பதைக் கவனிக்க.

மூலங்கள் யாவற்றிற்கும் பொதுவான இயல்புகள் யாவை ?

மூலங்களைக் கொண்டு நாம் செய்த பரிசோதனைகள், அம் மூலங்கள் பொதுவான பல இயல்புகளைக் கொண்டனவென்பதைப் புலப்படுத்துகின்றன. இன்னும் வேறு மூலங்களைக்கொண்டு இவைபோன்ற பரிசோதனைகளைச் செய்தால், அவையாவும் பின்வரும் சிறப்பியல்புகள் கொண்டனவென்பதையும் புலப்படுத்தும்.

(i) உலோகங்களின் ஒட்சைட்டுக்கள், அல்லது ஐதரொட்சைட்டுக்களே மூலங்களாகும்[1].

(ii) கரையுமியல்புள்ள மூலங்கள் சிறப்பியல்பான, கசப்பான சுவை கொண்டவை; அவற்றின் கரைசல்கள் **'சவர்க்காரத்'** தன்மை வாய்ந்தவை; செம்பாசிச் சாயத்தை நீலநிறமாக்கும். (இவை காரங்களெனப்படும்.)

(ii) அமோனியமுப்புக்களிலிருந்து அமோனியாவை மூலங்கள் வெளிப்படுத்தும்.

(iv) மூலங்கள், அமிலங்களோடு தாக்கமுறும்போது, உப்பும் நீரும் உண்டாகும்.

உப்புக்கள்

நடுநிலையாக்கல்.

அமிலங்களின் இயல்புகளிற் பெரும்பாலானவை காரங்களின் இயல்புகட்கு முற்றும் முரணானவை எனக் கண்டோம். மேலும், ஓர் அமிலத்தைக் காரக்கரைசலுடன் தக்க விகிதசமத்திற் கலந்தால், உண்டாகுந் திரவம் அமிலத்தினதோ காரத்தினதோ இயல்புகளைக் காட்டாது. உதாரணமாக, பாசிச்சாயத்திற்கு நடுநிலையாக இருக்கும்; பாசிச்சாயம் செந்நிறமாகவோ நீலநிறமாகவோ மாறாது; எனின், செவ்வூதா நிறமாகும். இத்திரவத்தை ஆவியாக்கினால், நாம் 'உப்பு' எனக் கூறும் ஒரு பதார்த்தம் எஞ்சும். உப்புக்களை ஆக்குதற்கு நடுநிலையாக்கல் ஒரு முறையாகும்; அதாவது, ஓர் அமிலத்தைக் கரையுமியல்புள்ள காரத்தால் நடுநிலையாக்கலென்பதே.

[1] அமோனிய மைதரொட்சைட்டு விதிவிலக்காகும்.

சோடியமைதரொட்சைட்டை ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தால் நடுநிலையாக்கிச் சோடியங்குளோரைட்டை எவ்வாறு ஆக்கலாம் என்பது.

உமது சோதனைப் பொருட்போத்தலிலிருக்கும் (நேர் 2 எனக் குறிக்கப் பட்ட) ஐதான ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தினால் அளவியொன்றை நிரப்புக. பின் அளவுகோடிட்ட உருளையினால் (நேர் 2 எனக் குறிக்கப்பட்ட) சோதனைப் பொருட்போத்தலிலிருந்து 30 கன ச. மீ. சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலை அளந்தெடுக்க. காரத்தை ஒரு முகவைக்குள் ஊற்றி அதனுள் ஒரு துண்டு பாசிச்சாயத்தாளை இடுக. அளவியிலுள்ள ஐதான ஐதரோ குளோரிக்கமிலத்தினால் இச்சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசலைக் கவனமாய் நடுநிலையாக்குக—நடுநிலையாக்கும் போது முதலில் 20 கன ச. மீ. அமிலத்தைப் பெய்து, பின்னர் ஒவ்வொரு முறையும் ஒரு கன ச. மீற்றரைப் பெய்க. பாசிச்சாயத்தினது நிறம் நீலத்திலிருந்து சிவப்பாக மாறியதும் அமிலமிடுவதை நிறுத்திவிட்டு, அளவு கோடிட்ட உருளையில் எஞ்சியுள்ள எரிசோடாத் துளிகளை, நீலநிறம் மீளும் வரை, பெய்க. பின்னர் பாசிச்சாயம் செந்நிறமோ, நீலநிறமோவன்றிச் செவ்வூதா நிறமாகும் வரை அமிலத்தை மிக்க பதனமாய்த் துளிதுளியாக இடுக. கரைசல் இப்பொழுது நடுநிலையாயுள்ளது; மேலும், அதிலே கட்டில்லா அமிலமோ கட்டில்லாக் காரமோ இல்லை ; அதாவது, அமிலமுங் காரமும் ஒன்றையொன்று நடுநிலையாக்கியுள்ளன என்பதே.

பாசிச்சாயத்தாளை நீக்கிவிட்டுக் கரைசலை ஆவியாக்கற் கிண்ணமொன்றுள் ஊற்றுக. மணற்றொட்டியிலே வைத்து அக்கரைசலை உலரும்வரை ஆவியாக்குக; ஆவியாக்கும்போது, திரவம் வெளியே உமிழத் தொடங்கியதும் சுடரடுப்பை அணைத்துவிடுக. சூடான மணல் ஆவியாகுதலை முடிவுறச் செய்யும். உலர்ந்ததும் கிண்ணத்தை மணற்றொட்டியினின்றும் அகற்றி ஆறவிடுக. மீதியாயுள்ள திண்மத்திற் சிறிதளவைச் சுவைக்க. அது கறியுப்பாகும். (சோடியங்குளோரைட்டு)

ஐதரசன்குளோரைட்டு + சோடியமைதரொட்சைட்டு
அமிலம் காரம்

⟶ சோடியங்குளோரைட்டு + நீர்
நடுநிலை நடுநிலை

பின்வரும் உப்புக்கள் ஒவ்வொன்றையும் ஆக்குதற்கு உபயோகிக்கும் அமிலத்தினதும் காரத்தினதும் பெயர்களை எழுதுக.

உப்பு	அமிலம்	காரம்
சோடியங்குளோரைட்டு	ஐதரோகுளோரிக்கமிலம்	சோடியமைத ரொட்சைட்டு
பொற்றுசியநைத்திரேற்று		
அமோனியஞ்சல்பேற்று		
சோடியநைத்திரேற்று		
பொற்றுசியஞ்சல்பேற்று		
அமோனியங்குளோரைட்டு		
பொற்றுசியங்குளோரைட்டு		

வேண்டிய மூலம் நீரிலே கரையுமாயின் இக்காரத்தைத் தக்க அமிலத்தினல் நடுநிலையாக்கி உப்பை ஆக்கல் எளிதாகும். ஆயின், மூலம் நீரிற் கரையாதாயின் வேறு முறைகளைக் கையாளல்வேண்டும்.

உப்புக்களைச் செய்தற்கான வேறுமுறைகள்.

பெரும்பாலான மூலங்கள் நீரிலே கரையுமியல்பு அற்றவையாயினும், அவை யாவும் அமிலங்களோடு தாக்கமுற்று உப்புக்களாகின்றன. எனவே, உப்புக்களை ஆக்குதற்கான பிறிதொருமுறை, மூலத்தை அமிலத்திற் கரைப்பதே.

மூலங்களிலிருந்து உப்புக்களை எவ்வாறு ஆக்கலாம் என்பது.

பின்வரும் உப்புக்களை ஆக்குதற்கு நீர் உபயோகிக்கும் மூலத்தையும் அமிலத்தையும் எழுதுக.

உப்பு	மூலம்	அமிலம்
செப்புச்சல்பேற்று	செப்பொட்சைட்டு	சல்பூரிக்கமிலம்
ஈயநைத்திரேற்று		
மகனீசியங்குளோரைட்டு		
நாகச்சல்பேற்று		
கோபாற்றுக்குளோரைட்டு		
கல்சியநைத்திரேற்று		

செப்பொட்சைட்டையும் ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தையுங்கொண்டு செப்புச்சல்பேற்றை எவ்வாறு ஆக்கலாம் என்பது.

உமது சோதனைப் பொருட்போத்தலிலிருந்து (நேர் 2 எனக் குறிக்கப்பட்ட) ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தில் 20 கன ச. மீற்றரை அளந்து, ஆவியாக்கற் கிண்ணமொன்றுள் இட்டு, மணற்றெட்டியில் மென்மையாகச் சூடாக்குக மேற்கொண்டு யாதுங் கரையாவரை, செப்பொட்சைட்டைச் சிறிது சிறிதாகக் கூட்டுக; ஒவ்வொரு முறையுங் கூட்டியதற்பின்னர் கலக்கல்வேண்டும். விளிம்பைச் சுற்றிப் பளிங்குகள் உண்டாகத் தொடங்கும்வரை கரைசலை மணற்றெட்டியின்மீது ஆவியாக்குக. பின்னர் சூடான கரைசலை முகவைக்குள் வடித்துவிட்டு, ஒருபுறத்தே ஆறவைக்க. செப்புச்சல்பேற்றுப் பளிங்குகள் தோன்றும்.

செப்பொட்சைட்டு +	சல்பூரிக்கமிலம்	→ செப்புச்சல்பேற்று +	நீர்
(மூலம்)	அமிலம்	உப்பு	

காபனேற்றுக்களிலிருந்து எவ்வாறு உப்புக்களை ஆக்கலாம் என்பது.

காபனேற்றுக்கள் யாவும் அமிலங்களோடு தாக்கமுற்று, காபனீரொட்சைட்டை வெளியிட்டு உப்புக்களாகும். இது உப்புக்களை ஆக்குதற்கு உபயோகமான பிறிதொரு முறையைத் தருகிறது. பின்வரும் உப்புக்களை ஆக்குதற்கு நீர் உபயோகிக்குங் காபனேற்றையும் அமிலத்தையும் எழுதுக.

உப்பு	காபனேற்று	அமிலம்
ஈயநைத்திரேற்று	ஈயங்காபனேற்று	நைத்திரிக்கமிலம்
கல்சியங்குளோரைட்டு		
செப்புச்சல்பேற்று		
நாகக்குளோரைட்டு		
கல்சியநைத்திரேற்று		

ஈயங்காபனேற்றும் ஐதான நைத்திரிக்கமிலமுங்கொண்டு ஈயநைத்திரேற்றை எவ்வாறு ஆக்கலாம் என்பது.

உமது சோதனைப் பொருட்போத்தலிலிருந்து (நேர் 2 எனக் குறிக்கப்பட்ட) ஐதான நைத்திரிக்கமிலத்தில் 20 கன ச. மீற்றரை அளந்து, ஆவியாக்கற் கிண்ணத்தில் இட்டு, மணற்றெட்டியில் மென்மையாகச் சூடாக்குக. பின்னர் மேற்கொண்டு காபனீரொட்சைட்டு யாதும் வெளிவராவரை, சிறிது சிறிதாக

ஈயங்காபனேற்றைக் கூட்டுக. இச்சூடான கரைசலை ஒரு முகவைக்குள் வடித்து, ஒரு புறத்தே ஆறவிடுக. ஆறும்போது ஈயநைத்திரேற்றின் பளிங்குகள் தோன்றும்.

ஈயங்காபனேற்று + நைத்திரிக்கமிலம் → ஈயநைத்திரேற்று + நீர் + காபனீரொட்சைட்டு

உலோகங்களிலிருந்து எவ்வாறு உப்புக்களை ஆக்கலாம் என்பது.

சில உலோகங்கள் ஐதான அமிலங்களினின்றும் ஐதரசனைப் பெயர்த்து, உப்புக்களாகின்றனவெனக் கண்டோம். உதாரணமாக, நாகம், இரும்பு, மகனீசியம் ஆகியவை ஐதரோகுளோரிக்கமிலத்தோடு, அல்லது சல்பூரிக்கமிலத்தோடு இத்தகைய தாக்கமுறும். ஐதரசனை ஆக்கும்போது, நாகச்சல்பேற்றை ஒரு பக்கவிளைவாக இம்முறைப்படி எலவே ஆக்கியுள்ளோம். சில உலோகங்கள், உலோகமல்லாதவற்றுடன் நேராகச் சேர்ந்து உப்பாகும். உதாரணமாக, குளோரீனோடு சோடியமும், குளோரீனோடு செம்பும் இத்தகைய தாக்கமுறும்.

கரையுமியல்பற்ற உப்புக்களை வீழ்படிவுகளாக எவ்வாறு ஆக்கலாம் என்பது.

பல உப்புக்கள் நீரிற் கரையாவியல்பின. உப்புமூலங்கள், காபனேற்றுக்கள், அல்லது உலோகங்கள் என்பவற்றின்மீது அமிலங்களின் தாக்கத்தினால் அவற்றை ஆக்கல் முடியாது. எனினும், அவற்றை வீழ்படிவுகளாக ஆக்கல் கூடும். உதாரணமாக, பேரியங்குளோரைட்டுக் கரைசலைப் பேரியஞ்சல்பேற்றுக்கரைசலுடன் கலக்கும்போது, பேரியஞ்சல்பேற்று வீழ்படிவு உண்டாக, சோடியங்குளோரைட்டு கரைசலாக எஞ்சிநிற்கும். கரையுமியல்பற்ற பேரியஞ்சல்பேற்றை வடித்தெடுத்தல் கூடும்.

பின்வருங் கரையுமியல்பற்ற உப்புக்களைப் படிவுவீழச் செய்தற்பொருட்டுக் கலக்கவேண்டிய கரைசல்களுக்கான கரையுமியல்புள்ள உப்புக்களை எழுதுக.

கரையுமியல்பற்ற உப்பு	கரையுமியல்பான உப்பு	கரையுமியல்பான உப்பு
பேரியஞ்சல்பேற்று	பெரியங்குளோரைட்டு	சோடியஞ்சல்பேற்று
வெள்ளிக்குளோரைட்டு	வெள்ளிநைத்திரேற்று	சோடியங்குளோரைட்டு
கல்சியங்காபனேற்று		
ஈயங்குளோரைட்டு		

அத்தியாயம் 3–இற்குரிய பயிற்சிகள் "பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சி நூல்" இல் 28–37 வரையான பக்கங்களிற் காணப்படும்.

அத்தியாயம் IV

திண்மங்கள், திரவங்கள், வாயுக்களாகியவற்றின் பொது இயல்புகள்

நூல் I-இல், நாம் செய்த தொடக்கப் பரிசோதனைகள் சிலவற்றில், நிறையுடைத்தாகையாலும் இடத்தைக்கொள்வதாகையாலும், காற்று ஒருவகைச் சடப்பொருளாகுமெனக் கண்டோம். இவையிரண்டும் எல்லாச் சடப்பொருள்களுக்கும் பொதுவான இரு சிறப்பியல்புகளாகும்.

சடப்பொருளானது மூன்று நிலைகளில் இருக்கக்கூடும் எனவும் யாம் அறிவோம். அதாவது, ஒரு சடப்பொருள் திண்மமாகவோ, திரவமாகவோ, வாயுவாகவோ, இருத்தல் கூடுமென்பதே. திண்மங்கள் விறைப்பானவை. எனின், அவை திட்டமான வடிவமும் பருமனும் (கனவளவும்) கொண்டவை. மேலும் அவ்வடிவத்திலோ பருமனிலோ யாதும் மாற்றமேற்படுவதை அவை தடுக்கும். திரவங்களும் வாயுக்களும் தம் வடிவத்தை மாற்றும் விசைகளைத் தடுக்கா. அதனால், விஞ்ஞான நோக்கங்கட்காக அவை பாய்பொருளென வகுக்கப்படும். அதாவது, பாயக்கூடிய பொருளென்பதே. எனினும், திரவங்கள் தம் பருமனில் (கனவளவில்) மாற்றம் உண்டாதலைத் தடுக்கும் ; வாயுக்கள் இவ்வாறு செய்யா. உலகிலுள்ள, பொருள்கள் யாவற்றையும் திண்மம், திரவம், வாயுவெனும் மூன்று வகுப்புக்களில் ஒன்றனுள் அடக்கலாம்.

சடப்பொருள் எதனால் ஆயது ?

2,000 ஆண்டுகட்குமுன்னர் கிரேக்க சிந்தனையாளருட் சிலர், சடப்பொருளானது தொடர்பொருளன்றெனவும், இடைவெளிகளைக் கொண்ட, மிகச்சிறு துணிக்கைகளாலாயதெனவுங் கருதினர். எனின், யாதும் ஒரு பதார்த்தத்தின் ஒரு துண்டைச் சிறுச்சிறு துண்டுகளாக மேண்மேலும் பிரிக்க முயன்றால், இப்பிரித்தலாகிய முறையானது முடிவின்றி நிகழவியலாது—முடிவொன்று உண்டு— எனக் கிரேக்கர் கருதினர். மேற்கொண்டு பிரிக்கமுடியாத மிகச்சிறு துணிக்கைகளாய்ப் பதார்த்தம் வேறுகும்போது செய்முறை ஒரு முடிவுக்குவரல் வேண்டுமென அவர்கள் வாதித்தனர். ஏறக்குறைய 150 வருடங்கட்குப்பின்னர் இரசாயன மூலகங்கள் கூடி எவ்வாறு சேர்வைகளாகின்றனவென்பதை விளக்கற்பொருட்டு விஞ்ஞானிகளால் இக்கொள்கை மீண்டும் மேற்கொள்ளப்பட்டது. அக்காலந்தொட்டுச் செய்யப்பட்ட பல பரிசோதனைகளின் பயனாக, மூலக்கூறெண வழங்கும் மிக நுண்ணிய துணிக்கைகளாற் சடப்பொருள் ஆயதெனவும், இம்மூலக்கூறுகளும் அணுவென வழங்கப்படும் மேலுஞ்சிறிய துணிக்கைகளாலாயவை எனவும்

விஞ்ஞானிகள் இன்று அறிந்துள்ளனர். ஒரே பதார்த்தத்தில், தனிப்பட்ட மூலக்கூறுகள் யாவும் ஒரே வகையானவை. இவ்வழி, ஒரு துளி நீரிலுள்ள பல்கோடி நீர் மூலக்கூறுகள் யாவும் ஒன்றையொன்று ஒத்தவை. ஒரு தனி அணுவையோ, மூலக்கூற்றையோ, மிக்க வலுவுள்ள நுணுக்குக்காட்டியின் உதவியினுலேனும் யாருங் கண்டதில்லை. ஆனல், இரசாயன, பௌதிக விஞ்ஞானத்தின் உண்மைகளைப் பற்றிப் பரிசோதனைகள் வாயிலாக நாம் பெற்ற அறிவு, அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் இருக்கின்றனவெனக் கொள்வதற்குச் சிறிதளவு ஐயத்திற்கேனும் இடந்தரவில்லை. விஞ்ஞானிகள் அவற்றின் பருமனையும் நிறையையும் அளந்துள்ளனர்; இன்னும், அவற்றை எண்ணிக் கணிக்கவும் அறிந்துள்ளனர். உதாரணமாக, ஒரு கனவங்குலக் காற்றில், உலகிலுள்ள மக்கள் யாவரினுங்கூடிய தொகையான மூலக் கூறுகள் இருக்கின்றனவென அறியப்பட்டுளது.

சடப்பொருளின் இயல்புபற்றி நாம் அறிந்துள்ளது ஒவ்வொன்றும், அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் (கட்புலனுகாவிடினும்) உண்மையாகவே இருக்கின்றனவென்னும் இக்கொள்கையுடன் இசைந்துள்ளது. அணுக் களின் சார்ப்பளவைப்பற்றி ஓரளவு அறிவுறுத்தற்பொருட்டு, பின்வரும் விளக்கங் கூறப்படும்: ஒரு துளி நீரை உலகின் பருமனளவாகப் பெருக் கினல் அதிலுள்ள ஐதரசன், ஒட்சிசன் அணுக்கள் ஒரு தோடம்பழமளவின வாய்க்காணப்படும்.

ஒவ்வொரு மூலகமும் அதற்கே உரியவகையான அணுவினுலாயது. அணுக்களில் இவ்விதமாய் 96 வெவ்வேறுவகைகளே உள. இனி, மூலக் கூறுகளில் எண்ணற்ற வெவ்வேறு வகை மூலக்கூறுகள் உள. ஒரு மூல கத்தின் மூலக்கூறுகள் ஒரேவகை அணுக்களாலாயவை. உதாரணமாக, ஒட்சிசனின் ஒரு மூலக்கூற்றில் இரண்டு, ஒட்சிசன் அணுக்கள் உள. ஒரு சேர்வையின் மூலக்கூறுகள் இரண்டு, அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தொகை யான வெவ்வேறு வகை அணுக்களாலாயவை. உதாரணமாக, நீர் மூலக் கூறுனது, ஐதரசனின் அணுக்கள் இரண்டு, ஒட்சிசனின் அணு ஒன்றுடன் சேர்ந்ததால் ஆயது.

இரசாயனத்தாக்கங்கள் அணுக்களுக்கிடையே, அல்லது மூலக்கூறுகளுக் கிடையே நிகழும். மேலும், இரசாயனமாற்றத்திற் பங்குபற்றக்கூடிய, அல் லது இரசாயனச் சேர்வைக்கு உட்படக்கூடிய (மூலகத்தின்) மிகச்சிறிய துணிக் கையே அணுவாகும்—இதுவே அணுவின் தற்கால வரைவிலக்கணமாகும். மிக்க அண்மையான காலம்வரை அணுக்களே சடப்பொருளின் மிகச்சிறிய துணிக்கைகளெனவும் அவற்றைப் பிரிக்கமுடியாதெனவுங் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனல், அணுக்கள் தம்மினுஞ் சிறிய துணிக்கைகளால் ஆயவை யென்றும், அத்துணிக்கைகள் சில சிறப்பான இயல்புகளை உடையவை என்றுங் கொண்டாற்றுன் இரசாயனத் தாக்கங்களையும் சில பௌதிகச்

செய்முறைகளையுஞ் சிறப்பாக விளக்கக்கூடுமெனவும் யாம் அறிவோம். நான்காம் நூலில் இலத்திரன், நியூத்திரன், புரோத்தன் எனவழங்கும் இந்த மிகச்சிறிய துணிக்கைகளைப்பற்றி மேலும் படிப்போம்.

சடப்பொருளின் இயல்புகளை விளக்குதற்கு மூலக்கூறுகள் உளவெனக் கொண்டால்மட்டும் போதாது; மூலக்கூறுகள் யாதும் பிறவிசையிலே தங்காது, தாமாகவே எஞ்ஞான்றும் அசைவனவென்றும், அவை எப்பொழுதும் ஒன்றையொன்று கவர்வனவென்றும் நாம் கொள்ளலும் வேண்டும்.

வாயுக்களிற் பரவல்.

ஐதரசன்சல்பைட்டு போன்ற கடுமணங்கொண்ட ஒரு வாயுவை அறையின் ஒரு கோடியில் வெளியிட்டால், விரைவில் அறையின் மற்றைக் கோடியில் அப்பதார்த்தத்தை மோந்து பார்க்கக்கூடியதாயிருக்கும். அசைகின்ற காற்றோட்டமில்லாவிடத்தும் இது நிகழும். இவ்வாறே, ஓர் அறைக்குட் காபனீரொட்சைட்டு, அல்லது ஐதரசன் போன்ற வாயுவை வெளியிட்டால், அறையெங்கும் உள்ள காற்றில் இவ்வாயு பரவியுள்ளதென இரசாயனச்சோதனைகள் வாயிலாகக் காணலாம்.

தாவரங்களைக்கொண்டு நாம் செய்த சில பரிசோதனைகளும் (பக்கம் 118) தாவரத்தினுள்ளே சுவாசித்தலினால் விடுக்கப்படுங் காபனீரொட்சைட்டானது இலைகளிலுந் தண்டுகளிலுமுள்ள நுண்ணிய துளைகளினூடாய் வளிமண்டலத்திற் கலக்கின்றதெனவும்; அதேவேளையில், தாவரத்தினுற் பயன்படுத்தற்கு இலைகளினூடாய் வளிமண்டலத்திலிருந்து ஒட்சிசன் செல்கின்றதெனவும் உணர்த்துகின்றன. இவ்வாறு ஒரு பதார்த்தம் இலைகளினூடாய் உள்ளே செல்ல, மற்றையது வெளியே வருகின்றது. காற்றோட்டத்தின் சார்பின்றி வாயு இவ்வாறு விரைவாய்ப் படர்தலே **பரவல்** எனப்படும். அடிக்கடி ஒன்றையொன்று மோதியும், சுற்றியுள்ள திண்மச் சுவர்களிலடித்தும், அதைப்புற்று, மிகுந்த கதியோடு கட்டின்றி அசைகின்ற மூலக்கூறுகளால் வாயுக்கள் ஆயவையென்று கொண்டால், மேற்கூறிய உண்மையை எளிதாய் விளக்கலாம். ஒரு வாயுவிற்குத் திட்டமான வடிவமோ பருமனோ இல்லை; அது மிக விரைவாய் அதனைக் கொள்ளுங் கலத்தை முற்றாக நிரப்பும் என நாம் முன்னர்க்கூறிய கூற்றையும் இக்கொள்கை விளக்கும்.

திரவங்களும் மூலக்கூறுகளும்.

பல வாயுக்களைத் திரவமாக மிக எளிதாய் மாற்றலாமென அறிவோம். எனவே, திரவங்களும் மூலக்கூறுகளினாலாக்கப்பட்டவை எனக் கருதுதல் பொருத்தமே. வாயுக்களுக்குந் திரவங்களுக்குமிடையேயுள்ள வேற்றுமையை, "வாயுக்களிற் போன்று திரவங்களில் மூலக்கூறுகள் அத்துணைச் சுதந்திரமாய் அசைவன அல்ல; இன்னும், திரவங்களிலுள்ள மூலக்கூறுகள்

மிகச் செறிவாய் உள எனக்கூறி விளக்குவோம். இனி, மூலக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று கவர்கின்றன எனக் கருதுகிறோம்; ஒன்றையொன்று அடுத்துள்ள மூலக்கூறுகளின் இக்கவர்ச்சிவிசையானது, திரவங்களில் முக்கியமான விளைவுகளை உண்டாக்கும். எனவே, அவ்விசைக்குப் "**பிணைவு**" என்னுஞ் சிறப்பான பெயர் வழங்கப்படும். ஒருதிரவத்தின் மூலக்கூறுகளினிடையே உள்ள பிணைவு, அம்மூலக்கூறுகளின் அசைவைத் தடைசெய்கின்றது. எனினும், மூலக்கூறுகள் கட்டின்றி அசைதல்முடியும். ஆனால் அவற்றின் பிணைவு திரவம் முழுவதற்கும் திட்டமான ஒரு பருமனை அளித்தற்குப் போதியதாகும்—எனினும், திட்டமான ஒரு வடிவத்தை அளித்தற்கு அப்பிணைவு போதாதென்க.

மூலக்கூறுகளுக்கிடையே உள்ள பிணைவு, அவற்றின் செறிவிலும், ஒரு மூலக்கூற்றின் திணிவிலும், இப்பொழுது "**இரசாயனக் கவர்ச்சிகள்**" என்று மட்டும் நாம் வழங்கும், மூலக்கூறுகளின் ஏனைய பண்புகளிலேயுந் தங்கியுள்ளது. வாயுக்களில் மூலக்கூறுகள் ஒன்றற்கொன்று தொலைவாக இருப்பதால், அவற்றின் பிணைவைப் புறக்கணித்தல்கூடும்.

திரவங்களிற் பரவல்.

திரவங்களைப்பற்றிய இக்கொள்கைகள் திருத்தமானவையாயின், நாம் திரவங்களிலும் பரவலைக் காட்டக்கூடியதாயிருத்தல்வேண்டும். அளவு கோடிட்ட உருளையொன்றில் 20 கன ச. மீற்றர் நீரிற்குமேல் 20 கன ச.மீ. அற்ககோலை **மெதுவாக** ஊற்றினால், முதலில் அற்ககோல் நீரின்மேல் மிதக்கும்; அதிக நேரத்திற்குப்பின்னர், உருளையை அசைவின்றி வைத்திருப்பினும், இரு திரவங்களுங் கலப்புறும். ஏனெனில், நீரின் மூலக்கூறுகள் அற்ககோலுட் பரவ, அற்ககோலின் மூலக்கூறுகள் நீருட் பரவுவதாலென்க. கலவை இன்னுந் திரவமாகவே உளது. ஆகவே, வெவ்வேறு வகையான அற்ககோல் மூலக்கூறுகளுக்கும் நீர் மூலக்கூறுகளுக்குமிடையே யாதும் ஒரு கவர்ச்சி இருத்தல்வேண்டும்.

அற்ககோலையும் நீரையுங்கொண்டுசெய்த இப்பரிசோதனையில், இறுதியிலுள்ள கலவையின் மொத்தக் கனஅளவு 40 கன ச. மீற்றரிலுங் குறைவாக உளது. ஏனெனில், ஒரு பதார்த்தத்தின் மூலக்கூறுகள் மற்றையதின் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள்ள வெளிகளுக்குட் புகுதலால் என்க.

திரவங்கள் ஆவியாதலும், வாயுக்கள் கரைதலும்.

ஒரு திரவத்திற்கும் ஒரு வாயுவிற்குமிடையே உள்ள மேற்பரப்பில் மூலக்கூறுகளின் பரிமாறல் இடையீடின்றி நிகழ்தல்வேண்டும். ஒரு திரவத்திலுள்ள மூலக்கூறுகள் யாவும் ஒரே கதியில் அசைவதில்லை; சில எப்பொழுதும் மிக மெதுவாக அசையும்; வேறுசில மிக்க வேகத்துடன் அசையும்.

வேகமாக அசையும் மூலக்கூறுகளில் ஒன்று சிலவேளைகளில் அதன் அயலி லுள்ள மூலக்கூறுகளுக்கு அப்பாற்பட்டு மேனோக்கிச் செல்லும். அவ்வமயம் அது வாயுமூலக்கூறென்றிற்பட்டு அனைதப்புற்றுலன்றி, திரவத்திலிருந்து மேலேயுள்ள வாயுவினுட் சென்றுவிடும். இவ்வாறு ஒரு திரவம் மூலக் கூறுகளை இழத்தல் **ஆவியாதல்** எனப்படும். திரவத்தைச் சூடாக்கினால் கூடிய தொகையான மூலக்கூறுகள் (நாம் அவற்றிற்குக் கூடிய அளவு சத்தியை வழங்குவதால்) விரைவாக அசைவுற்றுக் கூடிய தொகையாகக் காற்றுட் செல்லும். அதாவது, திரவம் விரைவாய் ஆவியாகுமென்க.

ஆவியாதல் நிகழும்பொழுது, சில வாயு மூலக்கூறுகள் திரவத்திற் கரை யும்; ஏனெனில், வாயுமூலக்கூறொன்று கீழ்முகமாய் அசையும்போது, அது திரவத்துள் ஒரோவழிச்செல்வதாலென்க. இயற்கை நீர்நிலைகள் யாவற்றி லும் மேலேயுள்ள காற்றிலிருந்து சிறிதளவு ஒட்சிசன் நைதரசன் காபனீ ரொட்சைட்டாகியவை கரைந்திருத்தலே மேற்கூறிய உண்மை விளக்கும். திரவத்தின் மூலக்கூறுகளுள் ஒன்று ஆவியாகி மீண்டுந் திரவத்துட் புகு தலைக் கரைதலெனக் கூறுவதன்றி **ஒடுங்குதலெனக்** கூறலே பொருந்தும்

திண்மங்களும் மூலக்கூறுகளும்.

பல திண்மங்களைச் சூடாக்குவதால் எளிதாகத் திரவமாக்கலாம். ஆத லால் திண்மங்களும் மூலக்கூறுகளாலேயே ஆக்கப்பட்டவையெனக் கருதுகி றேம். ஒரு திண்மத்தின் (சிறப்பாக பளிங்குத்திண்மங்களின்) மூலக்கூறு கள் சீரான ஓர் ஒழுங்கில் அமைந்துள்ளன. மேலும் அவற்றின் அசைவுங் கட்டுப்பாட்டிற்குள் அமைந்துள்ளது. திரவங்களுக்குந் திண்மங்களுக்கு மிடையே உள்ள வித்தியாசம் யாதெனில், திரவங்களின் மூலக்கூறுகள் நெடுந் தூரத்திற்கு எளிதாய்ச் செல்லவல்லனவாயிருக்க, திண்மங்களின் மூலக்கூறுகள் பெரும்பான்மையாக ஒரு நிலையில் நிறுத்தப்பட்டுள. எனவே திண்மமானது திட்டமான வடிவமும் பருமனுங் கொண்டுளது. திண்மஞ் சூடாக்கப்படும்போது, மூலக்கூற்று இயக்கம் மிகுதியாகும். திண்மம் முத லில் இளகிப் பின்னர் உருகித் திரவமாகும். சில திண்மங்கள் (உதாரண மாக, பூச்சி உண்டைகளிலுள்ள நத்தலீன்) கடு மணமுடையவை. இத்திண் மங்களின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஆவியாதல் நிகழ்ந்து கொண்டே இருத்தல் வேண்டும். ஆயின், பொதுவாகக் கூறுமிடத்து, பெரும்பாலான திண்மங்க ளில் ஆவியாதல் மிக்க மந்தமாயே நிகழும். மேலும், திண்மங்கள் தம்முட் பரவுவதில்லை. எனினும், நனி துலக்கப்பட்ட தட்டையான இரு மேற்பரப் புக்களை ஒன்றையொன்று நெருங்கித் தொடும்வண்ணம் வைத்தால், மிக மிகக் குறைந்த அளவிற்குப் பரவல் நிகழலாம்.

திரவங்களிலே திண்மங்கள் எவ்வாறு கரையுமென்பது.

வெல்லக்கட்டியொன்றை நீருள் வைத்தால் அது கண்ணுக்குத் தெரியாது மறைந்துவிடும்; வெல்லங் **கரைந்து**விட்டதெனக் கூறுகிறோம். அது மறைந்து விட்டதேயன்றி, இல்லாமற்போய்விடவில்லை. எனெனில், நாம் அதனைச் சுவைக்கக்கூடியதாயிருக்கின்றதென்க. மேலும், நீரை ஆவியாக்குவதனுல் வெல்லம் முழுவதையும் திண்மவடிவமாக மீண்டும் பெறலாம். நீருடன் தொடர்பு ஏற்படும்போது வெல்லத்திலுள்ள மூலக்கூறுகள், திண்மமான பளிங்குகளில் உள்ள செறிந்த ஒருங்கான அமைப்பை இழந்து, நீர் மூலக் கூறுகளினிடையேயுள்ள வெளிகளில் அசைந்து திரியும் — எனின், திரவத் துட் பரவும் — என நாம் கருதல்வேண்டும்.

நெடிய ஒரு சாடியை நீரினுல் நிரப்பி, செப்புச்சல்பேற்றுப் பளிங் கொன்றை அதன் அடியில் இடுக. சாடிவாயை மூடி குலுங்காது இருக்கத் தக்கவாறு சாடியை உறுதியான தட்டொன்றில் வைக்க. கரைந்த மூலக் கூறுகளின் மெதுவான பரவலைக் கவனிக்க. நேரஞ் செல்ல, சாடியிலுள்ள நீர் முழுவதும் நீலநிறமாகிவிடும்.

மூலக்கூற்று இயக்கம்.

1827 – இல் உரொபேட்டு பிரௌன் என்னுந் தாவரவியலாளர் பூக்களி லுள்ள மகரந்தமணிகளை அசைவற்ற நீரிலே தொங்கவிட்டு நுணுக்குக்காட்டி யிற் சோதித்தபோது, அவை ஒழுங்கற்ற அசைவைக் கொண்டனவெனக் கண்டார். யாதாவது நுண்ணிய துணிக்கையைத் திரவத்திலே தொங்கவிடின், இத்தகைய அசைவு நிகழுமென இப்போது அறியப்பட்டுள்ளது. மேலும், துணிக்கைகள் எத்துணை நுண்ணியனவாய் இருக்கின்றனவோ, அத்துணை அவற்றின் அசைவுங் கூடும்.

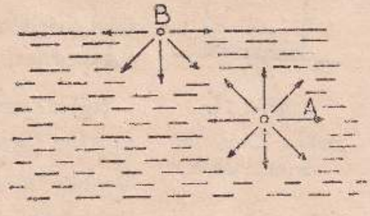
ஐதான (நீரிலே நுண்ணிய காபன் துணிக்கைத் தொங்கலாகிய) இந்திய மை ஒரு துளியை நுணுக்குக் காட்டியிற் பரிசோதித்து, திண்மத்துணிக்கை களின் அசைவைக் கவனிக்க. (இது பிரௌனியன் அசைவெனப்படும்).

மூலக்கூற்றுக்கொள்கையானது இவ்வசைவை விளக்கும் திரவத்திலுள்ள கட்டுலனுகாத அசையுமூலக்கூறுகள் கட்புலனுகுந்திண்மத்துணிக்கைகளின் மீது மோதி, முதலில் ஒரு திசையிலும், பின்னர் மறுதிசையிலுமாக அவற்றை அலைத்தலினுல், இத்தகைய அசைவு ஏற்படும்.

திரவ மேற்பரப்புக்களின் இயல்புகள்

மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள பிணைவு திரவத்தின் மேற்பரப்பில் முக் கியமான விளைவுகளை உண்டாக்கும். உருவம் 13–இற் காட்டியாங்கு, திரவத் தின் நடுவிலேயுள்ள "A" மூலக்கூருனது, அயலிலுள்ள மூலக்கூறுகளி

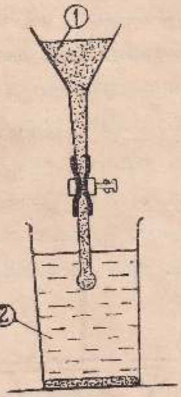
ளால் எல்லாத்திசைகளிலும் சமமாய்க் கவரப்படும். இவ்விசைகள் யாவும் ஒன்றை யொன்று சமன்செய்வதால் "A" மூலக்கூறு கட்டின்றி எத்திசையிலும் அசைதலியலும். ஆயின், "B" மூலக்கூறு உண்முகமாகவும் ஒவ்வொரு பக்கமாகவும் அயலிலுள்ள மூலக்கூறுகளாற் கவரப்படும். ஆனால், உண்முக இழுவையைச் சமன் செய்தற்கு வெளிப்புறத்தே கவர்ச்சி யாதும் இல்லை. ஏனெனில், வெளியே (வளிமண்டலத்தில்) மிகச் சில மூலக்கூறுகளே உளவென்க. எனவே மேற்பரப்பிலுள்ள ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் மேற்பரப்பிற்குச் செங்கோணமாயுள்ள, வன்மையான உண்முகக் கவர்ச்சிக்கு உட்படும். இந்த உண்முகக் கவர்ச்சியே திரவத்தினது மேற்பரப்பின் சுருங்கும் இயல்பிற்குக் காரணமாகும். (ஏனெனில், வெளிச் செலுத்தப்படும் மூலக்கூறுகளிலும் பலவாய மூலக்கூறுகள் உள்ளே இழுக்கப்படுகின்றன என்க) மேலும், தரப்பட்ட திரவத்தின் கனவளவிற்கு ஏற்ப, அதன் கட்டில்லா மேற்பரப்பு எத்துணை சிறிதாய் இருக்கக்கூடுமோ அத்துணையாக மேற்பரப்புச் சுருங்குதல் தொடர்ந்து நிகழும். அதாவது, திரவ மேற்பரப்புக்கள் மிகச்சிறிய அளவான பரப்புடையனவாகும்வரை சுருங்குமியல்பின என்பதே. தந்தவொரு பரப்பளவிற்கமைந்த மிகக்கூடிய கனவளவுகொண்ட பொருள் ஒரு கோளமே என்பர் கணிதவியலார். எனவே, சிறிய திரவத்துளிகள் கோளவடிவமுடையன. அவ்வாறே, திரவங்களிலுண்டாகுஞ் சிறிய குமிழிகளுங் கோளவடிவைக் கொண்டன. உதாரணமாக, சவர்க்காரக் குமிழிகளைக் கொள்ளலாம்.



உருவம் 13. திரவங்களில் மூலக்கூற்றுவிசை.

துளிகள் உண்டாதலை எவ்வாறு அவதானிப்பதென்பது.

(i) **செய்துகாட்டல்:—** சோளவெண்ணெய்போன்ற ஒரு தாவர எண்ணெயளவு செறிவுடையதாய், அதாவது, நீரிலும் சிறிது இலேசானதாய்—வரும்வரை சிறிதளவு அற்ககோலை நீருடன் கலக்க. இக்கோளவெண்ணெயிற் சிறிதளவை எடுத்து, சிறு துண்டு இறப்பர்க்குழாயும் திருகாணிக்கவ்வியும் இணைக்கப்பட்டுள்ள புனலிலிருந்து, உருவம் 14–இற் காட்டியாங்கு, அற்ககோல்–நீர்க்கலவைக்குட் பெய்க. செம்மையான கோளவடிவங்கொண்டு மிதக்குந்துளியாய் அது அமையுமாற்றைக் கவனிக்க. இதேயளவான எண்ணெயை அழுத்தமான கண்ணாடி மேற்பரப்பில் இட்டால், அது கோள



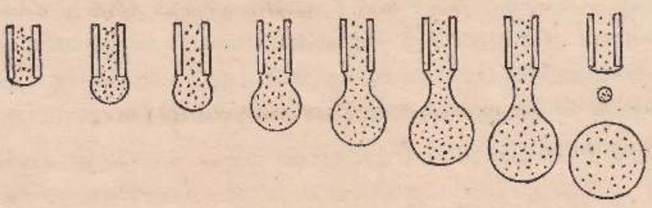
உருவம் 14.
துளிகள் மெதுவாய் உண்டாதல்.

1. எண்ணெய்;
2. நீர்.

வடிவு எய்தாது. ஏனெனில், அதனுடைய நிறை மேற்பரப்பு விசைகளின் விளைவை எதிர்செய்துவிடுகின்றது என்க. இதேகாரணத்தால், கண்ணாடித் தட்டொன்றின்மேல் இருக்கும் ஒரு பெருந்துளி யிரசமானது கோளவடிவமாயிராது தட்டையாக இருத்தலையுங் காண்க.

(ii) ஒரு முகவைக்குட் சிறிதளவு நீரை இட்டு ஏறத்தாழக் கொதிக்கும் வரை சூடாக்குக. பின், சுடரடுப்பை அணைத்துவிட்டு ஒரு நத்தலீன் உண்டையை (பூச்சியுண்டை) அதற்குள் இடுக. நத்தலீன் உருகும்போது, கோளவடிவந் துளியாதலைக் கவனிக்க.

(iii) உருவம் 14-இற் காட்டியாங்கு ஒரு புனலில், குறுகிய இறப்பர்த்துண்டொன்றையுந் திருகாணிக்கவ்வியொன்றையும் இணைத்துவிடுக. நீர்த்துளிகள் மிக மெதுவாக உண்டாகும்வண்ணந் திருகாணிக்கவ்வியைச் சீர்ப்படுத்துக. ஒவ்வொரு நிலையிலும் அத்துளி ஏறக்குறையக் கோளவடிவம் போலாவதையும் இறுதியில் அதனுடைய நிறையானது ஒடுக்கமான 'இடை'[1] இலுள்ள நீர் மூலக்கூறுகளின் பிணைவிற்கு மேற்பட, அத்துளி நீர் நிரலிலிருந்து பிரிவதையுங் கவனிக்க.



உருவம் 15. காற்றிலே துளியொன்று உண்டாகும்போது ஏற்படும் நிலைகள்.

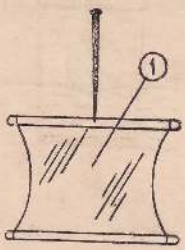
மேற்பரப்புச்சுருங்குதலைச் சவர்க்காரக் குமிழிகள் எவ்வாறு காட்டுமென்பது.

(i) முள்ளிப் புனலொன்றின் அகன்றமுனையிடத்து, சில அங்குல விட்டங்கொண்ட சவர்க்காரக்குமிழியை ஊதி, புனலை நிறுதிட்டமாகப் பிடிக்க. குழாயின் மறுமுனை விரலினால் மூடப்படாது இருப்பின், குமிழி

[1] 'இடை' ஒவ்வொன்றும், ஒவ்வொரு பெருந்துளியை அடுத்து, ஒரு நுண்ணிய துளியாகின்றதெனக் கணநேரவொளிப்படங்கள் காட்டுகின்றன; இவ்வாறு நுண்ணிய துளியாதல் உருவம் 15-இன் வலப்புறத்து விளக்கப்பட்டுளது.

படிப்படியாய்ச் சுருங்கி, இறுதியிற் புனலிற்குள் மீண்டும் புகும். சவர்க் காரப் படலமானது, நீர்மூலக்கூறுகளுக்கிடையே உள்ள கவர்ச்சியினால், தன் மேற்பரப்பின் அளவைக் குறைத்துக்கொண்டது.

(ii) உருவம் 16—இற் காட்டியாங்கு, இரு நெருப்புக்குச்சிகளை எடுத்து நூலினாற் பிணைக்க. ஒரு குச்சியில், கைபிடியாய் அமையும்பொருட்டு, ஒரு குண்டூசியைச் செருகுக: இச்சட்டத்தைச் சவர்க்காரக் கரைசலுக்குள் இறக்கி, பின் வெளியே எடுக்க. படலம் சுருங்குதலைக் கவனிக்க (இவ்வாறு மேற்பரப்புச் சுருங்குதலைக் கண்ணாடிக் குழாய்களின் முனைகளைச் சுவாலையில் வட்டித்தற்குப், பயன் படுத்துகிறோம்).



உருவம் 16.
சவர்க்காரப் படலம் சுருங்குதல்.

1. சவர்க்காரப் படலம்.

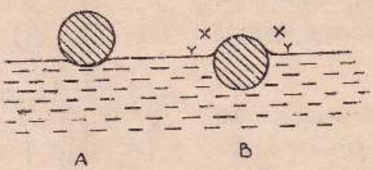
மேற்பரப்புக்களைப்பற்றிய பரிசோதனைகள் அவதானங்கள் யாவற்றிலும் மேற்பரப்பிழுவிசைபற்றிக் கூறல் வழக்கமாகும். மேற்பரப்பிழுவிசை யென்பது, திரவமொன்று இயன்றவரை சிறிதான மேற்பரப்பளவினை எய்துதற்குக் கொள்ளும் நாட்டத்தின் அளவேயெனக் கருதலாம். இச்சொற்றொடரை உபயோகிப்பதால், திரவமேற்பரப்புக்களிலே சுருங்கும் ஒரு படலமோ தோலோ உளதென்னுந் தவறான எண்ணம் உண்டாகுதற் இடமாகின்றது. திரவங்களின் மேற்பரப்பில் இத்தகைய சிறப்பான படலமோ தோலோ யாதும் இல்லை. "**மேற்பரப்பிழுவிசை**" யென்னும் இச் சொற்றொடரைப் பின்னர் உபயோகிக்க வேண்டிவரினும், மேற்பரப்பு விசைகளைப்பற்றி நாம் கணித்தற்குத் துணையாகவுள்ள ஒரு சொற்றொடரே இது என்பதை மறக்காதீர்.

திண்மங்களோடு தொடுகையுள்ள திரவ மேற்பரப்புக்கள்.

ஒரு திரவத்திலேயுள்ள மூலக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று கவர்கின்றன. இன்னும், திரவத்தோடு தொடுகையுள்ள திண்மங்களின் மூலக்கூறுகளை அவை கவர்வதுடன், அத்திண்மத்தின் மூலக்கூறுகளால் கவரவும் படுகின்றன. ஒரு திரவத்தின் மூலக்கூறுகளுக்கும் ஒரு திண்மத்தின் மூலக் கூறுகளுக்குமிடையேயுள்ள இக்கவர்ச்சி வழக்கமாக மேன்மட்டவொட்ட லெனப்படும். ஒரு திண்மத்தை ஒரு திரவம் ஈரமாக்குகின்றதா, அன்று என்பது, மேன்மட்டவொட்டலின் அளவினாலேயே துணியப்படும். இவ்வழி, ஒரு தட்டையான, தூய கண்ணாடித்தட்டில் ஒரு துளி இரசத்தை இடின், நீரைப்போன்று அது கண்ணாடியின் மேற்பரப்புமீதுபரவுவதில்லை. நீரானது (மேன்மட்டவொட்டல் மிகுதியாதலால்) கண்ணாடியை ஈரமாக்கும். இரசமோ அவ்வாறு ஈரமாக்காது. கண்ணாடியின் மேற்பரப்பிற் கொழுப்பைப் பரவினால், அது நீரினால் ஈரமாக்கப்படமாட்டாது; இக்கண்ணாடியின்மீது, நீரை

இடின், இரசம்போன்று அது துளிகளாகும். நாம் எம்முடைய கைகளைக் கழுவுதற்குச் சவர்க்காரத்தை உபயோகிப்பதன் முக்கியமான காரணம் யாதெனில், அது தோலையும் பசைத்தன்மையான அழுக்குத் துணிக்கைகளையும் நீரால் ஈரமாக்குதற்குத் துணையாக இருத்தலே ஆகும். இவை ஈரமாக்கப்பட, அழுக்குத்துணிக்கைகள் எளிதாகத் தேய்த்து அகற்றப்படும்.

கொழுப்புப்பூசப்பெற்ற — எனவே, ஈரமாகாவியல்புடைய — ஊசியொன்றைக் கவனமாய் நீரின்மேற்பரப்பில் வைத்தால், உருக்கு எண்மடங்கு அடர்த்தி கூடியதாயினும், அவ்வூசி நீரிலே மிதக்கும். அது வந்தப்படுதற்குரிய காரணங்களாவன, பெயர்க்கப்பட்ட நீரின் மேலுதைப்பும் (நூல் I, அத்தியாயம் 4-ஐக் காண்க). ஊசியின் கீழுள்ள நீரின் வளைந்த மேற்பரப்பானது இயன்றவரை சிறிதான பரப்பளவைக் கொள்ளுதற்கு நாடுவதால் ஏற்படும்—அதாவது, (இவ்வுதாரணத்தில் அதன் மூலவடிவத்தை எய்தற்பொருட்டு நேராதல். உருவம் 17 'A'-ஐக் காண்க) மேலுதைப்புமே ஆகும்.



உருவம் 17—A. கொழுப்புத்தன்மை (மிதத்தல்) B.—சுத்தமானது (அமிழ்தல்) நீரிலே ஊசிகள் (வெட்டுமுகம் பகுப்பிக்கப்பட்டது).

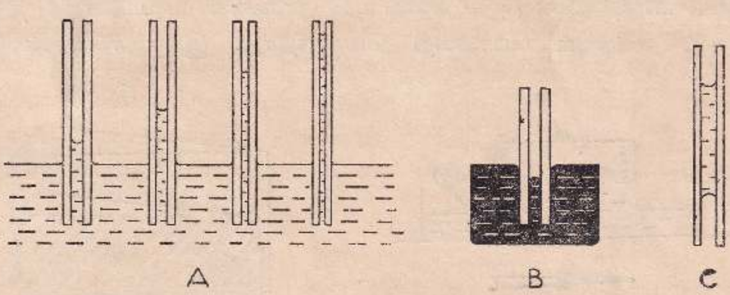
உருக்கூசியானது ஈரமாகத்தக்கதாயின், அமிழ்ந்துவிடும். உருவம் 17 'ஆ' வன் இவ்வாறு நிகழ்கின்றதென ஓரளவிற்கு விளக்கும். உலோகத்தினதும் நீரினதும் மூலக்கூறுகள் எப்பொழுது கூடிய வன்மையோடு ஒட்டும். ஊசியை நீரின்மேல் வைத்தவுடன், அந்நீரின் மேற்பரப்பு எவ்வாறு தோற்றுமென்பதை ஊசியினூடான ஒரு குறுக்குவெட்டுக் காட்டும். அது மிதக்கும்பொழுதுள்ள (உருவம் 17 'B'-ஐக் காண்க) விசைகளாலேயே ஊசி நேராக நிறுத்தப்பட்டுள்ளது; ஆனால், இப்பொழுது மேல்முகமாக வளைந்துள்ள க, ந மேற்பரப்புக்களின் சுருங்குமியல்பு, இவ்விசைகளை எதிர்த்தாக்கஞ் செய்ய, ஊசி அமிழ்ந்தும். குறித்த சில பதார்த்தங்களை உதாரணமாக, புதிய சவர்க்காரமில்லா மாசுநீக்கிகளுள் ஒன்றினை) நீருடன் கலந்தால் மிதக்கும் ஓர் ஊசியை அமிழ்ந்தச்செய்தல்முடியும்.

இவ்வாறு நிகழ்தற்கான காரணங்களுள் ஒன்று யாதெனின், இப்பதார்த்தங்கள் திண்மத்தை மேலும் ஈரமாக்கத்தக்கதாகும் என்பதே. எனின், நீரின் மேற்பரப்பிற்குந் திண்மத்திற்குமிடையே உள்ள தொடுகைக் கோணத்தின் அளவை, நீரிற்கும் அழுக்கத்திற்குமிடையேயுள்ள தொடுகைக் கோணத்தைச் சவர்க்காரம் மாற்றுவதுபோல, இப்பொருள்கள் மாற்றுமென்க.

பல பூச்சிகள் நீரின் மேற்பரப்பில் நடக்கவல்லன. நீர்நத்தைகளும் நுளம்புக்குடம்பிகளும் நீரிலே முற்றாக அமிழ்ந்திய நிலையிலும் மிதக்கக்கூடியன. இவ்வாறு மிதக்கும்போது அவை மேற்பரப்பிலிருந்து தொங்குவனபோலத் தோற்றும். இதற்குரிய விளக்கம், மிதக்கும் ஊசிக்குரிய விளக்கத்தை ஒத்தது.

மயிர்த்துளைத்தன்மை.

(i) ஒடுக்கமான துளையுள்ள, தூய கண்ணாடிக்குழாய்கள் பலவற்றை எடுத்து (இவை மயிர்த்துளைக்குழாய்கள் எனப்படும்.) அவற்றின் முனைகளை



உருவம் 18. மயிர்த் துளைத் தன்மை.

நிலைக்குத்தாக நீரில் வைத்து (உருவம் 18 ‘A’ ஐக் காண்க) பின்வருவனவற்றைக் கவனிக்க.

(அ) நீர் தூய கண்ணாடியை ஈரமாக்கும்.

(ஆ) குழாய்களிலுள்ள நீரின் மேற்பரப்பு, மேலிருந்து நோக்கும்போது, குழிவுப்பிறையுருவமாக, குழிவாக அமைந்திருக்கும்.

(இ) சுற்றியுள்ள நீர்மட்டத்திற்கு மேலாகக் குழாய்க்குள் நீர் ஏறும்.

(ஈ) குழாயினது துளை எத்துணை நுண்ணிதாக உளதோ, அத்துணையாக நீர் அதற்குள் ஏறும்.

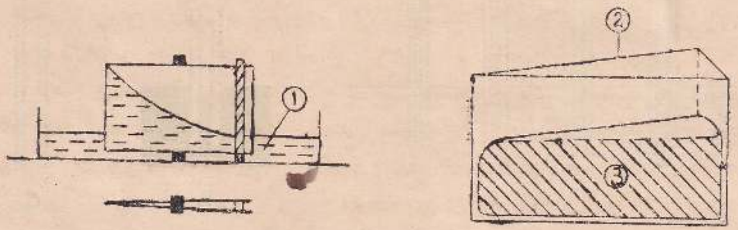
(ii) தகவான அகலங்கொண்ட கண்ணாடிக்குழாயொன்றின் முனையை இரசமுள்ள ஒரு கிண்ணத்திற்குள் நிலைக்குத்தாகத் தள்ளுக (உருவம் 18 ‘B’–ஐக் காண்க.) பின்வருவனவற்றைக் கவனிக்க.

(அ) இரசம் கண்ணாடியை ஈரமாக்காது.

(ஆ) மேலிருந்து நோக்கும்போது, பிறையுரு குவிவாக உளது.

(இ) குழாய்க்குள் இருக்கும் இரசத்தின் மட்டம் சுற்றியுள்ள இரசத்தின் மட்டத்திலுந் தாழ்வாக உளது.

(iii) தூய்மையான இரு கண்ணுடித் தட்டுக்களை எடுத்து இறப்பர்ப் பட்டையொன்ருற் சேர்த்துக் கட்டி, அக்கண்ணுடிகளுக்கிடையே, ஆப்புருவாக ஓர் இடைவெளியமையும்வண்ணம், நிலைக்குத்தான இரு விளிம்புகளை நெருப்புக் குச்சியினுற் பிரித்துவிடுக. இவ்வுபகரணத்தை, அதன் கீழ் விளிம்பு நீருளே தோயும்வண்ணம், குத்தான நிலையில்வைக்க. (உருவம் 19—ஐக் காண்க). தட்டுக்களுக்கிடையே நீர் எவ்வாறு ஏறுகின்றதெனக் கவனிக்க; மேலும், கண்ணுடிகளுக்கிடையே இடைவெளியிக்க ஒடுக்கமாயுள்ள இடத்திலேயே நீர் மிகக்கூடிய உயரத்தை அடைதலைக் கவனிக்க. இதேபோன்ற உருவைக் கொண்ட கலமொன்றில் இரசத்தினது நடத்தையை இதனேடு ஒப்பிடுக. எனவே, மயிர்த்துளைக் குழாய்களில், நீர் தனக்குரிய மட்டத்தைத் தானுக அடையும் என்னும் பொதுவிதி பொருந்தாது. இக்குழாய்களின் மேற்



உருவம் 19. நீரும் இரசமும் ஆப்புவடிவக் கலத்தில் நடக்கும் முறை.
1. நீர்; 2. ஆப்புருத் தொட்டி; 3. இரசம்.

பரப்பை ஈரமாக்குந் திரவங்கள் சுற்றியுள்ள திரவத்தின் மட்டத்திற்கு மேலாக ஏறும். இக்குழாய்களை ஈரமாக்காத் திரவங்கள் சுற்றியுள்ள திரவத்தின் மட்டத்திற்குக் கீழாக இறங்கும். (உருவம் 18-ஐக் காண்க).

ஒடுக்கமான குழாயொன்றுளே திரவம் ஏறுதல் **மயிர்த்துளைத்தன்மை** எனப்படும். எமது விஞ்ஞான நூற்ருெடரில் இப்போது இதனை விளக்குதல் கடினமாகும். ஆகவே, (அ) பிணைவினுல் திரவமேற்பரப்புக்கள் சுருங்குமியல்பினேடும் (ஆ) மேன்மட்டவொட்டலினுல், குழாய்களின் பக்கங்களைத் திரவம் நனைக்குமியல்பினேடும். இவ்வாறு திரவமேறுதல் சம்பந்தப்பட்டுள்ளதெனக் கூறல்போதியதாகும். குழாயிலுள்ள திரவத்தினது நிறை காரணமாக ஏற்படும் விசையினுல் இவ்வேற்றம் எல்லைப்படுத்தப்படும். இன்னும், திரவம் உயரமாய் ஏற ஏற இவ்விசையுங் கூடும்.

அன்றன்ருட வாழ்க்கையில், மயிர்த்துளைத்தன்மை முக்கியமான ஒரு செயல்முறையாகும். துணி, விளக்குத்திரி, ஒற்றுத்தாள், செங்கல், சுண்ணச்சாந்து, மண், கற்கண்டு, போன்ற பல பொருட்களை, ஒன்ருெடொன்று

இணைந்துள்ள பல்லாயிரக்கணக்கான மயிர்த்துளைக்குழாய்களினுல் ஆய பொருட்களெனக் கருதலாம். இப்பதார்த்தங்கள் யாவும், மயிர்த்துளைத் தாக்கத்தினுல் நீரை 'உறிஞ்சிக்' கொள்ளும். படாங்களும் மழைச்சட்டைகளுஞ் செய்தற்கான துணியை நீர்புகாவியல்பினதாகச் செய்வது எவ்வண்ணமெனின், (அத்துணியிலுள்ள) மயிர்த்துளைகளை ஈரமாகாவியல்பினவாக்கத்தக்க ஒரு பதார்த்தத்தினுல் பூச்சு இடுவதாலென்க. அப்பொழுது, முற்கூறிய பரிசோதனையில் இரசம்போன்று மழைநீர் நடக்கின்றமையால், அது பொருளை நனைத்துவிடாது.

கட்டிலா நீர்ப்பகுப்பு அடியில் இருக்கும்வரையிலேயே ஒருசீரான மயிர்த்துளைக்குழாயில் நீர் ஏறுமெனபதை நினைவிற்கொள்ளல்வேண்டும். குழாயின் இருமுனையிலும் பிறையுரு இருப்பின் (உருவம் 18C–ஐக் காண்க) நீர் நிரல் நிலையாயிருக்கும். நீர் மயிர்த்துளைத் தாக்கத்தினுல் பல அடி உயரத்திற்கு மண்ணில் உயரும். ஆயின், ஈரமான மண்ணில்லாது உள்ளபடி கட்டில்லா நீர் அடியில் இருக்கும்வரையிலேயே அது அவ்வாறு உயரும். எனவே, நன்றாக நீர் வடிந்து செல்லுஞ் சாதாரண மண்ணில், ஒரு காலத்திற் கருதியதுபோல், மயிர்த்துளைத் தாக்கம் அத்துணை முக்கியமானதன்று (பக்கம் 171–ஐயுங் காண்க).

அமுக்கம்

இருபொருட்களுக்கிடையேயுள்ள கவர்ச்சியினுல் நிலத்திலே நிற்கும் ஒரு பொருள் அதனுடைய நிறைக்குச் சமமான ஓர் உந்தலை (அல்லது விசையை) செலுத்தும். இவ்விசை சிறிய, அல்லது பெரிய பரப்பின்மேற் செலுத்தப்படலாம். உதாரணமாக, 150 இறு. நிறையுள்ள ஒரு மனிதன் மழைப்பனியின் மீது நிற்பதாகக் கருதுவோம். அவன் 150 இறு, நிறையான விசையை மழைப் பனிப்பரப்பொன்றின்மீது செலுத்துகிறுன். இப்பரப்பை, 100 சதுரவங்குலத்திற்குச் சமமாக (அவனுடைய பாதரட்சைப் பரப்பளவு) கொள்வோம். இவ்விசை மிருதுவான மழைப்பனிக்குள் அவனைத் தாழ்த்துவதற்குப் போதியதாகும். இம்மனிதன் மழைப்பனிச்சப்பாத்து, அல்லது மழைப்பனி வழுக்கிகள் அணிந்திருப்பாறுயின், அவன் 150 இறு நிறையான அதே விசையை முன்னையதிலும் மிகக்கூடிய பரப்பளவின்மீது செலுத்துவான். இதனை 500 சதுர அங். எனக்கொள்வோம். இன்னும், முன்னையளவிற்கு அவன் மழைப்பனியில் ஆழமாட்டானெனவும் அறிவோம்.

எனவே, விசைகளைப்பற்றி ஆராயும்போது, அவற்றுலே தாக்கப்படும் பரப்பளவையும் நாம் பெரிதுங் கவனித்தல்வேண்டும். ஆகவே, தகைப்பு

அமுக்கம் எனும் பதங்கள் வழக்காற்றில் வந்துள்ளன. மேற்கூறிய எடுத்துக்காட்டில் அம்மணிதன் 150 இரு. நிறையான விசையைச் செலுத்துகிறான். பாதரட்சைகள் அணிந்திருக்கும்போது, அவன்.

$$\frac{150 \text{ இரு. நிறை}}{100 \text{ சது. அங்குலம்}} = 1{\cdot}5 \text{ இரு. நிறை/சது. அங்.,}$$

அளவான தகைப்பை, அல்லது அமுக்கத்தை மழைப்பனியின் மீது செலுத்துகிறான்.

மழைப்பனிச் சப்பாத்துக்களை உபயோகிக்கும்போது, அவன் அதே விசையைச் செலுத்துகிறானாயினும்,

$$\frac{150 \text{ இரு. நிறை}}{500 \text{ சது. அங்குலம்}} = 0{\cdot}3 \text{ இரு. நிறை/சது. அங்.}$$

அளவான தகைப்பை அல்லது அமுக்கத்தையே செலுத்துகிறான்.

ஆகவே, ஒரு பரப்பலகின்மீது தாக்கும் விசையையே தகைப்பு, அல்லது அமுக்கம் என்பதாற் கருதுகிறோம் அமுக்கங்களை (தகைப்புக்களை) இரு. நிறை. சது. அங். வீதமாகவும் கிராம் நிறை. சதுர ச.மீ. வீதமாகவும், இன்னோரன்ன பிறவாகவும் அளக்கின்றோம்.

வளிமண்டல வமுக்கம்.

பாய்பொருள்கள் தாம் தொடும் மேற்பரப்புக்கள் யாவற்றின்மீதும் தகைப்பைச் செலுத்தும்; அமுக்கம் என்னும் பதம் வழக்கமாகப் பாய்பொருள்களினால் ஏற்படும் தகைப்பிற்கே உபயோகிக்கப்படும். காற்றாகிய பாய்பொருளில் நாம் அனைவரும் வாழ்கின்றோம். பூமியின் மேற்பரப்புமீது ஓர் அமுக்கத்தை, பூமியை மூடியுள்ள காற்றுப் படை செலுத்துகிறது. இவ்வமுக்கத்தை நாம் வளிமண்டலவமுக்கம் எனக் கூறுகிறோம். பின்வரும் முறையால் இதனைப் பருமட்டாய் அளக்கலாம்.

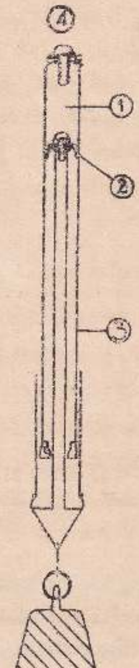
வளிமண்டலவமுக்கத்தைச் சைக்கிட்பம்பியொன்றால் எவ்வாறு அளக்கலாமென்பது.

சாதரணமான சைக்கிட்பம்பியை உபயோகித்து வளிமண்டலவமுக்கத்தின் பருமட்டான பெறுமானத்தைப் பெறலாம். இதற்குரிய ஒழுங்கு உருவம் 20-இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. பம்பியின் முனையிலுள்ள துவாரம் ஒரு திருகாணியால் அமைக்கப்படும். பம்பியினுள் இருக்கும் கிண்ணவுருவத்தோற்றடையம்

நேர்மாறாக வைக்கப்படும். காற்றுப்புகாமுட்டொன்றைப் பம்பியினுள் அமைத்தற்காக, தோற்றடையத்தைச் சுற்றித் தடிப்பான எண்ணெய் சிறிதளவு ஊற்றப்படும். பின்னர், பம்பியானது குத்துநிலையில் வைத்து இறுக்கப்படும்.[1]

பரிசோதனையின் ஆரம்பத்தில் பம்பியிலுள்ள காற்றிற் பெரும்பகுதியை வெளியேற்றற்பொருட்டு, இயன்றவரை ஆடுதண்டு உள்ளுக்குச் செலுத்தப் படும். பின்னர், பம்பியின் கைப்பிடியில் நிறைகள் தூக்கப்படும். சில இறுத்தல் பாரங்கொண்ட நிறைகளைத் தூக்கும்போது, ஆடுதண்டு கீழே இறங்காமை காணப்படும். ஏனெனில், ஆடுதண்டு, தடையமென்பவற்றின் பின்புறத்து, வளிமண்டலஞ் செலுத்தும் அமுக்கம் மிக்கிருத்தலால் என்க. ஆடுதண்டைக் கீழே இழுத்தற்குப் போதுமான நிறைகளைச் சேர்க்கும்போது, அவற்றினுடைய நிறை வளிமண்டலத்தாற் செலுத்தப்படும் விசைக்குச் சமமாயுள்ளதென நாம் அறிவோம்.

ஆகவே, இந்நிறை, பம்பியுருளையின் குறுக்கு வெட்டிற்குச் சமமான பரப்பளவின்மேற் காற்றினாற் செலுத்தப்படும் விசைக்குச் சமமாகும்.



உருவம் 20. மாற்றப்பட்ட சைக்கிட் பம்பியினாற் காற்றின் அமுக்கத்தையளத்தல்.

1. காற்று; 2. கவிழ்சுரை; 3. சைக்கிட்பம்பி.

தாங்கப்படும் நிறை = ... இறுத்தல் நிறை.
பம்பியுருளையின் உட்புறவிட்டம் = ...அங்குலம்.
ஆகவே, பம்பியின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பளவு ($\pi r2$)

$$= 3{\cdot}14 \times (\qquad)^2$$

= ....சது. அங்.

எனவே, ...சது. அங்............இறு. நிறை விசையைத் தாங்கும். ஆகவே 1 சது.

அங் : .... ÷ .... = ...இறு. நிறை விசையைத்தாங்கும்.

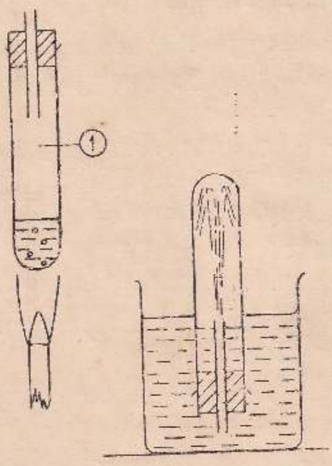
எனவே, காற்றின் அமுக்கம்............இறு. நிறை/சது. அங்.

எனவே பயன்படுத்திய பம்பியிலுங் கூடிய, அல்லது குறைந்த விட்டமுடைய பம்பியையோ, புருத்தியையோ உபயோகித்துப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க. இம்முறை கூடிய, அல்லது குறைந்த நிறையை ஆடுதண்டிலே தூக்கவேண்டியதாகும்; ஆயின் உமதுகணிப்பு அமுக்கத்திற்குப் பருமட்டாக அதே எண்ணினைத் தரும்.

[1] சைக்கிட் பம்பியொன்று பொதுவாக இவ்வாறு பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. அது இயல்பாகத் தொழிற்படுமாற்றைப் பக்கம் 92-இற் காண்க.

இவ்வாறு எம்மைச் சூழ்ந்து பெரிய வளிமண்டல வமுக்கம் இருத்தலை நாம் பொதுவாகக் கவனிப்பதில்லை. எவ்விடத்தும், எல்லாத் திசைகளிலும் அது சமமாகச் செலுத்தப்படுவதாலேயே, நாம் அதனைக் கவனிப்பதில்லை. எனினும், இவ்வமுக்கம் இருத்தலைச் சில எளிமையான பரிசோதனைகள் தெள்ளிதிற் காட்டும்.

(i) உருவம் 21–இற் காட்டியாங்கு, தக்கையொன்றுங் கண்ணாடிக் குழாயொன்றும் இணைக்கப்பெற்ற ஒரு கொதிகுழாயில் (ஒரு பெரிய சோதனைக் குழாயில்) சிறிதளவு நீர் இடப்படும். கண்ணாடிக் குழாயின் முனையினின்றுந் தடையின்றி நீராவி வெளிச்செல்லத்தக்கதாய் நீர் கடுமையாகக் கொதிக்கும்வரை அந்நீர் சுடரடுப்பின்மீது சூடாக்கப்படும். பின்னர், கொதிகுழாயைச் சுவாலையினின்று அகற்றிவிட்டுக் கண்ணாடிக்குழாயின்



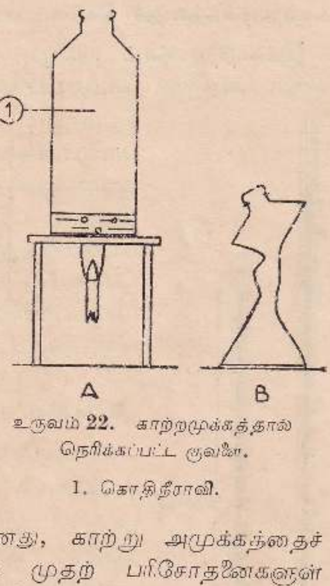
உருவம் 21. வெற்றிடத்துக்குள்ளே காற்றின் அமுக்கத்தால் நீர் செலுத்தப்படுதல்.
1. கொதி நீராவி.

முனை முகவையிலுள்ள நீரிற்குள் அமிழ்ந்துமாறு, விரைவாகக் கவிழ்க்கப்படும். சில விநாடிகளுக்குப்பின், முகவையிலுள்ள நீர் கண்ணாடிக்குழாயினூடாகக் கொதிகுழாய்க்குட் பாய்ந்தோடி அதனை நிரப்பும்.

இப்பரிசோதனையின் விளக்கமாவது, கொதிக்கும் நீரானது, தன் சொந்தக் கனவளவிலும் பன்மடங்கான கொதிநீராவியாக அக்கொதிநீராவிக் குழாயினின்றுங் காற்றை வெளியேற்றுமென்பதே. (ஒரு கன ச. மீ. நீர் 1,700 கன ச.மீ. கொதிநீராவியாகும். அல்லது, எந்திரிகளிடையே வழங்குகின்ற, பருமட்டாய விதியொன்று எளிதாக நினைவிற் கொள்ளத்தக்கது;

ஒரு கனவங்குல நீர் ஒரு கனவடியான கொதிநீராவியாகும் என்பதே அவ்விதியென்க. எனவே, சில விநாடிகளுக்கு நீர் கொதித்ததற்பின்னர், கொதிநீருக்கு மேலேயுள்ள வெளியிற் கொதிநீராவியல்லாது வேறொன்று மில்லை. குழாய் ஆறும்போது கொதிநீராவி மீண்டும் நீராகும். இனி 1,700 கன ச. மீ. கொதிநீராவி, 1 கன ச. மீ. நீராகவே ஒடுங்குவதால், கொதி குழாயினுள் உள்ள அமுக்கம் பெரிதுங் குறையும். ஆகவே, முகவை நீரின் மேற்பரப்பிலுள்ள காற்றின் வெளியமுக்கம் நீரை வெறுங் கலத்திற்குள் உந்தும். நீர் குழாய்க்குட் பாய்ந்தோடும் விசை, காற்று பெரும் அமுக்கத்தைச் செலுத்துகின்ற தென்பதைக் காட்டும்.

(ii) சிறிதளவு நீரைத் தகரக்குவளையொன்றுட் பெய்து, அதனுள் இருக்கும் காற்றைக் கொதிநீராவியினாற் பெயர்த்தற்காகக் கொதிக்கவைக்க. கொதிநீராவி தடையின்றி வெளிச்செல்லும் போது, சுடரடுப்பை அகற்றி, குவளையின் வாயை இறுக்கமாய்த் தக்கையால் அடைத்து, அதன்மீது, குளிர்நீரை ஊற்றுக. கொதிநீராவி ஒடுங்க, உட்புறத்து அமுக்கம் நனிகுறையும். காற்றின் அமுக்கம் குவளையின் பக்கங்களை உண்முகமாகச் "சப்பளியச்" செய்யும். குவளையின் பக்கங்கள் எல்லாப் புறங்களிலிருந்தும் தள்ளப்பட்டிருத்தலைக் கவனிக்க; இதிலிருந்து காற்றமுக்கம் எல்லாத்திசைகளிலும் சமனாய்த் தாக்குமெனவும், கீழ்முகமாகமட்டும் தாக்குவதன்றெனவும் அறிந்துகொள்ளலாம்.



உருவம் 22. காற்றமுக்கத்தால் நெரிக்கப்பட்ட குவளை.

1. கொதிநீராவி.

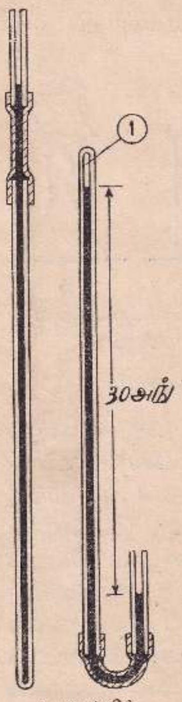
(iii) ஒற்றோ வொன் குவரிக்கினால் 1654–இல் செருமணியிலுள்ள மகதபேக்கில், நிகழ்த்தப்பட்ட பிரபலமான பரிசோதனையானது, காற்று அமுக்கத்தைச் செலுத்துமென்பதை நிறுவுதற்குச் செய்த முதற் பரிசோதனைகளுள் ஒன்றாகும். ஒன்றோடொன்று செவ்வையாகப் பொருந்தத்தக்க அளவான, 22 அங். விட்டங்கொண்ட, உள்ளீடற்ற அரைக்கோளங்கள் இரண்டினை அவர் செய்தனர். அவ்விரு பாதிகளும் எத்துணை எளிதாக வேறாக்கத்தக்கன வென்பதைக் காட்டிவிட்டு, ஒரு கோளமாம்படி அவற்றை ஒன்றோடொன்று பொருத்தினார். பின்னர், வளிப்பம்பியொன்றால் இயன்றவரை காற்றை வெளிவாங்கினார். வாங்கியபின், அரைக்கோளங்களிரண்டையும் வெவ்வேறாக்கல் முடியாதாயிற்று. உண்மையின்படி, இவ்வரைக்கோளங்களிரண்டையும் வெவ்வேறாக்குதற்கு ஒவ்வொன்றிலும் எட்டுக்குதிரைகளைப் பூட்டியிழுக்கவேண்டியதாயிற்று. உள்ளேயிருந்த காற்று நீக்கப்பட்டதும், அவ்விரு பாகங்களையும் ஒன்றோடொன்று பிணைத்துவைத்த விசை, வெளிப்

புறத்தே செலுத்தப்பட்ட வளிமண்டலவமுக்கமே என்பதில் ஐயமில்லை. இச்செய்துகாட்டுபகரணம் மகதபேக்கு அரைக்கோளங்கள் என இன்றும் வழங்கும்.

இம்மூன்று பரிசோதனைகளும் காற்று மிகப்பெரிய அமுக்கத்தைச் செலுத்துமென்பதைத் தெளிவாய்க் காட்டும். ஆயின், இதற்குமுன்னர் எமது அன்றன்றை வாழ்க்கையில் நாம் இதனைக் கவனியாதிருந்தது வியப்பே ஆகும். காற்றின் அமுக்கத்தை நாம் பொதுவாக உணராதிருத்தற்கு இரு காரணங்கள் உள: அது எல்லாத்திசைகளிலும் சமனாய்ப் பிரயோகிக்கப்படுவதும், எம்முடல்கள் இவ்வமுக்கத்தைத் தாங்கிக்கொள்ளுதற்கேற்பச் சிறப்பாய் அமைந்திருப்பதுமே காரணங்களாகும்.

காற்றமுக்கத்தைச் செம்மையாக அளத்தல் எவ்வாறென்பது.

இக்காற்றமுக்கம் அன்றன்றை வாழ்க்கையில் மிக முக்கியமானதாகையால், அதனைச் செம்மையாக அளக்குஞ் சாதனமொன்று இருத்தல் அவசியமாகும்; இதற்காக உபயோகிக்கப்படுங் கருவிகள் பாரமானிகள் (அமுக்க அளவிகள்) எனப்படும். காற்றின் அமுக்கத்தை, ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு இத்தனை இறாத்தலெனப் பருமட்டாய் அளத்தற்கு, சைக்கிட்பம்பியை உபயோகித்து, ஓர் எளிய பரிசோதனையை ஏலவே செய்துள்ளோம். இப்பொழுது வளிமண்டலவமுக்கத்தைச் செம்மையாக அளத்தற்கு ஓர் எளிய பாரமானியைச் செய்வோம்.



உருவம் 23.
எளிமையான பாரமானி.
1. வெற்றிடம்.

ஓர் எளிய பாரமானியை எவ்வாறு செய்வதென்பது.

ஏறக்குறைய, 3 அடி நீளமான, தடித்த சுவருடைக் கண்ணாடிக் குழாயொன்றின் ஒரு முனை அடைக்கப்படும். அதன் மற்றைமுனையோடு, தடிப்பான இறப்பர்க்குழாயினால், பிறிதொரு கண்ணாடிக்குழாய்த்துண்டு இணைக்கப்படும். உருவம் 23-இற் காட்டியாங்கு குழாய்களை அமைத்து, இறப்பரின் மட்டத்துக்கு மேலாக, குறுங் கண்ணாடிக்குழாய்க்குள் இருக்கும்வரை தூய இரசம் பெய்யப்படும். பின்னர், படத்திற்காட்டியாங்கு 'J' வடிவமாக உபகரணம் வளைக்கப்படும். வடிகலனிறுக்கிகளின் மூலம் குழாய்கள் குத்தான நிலையில் வைக்கப்படும். நெடிய கண்ணாடிக்குழாயிலுள்ள இரசமானது சற்றே கீழிறங்க, அதன் மேற்பரப்பிற்குங் குழாயின் உச்சிக்குமிடையே வெறுவெளியொன்று (**வெற்றிடமொன்று**) உண்டாகும். இரசத்தின் மேலேயுள்ள இடைவெளி ஒரு வெற்

றிடம் என்பதற்கு ஐயமேயில்லை. ஏனெனில், நாம் முதலிற் குழாயை முற்றாக இரசத்தினால் நிரப்பினோம்; பின்பு, குழாயை 'J' வடிவமாய் வளைத்தபோதும் நெடிய குழாய்க்குட் காற்று யாதும் புகவில்லையென்க. இன்னும் இரசம் எளிதில் ஆவியாவதில்லை; அத்துடன் கலந்துள்ள வாயுக்களும் அதில் இருப்பதில்லை. இரசமானது குழாயின்முனையை அடையும் வரை நெடிய குழாயைப் பதனமாகச் சாய்த்தால் உலோகத்தினது போன்ற, தெளிவான "கணீரெ"னும் ஒலி கேட்கும். இரசத்தின் மேலாகச் சிறிதளவு காற்றுக்கொண்ட குழாயொன்றை இவ்வாறு சாய்த்தால், இரசம் அதைப்புறமேயன்றி, "கணீரெ" னும் ஒலிதோன்றாது. ஏனெனில், காற்றானது இரசத்திற்கும் கண்ணாடிக்குமிடையே ஓர் அணைபோலமைவதாலென்க. வெவ்வேறு விட்டங்கொண்ட குழாய்களைப் பயன்படுத்தி இத்தகைய எளிமையான பாரமானிகள் பலவற்றை அமைத்தால் திறந்த குழாயகத்தும் மூடிய குழாயகத்தும் இருக்கின்ற இரச மேற்பரப்புக்களுக்கிடையேயுள்ள **குத்துயரமானது,** ஒவ்வொருவகையிலும், ஒரேயளவினதாகக் காணப்படும்.

இரசநிரல் வளியமுக்கத்தினாலே தாங்கப்படுமென எவ்வாறு காட்டலாமென்பது.

பழையகாலத்தில் வாழ்ந்த விஞ்ஞானிகள் குழாயகத்துள்ள வெற்றிடம் இரசத்தை "உறிஞ்சி" விடுவதாகக் கருதி, காற்று அகற்றப்பட்ட குழாய்களிலே திரவங்கள் ஏறுதலை "இயற்கையானது வெற்றிடம் இருத்தலை விரும்புவதில்லை" எனக்கூறி விளக்கினர்.

இதற்குரிய திருத்தமான விளக்கம் யாதெனில், வெளிப்புறத்துள்ள மேற்பரப்பின்மீது வளியமுக்கஞ்செலுத்தப்படுவதாலேயே திரவங்கள் இத்தகைய குழாய்களில் ஏறுகின்றனவென்பதே. இதனைப் பின்வரும் பரிசோதனை நிறுவும்:

உருவம் 24. காற்றுப்பம்பியுடன் இணைக்கப்பட்ட பாரமானி.

1. காற்றுப் பம்பிக்கு

(செய்துகாட்டல்). உருவம் 24-இற் காட்டியாங்கு, ஓர் எளிய பாரமானி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அப்பாரமானியின் திறந்த முனை கண்ணாடிச்சாடியுள் இருக்கும் இரசத்திற்குள் ஆழ்ந்துள்ளது. முதலில் உபகரணத்தைப் பக்கப்பாட்டாய் வைப்பதால், குழாய் முழுவதும் இரசத்தால் நிரப்பப்பட, பாரமானிக்குழாயிலுள்ள காற்று முற்றாக இரசத்தாற் பெயர்க்கப்படும். பின்னர், பாரமானிக்குழாய் நிறுதிட்டமாக வைக்கப்பட்டு, அதன் வளைந்த கண்ணாடிக் குழாய் உறிஞ்சற்பம்பியொன்றுடன் இணைக்கப்படும். சாடிக்குள்ளிருந்து சிறிதளவு காற்று நீக்கப்பட்டதும், பாரமானிக்குழாயிலுள்ள இரசமேற்பரப்புக் கீழிறங்கும். கலனகத்துள்ள காற்றினமுக்கக்

குறையக்குறைய, இரசமேற்பரப்புத் தொடர்ந்து தாழும். (கலனகத்துப் பூரணமான வெற்றிடந் தோன்றுமாயின், குழாயினகத்தும் புறத்தும் இரசம் ஒரே மட்டத்தில் நிற்கும்). காற்றை மீண்டுங் கலனுட் புகவிடின், பாரமானிக் குழாயில் இரசம் ஏறும். இறுதியில், அது முதலிலிருந்த மட்டத்தைத் திரும்பவும் எய்தும். வெளிப்புறத்துள்ள வளியமுக்கமே பாரமானிக் குழாயிலுள்ள இரச நிரலைத் தாங்குகிறதென்பதை இப்பரிசோதனை மிக்க தெளிவாய்க் காட்டும்.

வளியமுக்கத்தை எவ்வாறு எளிய பாரமானியின் மூலம் அளப்பதென்பது.

பாரமானிக்குழாயகத்துள்ள இரசநிரலை, புறத்துள்ள இரசத்தின் மேற்பரப்பின்மீது தாக்கும் வளியமுக்கஞ் சமப்படுத்தும்; எனவே, இரச மேற்பரப்புக்கள் இரண்டிற்குமிடையேயுள்ள குத்துயரம் வளியமுக்கத்தின் ஓர் அளவையாகும். காற்றுனது தாங்கும் இரசநிரலின் வழக்கமான உயரம், 30 அங்குலம் (அல்லது 760 மி.மீ.) என அறிகிறோம்.

இரசத்தின் அடர்த்தியை அறிந்தால் ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு இத்தனை இருத்தலென வளியின் அமுக்கத்தை எளிதாய்க் கணித்தல்கூடும். பாரமானிக்குழாயினது குறுக்குவெட்டின் பரப்பளவு ஒரு சதுரவங்குலமெனக் கொள்க. எனவே, அது 30 கனவங்குல இரசத்தைக் கொண்டதாகும். ஆயின் 1 கன அங். இரசத்தினது நிறை 7·85 அவுன்சாகும். ஆகவே, 30 கன அங். இரசத்தினது நிறை $30 \times 7{\cdot}85 = 235{\cdot}5$ அவுன்சு $= 14{\cdot}7$ இறாத்தல். எனவே, (பாரமானியின் உயரம் 30 அங்குலமாக), வளியின் அமுக்கம் சதுரவங்குலத்துக்கு 14·7 இருத்தல் நிறையாகும். எனின், ஒவ்வொரு சதுர அடிக்கும் ஒரு தொன்னளவெனக.

பாரமானிநிரலின் உயரம் பாரமானிக் குழாயின் விட்டத்தினுற் பாதிக்கப்படுவதில்லையென்பதை எலவே நாம் கண்டுள்ளோம். பாரமானிக்குழாயினது குறுக்குவெட்டின் பரப்பளவு $\frac{1}{2}$ சதுரவங்குலமே எனக்கொள்க. ஆகவே, குழாயானது 7·35 இரு. நிறையுள்ள இரசத்திற் 15 கன அங். கொண்டதாகும். எனவே, இவ்வொடுக்கங் கூடிய பாரமானியால் அளவிடப்படும் வளியின் அமுக்கம், முன்போன்றே, 7·35 இரு./$\frac{1}{2}$ சது. அங். அதாவது, 14·7 இரு/சது. அங்.

அகலங்கூடிய குழாயில் பாரங்கூடிய இரசநிரலினுற் செலுத்தப்படும் விசை கூடியதாகும்; ஆயின், அது கூடியவொரு பரப்பின் மேற் செலுத்தப்படும். இவ்வழி இரு குழாய்களிலுமுள்ள அமுக்கம் ஒரே அளவினதாகும்.

மனித உடலும் வளியமுக்கமும்.

ஒரு சாதாரண மனிதனுடைய உடலின் முழு மேற்பரப்பின் அளவு 10 சதுர அடியாகும். எனவே, அவனுடைய உடலின்மீது செலுத்தப்படும் மொத்த விசையும் பல தொன்களாகும். இப்பேரமுக்கங்காரணமாக, நாம் அசௌகரியப்படுவதில்லை; ஏனெனில், அதற்கேற்ப எம் உடல் இசைவாக்கப் பட்டுள்ளதென்க. உண்மையின்படி, இவ்வமுக்கம் மிகக் குறைக்கப்பட்டால் நாம் அசௌகரியப்படுவோம். உதாரணமாக, மிக்க உயரப்பறந்துசெல்லும் மனிதரும், உயர்ந்த மலைகளில் ஏறும் மனிதரும், அவ்வுயரத்திலே வளிய முக்கந்தாழ்ந்திருப்பதால் சுவாசித்தற்கு அல்லற்படுவர். இவ்வுயரங்களில் இரத்தத்தின் அமுக்கத்திலும் வளியின் அமுக்கங் குறைந்துள்ளமையால், அவர்களுடைய மூக்கு, காது, கண், தொண்டையாகிய உறுப்புக்களிலிருந்து இரத்தம் பெருகலும் உண்டு.

பலர் கருதுவதுபோல், மூச்சுவிடும்போது நாம் காற்றை விழுங்குவது மில்லை; உறிஞ்சுவதுமில்லை. ஆயின் தசைநார்கள் விலாவெலும்பை உயர்த்தி, மார்பறையை விரியச்செய்யும். இவ்வாறு சுவாசப்பைக்குள் இருக் கும் அமுக்கங் குறைய வெளியேயுள்ள, கூடுதலான வளியமுக்கமானது சுவாசப்பைக்குள் வளியைச் செலுத்தும். பின்னர், தசைகள் விலாவெலும்பு களை முன்னைநிலைக்கு இறங்கச்செய்யும்; செய்யவே, மார்பறை சிறிதாக, உபயோகிக்கப்பட்ட காற்று வாயினூடாகவும் மூக்கினூடாகவும் வெளியே செலுத்தப்படும்.

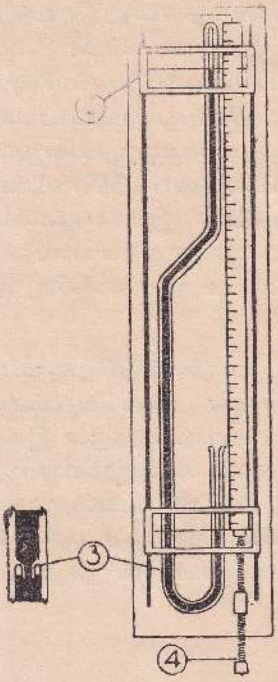
பாரமானிகளில் இரசத்தை உபயோகிப்பதேன்?

அடர்த்திமிக்குடையதாதலால், திரவப்பாரமானிகளில் உபயோகித்தற்கு இரசமே மிக்க இயைபானது எனினும் இந்நோக்கத்திற்கு வேறு திரவங் களையும் பயன்படுத்தலாம். ஆயின் அவை இரசத்திலும் 'இலேசானவை'யா கையால், பாரமானிக்குழாய் மிக்க நீளமாய் இருத்தல்வேண்டும். உதாரண மாக, இரசம் நீரிலும் 13·6 மடங்கு அடர்த்திகூடியது; எனவே, நீர்ப்பாரமானி குறைந்தது $30 \times 13 \cdot 6$ அங்குலமாவது,—அதாவது 34 அடிவரை — நீளமுடை யதாயிருத்தல் வேண்டும். இவ்வாறு பாரமானியிருத்தல் இசைவுடைத் தன்று. ஆகவே, வளியமுக்கத் தைத் திரவநிரலுக்கு எதிராகச் சமப் படுத்தும் பாரமானிகளில் இரசமே எப்போதும் உபயோகிக்கப்படும்.

நீரிறக்கிப் பாரமானி.

ஆரம்ப வேலைகள் யாவற்றுக்கும் போதுமான செம்மைவாய்ந்த இத்த கைய பாரமானி நாம் முன்னர்ச் செய்த 'J' வடிவப்பாரமானியைப் போன்றதே. ஆயின், உருவம் 25-இற் காட்டியாங்கு இதில் இரசமேற்

பரப்புக்களிரண்டுக்குமிடையேயுள்ள குத்துயரத்தை அளத்தற்கான அளவுத்திட்ட மொன்று இணைக்கப்பெற்றுளது. அத்துடன் இது பலகையொன்றில் மாட்டப்பட்டுளது. வழக்கமாக, கருவியனது திறந்த முனைவழியாக உட்புகும்வளி, அல்லது ஈரம்யாதினையுங் கொள்ளற் பொருட்டு நெடிய குழாயின் அடியில் கண்ணடிப் 'பொறி' யொன்று அமைக்கப்படும்.



உருவம் 25. நீர் இறக்கிப் பாரமானி வளிப்பொறியாகம் பருப்பிக்கப்பட்டுளது.

1. வரைகோல்
2. வழுக்கிச் சட்டக்கிளைக் கம்பி
3. பொறி
4. சீராக்குந்திருகி

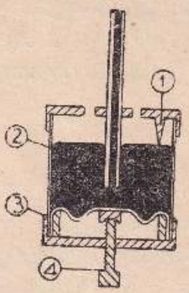
போட்டினின் பாரமானி (நியமப் பாரமானி).

வளியின் அமுக்கத்தை மிக்க செவ்வையாக அளக்கவேண்டியிருப்பின் போட்டினின் பாரமானி உபயோகிக்கப்படும். இத்தகைய பாரமானியில், அளவீட்டைக் கணக்கிடற்கு முன்னர், தொட்டியிலுள்ள இரசத்தின் மேற்பரப்பை எப்பொழுதும் ஏரே மட்டத்திற்குக் கொண்டுவருதற்கான 'சாதன' மொன்று உளது. இது அவசியமான ஒரு சாதனம். ஏனெனில், வளியின் அமுக்கம் மாறும்போது குழாயிலுள்ள இரசத்தின் அளவும் (அவ்வழி தொட்டியிலுள்ளதின் அளவும்) மாறுமெனக. ஆகவே, இத்தொட்டியின் அடி மிருதுவான தோலினாற்செய்யப்பட்டுள்ளது. அதனால், உருவம் 26—இற் காட்டியாங்கு, நிலைத்த காட்டியொன்று இரசத்தின் மேற்பரப்பைச் சற்றே தொடும்வரை அதனைத் திருகாணியினால் உயர்த்தவோ தாழ்த்தவோ முடியும்.

திரவமில் பாரமானி.

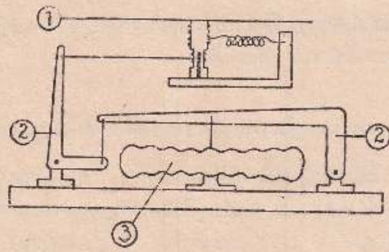
குறைந்தது 30 அங்குல நீளமாக வேணும் இருத்தலாலும், இரசம் பாரமானதாய் எளிதிற் சிந்தக்கூடியதாய் இருத்தலாலும் இரசப் பாரமானி கொண்டு செல்லற்கு ஏற்புடைத்தன்று. இக்காரணங்களுக்காக திரவமெதுவும் இல்லாத, திரவமில் பாரமானி பெரிதும் பயன்படுத்தப்படும். உருவம் 27—இற் காட்டியுள்ள திரவமில் பாரமானி, வளிநீக்கப்பட்ட, மெல்லிய, வட்டமான உலோகப்பெட்டியால் ஆயது. வளியமுக்கம் மிக, உலோகப்பெட்டி

சிறிதளவு தட்டையாகும்; அமுக்கம் குறைய, பெட்டி வீங்கும். இவ்வசைவுகள் நெம்புகோல்களினாற் பல நூறுமடங்கு பெருப்பிக்கப்படும். இவ்வழி,



உருவம் 26. போட்டினின் பாரமானியினது இரசத்தொட்டியின் வெட்டுமுகம்.

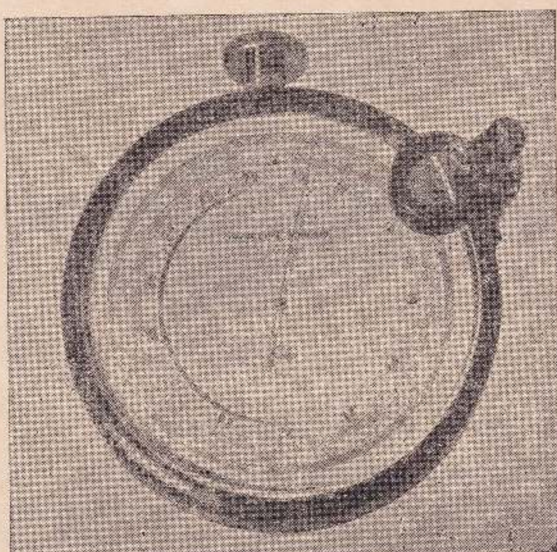
1. கட்டி; 2. இரசம்; 3. தோல்; 4. சீராக்குந் திருகாணி.



உருவம் 27. திரவமில் பாரமானி. (வரிப்பட வெட்டுமுகம்)

1. சுட்டி; 2. நெம்புகோல்; 3. பகுதிவெற்றிடம்.

வட்டமான அளவுத்திட்டத்தைச் சுற்றி ஒரு காட்டி அசையும். திரவமில் பாரமானிகளைக்கொண்டுசெல்வதற்கேற்பச் சிறிதாய்ச் செய்தல்முடியும்;

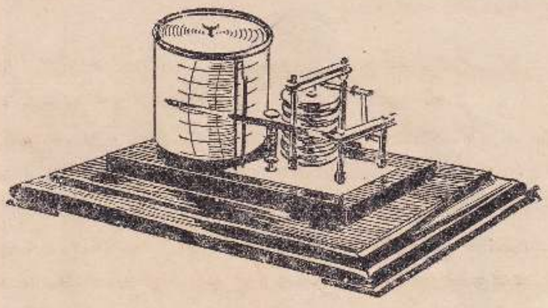


உருவம் 28. திரவமில் பாரமானி.

உதாரணமாக, நிலவளவையாளரும், புலமாயுநருஞ் சிறிய கடிகாரப் பருமனுள்ள திரவமில் பாரமானிகளைப் பயன்படுத்துவர். ஆகாய விமானங்கள் எய்தும் உயரத்தை அளத்தற் பொருட்டு, அவ்விமானங்களிலும் திரவமில் பாரமானிகள் (உயரமானிகள்) மாட்டப்படும். உயர்ந்ததொரு கட்டடத்தினது நிலத்தளத்திலும் அதன் மேற்றளத்திலுமிருந்து திரவமில் பாரமானிகளின் அளவீடுகள் கணிக்க.

தானும்பதியும் பாரமானிகள்—பாரம்பதிகருவிகள்.

வேண்டும்போதெல்லாம் பாரமானியளவீடுகளைக் கணித்தல் முடியாது; சிலவேளை அது வசதியாகாது. எனவே, வானிலையியலிற் பயன்படுத்தற்காக திரவமில் பாரமானியில், காட்டிக்குப் பதிலாய், ஒரு சிறிய பேனை இணைக்கப் படும். இப்பேனை சதுரக்கோடிட்ட தாளொன்றைத் தொட்டவாறு உளது. இத்தாள் கடிகாரவகைக் கருவியாற் சுழலும் உருளையொன்றை வளைந்து சுற்றப்பட்டுள்ளது. இவ்வுருளை ஒருமுறை சுற்றுவதற்கு வழக்கமாக ஒரு வாரம் செல்லும். எனவே, அவ்வாரம் முழுவதிலும் ஏற்பட்ட வளியமுக்க மாற்றங்கள் யாவற்றையுங் காட்டத்தக்க வரைப்படமொன்று அமையக்கூடிய வாறு ஒரு கோடு வரையப்படும். குறித்த எந்தநேரத்து அமுக்கத்தையும் எளிதாக அளவிடக்கூடிய முறையில் இத்தாளிற் கோடுகள் வரையப்பட் டுள்ளன. உருவம் 29–இற் தானும்பதியும் பாரமானியொன்று காட்டப் பட்டுளது.



உருவம் 29. பாரம்பதி கருவி.

பாரமானிகள் எதற்காக உபயோகிக்கப்படுகின்றன?

சிலவேளைகளில், பாரமானியானது வானிலைக்கண்ணாடி எனவும் பெயர் படும். ஏனெனில், வளியமுக்கத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கும் வானிலைக்கு மிடையே தொடர்பு இருத்தலாலென்க. ஆயின், வளியமுக்கம் பற்றிய அறிவொன்றையே கொண்டு, வானிலையைச் செம்மையாக எதிர்வுகூறல் முடியாதென்பதை நாம் உணர்ந்துகொள்ளல் அவசியமாகும்.

குறித்தவொரு நேரத்தில், வளிமண்டலத்தினது நிலைமையே வானிலையாகும். அது வளியின் அசைவுகள் வளியின் வெப்பநிலை, வளியிடத்துள்ள ஈரத்தினது தொகை யாதியவற்றேடு நெருங்கிய தொடர்புடையது. எனவே, யாது மோர் இடத்தில் வானிலையைப் பாதிக்கும் வளிநிலைமைகளாவன (அ) வளியமுக்கம் (ஆ) வளிவெப்பநிலை (இ) வளியிலுள்ள நீராவியினது தொகை (அ–து வளியின் ஈரப்பதன்) (ஈ) காற்றின் கதி, திசையென்பனவாம். வானிலை ஈரமாயிருக்கும்போது பாரமானி 'தாழ்ந்தும்'வானிலை உலர்ந்திருக்கும் போது, பாரமானி 'உயர்ந்து'மிருக்குமென்பது உண்மையே. இஃது வெனெனில் நீராவியானது உலர்காற்றிலும் 'இலேசானது' என்க எனவே, எவ்வளவிற்குக் காற்று உலர்ந்திருக்கின்றதோ அவ்வளவிற்கு அதன் அடர்த்தியுங் கூடும். அடர்த்திகூட, அமுக்கங் கூடும். இவ்வழி, காற்று உலர்ந்திருக்கும் போது பாரமானி 'ஏறும்'. காற்றும் நீராவியுங்கொண்டவொரு கலவை உலர்காற்றிலும் அடர்த்திகுறைந்தது; எனவே, அதன் அமுக்கமுங் குறை கின்றமையால், பாரமானி 'தாழும்'. ஆகவே, 'வானிலைக் கண்ணுடி இறங்கும்போது' வளியில் ஈரலிப்புக் கூடுகின்றதெனவும் மழை பெய்தற்கு இடமுண்டெனவும் அறிவோம். இனி, வானிலைக் கண்ணுடி 'ஏறினுல்' காற்றில் ஈரங்குறைந்துள்ளதெனவும், வறண்ட வானிலைக்கு இடமுண்டெனவும் அறிவோம். ஆயின் பாரமானியை மட்டுங் கொண்டு, வானிலை எவ்வாறு இருக்குமெனத் திட்டமாய்க் கூறல்முடியாது. வேறு பல காரணிகளையுங் கருத்திற் கொள்ளல்வேண்டும்.

குத்துயரத்தை அளத்தற்குப் பாரமானி பயன்படல்பற்றி நாம் ஏலவே, குறித்துள்ளோம். வளிமண்டலத்தினூடே மேனேக்கி எத்துணை உயரமாய் நிலைக்குத்தாக எழுகிறேமோ அத்துணையாக, எம்மீது அமுக்குங் காற்றின் அளவுங் குறையும். அ–து, வளிமண்டலவமுக்கம் குறையுமென்பதே. முதலிற் சில ஆயிரம் அடிகள்வரை 900 அடியளவான ஏற்றமானது இரசநிரலை ஓர் அங்குலமளவாக வீழச்செய்யும். எனவே, வளியமுக்கத்தில் ஏற்படும் இம்மாற்றம், குத்துயரத்தை அளத்தற்கு ஓர் எளிய சாதனமாக அமையும். உதாரணமாக, திரவமில் பாரமானியொன்று தரையில் 30 அங்குலமான அளவீட்டையும் வாயுக்கூண்டொன்றிற் கொண்டுசெல்லப்படும்போது 25 அங்குலமான குறைந்த அளவீட்டையுந் தரின் அவ்வாயுக்கூண்டு $(5 \times 900) = 4{,}500$ அடி உயரத்தில் இருக்கின்றதென்க. ஒரு விமானத்தின் அமைக்கப்படும் உயரமானி, பொதுவான அளவுத்திட்டத்திற்குப் பதிலாய்க் குத்துயரவளவுத்திட்டமொன்றைக் கொண்ட திரவமில் பாரமானியே ஆகும். ஏற்றவிறக்கங்களின்போது வளிமண்டலத்தின் பொது நிலைமைகள் மாருதிருந்தால் மட்டும் உயரமானிகள் திருத்தமான அளவீடுகளைத்தரும்.

வளிமண்டலத்தின் மேலெல்லை யாது?

குத்துயரத்தில் 900 அடியளவான மாற்றம் ஏற்பட, பாரமானியின் உயரத்தில் ஓரங்குலமளவாய ஏற்றம் அல்லது இறக்கம் ஏற்படல், சில வாயிரமடியான குத்துயரங்களுக்கே பொருந்தும். உதாரணமாக, வாயுக் கூண்டொன்று கடல் மட்டத்திலிருந்து தொடங்கி 5,000 அடி மேலேசென்று, பின்னர் 10,000 அடி வரைக்குஞ் சென்றால், 5,000 அடிக்கும் 10,000 அடிக்கும் மிடையே வளியமுக்கத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் முதல் 5,000 அடிக்குள் ஏற்படும் மாற்றத்திலுங் குறைவாகும். இவ்வழி, தரையிலிருந்து நாம் மேலே வரவர வளியின் அடர்த்தியுங் குறைந்து வருமென்பது புலனாகும். நீரைப்போலவே, வளியும் எளிதாக அமுக்கமுடியாததொன்றாக இருப்பின், வளிமண்டலம் எத்துணை உயரத்திற்குப் பரந்துள்ளதெனக் கணக்கிடல் சுலபமாகும். உதாரணமாக,

பூமியின் மேற்பரப்பில், வளியின் அமுக்கத்தைச் சதுர அங்குலத்திற்கு 14·7 இறு. எனக் (= 14·7 144 = 2,117 இறு. சதுர அடி) கொண்டால்,

1 கனஅடிகக் காற்று 0·08 இருத்தலளவு நிறையுடையதாதலால்,

சதுர அடிக்கு 2,117 இறு. வீதமான அமுக்கத்தை உண்டாக்குவதற்கு வேண்டிய காற்றின் ஆழம்,

2,117 ÷ 0·08 = 26,400 அடி, அதாவது 5 மைல் அளவாகும்.

வாயுக்கூண்டுகளும் ஆகாயவிமானங்களும் 5 மைல் உயரத்திற்கு மேலாகச் சென்றிருக்கின்றமையால், வளியானது இவ்வுயரத்திற்குமேலும் பரந்துள்ளதென அறிவோம். ஏனெனில் வளி இல்லாவிடின் இவை இவ்வுயரத்திற்குச் சென்றிருத்தல்முடியாதென்க. இப்பொழுது, வளிமண்டலம் 5 மைலுக்கு மேலான உயரத்திற்கு விரிந்துள்ளதென உறுதிப்படுத்தப் பட்டுள்ளது.

ஆகாயக்கற்களை (வீழ்வெள்ளிகள்) அவதானித்தால் வளிமண்டலத்தின் உண்மையான விரிவைப்பற்றிக் கூடியளவிற்கு அறிந்துகொள்ளலாம். வெளியினூடாகப் பூமிசுற்றும்போது, இப்பொருட்களுள் ஒன்று பூமியினாலே கவரப்படத்தக்கதான அண்மையில் வந்து அதனை நோக்கி வீழல் உண்டு. ஆகாயக்கல் கடுங்கதியிற் பூமியை நோக்கி வீழும். அது வளிமண்டலத்தின் மேற்படைகளை யெய்தும்போது, வளியினால் ஏற்படும் **உராய்வினால்** ஒளிரும். எனவே, இருள்மிக்க இரவில், அதனை நாம் ஒரு வீழ்வெள்ளியாகக்காண்கின்றோம். கவனமாய் அவதானித்தால், பூமியின் மேற்பரப்பின் மேலாக, ஏறக்குறைய நூறு மைல் உயரத்தில் இருக்கும்போதே ஆகாயக் கற்கள் கட்புலனாகும். எனவே, வளிமண்டலம் மேன்முகமாக நூறு மைல் வரை விரிந்துள்ளதெனத் துணிகிறோம்; அஃது, ஏறக்குறைய 100 மைல் தடிப்பாகவுள்ள வளிப்படையொன்று பூமியைச் சூழ்ந்துள்ளதென்பதே.

வளியின் **அமுக்கப்படுமியல்பினால்,** பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு மேலேயுள்ள உயரத்திற்கேற்ப, அதன் அடர்த்தியுங் குறைந்து கொண்டே போகும். திட்டமான உருவின்மையால் வாயுக்களுந் திரவங்களைப்போன்றவையெனப் படித்துள்ளோம். ஆயின், அவற்றிற்குத் திட்டமான பருமன் (அல்லது கனவளவு) இல்லாமையால், அவை திரவங்களினின்றும் வேறுபடும். கலனொன்றின் பருமன் எத்துணையாயிருப்பினும், அதற்குள் இடப்படும் ஒரு பைந்து நீர் ஒரு பைந்தாகவே இருக்கும். ஆயின் வெறுமையான மூடப்பட்ட கலனொன்றுள் எத்தொகை வளியைப் பெய்யினும், அக்கலனின் பருமன் எவ்விதமிருப்பினும் அவ்வளி முற்றாக நிறைந்து கொள்ளும். உண்மையின்படி, குறித்த, ஓரளவான வளியை அதன் முதற் கனவளவின் அரைப்பங்காகவோ, காற்பங்காகவோ இன்னும் பத்திலொரு பாகமாகவோ அமுக்கலாம். சைக்கிளின் வாயுவளையத்திற் "காற்றடிக்கும்போது" நாம் இவ்வுண்மையை நிறுவுகிறோம்.

பூமியின் மேற்பரப்பிற் படிந்திருக்கும் வளி மிகக்கூடிய அமுக்கத்திற்குள்ளாவதால் அதுவே மிக அமுக்கப்பட்டுள்ளது. நாம் வளிமண்டலத்தில் உயர எம்மீதுள்ள வளியின் அளவுங் குறையும்; குறையவே அமுக்கமுங் குறையும். ஆகவே, உயரங்கூடிய மட்டங்களில் வளியானது மிக அமுக்கப்படாது இருத்தலால், அதன் அடர்த்தியுங் குறைவாக உளது. உதாரணமாக,

கடல்மட்டத்திற்குமேல் உள்ள உயரம்	100 கன அடி வளியது நிறை	பாரமானியின் அளவீடு
கடல்மட்டத்தில்	8 இரு.	30 அங்.
3 மைல் உயரத்தில்	4 இரு.	15 அங்.
$5\frac{1}{2}$ மைல் ,,	2 இரு.	7·5 அங்.
10 ,, ,,	1 இரு.	3·75 அங்.
15 ,, ,,	0·3 இரு.	1 அங்.
35 ,, ,,	0·0003 இரு.	0·001 அங்.

எனவே, முதற் சிலவாயிரம் அடிகளுக்குப் பின்னர், குத்துயரங்கூடுதலுடைய அடர்த்தியும் அமுக்கமும் மிக்க விரைவாய்க் குறையும்.

வளியானது மீழ்சத்தியற்றதாக இருந்தால், (எனின், உயர்ந்த அமுக்க நிலையில் அமுக்கப்பட்டும் தாழ்ந்த அமுக்கநிலையில் விரிந்துமிருக்காவிடின்) பூமியைச் சூழ்ந்துள்ள வளிப்படை முழுவதும் ஒரே அடர்த்தி உடைய

தாயும், ஏறக்குறைய 5 மைல் அளவான ஆழத்தையே உடையதாகவும் இருக்கும். உள்ளபடி, பூமியின் மேற்பரப்பிற்குமேல் வளிமண்டலம் 100 மைல்வரை பரந்துள்ளது; இனி உயரத்திற்கேற்ப அதன் அடர்த்தியுங் குறைந்துகொண்டே போகும். வளிமண்டலத்திலுள்ள வளியில் ஏறக் குறைய அரைப்பாகமானது கடல்மட்டத்திலிருந்து 3 மைலுக்குள்ளும் முழுவளியில் 90 ச. வீதப் பாகமானது 15 மைல் உயரத்திற்குள்ளும் இருக்கின்றது.

வாயுக்களின் அமுக்கப்படுமியல்பு.

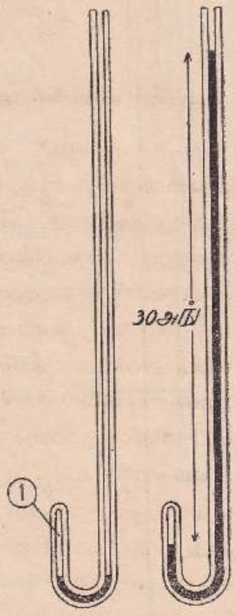
காற்றின் வில்லிமியல்பு.

சடப்பொருளின் மூலக்கூற்றமைப்பைப்பற்றி ஆராய்ந்தபோது திரவங்கள், திண்மங்களென்பவற்றின் மூலக்கூறுகளிலும் வாயுக்களின் மூலக்கூறுகள் ஒன்றற்கொன்று மிகத்தூரமாய் உளவென்றும், அவை எல்லாத்திசை களிலுந் தடையின்றி விரைவாய் இயங்கத்தக்கவையென்றும், அதனல் அவற்றைக் கொள்ளுங் கலன்யாதையும் முற்றுகநிரப்ப வல்லனவென்றும் படித்தோம். ஒரு வாயுவின் மூலக்கூறுகள் அவ்வாயுவின் மொத்தக் கனவளவிலே மிகச்சிறிய விகிதசமமான இடத்தையே கொள்கின்றமையால் அவ்வாயுக்கள் எளிதாக அமுக்கப்படும். உதாரணமாக, சைக்கிட்பம்பி யொன்றின் முனையிலுள்ள சிறிய துவாரத்தை மூடிக்கொண்டு கைப்பிடியை விசையொடு உள்ளே தள்ளுவீராயின், பம்பியகத்துள்ள வளியானது சிறிய வொரு இடத்திற்குள் அமுக்கப்படும். ஆயின், கைப்பிடியைக் கைவிட்டவுடன் அது தொடக்கத்தில் இருந்தநிலைக்கு வேகமாக மீளும்; வளியின் மீள் சத்தி புலப்படும். (காற்றின் வில்லியல்பிலே செல்லும் வாயுவலயங்களில் இம்மீளும் சத்தியை நாம் பயன்படுத்துகிறேம்).

இவ்விளைவைச் சடப்பொருளின் மூலக்கூற் றமைப்பு மூலமாக விளங்கப் படுத்தலாம். ஏனெனில், வாயுவின் மூலக்கூறுகள் கலனென்றின் சுவர் களில் மோதுதலினலேயே வாயுவின் அமுக்கம் ஏற்படுமென்க. நாம் ஒரு வாயுவை அமுக்கும்போது, ஒரேதொகையான மூலக்கூறுகளைச் சிறியவோர் இடத்திற்குள் அடைக்கிறேம். எனவே, மூலக்கூறுகள், கொள்கலனின் சுவர்களில் மேலும் அதிகமாக மோதிக்கொள்ளும். அஃது, கூடிய அமுக் கம் ஏற்பட்டுளதென்பதே.

உரொபேட்டு போயில் (1627-91) என்பாரே அமுக்கப்படுமியல்பை ஆய்ந் தோரில் முதலானவர்; இவ்வியல்பை அவர் "**வளியின் வில்லியல்பு**" என்றனர். இத்தொடரை அவர் உபயோகித்தமைக்குக் காரணம்

யாதெனின் : விற்சுருளொன்றை அமுக்கும்போது, அது தன் இயல்பான பருமனை அடைதற்பொருட்டு விரிய முயலும் ; வளியும் இவ்விற்சுருளினது போன்ற நடத்தையை உடையதெனக. போயிலுக்கு உதவியாக இருந்தவர் உரொபேட்டு ஊக்கு எனபர் ; இவர் இளவயதினர் ; திறமைமிக்க பொறியியல் வல்லுனர் ; இவரைப்பற்றிப் பிற விஞ்ஞானபாடங்களிற் படிப்போம். முதன்முதலாக, திருத்தமான வளிப்பம்பியைச் செய்தோர் இவரிருவருமே. இப்பம்பியைப்பயன்படுத்தி, பாரமானிக்குழாயிலுள்ள இரசநிரலை வளியின் அமுக்கமே தாங்குகிறதெனப் போயில் நிறுவினர் (பக்கம் 69–ஐக் காண்க.)



உருவம் 30. போயிலின் பரிசோதனை.

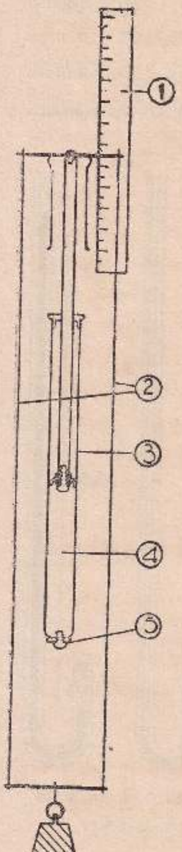
1. வாயு.

ஒரு வாயுவில், அமுக்கத்திற்குங் கனவளவிற்குமுள்ள தொடர்பு யாது ?

ஒரு வாயுவின் மீதுள்ள அமுக்கத்தை மாற்றி, அவ்வாயுவின் கனவளவில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தை உரொபேட்டு போயில் அளவிட்டார். அவர் செய்த, வரலாற்றுச் சிறப்பு வாய்ந்த பரிசோதனைகளுள் ஒன்றை நாமுஞ் செய்வோம்.

வடிவக் கண்ணடிக்குழாயொன்றின் குறுகிய உறுப்பு அடைக்கப்பட்டுளது ; உருவம் 30–இற் காட்டியாங்கு, அதன் இரு பக்கங்களிலும் ஒரே மட்டத்தில் நிற்கும்வரை திறந்த உறுப்பினூடாக இரசம் பெய்யப்படும் ; எனின், மூடப்பட்ட உறுப்பானது வளிமண்டல அமுக்கநிலையில் (30 அங். இரசம்) குறித்தவொரு கனவளவான வளியைக் கொண்டுளது. இவ்வளிநிரலினது நீளம் அளக்கப்படும். உருவம் 30-இற் காட்டியாங்கு, மூடப்பட்ட உறுப்பிலுள்ள வளியானது அரைப்பங்காக அமுக்கப்படும்வரை, நெடிய, திறந்த உறுப்பினுள் இரசம் பெய்யப்படும். இனி, திறந்த உறுப்பிலுள்ள இரச நிரலினது நீளம் அளவிடப்படும். அதனுடைய நீளம் மூடப்பட்ட உறுப்பிலுள்ள இரசநிரலினது நீளம், 30 அங்குலங் கூடியதாகக் காணப்படும். அதாவது, வளியின் கனவளவை அரைப்பங்காக்குதற்கு, அதன்மீது அமுக்கத்தை இருமடங்காக்கல்வேண்டுமென்பதே. ஏனெனில், ஆரம்பத்திலுள்ள அமுக்கம் "இரண்டு வளிமண்டலமாகவும்" உளதெனக. (ஒரு வளிமண்டலவமுக்கம் = 14·7 இறு. நிறை/சது. சங்.)

சைக்கிட்பம்பியால் ஒரு வாயுவின் கனவளவிற்கும் அதன் அமுக்கத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை எவ்வாறு காட்டுவது ?



உருவம் 31. போயிலின் விதியை விளக்குதற்குரிய பரிசோதனை.

1. வரைகோல்
2. நூல்
3. சைக்கிள் பம்பி
4. காற்று
5. திருகாணியும் தோற்றடையும்

மேலேகூறிய பரிசோதனை இரண்டு, அல்லது மூன்று வளிமண்டல வமுக்கவளவிற்கே ஏற்றதாகும். உருவம் 31-இற் காட்டியாங்கு ஒழுங்குசெய்யப்பட்ட முறையில், ஒரு சாதாரண வளிபம்பியை உபயோகித்து கூடியவளவான அமுக்கங்களைக் கொண்ட பரிசோதனைகளை எளிதாகச் செய்தல்கூடும். பக்கம் 60-இற் காணும் பரிசோதனையில் உபயோகித்ததுபோன்ற பருமனுடைப்பம்பியே இங்கும் பயன்படுத்தப்படும். அதன் முனையிலுள்ள சிறு துவாரமும் முன்னர்ப் போன்றே அடைக்கப்படும். ஆயின், பம்பியகத்துள்ள தோற்றடையம் மாற்றி, வைக்கப்படுவதில்லை. நடையத்தைக் காற்றுப்புகாவியல்வினதாக்கும்பொருட்டு, சிறிதளவான, தடித்த எண்ணெய் பம்பியினுள் இடப்படும். பம்பியின் உருளை ஒருசீரான குறுக்குவெட்டுப்பருமனை உடைத்தாயிருத்தலால், பம்பிக்கு வெளியே அமைக்கப்பட்ட வரைகோலில், தடையத்திற்கு பம்பியின் மூடப்பட்ட முனைக்குமிடையேயுள்ள வளிநிரலினது நீளத்தை அளப்பதால் அடைக்கப் பட்டுள்ளவளியின் கனவளவில் ஏற்படும் மாற்றங்களை அளக்கலாம்.

பரிசோதனையின் ஆரம்பத்தில் அடைக்கப் பட்டுள்ள வளியை அமுக்கும் மொத்தவிசை, ஆடுதண்டினது நிறைக்கும் அதன் இணைப்புக் களினுடைய நிறைக்கும் (=........இரு.நிறை) பக்கம்........ (இதனையொத்த பம்பியைப் பயன் படுத்திய) பரிசோதனையால் ......இரு. நிறையெனக் கண்ட வளிமண்டல வமுக்கவிசைக்குஞ் சமமாகும்.

பரிசோதனையைத் தொடங்கும்போது, காற்றுநிரலினது நீளம் =..................அங். அப்பொழுதுள்ள விசை ....+........=................இரு. நிறை.

அடைக்கப்பட்டுள்ள வளியை அமுக்கும் நிறையை இருமடங்காக்கினல் (=...............இரு. நிறை). காற்று அமுக்கப்படும். அதன் புதிய கனவளவை, ஆடுதண்டு எவ்வளவிற்கு, கீழே வழுவுகின்றதெனக் குறிப்பதால், அளக்கலாம். மேலும், நிறைகளைக் கூட்டுவதால் அமுக்கத்தை மூன்று, நான்கு, அல்லது ஐந்து வளிமண்டலங்களாகவும் ஆக்கலாம்.

பரிசோதனை எண்களில்	ஆடுதண்டில் மொத்தவிசை இரு. = ... அமுக்கம் ( )	நிரலின் நீளம் கனவளவிற்கு விகிதசமமாய்	(அ × க) பெருக்கம்
	இரு. (= வளிமண்டலம்)	அங்.	
	இரு. (= ,,)	அங்.	
	இரு. (= ,,)	அங்.	
	இரு. (= ,,)	அங்.	
	இரு. (= ,,)	அங்.	

இப்பரிசோதனைகளைக் கவனமாய்ச் செய்தால், அமுக்கத்தை இருமடங்காக்கும்போது, கனவளவு அரைப்பங்காகுமென்பது தெளியப்படும். அமுக்கத்தை மும்மடங்காக்கினால், கனவளவு மூன்றிலொன்றாகக் குறைக்கப்படும்; அமுக்கத்தை நான்கு மடங்காய்க்கூட்டினால் கனவளவு காற்பங்காகக் குறையும் என்றவாறு. பிற உபகரணங்கள் சிலவற்றைக்கொண்டு இத்தகைய பரிசோதனைகளைச் செய்யின் மறுதலையாக, அமுக்கத்தை அரைப்பங்காக்கினால் கனவளவு இரட்டிக்குமெனவும் அமுக்கத்தை மூன்றிலொன்றாகக் குறைத்தால், கனவளவு மும்மடங்கு அதிகமாகுமெனவும் இன்னோரன்ன பிறவற்றையும் புலப்படுத்தும்.

போயிலின் விதி—ஒரு வாயுவின் கனவளவிற்கும் அதன் அமுக்கத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு.

ஏனை வாயுக்களை உபயோகித்து இத்தகைய பரிசோதனைகளைச் செய்தால், வாயுக்கள் யாவும் இதே முறையில் நடக்குமென்பது புலப்படும்; எனவே, ஒரு வாயுவின் கனவளவிற்கும் அமுக்கத்திற்குமிடையேயுள்ள தொடர்பைப் பின்வருமாறு கூறலாம்.

தந்தவொரு கணியமான வாயுவின் கனவளவு, அதன்மீதுள்ள அமுக்கத்தோடு நேர்மாறாக மாறும் (வெப்பநிலையொரேயளவினதாய் இருக்கும் வரை)

இக்கூற்று போயிலின் விதியென வழங்கும். வரைவிலக்கணத்தின் கடைப்பாகம் அவசியமாகும். ஏனெனில் வெப்பநிலை மாறும்போது, ஒரு வாயுவின் கனவளவும் மாறுமென்க. (நூல் மூன்றில், பின்னர்வரும் பாடங்களில் சாளிசின் விதியைப்பற்றிக் கூறும்போது, ஒரு வாயுவின் கனவளவின்மீது வெப்பத்தால் ஏற்படும் விளைவுகளைப் பற்றிப் படிப்போம்.)

விஞ்ஞான விதிகள் என்பன யாவை?

விஞ்ஞானக்கருத்துப்படி விதியென்னுஞ் சொல்லை முதன்முதலாக இப்பொழுதே உபயோகித்தமையால், **குடிக்குழுச்சட்டங்களுக்கும் விஞ்ஞான விதிகளுக்குமிடையேயுள்ள** வித்தியாசங்களைச் சுட்டிக்காட்டல் அவசியமாகும்.

ஒவ்வொரு நாட்டிலும் யாவருங் கீழ்ப்படிந்தொழுகவேண்டிய குறித்த சில குடிக்குழுச் சட்டங்களை அரசாங்கம் அமைக்கிறது. அவற்றிற்கு மாருக மக்கள் நடப்பாராயின், எனின், சட்டத்தை மீறுவாராயின், குற்றவாளியின் (கண்டுபிடிக்கப்படின்) தண்டனைக்காளாவார்.

உருவம் **32.** போயிலின் விதி.

(அமுக்குங் கூடக் கனவளவு குறைகிறது.)

விஞ்ஞானவிதிகள் முற்றிலும் வேருனவை. விஞ்ஞானவிதியொன்று ஓர் உண்மையைக்கூறும். உதாரணமாக, போயிலின் விதி, வாயுவின்மீதுள்ள அமுக்கம் மிகும்போது கனவளவு அதே விகிதத்தில் குறையுமென்பதை மட்டுங் கூறும். எனவே, போயிலின் விதி வாயுக்கள் எவ்வாறு நடக்குமென்பதைக் கூறும். குழுக்குடிச்சட்டங்கள் மக்கள் எவ்வாறு நடத்தல் வேண்டுமென்பதைக் கூறுவன.

நேர்மாருன விகிதசமமென்பது யாது?

இரு கணியங்கள் நேர்மாருய் மாறும்போது, அவற்றின் பெருக்கம் மாறிலியாக உள்ளது (பக்கம் 81 இல், **அக** இன் பெருக்கத்திற்கான விடைகளைக் காண்க). உதாரணமாக, 100-ஐச் சில மனிதருக்கிடையே சமமாய்ப் பகுக்கும்போது, மனிதரின் எண்ணிக்கை கூட, ஒவ்வொருவருக்குங் கொடுக்குந் தொகை குறையும் அல்லது, மறுதலையாக, மனிதரின் எண்ணிக்கை குறைய ஒவ்வொரு மனிதனின் பங்குங்கூடும்–10 மனிதராயின் ஒவ்வொருவரும் 10 பெறுவர்; இருபது மனிதராயின் ஒவ்வொருவரும் 5 பெறுவர். மனிதரின் எண்ணிக்கையைப் பவுண்களின் எண்ணிக்கையாற் பெருக்கின் ஒவ்வொரு வகையிலும் அப்பெருக்கம் ஒரேயளவினதாயிருக்கும்; அதனுல் ஒரு மனிதனுக்குரிய பவுணின் எண்ணிக்கை, மனிதரின் எண்ணிக்கையோடு நேர்மாருக, மாறுமெனக் கூறப்படும்.

அட்சரகணிதமுறைப்படியும் போயிலின் விதியைக்கூறலாம். ஆரம்பத்திலுள்ள கனவளவை க_1 எனவும் ஆரம்பத்திலுள்ள அமுக்கத்தை அ_1 எனவும் இறுதிக்கனவளவையும் அமுக்கத்தையும் க_2, அ_2 எனவுங் குறித்தால் அப்பொழுது $\text{அ}_1 \, \text{க}_1 = \text{அ}_2 \, \text{க}_2$.

போயிலின் விதி எவ்வாறு உபயோகிக்கப்படும்?

யாதுமோர் அமுக்கத்தில் ஒரு வாயுவின் கனவளவை அறிவோமாயின் யாதுமொரு தந்த அமுக்கத்தில் அவ்வாயு கொள்ளுங் கனவளவைக் காண்பதற்கு போயிலின் விதியை உபயோகித்தல் கூடும். உதாரணமாக, 750 மி மீ. அமுக்கத்தில் ஒரு கணியமான வாயு 200 கன ச. மீ. அளவை யுடையதாயின், 760 மி. மீ. அமுக்கத்தில் அதன் கனவளவைக் காண்க.

போயிலின் விதிப்படி, புதிய கனவளவு புதியவமுக்கம் = பழைய கனவளவு பழைய அமுக்கம்

ஆகவே, (760 மி.மீ. அமுக்கத்தில் வாயுவின் கனவளவு) $\times 760$

$$= 200 \times 750$$

ஆகவே, 760 மி.மீ. அமுக்கத்தில் வாயுவின் கனவளவு $= 200 \times \frac{750}{760}$

$$= 197$$ கன ச.மீ.

(ந.க. - அமுக்கம் கூடியதாயிருக்குமாதலின் கனவளவு குறைக் திருக்கும். அமுக்க மாற்றங்கட்கு வாயுக்களின் கனவளவிலே திருத்தஞ் செய்தற்கான கணிப்புக்கள் யாவற்றிலும் இறுதிக் கனவளவு கூடுதலாகவோ குறைவாகவோ இருக்குமென உய்த்தறிந்து அதற்கேற்பச் சினைகளை ஒழுங்கு செய்க. இவ்வழி, வேண்டாப் பிழைகளைத் தவிர்ப்பிர்).

அமுக்கமானிகள்.

வளிமண்டலத்தின் அமுக்கத்தை அளத்தற்கே பாரமானிகள் உபயோ கிக்கப்படுகின்றன; ஆயின் வேறு வாயுக்களின் அமுக்கங்களை அளத்தலும் மிக்க அவசியமாகும். பலவகைப்பட்ட அமுக்கமானிகள் (அல்லது வாயுவ முக்கமானிகள்) உபயோகிக்கப்படுகின்றன. ஆயின், அளத்தற்கான அமுக் கத்தின் பெருமை, சிறுமைக்கேற்ப, உபயோகிக்கப்படுங் கருவியும் வேறுபடும். முதன்மையான அமுக்கமானிகள் மூன்றுவகைப்படும்: (அ) மிகத்தாழ்ந்த அமுக்கங்கட்கு, வெற்றிடவமுக்கமானியும் (ஆ) ஏறக்குறைய ஒருவளி மண்டல மளவிலுள்ள அமுக்கங்கட்குத் திறந்தகுழாய் வாயுவமுக்க மானியும் (இ) மிகவுயர்ந்த அமுக்கங்கட்கு மூடிய குழாய் வாயுவமுக்கமானி யும் ஆகும்.

வெற்றிடவமுக்கமானி.

வளிப்பம்பிபோன்றவற்றால் பெறப்படும் மிகத்தாழ்ந்த அமுக்கங்களை அளத் தற்கு, உருவம் 33-இற் காட்டப்பட்டவொரு குட்டையான பாரமானி உபயோ கிக்கப்படும். நுனியிடத்து அடைக்கப்பெற்ற நெடிய உறுப்பு இரசத்தால் நிரப்பப்படும். குட்டையான உறுப்பு ஒரு முனை திறக்கப்பெற்றது A மேற்

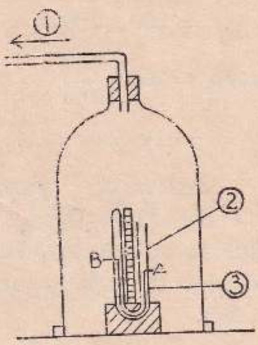
பரப்பிலுள்ள அமுக்கம், 'A' 'B' மேற்பரப்புக்களுக்கிடையே மட்டத்திலுள்ள வித்தியாசத்தால் அளக்கப்படும். (ஒரு செம்மையான வெற்றிடத்தைப்பெற்றால் இவ்விரு மேற்பரப்புக்களும் ஒரே மட்டத்தில் நிற்கும்).

வளிப்பம்பியொன்றுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள, ஒரு சிறிய மணிச்சாடிக்குள் வெற்றிடமானியை வைத்து, நீர்பெற்ற மிகத்தாழ்ந்த அமுக்கத்தை அளக்க.

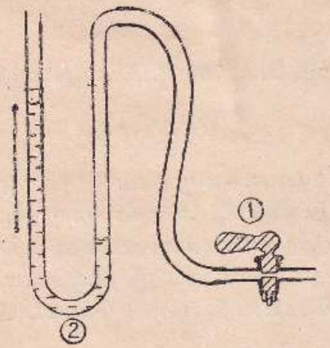
மூடிய உறுப்பகத்துள்ள இரசமேற்பரப்பின் உயரம்........மி.மீ.

திறந்த உறுப்பகத்துள்ள இரசமேற்பரப்பின் உயரம்........மி.மீ.

ஆகவே, வளியமுக்கத்தாலே தாக்கப்படும் இரசநிரல்=........மி.மீ.



உருவம் 33. வெற்றிடமானி.
1. வளிப்பம்பி ;
2. வெற்றிடமானி ; 3. இரசம்.



உருவம் 34. திறந்தகுழாய் வாயுவமுக்கமானி.
1. நீர் ; 2. வாயுவாயில்.

திறந்தகுழாய் வாயுவமுக்கமானி.

வளிமண்டலவமுக்கத்திலுஞ் சிறிது கூடிய அமுக்கங்களை, உதாரணமாக, பரிசோதனைச் சாலையிற் பெறப்படும் வாயுவின் அமுக்கங்களை, திறந்தகுழாய் வாயுவமுக்கமானியால் அளக்கலாம். இதில், உருவம் 34–இற் காட்டப்பட்ட நீர் வாயுவமுக்கமானிபோன்று, ஒரு திரவநிரலுக்கு எதிரே, அளக்கப்படவேண்டிய அமுக்கம் சமப்படுத்தப்படும். இரு முனைகளிலுந் திறந்துள்ள, வடிவக் கண்ணாடிக்குழாயொன்றில் ஒரு பகுதி நீரினால் நிரப்பப்படும். 'U' குழாயின் ஒருமுனை வாயுவழங்கலோடு இணைக்கப்படும் ; உறுப்புக்களிரண்டுக்குமிடையிலுள்ள நீர்மட்டத்தின் வித்தியாசம் அளக்கப்படும்.

நீரின் மேல்மட்டத்தின் உயரம்=...........அங்குலம்

நீரின் கீழ்மட்டத்தின் உயரம்=...........அங்குலம்

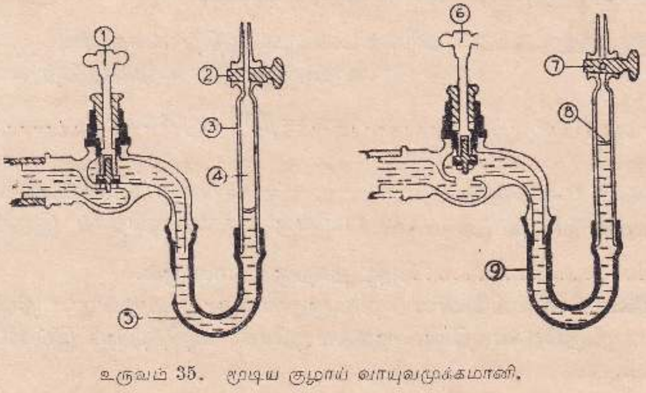
ஆகவே, வாயு வழங்கலின் அமுக்கத்தால் சமப்படுத்தப்பட்ட நீர்நிரல் =...............அங்குலம்.

எனவே, சோதனைச்சாலை வாயு வழங்கல்...............அங்குலநீரின் அமுக்கத்திற்குட்பட்டுள்ளதெனக்கூறலாம். (சில அங்குல நீரிற்கு மேற்பட்ட அமுக்கங்கட்கு 'U' குழாயில் நீரிற்குப்பதிலாய் இரசத்தை உபயோகித்தல் கூடும்).

ஒரு திரவநிரலுக்கெதிராய்ச் சமப்படுத்தி, அமுக்கங்களை அளக்கும்போது, அவற்றைப் பெரும்பான்மையாகத் திரவ உயரங்களாகக் குறிக்கின்றோம். உதாரணமாக, ஒரு சதுரச் சதமமீற்றருக்கு இத்தனை கிராம் நிறையென, அல்லது ஒரு சதுரவங்குலத்திற்கு இத்தனை இறாத்தல் நிறையெனக் குறிக்காது, இத்தனை மில்லிமீற்றர் இரசமென, அல்லது இத்தனை அங்குல நீரெனக் குறிக்கின்றோம். எனினும் '760 மி.மீ. அமுக்க' மெனக் கூறினால், '760 மி.மீ. உயரமுள்ள இரசநிரலைச் சமப்படுத்தும் ஓர் அமுக்கம்' என்பதையே அது உண்மையில் குறிக்கும்.

மூடிய குழாய் வாயுவமுக்கமானி.

இன்னும் கூடிய அளவான அமுக்கங்களை அளத்தற்கு நாம் போயிலின் விதியைப் பயன்படுத்தலாம்; உதாரணமாக, சோதனைச் சாலையின் நீர் வழங்கல் அமுக்கத்தை அளத்தற்கு இவ்விதி பயன்படும்.



உருவம் 35. மூடிய குழாய் வாயுவமுக்கமானி.

1. மூடிய நீர்வாயில்; 2. திறந்த கண்ணாடிவாயில்; 3. அளவு கோடிட்ட குழாய்; 4. காற்று; 5. நீர்; 6. திறந்த நீர்வாயில்; 7. மூடிய கண்ணாடிவாயில்; 8. எண்ணெய் மட்டம்; 9. தடித்த இறப்பர்க் குழாய்.

உருவம் 35-இற் காட்டியுள்ள உபகரணத்தில், கன ச. மீற்றரில் அளவு கோடிட்ட தடிப்பான சுவர்கள் உள்ள '**அ**' கண்ணாடிக்குழாய் தடிப்பான சுவர்கள்கொண்ட இறப்பர்க்குழாயினால் நீர்க்குழாய்வாயிலொடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. '**அ**' இன் முனையில் உள்ள கண்ணாடிக்குழாய்வாயிலானது முதலிலே திறக்கப்பட்டு குழாய்க்குட் சில துளி எண்ணெய் பெய்யப்படும்.

(அமுக்கப்பட்ட வளி நீரிலே கரையாவாறு தடுப்பதற்காகவே எண்ணெய்ப் படை பெய்யப்படும்). பின்னர் '**அ**' குழாயிலுள்ள முதலாவது புள்ளியை நீர் மட்டம் அடையும்வரை நீர்க்குழாய்வாயில் சிறிது திறக்கப்படும். பின்னர், நீர்க்குழாய்வாயில் இறுக்கி மூடப்படும். கண்ணாடிக்குழாய்வாயில் திறந்தவாறு இருக்க '**அ**' இலுள்ள வளியின் கனவளவு அளக்கப்படும். எனவே, வளிமண்டலவமுக்கத்தில் அமுக்கப்படுமெனக. பின்னர் கண்ணாடிக்குழாய் வாயில் மூடப்படும்; நீர்க்குழாய்வாயில் படிப்படியாய்த் திறக்கப்படும். அடைக்கப்பட்டுள்ள வளியின் கனவளவு நீர் அமுக்கத்திற்கு நேர்மாறான விகிதசமப்படி குறைக்கப்படும்; உதாரணமாக, கனவளவு அரைப்பங்காக்கப் படின், நீரின் அமுக்கம் இரு வளிமண்டலங்களாகும்.

இம்முறைப்படி, சோதனைச்சாலையின் நீர் வழங்கலின் அமுக்கத்தைக் காண்க.

வாயுமண்டலவமுக்கத்தில், குழாயிலுள்ள வளியின் கனவளவு = ... கன ச.மீ.

நீர்வழங்கல் அமுக்கத்தில் குழாயிலுள்ள வளியின் கனவளவு= ...... கன ச.மீ.

போயிலின் விதிப்படி $அ_1க_1 = அ_2க_2$; எனவே,

வளிமண்டலவமுக்கம் × வளிமண்டலவமுக்கத்திற் கனவளவு
= நீர் அமுக்கம் × நீர் அமுக்கத்திற் கனவளவு.

எனின், ... × .... = நீர் அமுக்கம் ....

ஆகவே, நீர் அமுக்கம் = $\frac{\quad\times\quad}{\qquad\qquad}$ = ...அங்குலம் இரசம், அல்லது, இரசம் நீரினும் 13·6 மடங்கு பாரங்கூடியதாய் இருத்தலால்.

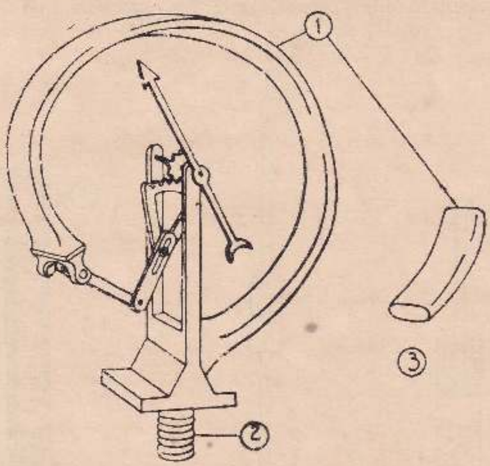
இது .... அடி நீரிற்குச் சமனாகும்.
பரிசோதனைச் சாலையிலுள்ள நீர்க்குழாய்க்கு மேலுள்ள நீர்த்தாங்கி, அல்லது, நீர்த்தேக்கத்தின் குத்துயரத்தை அறிதற்கும் இப்பரிசோதனை பயன்படும்.

எனினும் திறந்துள்ள தாங்கியில், அல்லது தேக்கத்திலுள்ள நீர் எல்லவே ஒரு வளிமண்டலவமுக்கத்தில் (= 34 அடிநீர்) உளது என்பதை நாம் உணர்த்துக்கொள்ளல்வேண்டும். எமது பரிசோதனையோ மொத்த அமுக்கத்தை அளத்தற்கானது. எனவே நீர்க்குழாய்வாயிலில் அமுக்கத்தை உண்டாக்கும் நீர் மேற்பரப்பின் உயரம் (........ − 34) அடி= ...... அடி.

ஓர் அமுக்கத்தை உண்டாக்குந் திரவத்தின் உயரம், (அல்லது ஆழம்), வழக்கமாகத் '**திரவத்தலை**' யென வழங்கப்படும். உதாரணமாக, சோதனைச் சாலையில் .... அடி நீர்த்தலை உளது.

போடன் மானி.

மிக வுயர்ந்த அமுக்கங்களை—உதாரணமாக, கொதிகலன்களிலுள்ள கொதி நீராவியின் அமுக்கத்தை – அளத்தற்கு உபயோகிக்கப்படும் மானிகள் வழக்கமாக, உருவம் 35–இற் காட்டியுள்ள மாதிரி போன்றே உள்ளன. இவ்வகை மானிகளில், ஒரு முனை மூடப்பெற்றவொரு தட்டையான உலோகக் குழாய் வளைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் உட்புறத்தே அமுக்கந் தாக்கும்போது, அது நேராதற்கு முயலும். முயல, அளவுகோற்றிட்டத்தின்மீது காட்டியொன்றை அசையச் செய்து அமுக்கத்தை ஒரு சதுரவங்குலத்திற்கு இத்தனை இறாத்தலெனை அளவிடும்.



உருவம் 36. போடன் மானி.

1. தட்டைக்குழாய் ; 2. கொதிகலத் தொடுப்பு ; 3, குழாய்ப்பகுதி.

இத்தகைய மானிகள், அளவறிந்த அமுக்கங்களோடு நியமவளவாக்கப்படும். இத்தகைய, எந்திரவியல்மானியொன்று ஒரு சது. அங். இற்கு 100 இறா. நிறையெனக் காட்டின், அதன் வழக்கமான கருத்தாவது, ஒரு வளிமண்டலத்திற்கு மேலாக, ஒரு சதுர. அங். இற்கு 100 இறா. என்பதே.

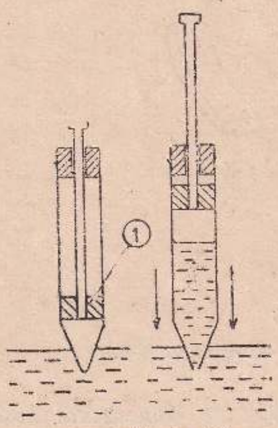
வளியமுக்கத்தின்பயன்கள்

வளியமுக்கத்தைக்கொண்டு எவ்வாறு வேலைசெய்விக்கிறோமென்பது.

வளியமுக்கத்தைப் பயன்படுத்துஞ் சில பொதுவான சாதனங்களை நாம் இனி நோக்குவோம் ; உயர்த்து பம்பிகள், செலுத்தும் பம்பிகள், சைக்கிட் பம்பிகள், தொடர்வண்டிகளிலுள்ள தன்னியக்கத்தடுப்புக்கள் நீரிறக்கிகள், தானே நிரம்பும் பேனைகள் முதலியன அவற்றிற்கு உதாரணங்களாகும்.

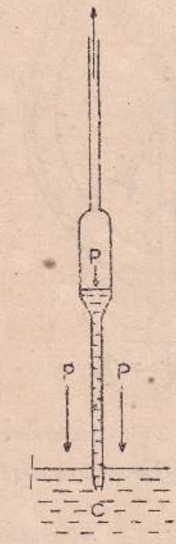
புகுத்தி.

வளியின் அமுக்கத்தாலேயே புகுத்தியானது (அல்லது பீறி) நீரினால் நிரப்பப்படும். அதன் கூர்நுனிக்குழாய் நீரின் மேற்பரப்பிற்குக்கீழ்ப் பிடிக்கப்படும்; ஆடுதண்டு மேலிழுக்கப்படும். இவ்வழி, உருளையிலுள்ள வளியின் கனவளவு கூட, அதன் அமுக்கங்குறையும். வெளிப்புறத்துத் திரவத்தின் மேற்பரப்பைத் தாக்கும் வளியின் அமுக்கம் நீரைப் புகுத்திக்குட் செலுத்தும். (உருவம் 37). புகுத்திக்குள் நீரானது உறிஞ்சப்படுகிறதுபோலத் தோன்றினும் உள்ளபடி, அது காற்றின் அமுக்கத்தால் உள்ளே தள்ளப்படுகின்றதென்பதைக் கவனித்தல் வேண்டும். உருளையில் நீர் நிரம்பியதும் புகுத்தியை அகற்றி, ஆடுதண்டை உள்ளே தள்ளினால், கூர்நுனிக்குழாயூடாக நீர் வெளிச்செலுத்தப்படும்.

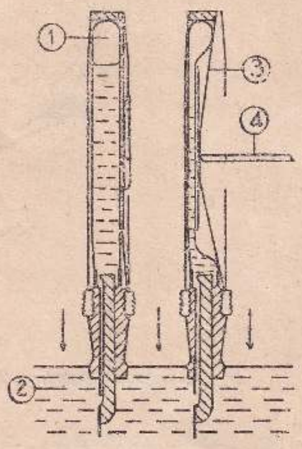


உருவம் 37. புகுத்தி.

1. ஆடுதண்டு.



உருவம் 38. குழாயி.



உருவம் 39. ஊற்றுப்பேனை.

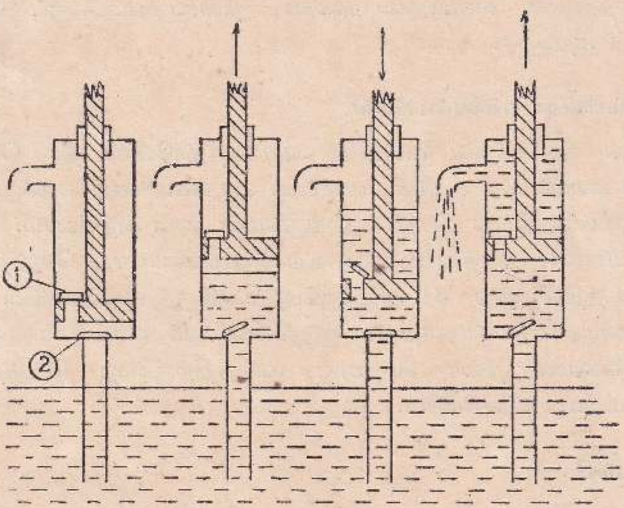
1. இறப்பர்ப்பை ; 2. மை ; 3. உலோகத் தண்டு ; 4 நெம்புகோல்.

குழாயி (சிறுகுழாய்)

குழாயியும் மேற்கூறிய தத்துவத்தின்படியே தொழிற்படும். '**அ**' இனூடாக உள்ளிருக்கும்வளியை வாயினால் உறிஞ்ச, குழாய்க்குள் இருக்கும் அமுக்கம் P_1 குறைக்கப்படும். வெளிப்புறத்து வளிமண்டலவமுக்கம் P_2 உள்ளிருக்கும் அமுக்கம் 'P_1' இலும் கூடினமையால் 'C' வாயிலாக நீரானது குழாய்க்குட் செலுத்தப்படும். உருவம் 38 ஐக் காண்க. (குடிநூம்பின் உபயோகமும் இத் தத்துவத்திலேயே தங்கியுள்ளது.)

தானேநிரப்பும் பேனை.

உருவம் 39–இற் காட்டியமாதிரியான ஓர் ஊற்றுப்பேனையும் புகுத்தி, குழாயிகள்போன்று, மேற்கூறிய தத்துவப்படி தொழிற்படும். பேனையின் உடல் நீண்ட இறப்பர்ப்பையொன்றைத் தன்னகத்துக்கொண்டது; இந்தப்பையின் மீது உலோகத்துண்டொன்று தங்கியுளது. பக்கத்திலே இருக்கும் நெம்பு கோலை உயர்த்த அவ்வுலோகத்துண்டு இறப்பர்ப்பையை அமுக்கி அகத்துள்ள வளியை வெளிச்செலுத்தும். நெம்புகோலைத் தாழ்த்தும்போது உலோகத் துண்டு மீண்டு இறப்பர்ப்பையை அமுக்குவதில்லை. இறப்பர்ப்பை அதன் முதற்பருமனை எய்தும்; எனவே, பைக்குள் இருக்கும் அமுக்கங்குறைக்கப் படும். பேனையினது அலகு, மைக்குள்ளே தோய்ந்திருப்பின், மையின் மேற் பரப்பிலுள்ள வளியினமுக்கஞ் சிறிதளவு மையைப் பைக்குட் செலுத்தும்.



உருவம் **40.** உயர்த்துபம்பி

1. ஆடுதண்டில் வாயில்; **2.** அடிவாயில்.

உயர்த்துபம்பி.

சாதாரணமான உயர்த்துபம்பியும் (பொதுப்பம்பியெனவும் அழைக்கப் பெறும்) மேற்கூறிய தத்துவப்படியே தொழிற்படுவது. உயர்த்துபம்பியில் (உருவம் 40), உருளையகத்து மேலுங்கீழுமாக இயங்கும் ஓர் ஆடுதண்டு உளது. இன்னும் உருளையின் கீழ்முனையிலும், ஆடுதண்டிலுமாக இரு வாயில்கள் உள. இவ்விரு வாயில்களும் மேன்முகமாகவே திறப்பனவாத லால் அவை நீரை மேன்முகமாகவே செல்லவிடும். கீழ்முகமாக அன்று. ஆடுதண்டை மேலிழுத்ததும், வளியின் அமுக்கமானது ஆடுதண்டிலுள்ள

5—J. N. B 67381 (8/57)

வாயிலே மூடியே வைத்திருக்கும். ஆடுதண்டின் கீழே, உருளையகத்துள்ள அமுக்கங்குறைக்கப்படும். எனவே, புகுத்தியிற் போன்று, வெளிப்புறத்து வளியமுக்கத்தால், உருளைக்குள் நீர் செலுத்தப்பட உருளையின் அடியிலுள்ள அடிவாயில் திறக்கப்படும்.

ஆடுதண்டு கீழே தள்ளப்படும்போது, அடிவாயில் மூடப்படும்; உருளையகத்துள்ள நீர், ஆடுதண்டிலுள்ள வாயிலினூடாக, ஆடுதண்டின் மேன் முனைக்குச் செல்லும். ஆடுதண்டை அடுத்தமுறை இழுத்ததும், அடுதண்டிலுள்ள வாயில் மூடப்படும்; இந்நீர், போக்குகுழலினூடாக வெளியே செலுத்தப்பட, மேலும் அதிகமான நீர் அடிவாயில்வழியாகப் பம்பிக்குட் செல்லும். இம்மாதிரியான பம்பி **உறிஞ்சற்பம்பியெனப்படும்.** ஆயினும், வெளிப்புறத்துள்ள வளியின்அமுக்கமே, நீரைப் பம்பிக்குட் செலுத்து மென்பதை மறவற்க.

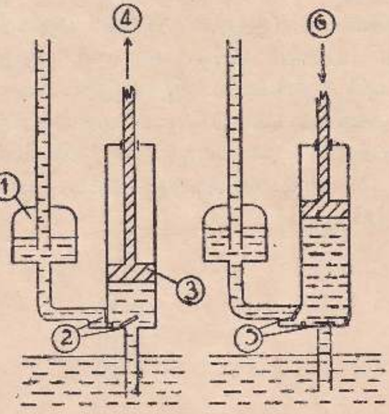
உயர்த்துபம்பியின் எல்லைப்பாடுகள்.

பம்பியின் உருளைக்குள் வளியின் அமுக்கத்தாலேயே நீர் செலுத்தப் படுமெனக் கண்டோம். ஆயின், வளியின் அமுக்கமானது வறக்குறைய 34 அடி உயரமுள்ள நிரலை மட்டுமே தாங்குமென நாம் அறிவோம். எனவே, கொள்கையளவில், சாதாரணமான உயர்த்துபம்பியானது செலுத்தப்படும் நீரின் மட்டத்திலிருந்து, 34 அடிக்குமேற்படாதிருத்தல்வேண்டும். சாதனை யில் செம்மையாக வளிபுகாவகை ஆடுதண்டையும் வாயில்களையுஞ் செய்ய முடியாதாகையால் நீரை 20 அடி உயரத்திற்குமேற் செலுத்தவல்ல உயர்த்துபம்பிகள் மிகச்சிலவே.

செலுத்துபம்பி.

இதுவரை குறித்த உயரங்களுக்குமேலாக நீரை உயரத்துதற்குச் செலுத்து பம்பி பெரிதும் உபயோகிக்கப்படும். இதுவும் உயர்த்துபம்பிபோன்றதே; ஆயினும் இருவித்தியாசங்கள் உள. இதில், உருளையின் கீழ்முனையிடத்து, போக்கு குழலில் வாயிலொன்று உளது; இன்னும், இதன் ஆடுதண்டு திண்மமானது (உருவம் 41—ஐக் காண்க). ஆடுதண்டை மேலிழுக்கும் போது போக்குகுழலிலுள்ள வாயில் மூடிக்கொள்ளும்; உயர்த்துபம்பியிற் போன்று, வெளிப்புறத்துள்ளவளியின் அமுக்கத்தால், அடிவாயிலினூடாக உருளைக்குள் நீர் ஏறும். ஆடுதண்டைக் கீழே தள்ளும்போது அடிவாயில் மூடிக்கொள்ள, நீரானது போக்கு குழலினூட் செலுத்தப்படும்; அ—து, ஆடுதண்டின் கீழ் அடிப்பின்போது நீர் வெளிச்செலுத்தப்படும் என்பதே. எனவே, நீர் ஏறும் உயரம், ஆடுதண்டைக்கீழ்முகமாய் செலுத்தும் விசை

யிலேயே தங்கியுள்ளது; வளியின் அமுக்கத்தில் அது தங்கியிருக்கவில்லை. தீயணையெந்திரங்களில் உள்ளவைபோன்ற, சில தற்காலச் செலுத்துபம்பிகள் பல்நூறடி உயரத்திற்கு நீரைச் செலுத்தவல்லன.



உருவம் 41. அமுக்கவறையொடுகூடிய செலுத்துபம்பி.

1. வளிக்கலன்; 2. வாயில்கள்; 3. ஆடுதண்டு; 4. மேன்முக அடிப்பு; 5. வாயில்கள்; 6. கீழ்முக அடிப்பு.

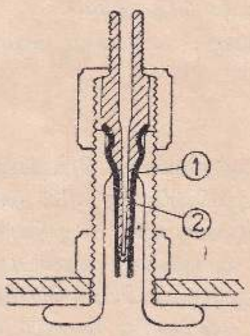
செலுத்துபம்பிகளிலுள்ள வளிக்கலன்கள்.

சாதாரணமான செலுத்துபம்பியானது ஆடுதண்டின் கீழடிப்பின்போதே நீரைச்செலுத்தும்; நீரின் ஓட்டம், மேலடிப்பின்போது நின்றுவிடும். பல நோக்கங்கட்கு, உதாரணமாக தீயணையெந்திரங்களில் உறுதியானநீரருவி தேவைப்படும். இவ்வாறு உறுதியான அருவியை உண்டாக்குவதற்கு உருவம் 41–இற் காட்டியாங்கு, காற்றுச்செலுத்துபம்பியின் போக்குகுழலில் வளிக்கலனொன்று இணைக்கப்பட்டுளது. ஒவ்வொரு கீழடிப்பின்போதும் வளிக்கலனுக்குட் சிறிதளவு நீர் செலுத்தப்படும். செலுத்தபட கலனகத்துள்ள வளி, அமுக்கப்பெறும். பின்னர், ஒவ்வொரு மேலடிப்பின்போதும், இவ்வளி விரிந்து, நீரைப் போக்குக் குழலின் வழியாகச் செலுத்தும். இவ்வாறு ஆடுதண்டு உயரும்போதும் உறுதியான நீர்ப்பாய்ச்சல் பெறப்படும்.

சைக்கிட்பம்பி.

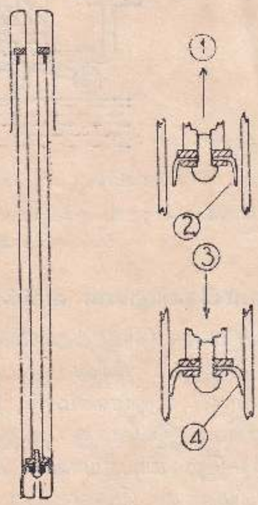
மிக்க எளிமையான ஓர் அமுக்கப்பம்பிக்குச் சைக்கிட்பம்பி ஓர் உதாரணம் ஆகும். இதில், ஒரு திசையாகவே வளிசெல்லல்கூடும். ஏனெனில், ஆடுதண்டின் முடியிற் பொருந்தியுள்ள கிண்ணவுருவத் தோற்றடையம், ஒரு வாயில் போன்று தொழிற்படுமென்க. கைப்பிடியை வெளியே இழுக்கும்போது, உருளையின் சுவர்களுக்குந் தடையத்திற்குமிடையே வளியானது செல்லும். ஆயின், கைப்பிடியை உள்ளே தள்ளும்போது, வளி அமுக்கப்

படும். தடையத்தின் பக்கங்களைக் கைப்பிடியானது வளி வெளிச்செல்லாவகை உருளையோடு இறுக்கமாக அணைக்கும். பம்பியகத்துள்ள வளியானது மேலும் அமுக்கப்பட, அது வாயுவளையத்திலுள்ள வாயிலை விசையாகத் திறக்கும். இவ்வாயில் குறுகிய உலோகக் குழாயால் ஆயது. இது ஒரு புறத்து ஒரு சிறிய துவாரத்தை உடையது. இத்துவாரந்தவிர மற்றைப்பாகம் முழுவதும் அடைக்கப்பெற்றுளது. (உருவம் 42–ஐக் காண்க). இத்துவாரமும் இறப்பர்க் குழாயொன்றால் மூடப்பெற்றிருக்கும். இந்த இறப்பர்க்குழாயானது வளியை வாயுவளையத்துக்குட் புகவிடும்; மீண்டு வெளியேறுவதைத் தடுக்கும். சைக்கிட் பம்பியொன்றில் வாயிலும் தடையமும் மறுதலையாக இணைக்கப்படின், எளிமையான வளிப்பம்பியாகப் பயன்படுத்தலாம். அ–து, உறிஞ்சற்பம்பியாகப் பயன்படுமென்பதே.



உருவம் 42. சைக்கிள் வாயுவளையத்தின்வாயில்.

1. இறப்பர்க் குழாய்;
2. துளை.



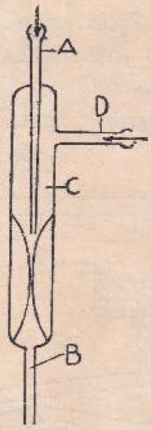
உருவம் 43. சைக்கிட் பம்பி.

1. மேன்முக அடிப்பு;
2. தோற்றடை;
3. கீழ்முக அடிப்பு;
4. தோற்றடை.

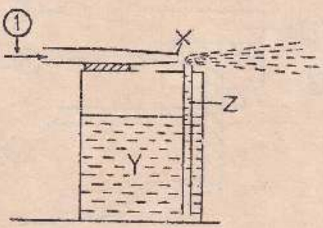
தாரைப்பம்பி.

சிறிய கூர்நுனிக்குழாயொன்றினூடாக உயர்ந்த அமுக்கத்தில் உள்ள ஒரு பாய்பொருள் மிக்க கதியிற் செல்லும்போது, கூர்நுனிக்குழாயைச் சுற்றித் தாழ்ந்த அமுக்கமுள்ளவொரு பாகம் ஏற்படும். அன்றன்றை வாழ்க்கையிற் பயன்படுத்தப்படும் பல்வகையான பம்பிகள் இத்தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. உருவம் 44-இற் காட்டப்பட்டுள்ள பரிசோதனைச்

சாலை வடிபம்பியானது உபயோகமான ஒரு வளிபம்பியாகும். குழாய் 'A' இன் உச்சிவழியாக உயர்ந்த அமுக்கத்துள்ள நீர் புகும். இக்குழாய் சிறுகச்சிறுக ஒடுங்கி இறுதியில் ஒரு கூர்நுனிக்குழாயாக முடிவுறும். இக்கூர் நுனிக்குழாய் வாயிலாக நீரானது கடுகதியொடு வெளிப்பாயும்போது அக்குழாயைச் சுற்றித் தாழ்ந்த அமுக்கமுள்ள ஒரு பாகம் ஏற்படும்; இவ் வழி 'C' இடைவெளியினுள்ள வளி உறிஞ்சப்பட்டு, குழாய் 'B' இன் மூலமாகக் கீழ்நோக்கிச் செல்லும். பக்கக் குழாயாகிய 'D' மூடப் பெற்றவளிக்கலனொன்றொடு இணைக்கப்படின், கலனிலிருந்து வளியை வெளிவாங்கலாம். ஆயின், நீர்த்தாரைப்பம்பியொன்று செம்மையான வெற்றிடத்தை ஒரு போதுந் தருவதில்லை.



உருவம் 44. வடிபம்பி.



உருவம் 45. அமுக்கச்சிவிறி.
1. காற்று.

நீரிற்குப் பதிலாக, உயரமுக்கநீராவியைப் பயன்படுத்தும் ஒருவகைத் தாரைப்பம்பி உளது. இது தொடர்க்குழலில் வளியமுக்கத்தைக் குறைக்கப், பயன்படும்; இன்னும், தொடர்வண்டிகளிலுள்ள வெற்றிடத்தடுப்புச் சாதனங்களின் தடுப்புருளைகளில் வளியமுக்கத்தைக் குறைக்கவும் இது பயன்படும். (பக்கம் 94-ஐக் காண்க).

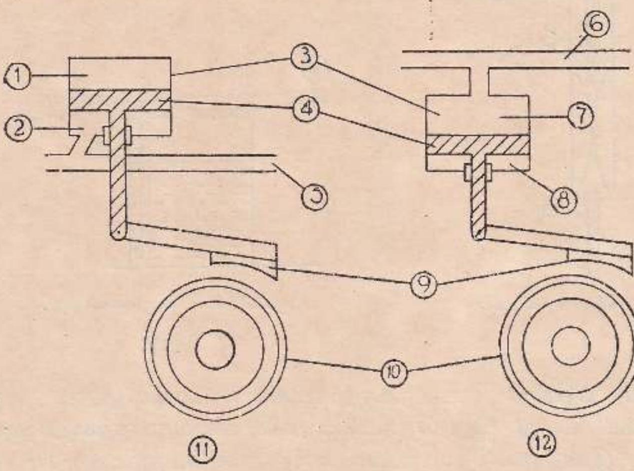
அமுக்கச்சிவிறிகள். (உதாரணமாக, ஈச்சிவிறிகள், நிறப்பூச்சுச் சிவிறிகள், தோட்டச்சிவிறிகளாதியவை) மேற்கூறிய தத்துவத்தின்படியே தொழிற்படுவன. உருவம் 45-இற் காட்டியாங்கு, சிறிய கூர்நுனிக்குழாய் 'X' இலிருந்து வளியானது உயர் கதியில் வெளிச்செல்வதனால், அக்குழாயைச் சுற்றித் தாழ்ந்த அமுக்கம் உண்டாக்கும் 'Y' இனுள்ள திரவத்திற் சிறிதளவானது நிலைக்குத்துக்குழாய் 'Z' இன் மூலம் உறிஞ்சப்பட்டுப் பின்னர் மிகச்சிறிய துளிகளாலாய நுண்மையான விசிறலாக ஊதப்படும்.

தொடர்வண்டிகளிலுள்ள தன்னியக்கத்தடுப்புக்கள்.

இக்காலத்துப் பயணைத்தொடர்வண்டிகள் பெரும்பாலானவற்றில், வண்டியின் ஒவ்வொரு சில்லிலும் பிரயோகிக்கத்தக்க தன்னியக்கத் தடுப்புக்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. சாரதியும் காவலனுமாகிய இருவரும் இத் தடுப்புக்களை ஆளல்கூடும்; அல்லது, விபத்துக்கள் ஏற்படின், இவை தாமாகவே இயங்கிப் பிரயோகமாகும். இத்தன்னியக்கத்தடுப்புக்களில் இரு முதன்மையான வகைகள் உண்டு. (i) **வெற்றிடத்தடுப்புக்கள்** (ii) **அமுக்கத்தடுப்புக்கள்** (அல்லது உவெசுற்றிங்கவுசுத்தடுப்புக்கள்) ஆகும்.

வெற்றிடத்தன்னியக்கத்தடுப்பு.

எஞ்சினிலிருந்து ஒவ்வொரு பெட்டிக்கும், **தொடர்குழ**லெனப்படும் உலோகக்குழாயொன்று செல்லும். இப்பெட்டிகளில் தடுப்புக்களை இயக்கும் ஆடுதண்டொன்று இணைக்கப்பெற்ற தடுப்புருளையொன்றொடு இத்தொடர் குழல் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பரிசோதனைச் சாலையிலுள்ள வடிவம்பியினது



உருவம் 46. தன்னியக்கத் தடைக் கட்டைகள்.

1. காற்று ; **2.** வெற்றிடம்; **3.** தடுப்புருளை ; **4.** ஆடுதண்டு ; **5.** தொடர் குழல் ; **6.** தொடர் குழல் ; **7.** அமுக்கிய காற்று ; **8.** காற்று ; **9.** தடுப்பு மிதி ; **10.** சில் ; **11.** வெற்றிடத் தடுப்பு ; **12.** அமுக்கத் தடுப்பு.

தத்துவப்படி தொழிற்படுங் கொதிநீராவிகக்கியொன்று, தொடர்குழலிலும் ஆடுதண்டின் கீழிடத்தும் மிகத்தாழ்ந்த அமுக்கத்தை உண்டாக்குவதனால் ஆடுதண்டு கீழ்முகமாக இழுக்கப்பட, தடுப்புக்கள் விலகிக்கொள்ளும். (உருவம் 46-ஐக் காண்க) இந்தத்தடுப்புக்களைப் பிரயோகித்தற்கு, சாரதியானவன் நீராவிகக்கியிலுள்ள கொதிநீராவித்தாரையை மூடிவிட்டு,

தொடர்குழலுக்குள் வளியைச் செலுத்துவான். வளியின் அமுக்கம் ஆடு தண்டினை மேன்முகமாய்ச் செலுத்த, தடுப்புக்கள் பிரயோகிக்கப்படும். விபத்தொன்று ஏற்பட்டு, தொடர்குழல் எவ்விடத்திலாயினும் உடையுமாயின் அதனூடாக வளியானது உட்செல்ல வண்டித்தொடரின் ஒவ்வொரு சில்லிடத்தும் தடுப்புக்கள் பிரயோகிக்கப்படும்.

உவெசுற்றிங்கவுசுத்தன்னியக்கத்தடுப்புக்கள்.

இது தொழிற்படுமுறையில் வெற்றிடத்தடுப்பை ஒத்துளது; ஆயின், இது அமுக்கப்பட்ட வளியினால் இயக்கப்படும். எஞ்சினிலிருந்து தொடர்குழல், தடுப்புருளையாகிய இரண்டினுள்ளும் அமுக்கியவளியைச் செலுத்தும்போது ஆடுதண்டு கீழ்முகமாகச் செலுத்தப்பட, தடுப்புக்கள் விலக்கப்படும், எஞ்சினிலுள்ள, அமுக்கியவளியை வெளிச்செலவிட்டால், ஆடுதண்டின் மற்றைப் பக்கத்திலுள்ள வளியானது மீண்டும் விரிய, ஆடுதண்டு மேன்முகமாகச் செலுத்தப்படும்; செலுத்தப்பட, தடுப்புக்கள் பிரயோகிக்கப்படும். தொடர்குழல் உடையும்போது, வெற்றிடத்தடுப்புக்கள்போன்றே இவையுந் தாமாகவே பிரயோகிக்கப்படுவன.

இவ்வாறே, இருப்புப்பாதையறிகுறிகளுஞ் சிலவேளைகளில் அமுக்கிய வளியினால் இயக்கப்படும். விபத்துக்களின்போது வளிக்குழல்கள் சேதமுற, ஒவ்வொரு அறிகுறியும் '**அபாய**' நிலையில் தாளுகவே அமைவுறும்.

நீரிறக்கி.

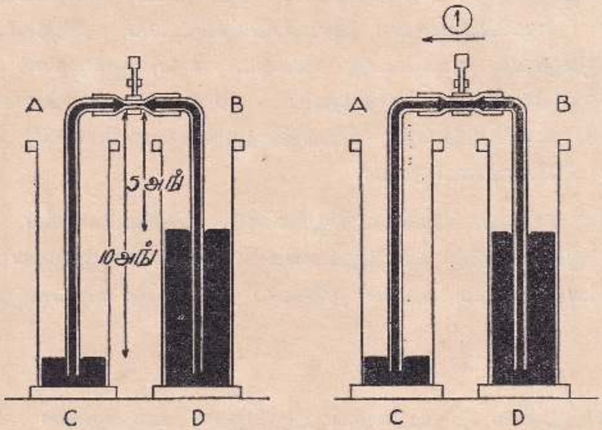
ஒரு கலனிலுள்ள திரவத்தைப் பிறிதொரு கலனிற்குள் ஊற்றுவது எப்பொழுதும் இயல்வதாகாது, அல்லது வசதியாகாது. இத்தகைய வகைகளில் திரவத்தை மாற்றுவதற்கு வளியின் அமுக்கத்தைப் பயன்படுத்துவதாய நீரிறக்கியை நாம் பெரிதும் உபயோகிக்கிறோம். நீரிறக்கியென்பது ஒரு வளைந்த குழாயால் ஆனது; அதன் ஒரு கவர் மற்றையதிலும் நெடியதாய் உளது. குட்டைக்கவரைத் திரவத்துள்ளே தோயுமாறு வைத்து, நீரிறக்கியினது திறந்த முனைக்கண் உறிஞ்சுவதனால், குழாய் திரவத்தால் நிரப்பப்படும். பின்னர், குழாயினூடாகத் திரவம் பாயும். கலனிலுள்ள திரவத்தின் மட்டத்திற்குக் கீழாகத்திறந்துள்ள முனை இருக்கும்வரை திரவம் பாய்ந்துகொண்டே இருக்கும்.

மிக்க எளிமையாக இச்சாதனத்தைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம். இரசம் நிரம்பிய இக்குழாய்கள் 'A', 'B' எனப்பவற்றின் மேன்முனைகள், இருகாணிக்கவ்வியால் மூடப்பெற்ற இறப்பர்க்குழாயொன்றால் இணைக்கப்

பட்டனவாகக் கொள்க; அவற்றின்கீழ்முனைகள், இரசங்கொண்ட உருளைகள் 'C', 'D' என்பவற்றுளே தோய்ந்துளவாகக் கொள்க; இவ்வுருளைகளுள் 'C' எறக்குறைய வெறுமையாகவும், 'D' எறக்குறைய நிறைந்துளதாகவுங் கொள்க.

வளிமண்டலவமுக்கம் 30 இரசவங்குலமாக இருக்கும்போது, 'C' இலுள்ள இரசத்தின் மட்டத்திற்கு 10 அங். மேலாக 'A' குழாயின் உச்சி இருக்குமாயின் 'A' குழாயின் உச்சியிலுள்ள அமுக்கம் (30–10) = 20 அங்குல இரசத்தைத்தாங்கும்.

இவ்வாறே, குழாய் 'B' இன் உச்சி 'D' உருளையிலுள்ள இரசத்தின் மேற்பரப்பிற்கு 5 அங். மேலாக இருப்பின், குழாய் 'B' இன் உச்சியிலுள்ள அமுக்கம் (30–5) = 25 அங்குல இரசத்தைத் தாங்கல்கூடும்.



உருவம் **47.** நீரிறக்கியினது தத்துவம்.

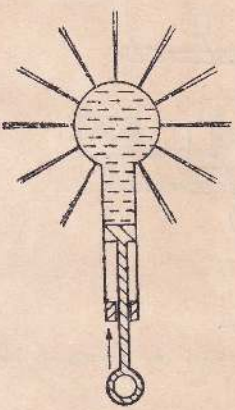
1. பாய்ச்சல்.

இனி, திருகாணிக் கவ்வியை, உருவம் 47–இற் காட்டியாங்கு, திறப்பின் 'B' இன் உச்சியிலுள்ள அமுக்கம் 'A' உச்சியிலுள்ளதிலும் (25–20) = 5 அங். கூடுதலாக இருப்பதால், திரவம் 'D' இலிருந்து 'C' இற்குப் பாயும். மேலும், 'D' இலுள்ள மட்டம் 'C' இலுங் கூடுதலாக இருக்கும் வரை திரவந் தொடர்ந்து பாயும்.

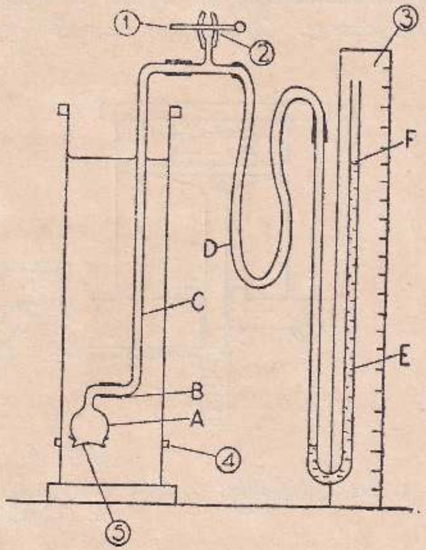
இறைகுழாயொன்றில் ஒரு வளிமண்டலத்திற்கு மேற்படாத அமுக்கத்தினாலேயே திரவம் ஓரிடத்திலிருந்து வேறோரிடத்திற்கு மாற்றப்படுமென்பதைக் கவனிக்க. எனவே, நீரை இறைகுழாயினால் இறைக்கும்போது, உயரங்கூடிய நீரின் மேற்பரப்பிற்குமேலுள்ள இறைகுழாயின் உச்சியின் உயரம் 34 அடிக்குமேல் இருத்தல்முடியாது.

பாய்பொருள்களினூடாக அமுக்கம் எவ்வாறு செலுத்தப்படும் ?

பாய்பொருள்கள் (திரவங்களும் வாயுக்களும்) யாவும் எல்லாத்திசைகளிலுஞ் சமமாக அமுக்கத்தைச் செலுத்தும் ; இவ்வாறு செலுத்தல் அவற்றின் முக்கியமான இயல்புகளுள் ஒன்றாகும். தகவான மென்மையுடைச் சைக்கிட்குழாயொன்றின் எதிர்ப்புறங்களைப் பிடித்துக்கொண்டு, ஓரிடத்தில் வலக்கையினால் அழுத்தினால், வாயுவளையத்திலுள்ள வளியூடாக இவ்வமுக்கம் இடது கைவரைச் செலுத்தப்படுவதை நாம் உணரலாம்.



உருவம் 48. எல்லாத் திசைகளினும் சமமாக அமுக்கம் பரவுதல்.

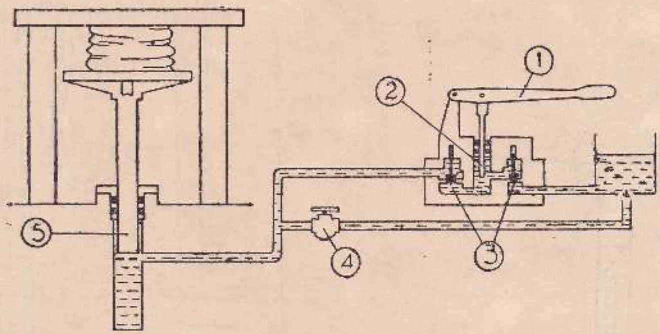


உருவம் 49. பாய்பொருள் அமுக்கம்.
1. விற் கவ்வி ; 2. இறப்பர்க் குழாய் ;
3. வரைகோல் ; 4. இறப்பர்ப் பட்டை ;
5. இறப்பர் மென்றகடு.

(i) உருவம் 48-இற் காட்டிய உபகரணத்தை உபயோகித்து இத்தத்துவத்தை நாம் விளக்கிக் காட்டலாம். கண்ணாடிக்கலனின் குமிழானது எல்லாத்திசைகளையும் நோக்கியுள்ள பல சிறிய துவாரங்களை உடையது ; பக்கக்குழாயில் வழுக்கும் ஆடுதண்டொன்று இணைக்கப்பட்டுளது. உபகரணத்தை நீரினால் நிரப்பியதன்பின்பு ஆடுதண்டு உள்ளே தள்ளப்படும். எல்லாத்துவாரங்களிலிருந்துஞ் சமமான விசையுடன் நீர்த்தாரைகள்

வெளியேபாயும். இவ்வழி, ஆடுதண்டின்மீது பிரயோகிக்கப்படும் அமுக்கமானது அடைக்கப்பட்டுள்ள திரவத்தால் எல்லாத்திசைகளிலுஞ் சமமாகச் செலுத்தப்படுமென்பது புலனாகும்.

(ii) இதே தத்துவத்தை விளக்கிக் காட்டும் பிறிதோர் பரிசோதனை உருவம் 49-இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. குட்டையான முள்ளிப்புனலின் வாய் 'A' மெல்லிய இறப்பர்த் துண்டினால் (இறப்பர் வாயுக்கூண்டின் ஒரு பாகம்) மூடப்பட்டுள்ளது. இப்புனல் 'A' குட்டையான, தடித்த இறப்பர்க் குழாய்த் துண்டு 'B' இனால் கண்ணாடிக் குழாய் 'C' உடன் இணைக்கப்பட்டுளது. இக்குழாய்யும் இறப்பர்க்குழாய் 'D' இனால் திறந்தகுழாய் வாயுவமுக்கமானி 'E' உடன் இணைக்கப் பெற்றது. இவ்வாயுவமுக்கமானி நிறமூட்டிய நீரைக்கொண்டுளது. நெடிய கண்ணாடிச்சாடி நீரால் ஏறத்தாழ நிரப்பப்பட்டுள்ளது. இச்சாடியின் அடியிலிருந்து ஓரிரு அங்குலத்திற்கு மேலாக



உருவம் 50. *நீரியக்கவியலமுத்தி*

1. கை நெம்புகோல் ; 2. சிறிய விட்ட ஆடுதண்டு ; 3. வாயில்கள் ; 4. இளக்கு வாயில் ; 5. பெருவிட்ட ஆடுதண்டு.

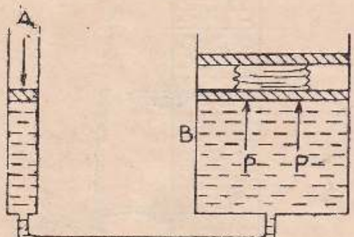
இறப்பர்ப் பட்டையொன்று வளைந்து இடப்படும். முள்ளிப்புனலைக் கீழ்முகமாக நோக்குமாறு திருப்பி, அதன்வாய் இறப்பர்ப் பட்டையொடு ஒரே மட்டத்திலிருக்கும்வரை, அது கீழே தள்ளப்படும். இறப்பர்த்தாளிடத்து, நீரின் மேன்முக வமுக்கத்தால், வாயு வமுக்கமானி 'E' இன் வெளிப்புறக் கவருள் நிறநீர் ஏறும். அதன் மட்டம் இறப்பர்ப்பட்டை 'F' இனால் குறிக்கப்படும். அதன் வாய் முன்னையாழத்திலேயே இருக்கும்வரை, அது நீரிற்குள்ளே தள்ளப்படும். வாயுவமுக்கமானியின் வெளிக்கவருள், முன்னையுயரத்திற்கு நீர் ஏறும். இவ்வழி, ஒரேயளவான ஆழத்தில் கீழ்முகவமுக்கமும் மேன்முகவமுக்கமும் ஒரேயளவின என்பது புலனாகும். முள்ளிப்புனலை ஒரு **பக்கமாக** நோக்கும்வண்ணந் திருப்பிவிட்டு, புனல் வாயின்மையமானது முன்னையுயரத்தில் இருக்கும்வரை நீருள்ளே தள்ளப்

படும். முன்போலவே, வாயுவமுக்கமானியிலுள்ள நிறநீர் முன்னையுயரத்திற்கு ஏறும். இவ்வழி, இவ்வாழத்திலுள்ள, பக்கவமுக்கம் மேன்முகக் கீழ்முகவமுக்கங்களின் அளவினதே என்பதைக் காட்டும். அதாவது, **திரவம் எல்லாத்திசைகளிலுஞ் சமமாக அமுக்குமென்பதே.**

நீரியக்கவியற் பொறிகள்.

இத்தத்துவம் நீரியக்கவியற் பொறிகள் (எனின், நீர்வலுவாற் செலுத்தப்படும் பொறிகளில்) பயன்படுத்தப்படும். உதாரணமாக, உருவம் 50 இற் காட்டியுள்ள நீரியக்கவியலழுத்தினயக் கூறலாம்.

எண்ணெய்வித்துக்களிலிருந்து எண்ணெயைப்பிழிந்தெடுத்தற்கும் பண்படுத்தாக் கம்பளியையும் பஞ்சையுங் கப்பலிலேற்றுதற்பொருட்டுப் பொதியாக்குதற்கும் உலோகங்களை உருமாற்றுதற்கும் (உதாரணமாக, மோட்டர் வண்டிகளுக்கான உருக்குத் தகடுகளை ஆக்குதற்கு உலோகத்தை உருமாற்றல் வேண்டும்) இவ்வகையான நீரியக்கவியலழுத்திகள் பயன்படுத்தப்படும். மோட்டர்வண்டிகளிலுள்ள நீரியக்கவியற்றடுப்புக்களும் இவ்வாறே தொழிற்படும். இத்தகைய பொறிகளின் தத்துவத்தை உருவம் 51 விளக்கும். உருளை 'B' இன் விட்டம் 'A' இன் விட்டத்திலும் ஐந்துமடங்காயிருப்பின் 'B' இன் குறுக்குவெட்டின் பரப்பு (πr^2) 'A' இலுள்ள நீரின்மீது ஆடுதண்டொன்றால் ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு ஓரிறு. நிறையான, கீழ்முக அமுக்கம்பிரயோகிக்கப்படின் 'A' 'B' ஆகிய இரண்டிலுமுள்ள நீரின்மீது எல்லாத்திசைகளிலுஞ் சமமாக '**அமு**' ஆகிய இவ்வமுக்கஞ் செலுத்தப்படும். 'B' இலுள்ள ஆடுதண்டின்மீது ஒரு சதுரவங்குலத்திற்கு ஓரிறுத்தல்நிறையளவான மேன்முகவமுக்கமும் இருக்கும். ஆகவே, 'B' இலுள்ள ஆடுதண்டின்மீதுற்ற மொத்த மேன்முக விசை, 'A' இற் பிரயோகிக்கப்படுங் கீழ்முக விசையிலும் இருபத்தைந்து மடங்கானது. (எனினும், 'A' இலுள்ள ஆடுதண்டு, 'B' இலுள்ள ஆடுதண்டை 1 அங். உயர்த்துவதற்கு அத்தண்டு கீழே 25 அங். செல்லவேண்டுமென்பதைக் கவனிக்க. அதாவது, விசையிற்பெற்ற நயம், தூரத்தில் இழக்கப்படுமென்பதே; அல்லது விசை × தூரமாகிய பெருக்கம் 'A' 'B' ஆகிய இரண்டிலும் ஒரேயளவினதாக உள்ளதென்பதே.) இனி, 'A' இனை 'B' இலும் மிகச்சிறிய விட்டமுடையதாகச் செய்வதனால், மிகப்பெரும் விசைகளை உண்டாக்கலாமென்பது தெளிவாகும். நீரியக்கவியற் பாரந்தூக்கிகளிலும், நீரியக்கவியலுயர்த்திகளிலும் இத்தத்துவம் பயன்படுத்தப்படும்.



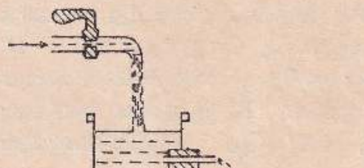
உருவம் 51.
நீரியக்கவியலழுத்தியின் தத்துவம்.

ஒரு மோட்டர்வண்டியினது நீரியக்கவியற்றடுப்புமுறையிலே சிறியவிட்ட முள்ள ஆடுதண்டின்மீது சிறிய விசை பிரயோகிக்கப்படும். காரின் ஒவ்வொரு சில்லோடும் இணைக்கப்பட்டுள்ள, பெரிய விட்டங்கொண்ட ஆடுதண்டு களின்மீது, எண்ணெய்க்குழல்களினூடாக இவ்வமுக்கம் சமமாய்ச் செலுத்தப்படும். இவ்வழி, தடுப்புமிதிகள்யாவும் விசைகூடிய, ஒரேயளவான உதைப்போடு தடுப்புக்குடங்கள்மீது சென்று தாக்கும். (ந.க.-மேற்பரப் பொன்றின்மீது தாக்கும் மொத்தவிசையே "உதைப்பு" எனப்படும். ஓர் பரப்பலகின்மீது செலுத்தப்படும் உதைப்பே அமுக்கமாதலால் (உதாரணமாக வளிக்கெனின், ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 14·7 இறு. நிறையாகும். உதைப்பு = அமுக்கம் × பரப்பளவு.)

ஆழமும் அமுக்கமும்.

கடல் மட்டத்திலேயே அமுக்கம் அதிகூடியதாய் உளதெனவும், குத்துயரங் கூட அது குறையுமெனவுங் கண்டோம். திரவங்களுக்கும் இவ்வுண்மை பொருந்தும். சுழியோடியொருவன் எத்துணை ஆழமாகக் கடலிற்குள் செல்வானோ அத்துணையாக நீரின் அமுக்கமுங் கூடும்.

(i) உருவம் 52–இற் காட்டிய எளிமையான பரிசோதனை இதனை விளக்கும். சமமான விட்டங்கொண்ட இடையான குழாய்கள், நெடிய கலனொன்றின் பக்கங்களிலுள்ள துவாரங்களில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. (1 அங்குல இடைவெளிவிட்டு 1/8 அங்குலத் துவாரங்கள் இடப்பெற்ற நெடிய தகரக்குவளை இப்பரிசோதனைக்குப் போதியதாகும்). கலனை நீரினால் நிரப்பும்போது, குழாயின் உச்சியில் துவாரத்திலிருந்து பாய்வதினும் அடியிலுள்ளதுவாரத்திலிருந்து பாயும் நீர் மிக்க விசையுடன் பீறிட்டுப் பாயும். இனித் துவாரத்தினின் றுவரும் பாய்ச்சல் அதற்குமேலேயுள்ள துவாரத்தினின்று வருவதிலுங்கூடுதலாகவும், கீழ்த் துவாரத் திலுங் குறைவாகவும் உளது.



உருவம் 52. அமுக்கமும் ஆழமும்.

(ii) உருவம் 49–இற் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணத்தையும், வெவ்வேறு ஆழங்களிலுள்ள அமுக்கங்களை அளவிடற்குப் பயன் படுத்தலாம். மேற்பரப்பின்கீழே ஆழங்களைக்குறித்தற்கு 5 ச. மீ இடைவெளிகள்விட்டு இறப்பர்ப்பட்டைகள் சாடியை வளைந்து இடப்படும்.

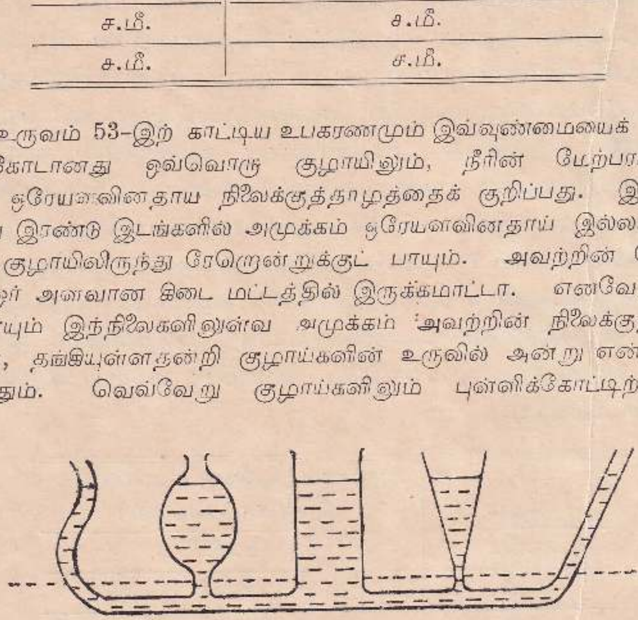
முள்ளிப்புனலானது (அதன் இறப்பர்ப்பட்டையை அகற்றிவிட்டு) வாய் கீழ்முகமாயிருக்க, நீரிற்குள் 5 ச.மீ. ஆழத்தில் விடப்பட்டு இறுக்கப்படும். 'உ' வாயுவமுக்கமானியிலுள்ள நீர்மட்டங்களின் வித்தியாசம் அளவிடப்படும். பின்னர், முள்ளிப்புனல் 10 ச.மீ., 15 ச.மீ., 20 ச.மீ., ஆகக்கூடி வரும். ஆழங்களில் இறக்கப்பட்டு, ஒவ்வொரு வகையிலும் வாயு வமுக்கமானியிலுள்ள நீர்த்தலையிலிருந்து அமுக்கம் அளவிடப்படும். ஒரு திரவத்தில் மேற்பரப்பின் கீழுள்ள ஆழத்திற்கு விகிதசமமாகவே அமுக்கம் உளதென்பதைக் கவனிக்க; அ-து, ஆழம் இருமடங்காக, அமுக்கமும் இருமடங்கு கூடுமென்பதே. எனவே, கடலினடியிலிருந்து சுழியோடியொருவன் மேலே வரும்போது, அவன்மீதுள்ள அமுக்கத்தின் தாக்கம் ஒருசீராய்க் குறைந்துவரும். எனினும் நாம் வளிமண்டலத்தில் மேலே ஏறும்போது எம்மைத்தாக்கும் வளியின் அமுக்கம்குறைவதாயினும், ஒருசீராக் குறைவதில்லை (பக்கம் 77 ஐக்காண்க) திரவங்கட்கும் வாயுக்களுக்கு முள்ள இவ் வேற்றுமைக்குக் காரணம் யாதெனில் வாயுக்கள் அமுக்கத்தக்கன. (எனவே, அமுக்கத்தினல் அவற்றின் அடர்த்தி மாற்றப்படும்). திரவங்கள் பெரிதும் அமுக்கத்தகாதன (எனவே, அவற்றின் அடர்த்தி அமுக்கத்தால் மாற்றமடைவதில்லை).

ஆழம்	அமுக்கம் (ஆவியமுக்கமானியில் நீரின் ச.மீ. அளவீடு)
ச.மீ.	ச.மீ.
ச.மீ.	ச.மீ.
ச.மீ.	ச.மீ.
ச.மீ.	ச.மீ.
ச.மீ.	ச.மீ.

(iii) கண்ணுடிக்குழாய் 'C' இலிருந்து முள்ளிப்புனலை நீக்கியபின், சிறிய பரப்பளவிலுள்ள அமுக்கத்தை அளத்தற்கு முற்கூறிய பரிசோதனை மீண்டும் செய்யப்படும். குழாயினது திறந்த முனை முன்னையாழத்தில் இருக்கும்போது, முன்போன்றே (முற்கூறிய (ii) ஆம் பரிசோதனை) வாயு வமுக்கமானியின் அளவீடு செவ்வையாக அதே அளவாயிருப்பதைக் கவனிக்க. இவ்வழி, ஒரு திரவத்துள் இருக்கும் அமுக்கமானது மேற்பரப்பிற்குக்கீழுள்ள நிலைக்குத்தாழத்தில்மட்டுமே தங்கியுள்ளது (அமுக்கத்தாலே தாக்கப்படும் பரப்பளவில் அன்று) என்பது புலனுகும்.

ஆழம்	அமுக்கம் (வாயுவமுக்கமானியில் நீரின் ச.மீ. அளவீடு)
ச.மீ.	ச.மீ.
ச மீ.	ச.மீ.
ச.மீ.	ச.மீ.
ச.மீ.	ச.மீ.
ச.மீ.	ச.மீ.

(iv) உருவம் 53–இற் காட்டிய உபகரணமும் இவ்வுண்மையைக் காட்டும். புள்ளிக்கோடானது ஒவ்வொரு குழாயிலும், நீரின் மேற்பரப்பிற்குக் கீழுள்ள ஒரேயளவினதாய நிலைக்குத்தாழத்தைக் குறிப்பது. இவற்றில், ஏதாவது இரண்டு இடங்களில் அமுக்கம் ஒரேயளவினதாய் இல்லாவிடின், நீர் ஒரு குழாயிலிருந்து மற்றொன்றுக்குப் பாயும். அவற்றின் மேற்பரப்புக்கள் ஓர் அளவான கிடை மட்டத்தில் இருக்கமாட்டா. எனவே, இப்பரிசோதனையும் இந்நிலைகளிலுள்ள அமுக்கம் அவற்றின் நிலைக்குத்தாழத்திலேயே, தங்கியுள்ளதன்றி குழாய்களின் உருவில் அன்று என்பதையே உணர்த்தும். வெவ்வேறு குழாய்களிலும் புள்ளிக்கோட்டிற்குமேலே



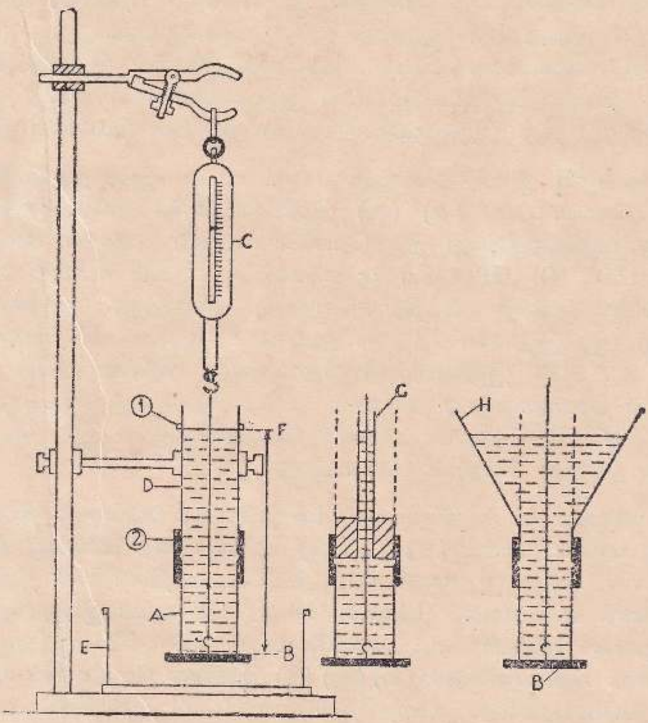
உருவம் 53. அகன்றகுழாய்களில் நீர்தனக்குரிய மட்டத்தைக் கண்டுகொள்ளும்.

வித்தியாசமான நிறையுளதென்பது தெளிவு; ஆயின், மேற்பரப்பிற்குக் கீழுள்ள அதேயாழத்திலுண்டாகும் அமுக்கத்தில் இதனால் வித்தியாசமொன்றும் உண்டாகாது.

பாக்கலின் பரிசோதனை.

(உருவம் 54–இற்காட்டிய) பின்வரும் பரிசோதனையை, பாக்கலென்னும் (1623–62) பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி முதலிற் செய்தனர். (திரவங்கள் எல்லாத் திசைகளிலுஞ் சமமாய் அமுக்கத்தைச் செலுத்துமென்னுந் தத்துவத்தையும் பாக்கல் வெளியாக்கினர். பாரமானி அளவீடுகளிலிருந்து குத்துயரத்தை முதலில் அளந்தவரும் இவரே).

(அ) குறைந்தது 1 அங். விட்டமாயிருந்கொண்ட ஒரு குறுகிய பித்தளைக் குழாய் 'A', தட்டையான பித்தளைத் தட்டினால் 'B' அடியில் மூடப்பட்டுள்ளது. இத்தட்டு விற்றராசு 'C' இலிருந்து நூலினாலே தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. அதேவிட்டமுள்ள கண்ணாடிக்குழாய் 'D', 'A' ஒடு இறப்பர்க்குழாய்த் துண்டொன்றால் இணைக்கப்பட்டு விற்றராசின் கீழே குத்தான நிலையில் இறுக்கப்பட்டுள்ளது. பித்தளைத் தட்டினது நிறை முதலிற் குறிக்கப்படும்



உருவம் 54. பாக்கலின் பரிசோதனை.
1. இறப்பர்ப் பட்டி ; 2. இறப்பர்க் குழாய்.

........கி.) பின்னர், நூலிலுள்ள இழுவை 100கி. அளவாகும்வரை, விற்றராசு உயர்த்தப்படும். நீரின் கீழுதைப்பினால் பித்தளைத் தட்டு 'B' பெயர்க்கப்படும்வரை குழாய்க்குள் நீர் ஊற்றப்படும். அப்பொழுது அந்நீர் வெளியே ஓடும். கலம் 'E' இல் இந்நீர் ஏந்தப்படும் அதன் கனவளவும் அளக்கப்படும். (........கனச.மீ. = ...கி.) பலமுறை இப்பரிசோதனை நிகழ்த்தப்பட்டபின், நிலைக்குத்தான நீர் நிரலினது நிறை, விற்றராசின்

அளவீட்டிலிருந்து பித்தளைத் தட்டு 'B' இனது நிறையைக் கழிக்கவருந் தொகையின் அளவையே எப்பொழுதும் கொண்டிருத்தல் காணப்படும்; (100 − .... = ...கி.) விற்றராசின் மேன்முகவிழுப்புக்குச் சமமாய் நீரின் கீழுதைப்பு உளதாம் மட்டத்தைக் குறிப்பதற்குக் கண்ணாடிக் குழாய் 'D' ஐச் சுற்றி ஓர் இறப்பர்ப் பட்டை 'F' இடப்படும். இந்நீர் நிரலின் உயரம் ('BF') அளக்கப்படும் (........ச.மீ.)

கண்ணாடிக்குழாய் 'D' ஐ அகற்றிவிட்டு, அதற்குப் பதிலாக, நடுக்கமான குழாய் 'G' ஆனது (A) இலுள்ள அதே நிலைக்குத்துயரத்தில் இறப்பர்ப் பட்டையினால் அடையாளமிடப்பட்டு, தகவான நிலையில் இறுக்கப்படும். பரிசோதனை மீண்டுஞ் செய்யப்படும்; (அ) இலுள்ளதுபோன்ற அதே நிலைக்குத்துயரத்தில் நீர் நிரல் இருக்கும்போது உபகரணத்தின் வெளியே நீர் ஓடும்.

(இ) புனல் 'H' ஐ பித்தளைக்குழாய் 'A' உடன் இணைத்துப்பரிசோதனை மீண்டும் செய்யப்படும். (அ) (ஆ) இலுள்ள அதே நிலைக்குத்துயரத்தில் நீர் நிரல் இருக்கும்போது நீர் வெளியே ஓடுதல் மீண்டுங் காணப்படும். எனவே, 'D' 'G' 'H' ஆகிய குழாய்களின் உருவம் பருமன்கள் நீரின் கீழுதைப்பில் ஒருவித வித்தியாசத்தையும் ஏற்படுத்தா; பரிசோதனைகள் (அ) (ஆ) (இ) இலுபயோகித்த நீரினுடைய நிறைகள் வித்தியாசமாயிருப்பினும் தட்டு 'B' இலுள்ள கீழுதைப்பானது நிலைக்குத்தாய் அதற்கு மேலுள்ள திரவநிரலினது நிறைக்கு எப்பொழுதுஞ் சமமாயிருக்கும். வரிப்படங்கள் 'G' 'H' இலுள்ள புள்ளிக் கோடுகளிலினால் இது, (அ-து, (அ) இலுள்ள நீரினது நிறை) காட்டப்பட்டுள்து.

(ஈ) குறைந்த அடர்த்திகொண்ட (அற்ககோல்) வேறொரு திரவத்தைக் கொண்டு பரிசோதனைகள் (அ) (ஆ) (இ) என்பவற்றை மீண்டுஞ் செய்தால் விற்றராசின் அதே இழுவையோடு, நீட்சிகூடிய திரவநிரல் தாங்கப்படல் கூடும் எனக் காணலாம். மேலும், 'D' 'G' 'H' ஆகிய இம்மூன்று கலன்களிலுமுள்ள இந்நீட்சி கூடிய அற்ககோல் நிரலின் நிலைக்குத்துயரம் ஒரே அளவினது. பரிசோதனைகள் (அ) (ஆ) (இ) இலுள்ள நீர் நிரலின் உயரத்தையும் அற்ககோல்நிரலின் உயரத்தோடு ஒப்பிட்டால் இவ்விரு உயரங்களும் இவ்விரு திரவங்களின் அடர்த்தியோடு விகிதசமமாய் இருத்தல் காணப்படும்.

பாக்கலின் விதி.

இத்தகைய பரிசோதனைகளின் வாயிலாகக் கீழ்க்காணும் விதியை பாக்கல் வகுத்தனர்: திறந்தவொரு கலனிலுள்ள திரவத்துள், யாதுமொரு மேற்பரப்பின்மீதுற்ற அமுக்கமானது, அத்திரவநிரலின் குத்துயரத்தை அத்திரவத்தின் ஓரலகுக்கனவளவினது நிறையாற் பெருக்கவருங் கணியத்திற்கு எப்போதுஞ் சமமாக இருக்கும். கொள்கலனின் பருமனும் உருவும் எவ்வாறிருப்பினும் இவ்விதி மாறாதென்க.

சமநிலைநிரல்கள்.

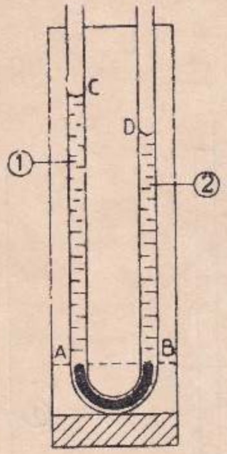
(i) உருவம் 55-இற் காட்டியாங்கு, ஒரு பலகையில் மாட்டப்பெற்ற 'U' உரு வடிவக் கண்ணாடிக்குழாயொன்றுட் சிறிதளவு இரசத்தைப் பெய்க.

'A' இல் அமுக்கம் யாது? ....

'B' இல் அமுக்கம் யாது? ....

பலகையில், 'அஆ' மட்டத்தைக் குறிப்பதற்குக் கிடைக்கோடொன்று வரைக.

உருவம் 55. சமநிலைநிரல்கள் (i).



உருவம் 56. சமநிலைநிரல்கள் (ii).
1. நீர்; 2. கடனீர்.

(ii) 'U' உருக் குழாயின் கவரொன்றுள் நீரைப் பெய்க. அளவறிந்ததன்னீர்ப்பைக் கொண்ட, நிரம்பிய உப்புக்கரைசலை (கடனீரை) மற்றைக் கவருட் பெய்க. உருவம் 56-இற் காட்டியாங்கு, முன்போன்ற தள மட்டத்திலேயே இரச மேற்பரப்புக்கள் நிற்கும்வரை கரைசலைப் பெய்தல்வேண்டும்.

'C' இல் அமுக்கம் யாது? ....

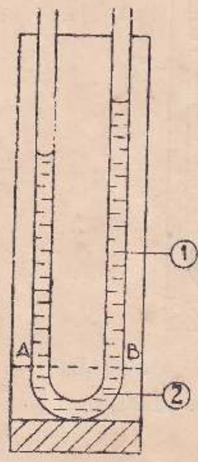
'D' இல் அமுக்கம் யாது? ....

ஆயின் 'A' இலும் 'B' இலும் உள்ள அமுக்கங்களும் அவ்வளவினவே (பரிசோதனை (i)-ஐக் காண்க); எனவே, கடனீர் நிரலினாற் சமநிலையாக்கப் பட்ட நீர்நிரல் ஒன்றைப் பெற்றோம். இந்நிரல்களின் உயரத்தை அளக்க.

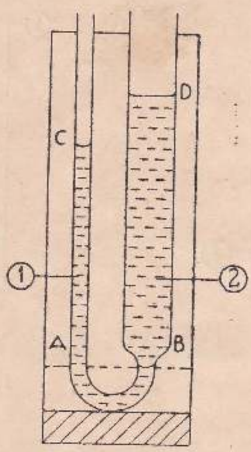
நீர்நிரலின் உயரம் (நீ)	கடனீர் நிரலின் உயரம் (நி)	நீ ÷ நி
ச.மீ.	ச.மீ.	

உமது விடையை (நீ ÷ நி) நீரடர்த்திமானி காட்டுகின்ற கடனீர்த் தன்னீர்ப்புடன் ஒப்பிடுக...

எனவே, ஒரு திரவத்தினது தன்னீர்ப்பைக் காண்பதற்கு, அத்திரவத்தினது நிரலை நீர்நிரலோடு சமநிலையாக்கி, இச்சமநிலைநிரல்முறையைக் கையாளலாம்.



உருவம் 57.
சமநிலை நிரல்.



உருவம் 58.
வித்தியாசமான விட்டங்கொண்ட கவர்களுடைய குழாய்.

உருவம் 59.
எளிமையான பாரமானி.

(iii) திரவம் நீருடன் கலக்காதாயின், இரசந் தேவைப்படாது. உருவம் 57-இற் காட்டியாங்கு, நீர் நிரலோடு மண்ணெண்ணெய் நிரலைச் சமநிலையாக்கி முற்கூறிய பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க.

நீர்நிரலின் உயரம் (நீ)	மண்ணெண்ணெய் நிரலினுயரம் (நி)	நீ ÷ நி = த.ஈ
ச.மீ.	ச.மீ.	

(iv) உருவம் 58-இற் காட்டியாங்கு, வெவ்வேறு விட்டமுடைய கவர்களைக் கொண்ட 'U' உயூக் குழாயைக்கொண்டு பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க.

நீர்நிரலின் உயரம் (நீ)	மண்ணெண்ணெய் நிரலின் உயரம் (நி)	நீ ÷ நி = த.ஈ.
ச.மீ.	ச.மீ.	

பரிசோதனைகள் (iii) இலும் (iv) இலும் மண்ணெண்ணெயின் தண்ணீர்ப் புக்குரிய பெறுமானங்கள் ஒரேயளவினவாய் இருப்பின் ஒன்றையொன்று சமநிலையாக்கும் நீர்நிரல், மண்ணெண்ணெய் நிரலென்பவற்றின் உயரங்கள் குழாய்களின் விட்டங்களால் வித்தியாசப்படுவதில்லையென்பது அறியப்படும். இது வனெனில், நாம் நிறைகளையன்றி, அமுக்கங்களையே சமநிலையாக்கு கிறோம். பாக்கலின் விதிப்படி, நீர் நிரலினால் 'A' இல் உள்ள அமுக்கம் 'AC' இனுயரத்தினதும் ஓர் அலகுக்கனவளவு நீரின் நிறை (க) இனதும் பெருக்கமே. மண்ணெண்ணெய் நிரலினால் 'B' இல் உண்டாகும் அமுக்கமோ, 'BD' இன் உயரத்தினதும் ஓர் அலகுக்கனவளவு மண்ணெண்ணெயினது நிறை (ந) இனதும் பெருக்கமுமே.

எனவே, $\text{'BD'} \times \text{ந} = \text{'AC'} \times \text{க}$

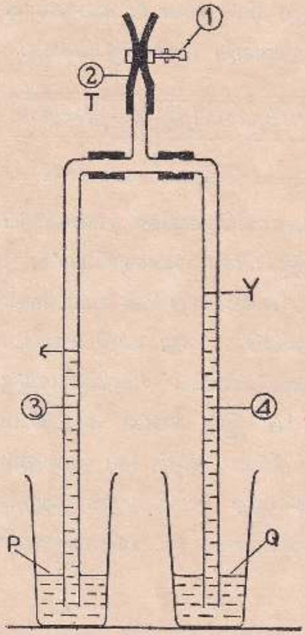
ஆகவே, $\dfrac{\text{ந}}{\text{க}} = \dfrac{AC}{BD}$

ஆனல், மண்ணெண்ணெயின்

$$\text{தஈ} = \frac{\text{ஓர் அலகுக்கனவளவு மண்ணெண்ணெயினது நிறை}}{\text{ஓர் அலகுக்கனவளவு நீரினது நிறை}}$$

$$= \frac{\text{நீர் நிரலின் உயரம்}}{\text{மண்ணெண்ணெய் நிரலின் உயரம்}}.$$

ஓர் இரசப் பாரமானியும் சமநிலை நிரல்களது தத்துவத்தையே பயன் படுத்துமென்பதைக் கவனிக்க. உருவம் 59-இல், 'A' இலும் 'B' இலும் உள்ள அமுக்கம் ஒரேயளவானது: எனவே பாரமானியின் மூடப்பட்டுள்ள குழாயிலுள்ள இரசநிரல் (AC), திறந்த கவரிலுள்ள இரசமேற்பரப்பு 'B'ஐ அமுக்குங் காற்றுநிரலைச் சமநிலையாக்கும். ஒத்தநிபந்தனைகளில் வெவ்வேறு விட்டமுடைய பாரமானிகள் யாவும் ஒரே அளவீட்டைத் தருதற் குரிய, காரணத்தை இப்பரிசோதனைகள் விளக்கும்.



உருவம் 60. கலக்கும் திரவங்களின் சமப்படுத்தல் நிரல்கள்.

(v) கலக்கத்தக்க திரவங்களை உபயோகிக்கும்போது, பரிசோதனை (ii) இற் போன்று இரசத்தைத உபயோகிப்பதிலும் தலைகீழாக்கப்பட்ட "U" உருக் குழாயை உபயோகித்தல் எளிதாகும். கவர்களுள் ஒன்று நீர் கொண்ட முகவைக்குள்ளும், மற்றையது அற்ககோல் (மெதனேல்சேர்மதுசாரம்) கொண்ட முகவைக்குள்ளுந் தோயும் வண்ணம் உருவம் 60-இற் காட்டப்பட்ட உபகரணத்தை அமைக்க. வரிப்படத்திற் காட்டியாங்கு திரவங்களை 'உறிஞ்சி' இறப்பர்க் குழாய் "T" ஐக் கவ்வியொன்றால் மூடுக. X, Y, மேற்பரப்புக்களிலுள்ள அமுக்கங்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு வளிமண்டலமென்பதையுங் கவனிக்க. எனவே, இரு திரவநிரல்களினாலுஞ் செலுத்தப்படும் அமுக்கங்களும் ஒரேயளவின; அ–து, நீரின் உயரம் × ஓர் அங்குலக் கனவளவு நீரினது நிறை = அற்ககோலின் உயரம் × ஓர் அங்குலக் கனவளவு அற்ககோலினது நிறை.

$$\text{ஆயின், அற்ககோலின் தச} = \frac{\text{ஓர் அலகுக்கனவளவு அற்ககோலினது நிறை}}{\text{ஓர் அலகுக்கனவளவு நீரினது நிறை.}}$$

$$= \frac{\text{நீர் நிரலின் உயரம்}}{\text{அற்ககோல் நிரலின் உயரம்}} = \text{__________}$$

ஆகவே, அற்ககோலின் தச = ...

சமநிலை நிரல்களின் தத்துவத்தை உபயோகிப்பதால், தராசை உபயோகியாது திரவங்களின் தன்னீர்ப்புக்களைக் காணலாமென்பதைக் கவனிக்க.

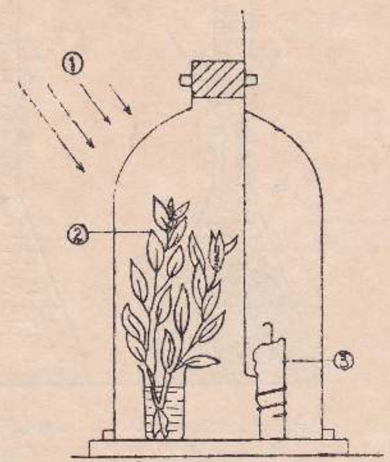
அத்தியாயம் 4 இற்குரிய பயிற்சிகள் பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சி நூல் 1 இல், பக்கங்கள் 37–53 இற் காணப்படும்.

அத்தியாயம் V

தாவர வாழ்க்கை

தாவரங்கள் தம் உணவை எவ்வாறு பெறுகின்றன.

சாதாரணமான விலங்குகள் திண்மமான உணவைத் தம் வாயினுல் உட்கொண்டு எவ்வாறு அருந்துகின்றனவெனக் காண்பது மிக எளிது. ஆனுல், தாவரங்கட்கு வாயில்லை. எனவே, அவை திண்ம நிலையில் உணவை அருந்தமாட்டா; பாய்பொருள்வடிவத்தில், திரவங்களாகவும் வாயுக்களாகவுமே, உணவினை அவை உட்கொள்ளும். மண்ணிலிருந்து தாவரங்கள் நீரை உட்கொள்ளுமென்பதை யாவரும் அறிவர். ஆனுல், பதினெட்டாம் நூற்றுண்டுவரையிலேயே தாவரத்திற்கான உணவை அதன் பச்சை இலைகள் எவ்வாறு ஆக்குமென முதன்முறையாகக் கண்டனர். 1771-இல் யோசேப்பு பிரீற்றிலி என்பார் (ஒட்சிசனை வெளியாக்கியவரென்பது உமது நினைவில் இருக்கலாம்) பச்சை இலைகள் சூரியவொளியில், காபனீரொட்சைட்டு வழங்கப்பெறின் ஒட்சிசனை வெளிவிடுமெனக் காட்டினர்.



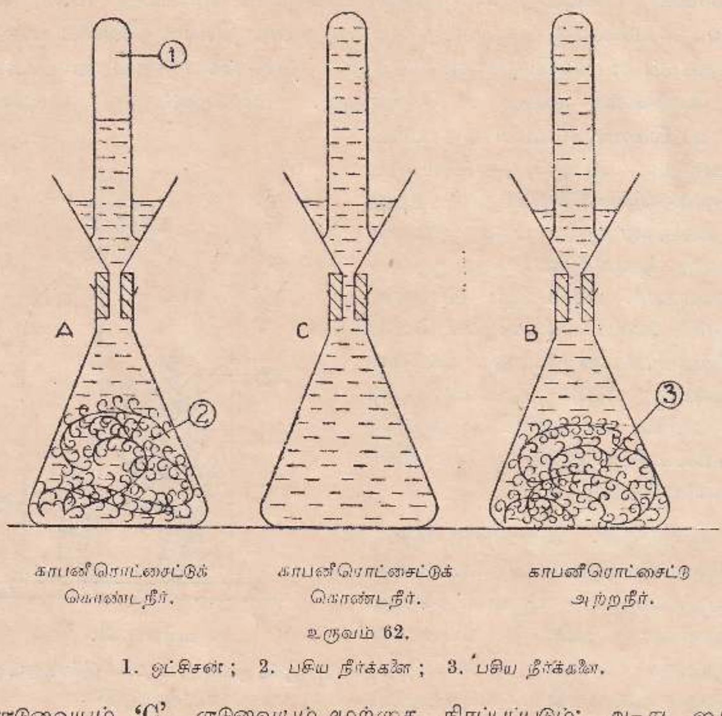
உருவம் 61.

1. சூரிய ஒளி ; 2. பசிய இலையரும்புகள் ; 3. மெழுகுதிரி.

பிரீற்றிலியின் வரலாற்றுச்சிறப்பு வாய்ந்தபரிசோதனை எளிதாகமீண்டுஞ் செய்யத்தக்கது. உருவம் 61-இற் காட்டியாங்கு, பசிய, தளிரிலைகள் சிலவற்றைக் கொண்ட மூடப்பெற்ற, கண்ணுடிச்சாடியொன்றினுள், கொளுத்திய மெழுகுதிரியொன்று வைக்கப்படும். சிறிது நேரத்திற்கு முன்னர், மெழுகுதிரிச் சுவாலை அணைந்துவிடும். ஏனெனில், சாடிக்குள்ளிருந்த ஒட்சிசனிற் பெரும்பாகம் பயன்பட்டொழிய, அதன் இடத்தில் காபனீரொட்சைட்டு உண்டாயதென்க. பின்னர், இச்சாடியைப் பிரகாசமான சூரியவொளியிற் சிலமணிநேரம் வைத்தால், மெழுகுதிரியை மீண்டுங்கொளுத்தலாமெனவும், அது முன்னர் எரிந்தநேரமளவிற்கு மீண்டும் எரியுமெனவுங் காணலாம். இதனுல் எரியும் மெழுகுதிரியினுல் உபயோகிக்கப்பட்ட ஒட்சிசனைப் பச்சையிலைகள் பிரதியீடு செய்திருத்தல் வேண்டுமென்பது புலப்படும்.

மெழுகுதிரியை அணையும்வரை எரியவிட்டு, பின்னர் இருளிற் சில மணிநேரஞ் சாடியை வைத்துப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்தால், மெழுகுதிரியை மீண்டும் கொளுத்தல்முடியாது; இவ்வழி, இருளிலே பச்சிலைகள் ஒட்சிசனை வெளிவிடமாட்டாவென்பது புலப்படும்.

பசிய நீர்த்தாவரங்களைக்கொண்டு இவ்வுண்மையைத் தெள்ளிய முறையிற் காட்டலாம். உருவம் 62–இற் காட்டியாங்கு மூன்று பெருங் குடுவைகள் அமைக்கப்படும். சிறுபொழுது காபனீரொட்சைட்டுச் செலுத்தப்பட்ட நீரால்,



காபனீரொட்சைட்டுக் கொண்டநீர். காபனீரொட்சைட்டுக் கொண்டநீர். காபனீரொட்சைட்டு அற்றநீர்.

உருவம் 62.

1. ஒட்சிசன் ; 2. பசிய நீர்க்களை ; 3. பசிய நீர்க்களை.

'A' குடுவையும் 'C' குடுவையும் மூற்றாக நிரப்பப்படும்; அ–து, ஐதான காபனீரொட்சைட்டுக்கரைசலால் அவை நிரப்பப்படுமென்பதே. 'B' குடுவை யானது, கரைந்துள்ள காபனீரொட்சைட்டியாதினையும் நீக்குவதற்குக் கொதிக்கவைத்துப் பின் ஆறவிட்ட நீரால் நிறைக்கப்படும். எனின் காபனீரொட்சைட்டற்ற நீரால் நிறைக்கப்படுமெண்க. 'A', 'B' குடுவைகளுக்குட் பசியநீர்க்களைகள் சில வைக்கப்படும்.

மூன்று குடுவைகளையும் பிரகாசமான சூரியவொளியில் வைத்து, ஒவ்வொரு குடுவையின் வாயிடத்துள்ள புனலின்மீதாக ஒரு சோதனைக்குழாய் கவிழ்த்துவைக்கப்படும். சிறிதுநேரத்தில், குடுவை 'A' இலுள்ள இலை

களின்மீது வாயுக்குமிழிகள் தோன்றும்; பின்பு, இக்குமிழிகள் மேற்சென்று சோதனைக்குழாயில் ஒருங்கு திரளும். போதுமான அளவு வாயு திரண்டதும் சோதனைக்குழாயின் வாயைப் பெருவிரலால் மூடிக் குழாயை அகற்றி செஞ்சூடான மரக்குச்சொன்றால் வாயுவைச்சோதிக்க. குச்சு 'பக்' கெனச் சுவாலை விட்டெரி இவ்வாறு, வாயுவின் பெரும்பாகம் ஒட்சிசனேயென்பது புலனாகும். காபனீரொட்சைட்டற்ற நீரைக்கொண்ட **'B'** குடுவையில் ஒட்சிசன் யாதும் விடுக்கப்படாது. நீர்த்தாவரங்களையின்றிக் காபனீரொட்சைட்டை மட்டுங் கொண்ட நீரைத் தாங்கிய **'C'** குடுவையிலும் ஒட்சிசன் யாதும் விடுக்கப்படாது. **எனவே, சூரிய வொளிக்கண் பச்சைத் தாவரங்களுக்குக் காபனீரொட்சைட்டு கழங்கப்படின், அவை ஒட்சிசனை வெளிவிடும்.**

பிரீற்றிலியின் மணிச்சாடிப் பரிசோதனையிலும் நீர்க்களைப்பரிசோதனையிலும் பச்சையிலைகளால் ஒட்சிசன் வெளியிடப்படும்பொழுதே காபனீரொட்சைடும் உட்கொள்ளப்படுதல் நிகழத்தக்கதாகும். (உண்மையை நோக்குமிடத்து அது நிகழ்வது நிச்சயமே) எனினும் இவ்விரண்டாவது உண்மையை நாம் இதுவரை நிறுவவில்லையென்பதை நீர் கவனிப்பீர். காபனீரொட்சைட்டு உளபோது, பச்சையிலைகள் சூரியவொளிக்கண் ஒட்சிசனை வெளிவிடுமென்பதைமட்டுமே நாம் நிறுவியுள்ளோம். இவ்வாரம்பநிலையில் காபனீரொட்சைட்டு உண்மையாக உறிஞ்சப்படுமென்பதை நிறுவுதற்கான பரிசோதனை மிக்க கடினமாகும். ஆனால், தத்துவமளவில் அது மிக்க எளிமையானது. அளவறிந்த காபனீரொட்சைட்டைக்கொண்ட கலமொன்றுள் ஓரிலையை வைத்து மூடி, சூரியவொளி படத்தக்கவாறு அக்கலன் சிலமணிநேரம் வைக்கப்படும். கலத்திலுள்ள வாயுவை இரசாயனமுறைப்படி பகுத்தால் ஒட்சிசனினது தொகை மிக, காபனீரொட்சைட்டினது தொகை குறைந்துளதென்பது தெளியப்படும்.

பச்சையிலைகள் உணவுப்பொருட்களை எவ்வாறு ஆக்குகின்றன?

இலைகளுக்குட் புகுங் காபனீரொட்சைட்டானது இலைகளினகத்துள்ள நீரையும் இலைப்பச்சையையும் அடையும். இலையின்மீது ஒளி வீழ, இரசாயனத் தாக்கங்கள் சில நிகழும். காபனீரொட்சைட்டிலும் நீரிலுமுள்ள காபனும் ஐதரசனும் ஒட்சிசனும் காபோவைதரேற்றுக்கள் எனப்படும் சிக்கலான சேர்வைகளாக மீண்டுஞ் சேர, ஒட்சிசன் விடுக்கப்படும். காபோவைதரேற்றுக்களென்பன, காபன், ஐதரசன், ஒட்சிசனாகியவற்றின் சேர்வைகளே. இவற்றில் நீரிலுள்ள விகிதசமப்படியே ஐதரசனும் ஒட்சிசனும் சேர்ந்துள்ளன. இவற்றிற்குப் பொதுவான உதாரணங்கள் வெல்லம், மாப்பொருள் வடிதாள்

(செலுலோசு) என்பன. இவ்வாறு இலைகளில் உண்டாக்கப்படுங் காபோவைதரேற்றுக்களுள் முதன்முதலாக ஆக்கப்படுவது குளுக்கோசு எனப்படும் எளியவொரு வெல்லமெனக் கருதுகிறோம். ஆயின், பல தாவரங்களில் அது சிக்கல்மிக்க காபோவைதரேற்றாகிய மாப்பொருளாக விரைவில் மாற்றப்படும். இது நீரிற் கரையுமியல்பு அற்றது. நான்காம் நூலில் காபோவைதரேற்றுக்களைப் பற்றி நாம் மேலும் படிப்போம்.

ஓரிலையில் மாப்பொருள் இருப்பதை மிக எளிதாகக் காட்டலாம். ஏனெனில், அதற்குரிய நுட்பமான, எளிய சோதனையொன்று உண்டு. அயடீனுடன் மாப்பொருளானது தடித்த நீலநிறத்தைத் தரும். எனவே, எம் பரிசோதனைகளுட் பெரும்பாலானவற்றில், நாம் மாப்பொருளின் பொருட்டுச் சோதிப்போமேயன்றி வெல்லத்தின்பொருட்டன்று. எமது விஞ்ஞான நூற்றொடரில் இந்நிலையில் வெல்லத்திற்கான சோதனை மிகுந்த சிக்கலானதாகும். எனினும், வெல்லமே பச்சையிலைகளில் முதன்முதல் உண்டாகுங் காபோவைதரேற்றுதல்வேண்டுமென்பதையும் அது மாப்பொருளாய் மாற்றப்படலாமென்பதையும் உணர்ந்துகொள்க.

மாப்பொருளின்பொருட்டு எவ்வாறு சோதிப்பதென்பது.

சிறிதளவு மாப்பொருளைச் சோதனைக்குழாயொன்றிற்றிறிது நீரோடு கலந்து குலுக்குக. இத்தொங்கலைக் கொதிக்கச்செய்து, மிக ஐதான மாப்பொருட் கரைசலைப் பெறுதற்பொருட்டு அதனைக் குளிர்நீர்கொண்ட முகவையொன்றுள் ஊற்றுக. அயடீன்[1] கரைசல் சில துளிகளைக் கூட்டுக; தடித்த நீலநிறந்தோன்றும். இது மாப்பொருளுக்குரிய நுட்பமானவொரு சோதனையாகும்.

பச்சையிலைகளில் மாப்பொருளின்பொருட்டு எவ்வாறு சோதிப்பதென்பது.

சூரியவொளியிற் சிலமணிநேரம் வளர்ந்துள்ள பிரகாசமான பச்சையிலையொன்றை (உதாரணமாக காசித்தும்பை, மரவள்ளி, கொம்புப்பயறு அல்லது அவரை முதலியவற்றுள் ஒன்றின் இலையை) எடுத்து, அவ்விலையைக் "கொல்லும்" பொருட்டு ஐந்துநிமிடங்கள்வரை கொதிக்கும்நீரில் இட்டுச் சூடாக்குக. அற்ககோலானது பச்சைநிறப்பொருளை (இலைப்பச்சையை) இலையிலிருந்து கரைத்துவிடும். இலையும் வெளிறி, ஒளிபுகவிடுமியல்பினதாக மாறிவிடும். நிறநீக்கப்பட்ட இலையை மிருதுவாக்கற்பொருட்டுச் சிலநிமிடங்கட்குக் கொதிக்குநீரிற் கழுவுக. பின், அதனை அயடீன்கரைசல் சிறிதளவில் இடுக. இலையானது தடித்த நீலநிறமாக – சிலவேளை கறுப்பாகத்தானும் – திரிந்து மாப்பொருள் இருத்தலைக்காட்டும்.

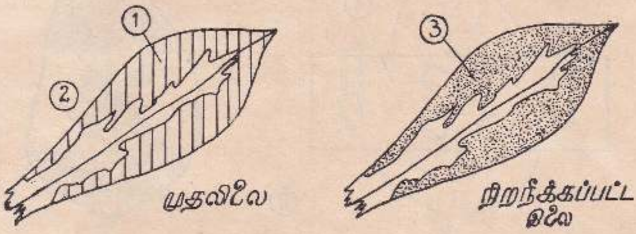
---

[1] பொற்றாசியமயடைட்டுக்கொண்ட நீரில் அயடீன் இலகுவாய்க் கரையும். அயடீன் அற்ககோற்கரைசலை (அல்லது அயடீன் குழம்பை) உபயோகிக்காதீர்.

தாவரங்களிற் காபோவைதரேற்று உண்டாதல்.

தாவரங்களின் பச்சைப்பாகங்களிலேயே காபோவைதரேற்று உண்டாகுமென எவ்வாறு காட்டுவதென்பது.

சில தாவரங்களிலே நிறமற்ற, அல்லது மஞ்சணிறமான புள்ளிகளைக் கொண்ட இலைகள் உண்டு ; இப்புள்ளிகளில் இலைப்பச்சை இருப்பதில்லை. (இத்தாவரங்களுக்கு உதாரணமாக, சீமைக்கிழங்கிற் சில வகைகளையும் மரவள்ளியிற் சில இனங்களையும் கூறலாம்). பச்சையும் வெள்ளையுங் கலந்துள்ள இத்தகைய இலைகளில் ஒன்றை எடுத்து சில மணிநேரஞ் சூரியவொளிபடுமாறு வைத்து அதனைக் "கொன்று" நிறநீக்கஞ்செய்து, ஈற்றிற் செய்த பரிசோதனையை பிண்டுசெய்தால் முதலிலையிற் பச்சையாக இருந்த பாகங்களே அயடீனொடு நீலநிறமாகத் திரிதல்காணலாம். உருவம் 63-ஐக் காண்க).



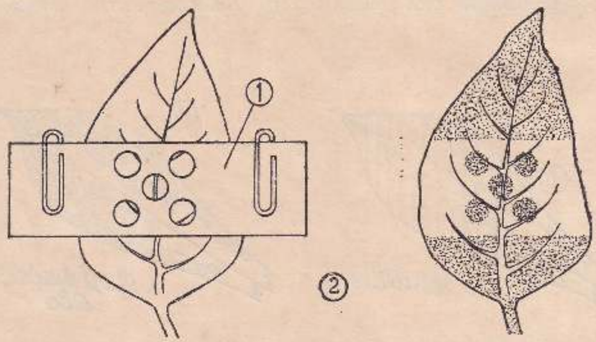
உருவம் 63. பச்சைப்பாகங்களிலேயே மாப்பொருள் உண்டாதல்.
1. பச்சை ; 2. மஞ்சள் ; 3. அயடீனால் நீலமாக்கப்பட்டது.

எனவே, இலைப்பச்சை உள்ள இடங்களில்மட்டுமே மாப்பொருள் உண்டாகும் ; எனின், காபோவைதரேற்றுக்கள் உண்டாதற்கு, இலைப்பச்சையிருத்தல் அவசியமாமெனக் (ந. க. – செந்நிறப்புள்ளிகள் கொண்ட இலைகளை இப்பரிசோதனைக்கு உபயோகிக்காதீர் ; ஏனெனில், சிவந்த இலையில் செந்நிறப்பொருளின்கீழே பொதுவாக இலைப்பச்சையிருக்கும் ; ஆகவே, செந்நிறப்பாகங்களிலுங் காபோவைதரேற்றுக்கள் உண்டாக்கப்படுமென்க).

காபோவைதரேற்றுக்கள் உண்டாதற்குச் சூரியவொளி அவசியமென எவ்வாறு காட்டுவதென்பது.

காசித்தும்பை, தொம்புப்பயறு, அல்லது அவரையென்பவற்றின் இளமிலைகள் உபயோகிக்க இவ்விலைகளைச் செடிகளிலிருந்து புதிதாக ஒடித்தெடுத்து, கபிலநிறமான, அல்லது கருமையான, உரத்த தாளை, துண்டுகளாய் மடித்து, இத்துண்டுகளால் இலைகளின் ஒரு பாகத்தை மூடுக. வேண்டுமாயின் (எழுத்துக்கள் போன்ற) எளிமையான மாதிரிவடிவங்களை ஒரு

பாகத்தில் (இலையின் மேற்பரப்பில் இருக்கும் பாகத்திலிருந்து) வெட்டலாம். இலைப்பரப்பின்மீது துண்டை இரட்டிப்பாக மடித்து, தாட்கவ்விகளினால் அத்துண்டை ஒரு நிலைப்படுத்துக. (உருவம் 64–ஐக் காண்க). இம்மூடியை எந்நேரத்திலாயினும் இலையில் இணைத்துவிடலாம்; ஆயின் ஓரிரவுமுழுவதும் அடுத்தபகற் பொழுதிற்பெரும்பான்மையும் இம்மூடி இணைக்கப்பட்டவாறு இருத்தல்வேண்டும். இப்பகற்பொழுது வெய்யிலுடையதாயிருத்தல் விரும்பத்தக்கது (ஆரம்பத்தில் இருந்த மாப்பொருள் முழுவதும் இரவிலே நீக்கப்படும்). இரண்டாவது நாளிற் பல மணிநேரம் இலையிற் சூரியவொளி பட்டதன்பின்பு இலையைக் களைந்து, ஐந்துநிமிடங்களுக்குக் கொதிநீரிலே சூடாக்கி, அற்ககோலினால் நிறநீக்கஞ்செய்து, மிருதுவாக்கி, அயடீனினால் மாப்பொருளின் பொருட்டுச் சோதிக்க.



உருவம் 64. மாப்பொருட் சுவடுகள்.

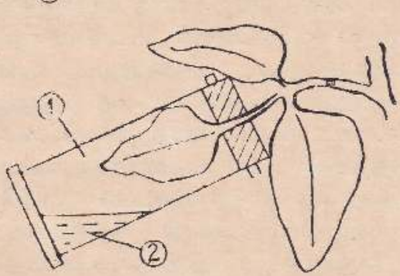
1. கரிய தாள்; 2. அயடீனால் நிறநீக்கியபின் மாப்பொருட் சுவடு.

இப்பரிசோதனை, இருளிலன்றிச் சூரியவொளியிலேயே காபோவைதரேற்றுக்கள் உண்டாகுமென்பதை உமக்குக் காட்டும்.

காபோவைதரேற்றுக்கள் உண்டாதற்குக் காபனீரொட்சைட்டு அவசியமென எவ்வாறு காட்டுவதென்பது.

பரிசோதனையின் ஆரம்பத்திலேயே இலைகளில் மாப்பொருளில்லாமையை உறுதியாக்கற்பொருட்டுப் பன்னிரண்டு மணிநேரம்வரை இருளில் வைக்கப்பட்ட (அல்லது பரிசோதனையை முதனாள் இரவிலேயே ஒழுங்குசெய்தல் வேண்டும்) ஒரு தாவரத்தை (உதாரணமாக கொம்புப்பயற்றை அல்லது அவரையை) உபயோகிக்க. உருவம் 65–இற் காட்டியாங்கு, சோடியமைதரொட்சைட்டுக் கரைசல் சிறிதளவைக்கொண்டவொரு கண்ணாடிக் கலனில் அதன் சிற்றிலையொன்று இருக்குமாறு ஓரிலையை ஒழுங்குபடுத்துக. எனின், காபனீரொட்சைட்டற்ற காற்றில் அவ்விலை உளதென்க. சிலமணிநேரத்

துக்குச் சூரியவொளிபடுமாறு தாவரத்தை வெளிப்படவைக்க. வைத்தபின், சாடியினகத்திருந்த பிறிதொரு சிறிலையையும் சாடியின்புறத்திருந்த சிறிலை 0·03 சதவீதமான காபனீரொட்சைட்டைக்கொண்ட காற்றில் வைக்கப் பட்டிருந்ததென்பது தெளிவு. இலைகளிரண்டையுங்கொதிக்கவைத்து, நிற நீக்கஞ்செய்து, மாப்பொருளின்பொருட்டு அயடீனாற் சோதிக்க. சாடியின் புறத்திருந்த சிறிலையில் மட்டுமே மாப்பொருள் காணப்படும். சூரியவொளி யையன்றிக் காபனீரொட்சைட்டைப் பெறாத மற்றையிலையில் மாப்பொருள் காணப்படாது. எனவே, காபோவைதரேற்றுக்கள் உண்டாவதற்குக் காபனீ ரொட்சைட்டு அவசியமாகும்.



உருவம் 65. காபனீரொட்சைட்டின் அவசியத்தைக் காட்டும் பரிசோதனை.

1. காபனீரொட்சைட்டு அற்றகாற்று ; 2. சோடிய மைதரொட்சைட்டுத் திரவம்.

ஒளித்தொகுப்பு.

இறுதியிற்கூறிய மூன்று பரிசோதனைகளும் தாவரங்கள் காபோவைத ரேற்றுக்களை உண்டாக்குவதற்கு அவசியமான சில நிபந்தனைகளைக் காட்டும் : அவையாவன:—

(i) இலைப்பச்சையிருத்தல்வேண்டும்.

(ii) போதியவளவு பிரகாசம் பொருந்திய ஒளியை இலைகள் பெறல் வேண்டும்.

(iii) காபனீரொட்சைட்டு இருத்தல்வேண்டும்.

அவசியமான பிறநிபந்தனைகளாவன, (நாம் இவற்றைப் பரிசோதனை களினால் இதுவரை விளக்கிக்காட்டவில்லை).

(iv) வெப்பநிலை குறித்த எல்லைகளுக்கிடையே இருத்தல்வேண்டும்.

(v) குறித்த கனிப்பொருளுப்புக்கள் சில வழங்கப்படல்வேண்டும்.

ஆகவே, இச்செய்முறையிற் சூரியவொளிக்கண், பச்சையிலைகள் காபனீ ரொட்சைட்டைத் தொகுத்தற்கு (வளிமண்டலத்திலிருந்து) காபனீரொட் சைட்டையும் (மண்ணிலிருந்து) நீரையும் பயன்படுத்தும் இச்செய்முறை நிகழும்போது அவை ஒட்சிசனை வெளியிடும். சிலவேளைகளில் இச்செய்முறை

காபன்றன்மய மாக்கல் எனப்படும்; ஏனெனில், தனது உணவுப்பொருளின் முக்கியமான கூறாகிய காபனை இம்முறைப்படியே தாவரம் பெறுதலால் என்க. இச்செய்முறை **ஒளித்தொகுப்பு** எனவும் வழங்கப்படும்; ஏனெனில், ஒளியின் உதவிகொண்டே தாவரம் காபோவைதரேற்றுக்களைத் தொகுக்குமென்க. உண்மையை நோக்குமிடத்து, இவ்விரு பெயர்களுள், இதுவே பொருத்தமானது. நாமும் **ஒளித்தொகுப்பு** என்னுஞ் சொல்லையே இவ்விஞ்ஞான நூற்றொடர் முழுவதிலும் உபயோகிப்போம்.

எளிமையான பதார்த்தங்களாய காபனீரொட்சைட்டிலிருந்தும் நீரிலிருந்தும் சிக்கலான காபோவைதரேற்றுக்களைத் தொகுத்தற்கு வேண்டிய சத்தியை வழங்குவதற்குச் சூரியவொளி அவசியமாகும். வெல்லம், மாப்பொருள், மரமென்பவற்றுள் யாதாயினும், அல்லது தாவரத்தின் வேறெந்தப் பாகமாயினும் எரியும்போது அது காற்றிலுள்ள ஒட்சிசனுடன் சேர்ந்து காபனீரொட்சைட்டாகவுங் கொதி நீராவியாகவும் (அல்லது நீராவியாகவும்) மாறி, சத்தியின் ஒரு வடிவமாகிய வெப்பத்தை வெளிவிடும். உதாரணமாக மரத்தைக் கொதிகலனடியில் எரித்தோமாயின், நீரைக் கொதிநீராவியாக மாற்றலாம். கொதி நீராவியானது தான் தோன்றுதற்கு ஏதுவான நீரினுங்கூடிய சத்தியை உடையது. இக்கொதிநீராவி ஒடுங்கி மீண்டுந் திரவநீராதற்கு முன்னர் அதனைக்கொண்டு கொதி நீராவியெஞ்சினைச் செலுத்துவதில் வேலைசெய்வித்தலியலும். சத்தியென்பது வேலைசெய்யும் ஆற்றல். வேலைசெய்யக் கூடியது எதுவுஞ் சத்தியுடையது. வெப்பம், மின்சத்தி, ஒளி, ஒலி, இரசாயனச் சத்தியாகியவை சத்தியின் மிகப்பொதுவான வடிவங்களாகும். ஆகவே, வெல்லம், மாப்பொருள், மரமென்பனவும் பிற தாவரப்பொருள்களும் ஒட்சிசனில் எரிக்கப்படும்போது, அல்லது ஒட்சியேற்றப்படும்போது காபனீரொட்சைட்டாகவும் நீராவியாகவும் மாற்றப்படும்; சத்தியும் வெளிவிடப்படும். உதாரணமாக,

எரிய

(i) வெல்லம் + ஒட்சிசன் ——> காபனீரொட்சைட்டு + நீர் + சத்தி (வெப்பமும் ஒளியும்)

சுவாசத்தின்போது காபன் சேர்வையொன்று ஒட்சியேற்றப்படுகிறதென்பது உமக்கு நினைவிருக்கலாம். எனவே, மேற்கூறிய (1 ஆம்) சமன் பாட்டைச் சற்றே திரித்தால், அதுவே சுவாசத்துக்கான சமன்பாடும் ஆகும்:

(ii) வெல்லம் + ஒட்சிசன் சுவாசிக்கப்பட்டது காபனீரொட்சைட்டு + நீர் + சத்தி (வெப்பம், வளர்ச்சி அசைவு)

ஒளித்தொகுப்பு இதன் மறுதலையான மாற்றமே. இலைப்பச்சையானது சூரியவொளியிலிருந்து சத்தி வழங்குதற்குரிய பாகத்தை உறிஞ்சும். ஆகவே,

(iii) காபனீரொட்சைட்டு + நீர் + சத்தி → வெல்லம் + ஒட்சிசன்

உயிருள்ளபொருட்களின் ஒளி உலகத்தின் மிக முக்கியமான இரு செய்முறைகளைப் பிற்கூறிய இரு சமன்பாடுகளுங் குறிக்கும். (iii) ஒளித்தொகுப்பு, எனின், சூரியவொளிக்கண் பச்சைத் தாவரங்கள் காபோவைதரேற்றுக்களைத் தொகுத்தல் (ii) சுவாசித்தல், எனின் உயிருள்ள பொருட்களில் இச்சேர்வைகள் ஒட்சியேற்றப்படுதல். இவ்விரு செய்முறைகளிலுஞ் சத்தி மாற்றங்கள் நிகழும்.

ஒளித்தொகுப்பின் அன்றன்றை முக்கியத்துவம் யாது?

மக்களைப்பொறுத்தவரையில், உலகிலே நிகழுஞ் செய்முறைகளுள் ஒளித்தொகுப்பே மிக முக்கியமானதெனக் கூறலாம்; எனெனில் நேர்முறையாகவோ நேரல்லாமுறையாகவோ, விலங்குகள் யாவற்றினதும் உணவுப் பொருட்கள் பசுந்தாவரங்களிலிருந்தே பெறப்படுதலால் என்க. சில விலங்குகள் மற்றை விலங்குகளையே பெரும்பாலும் உணவாகக் கொள்ளுமென்பது உண்மையே; ஆனால், அவற்றின் இரைகள் தாவரங்களிலிருந்தே தம் உணவை முதன்முதலிற் பெற்றன. ஒளித்தொகுப்பின்போது பச்சைத் தாவரங்கள் சூரியவொளியின் சத்தியை இரசாயனச் சத்தியாக மாற்றும்; இச்சத்தி தாவரப்பொருட்களில், பெரும்பாலுங் காபோவைதரேற்று வடிவத்திற் சேமித்துவைக்கப்படும்.

ஒளிச்சத்தியை இவ்வாறு மாற்றமுடியாதிருத்தலால் விலங்குகள் தாவரத்தினின்றும் வேறுபடும். எனினும், தமது வளர்ச்சிக்கும் விருத்திக்குஞ் சத்தியை வேண்டுவதில் விலங்குகளுந் தாவரங்களும் ஒத்துள்ளன. பச்சைத் தாவரங்களினுற் காபோவைதரேற்றுக்களிற் சேமித்துவைக்கப்பட்ட சத்தியை இவ்விருதிறத்தனவும் பயன்படுத்தும். சுவாசித்தலாகிய செய்முறையின்போது, அவை இவ்விரசாயனச் சத்தியை உபயோகமான வடிவங்களாக மாற்றும்.

விலங்குகளுள் மிக்குயர்ந்து மனிதன், தாவரங்களாற் சேமித்துவைக்கப்பட்டுள்ள இவ்விரசாயனச்சத்தியைப் புசித்தலாலுஞ் சுவாசித்தலாலும் பயன்படுத்துவதோடு, பிறிதொருவழியிலும் பயன்படுத்துகிறன். தற்போது, உலகிலுள்ள வேலைகளுட் பெரும்பாலன பொறிகளாலேயே செய்யப்படுகின்றன. இப்பொறிகளை இயக்குவதற்கு வேண்டிய சத்தி நிலக்கரியை எரித்தலாலேயே பெரிதும் பெறப்படுகின்றது. ஆனால், பலகோடி யாண்டுகட்குமுன்னர் வளர்ந்த காடுகளின் மீதியே இந்நிலக்கரியாகும். இக்காடுகளிலுள்ள மரங்களுந் தாம் வளரும்போது சூரியவொளியிலிருந்து சத்தியை உறிஞ்சியவையே. உண்மையை நோக்குமிடத்து, புகையிரத எஞ்சின்கள் அடைத்துவைக்கப்பெற்ற சூரியவொளியினுல்–சிலவேளைகளில், பலகோடியாண்டுகட்குமேல் நிலக்கரியுட் சேமித்துவைக்கப்பட்ட சத்தியினுல்–செலுத்தப்படுகின்றனவென நாம் கூறலாம். பெற்ருேலியமும் பச்சைத்

தாவரங்களிலிருந்து நேராகவோ, நேரல்லாமுறையாகவோ பெறப்பட்ட விளைபொருளெனக் கருதப்படுகின்றது. **ஆகவே, எமக்குவேண்டிய உணவுப் பொருள்களும் பொறிகளை இயக்குவதற்கு வேண்டிய சத்தியிற் பெரும் பகுதியும் ஒளித்தொகுப்பிலேயே தங்கியிருத்தலைக் காண்கிறேம்.**

பச்சையிலைகளில் உண்டாக்கப்படும் காபோவைதரேற்றுக்களுக்கு யாது நிகழும் ?

பச்சையிலைகளை இருளில்வைத்தால், தம்மிடத்துள்ள மாப்பொருளை இழந்துவிடும். ஒளித்தொகுப்பை விளக்கிக் காட்டும் பரிசோதனைகளில், இவ்வுண்மை பற்றி எமது அறிவை நாம் ஏலவே பயன்படுத்தியுள்ளோம்.

வேரூன்றியுள்ள (காசித்தும்பை, அல்லது கொம்புப்பயறுபோன்ற) ஒரு தாவரத்திலிருந்து சில இலைகளை வெயில்மிக்க முற்பகலின் இறுதியிற் பறித்து, அயடீன்சோதனையால் அவற்றில் மாப்பொருள் சிறந்திருத்தலைக் காட்டுக. இவற்றையொத்து அத்தாவரத்தில் வளர்ந்துள்ள மற்றையிலைகளின் மாதிரியாக இவை கொள்ளப்படும். இனி, அத்தாவரத்தை 12–15 மணிநேரம்வரை கறுப்புப் பெட்டியினுல் இருட்படுத்தியபின், முன்னையவை போன்ற சில இலைகளைப் பறித்து மாப்பொருளின்பொருட்டு மீண்டுஞ் சோதிக்க. இருட்டுவேளையில் மாப்பொருள் முற்றுகவோ பெரும்பான்மையாகவோ மறைந்துவிட்டமையைக் கவனிக்க.

பொதுவாக ஒவ்வோர் இரவும் பல மணிநேரத்துக்கு இலைகள் இருள்வாய்ப்படும். விடிவதற்கிடையில் அவற்றிலுள்ள மாப்பொருள் ஒளிந்துவிடும். இவ்வாறு நிகழ்வதற்குக் காரணம் யாதெனில், கரையாவியல்புள்ள மாப்பொருளானது கரையுமியல்புள்ள வெல்லமாக மீண்டும் மாற்றப்பட்டு இலைநரம்புகளினூடாகத் தாவரங்களின் பிறபாகங்கட்கு எடுத்துச் செல்லப் படுதலேயென்க.

மேல் விவரித்த பரிசோதனையில் இலையின் முதனரம்புகளுள் ஒன்றினைக் குறுக்கே வெட்டிவிட்டால், வெல்லம் மேற்செலமுடியாது தடைப்படும்; தடைப்படவே, அந்நரம்போடிணைந்த இலைப்பாகத்திலே மாப்பொருளானது இருளிலும்–மாற்றமடையாது இருக்கும்.

ஒவ்வோர் இரவிலும் இலையிலிருந்து காபோவைதரேற்றுக்கள் அகற்றப்படுவதால், உண்மையில், பகலிலுஞ் சிறிதளவு நீக்கப்படும். ஒளித்தொகுப்பின் விளைவுகளினுல் இலை அடைக்கப்படாது இருக்கும். ஆயின், இதிலும் முக்கியமானது யாதெனில், இவ்வாறு அகற்றப்பட்ட வெல்லமானது தாவரத்தின் பசுமையற்ற பாகங்களுக்கு உணவு வழங்கற்பொருட்டுப் பயன்படுத்தப்படும். இவ்வுணவுப் பொருளின் ஒருபகுதி தாவரத்தின் பாகங்களை விருத்திசெய்தலாகிய வளர்ச்சிக்கும் அசைவிற்கும் வேண்டிய சத்தியை, வெல்லத்தை ஒட்சியேற்றுவதனுற் பெறுவன. தாவரங்களுட் பெரும்

பாலானவை, தமது சொந்தத் தேவைக்கு மேலாக, உணவை ஆக்கி மிகையான உணவைப் பல்வேறு பாகங்களிற் சேமித்து வைத்தல் விலங்குகளின் பாக்கியமே ஆகும். உதாரணமாக, நெற்பயிர் தனது வித்திலே மாப் பொருளைச் சேமிக்கும்; கரும்பு தனது தண்டிலே சீனியைச் சேமிக்கும்; வத்தாளை தனது நிலக்கீழ்த் தண்டில் மாப்பொருள், வெல்லமாகிய இரண்டினையுஞ் சேமித்துவைக்கும்; பீற்றுக்கிழங்கு தனது பருத்த மூலவேரில் வெல்லத்தைச் சேமிக்கும்; தென்னை தனது பழத்தில் (தேங்காயில்) எண்ணெயைச் சேமித்துவைக்கும். இவ்வாறு சேமித்துவைக்கப்படும் ஒதுக்க வுணவுப் பொருள்கள் யாவும் மனிதனுக்கு மிக முக்கியமானவை. உண்மையில் "தாவரங்கள் சேமிப்பன, விலங்குகளே செலவிடுவன."

காபனீரொட்சைட்டு எவ்வாறு இலைகளுட் புகும்?

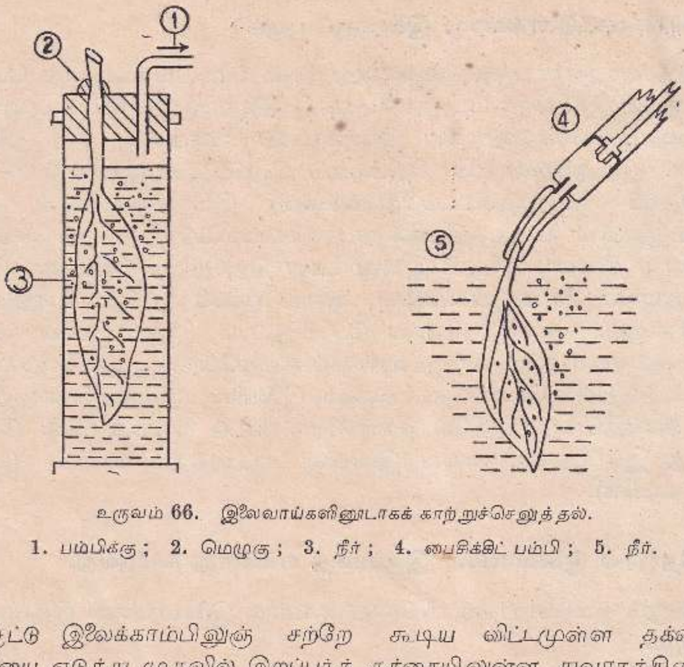
நிலத்தாவரத்தின் பச்சையிலையானது நீரும் வாயுவும் உட்புகாத கொழுப்புத்தன்மையானவொரு பொருளாலாய புறத்தோலினால் மூடப்பட்டுள்ளது. எனினும், இவ்விலைத்தோலில் இலைவாய்கள் எனப்படுஞ் சிறு துளைகள் பல உள. இத்துளைகள் மிகச் சிறியவையாயிருப்பினும் (இவை 0·001 அங்குலத்தினுங் குறைந்தவிட்டங்கொண்டவை) இவற்றினூடாகவே காற்றிலிருந்து இலையின் உட்புறத்திற்குக் காபனீரொட்சைட்டு முழுவதும் செல்லும். வெவ்வேறு நிலைமைகளிலும் இலைவாய்கள் திறந்து மூடத்தக்கன. இலைக்குப்போதுமான நீர் வழங்கப்படின், அவை பகல்நேரத்திற் பொதுவாகத் திறந்திருக்கும். சுவாசித்தற்கான பொறிநுட்பம் யாதும் இல்லை; அ-து, எங்கள் சுவாசப்பைக்குட் காற்று உறிஞ்சப்படுவதுபோன்று இலைக்குட் காற்று உறிஞ்சப்படுவதில்லையென்பதே. எனின், இலையின் புறத்துள்ள காற்றிலும் அதன் அகத்துள்ள காற்றிலே காபனீரொட்சைட்டு மூலக்கூறுகள் செறிவு குறைந்து இருப்பதால், அவை இலையின் உட்புறத்துப் பரவும். (பக்கம் 53 ஐக் காண்க).

இலைத்தோலில் இலைவாய்கள் இருப்பதை எவ்வாறு காட்டுவது.

பின்வரும் எளிமையான பரிசோதனைகளால் இலைவாய்கள் இருப்பதைக் காட்டலாம்.

(I) வெந்நீருக்குள் (ஏறக்குறையக் கொதிக்கும் நீரிற்குள்) ஒரு பச்சையிலையை இடுக. இலைவாய் இருக்குமிடங்களில், இலையின் மேற்பரப்பிலே காற்றுக்குமிழிகள் தோன்றும்; ஏனெனில், இலையகத்துள்ள காற்றை வெப்பமானது விரியச்செய்து இலைவாய்களினூடாக வெளியேறச்செய்தலால் என்க. இலையின் மேற்புறத்திலும் அதன் கீழ்ப்புறத்திலேயே அதிகமான குமிழிகள் உண்டாதல் பொதுவாகக் காணப்படும். இதனால், பெரும்பாலான இலைவாய்கள் இலையின் கீழ்ப்புறத்திலேயே (இருவித்திலைத் தாவரங்களிற் கூடுதலாக) இருக்குமென்பது புலனாகும்.

(II) இலைவாய்கள் இருப்பதைக் காட்டுவதற்குப் பிறிதொரு முறையாதெனில், உருவம் 66-இற் காட்டியாங்கு தக்கையிலுள்ள துவாரத்தினூடாக இலைக்காம்பு செல்லத்தக்கதாய் சாடியொன்றிற்குட் பச்சையிலையொன்றை வைத்தலே. சாடியை உறிஞ்சற்பம்பியொன்றுடன் இணைத்தால் (அல்லது சைக்கிட்பம்பியொன்றுடன் இலைக்காம்பைத் தொடுத்தால்) இலையின் மேற்பரப்பிலிருந்து காற்றுக்குமிழிகள் மேலேறும். இதனால், இலைத் தோலிலே, காற்றுப் புகக்கூடிய நுண்டுளைகள் பல இருத்தல் தெளிவாகும். இன்னும் இப்பரிசோதனை, இலைக்காம்பின் வெட்டிய முனைவழியாகக் காற்று உட்புகுந்து, இலையின் எப்பாகத்தையும் அடைதல் கூடுமென்பதையுங் காட்டும். இலைக்காம்பைச் சுற்றிக் காற்று உட்புகாவண்ணம் அடைத்தற்

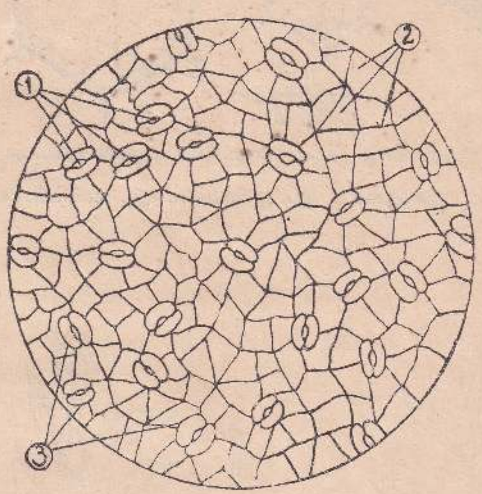


உருவம் 66. இலைவாய்களினூடாகக் காற்றுச்செலுத்தல்.
1. பம்பிக்கு ; 2. மெழுகு ; 3. நீர் ; 4. சைக்கிட் பம்பி ; 5. நீர்.

பொருட்டு இலைக்காம்பிலுஞ் சற்றே கூடிய விட்டமுள்ள தக்கைதுளைகருவியை எடுத்து முதலில் இறப்பர்த் தக்கையிலுள்ள துவாரத்தினூடாகச் செலுத்துக. பின், இலைக்காம்பைத் தக்கை துளைகருவியினது திறந்த முனையில் இட்டு, தக்கைதுளைகருவியை இழுத்தெடுத்துவிட்டு சேதமடையா இலைக்காம்பு தக்கையினுள் இறுக்கமாய்ப் பொருந்தியிருக்குமாறு விடுக.

சாதாரணமான கைவில்லையினுற் காணமுடியாவகை இலைவாய்கள் மிக்க சிறியனவாய் உள. ஆயின், ஒரு நுணுக்குக் காட்டியை, அல்லது, நுணுக்கெறிகருவியைக் கொண்டு, ஓர் இலைத்தோலினுள்ள வாய்களை நீர் கண்ணுறப் பார்த்தல் முடியும். (விடமூங்கிலின் இலையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட, ஒளிபுக

விடுயியல்புள்ள துண்டொன்று, அல்லது அலமந்தா இலையின் கீழ்ப்புறம் இச்சோதனைக்கு ஏற்றது) நுணுக்குக் காட்டியில், இலைத்தோலானது பெருந் தொகையான கலங்களால் ஆக்கப்பட்டிருப்பது புலப்படும். இக்கலங்களுட் பெரும்பாலானவை ஒன்றோடொன்று நெருக்கமாய் இணைந்துள்ளன; (விடமூங்கிலில் இஃது ஒரு வித்திலைத்தாவரம்—அவை ஒரு சுவரிலுள்ள செங்கற்கள் போற் காணப்படும்; அலமந்தாவிலோவெனில்—இஃது இருவித்திலைத்தாவரம்—அவை ஒழுங்கற்றதுண்டுகள் இணைக்கப்பட்டிருப்பது போலத் தோன்றும்). ஆயின், அங்குமிங்குமாக, இலைவாய்கள் காணப்படும்; இவையொவ்வொன்றும் **காவற்கலங்க**ளெனப்படும் அவரைபோன்று வடிவமுள்ள

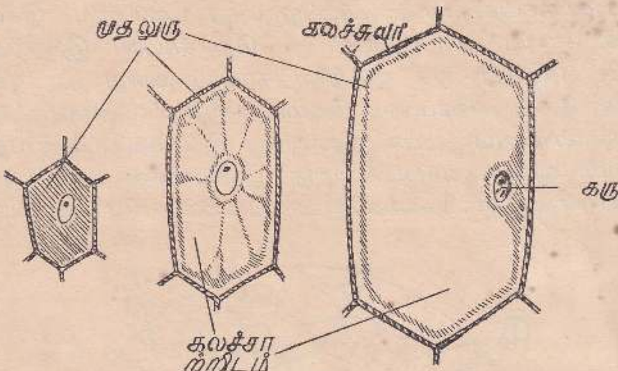


உருவம் 67. இலைவாய்கள் கொண்ட இலைத்தோல் (மிகவும் உருப்பெருக்கியது).

1. இலைவாய் நுண்டுளைகள்; 2. இலைத் தோற்கலங்கள்;
3. பச்சையமணிக் காவற்கலங்கள்.

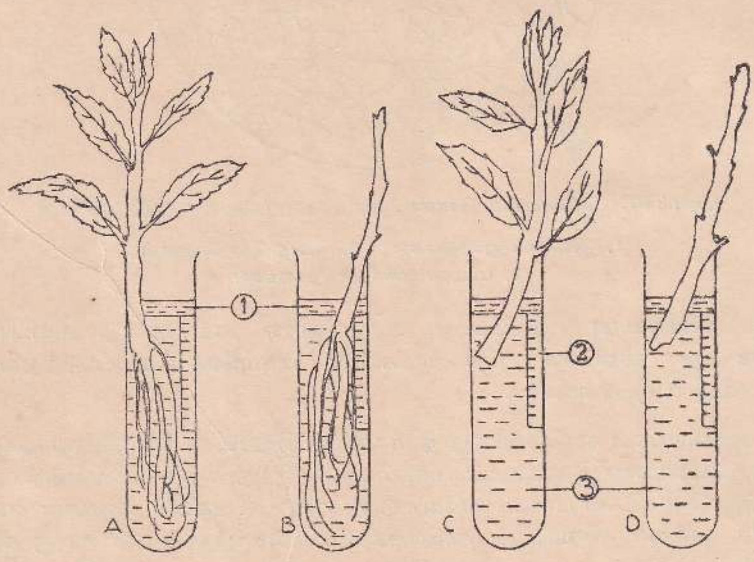
இரு கலங்களால் மூடப்பெற்ற, சிறியவொரு துவாரத்தை உடையன. இக்காவற் கலங்களே இலைவாய்களின் பருமனைக் கட்டுப்படுத்துவன. (உருவம் 67—ஐக் காண்க.)

உண்மையான கலமொன்றை நீர்காண்பது இதுவே முதன்முறையாதலால் மிக முக்கியமான இவ்வமைப்பலகைப் பற்றிச் சிறிது அறிதல்வேண்டும். உயிருள்ள பொருட்கள் யாவும் யாக்கப்படுதற்கான கூறுகளே கலங்கள் எனப்படும். மிக்க எளிமையான தாவரங்களும் விலங்குகளும் தனியொரு கலத்தால் யாக்கப்பட்டவை; ஆயின், பொதுவான தாவரங்களும், விலங்குகளும் இத்தகைய நுண்ணிய உயிருள்ள அலகுகள் பலகோடியால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. தாவரத்தின் ஒவ்வொரு கலமும் செலுலோசு எனப்படும்



உருவம் 68. தாவரக்கலம். (மிக உருப்பெருக்கியவை).

அ. இளங்கலம் ; ஆ. முதிர்கலம் ; இ. நனிமுதிர்கலம்.



உருவம் 69. இலை உறிஞ்சுதலைக் காட்டுதற்கான பரிசோதனை.

1. எண்ணெய் ; 2. அளவுகோட்டுத்தான் ; 3. நீர்.

காபோவைதரேற்றினால் அமைந்த கலச்சுகர் முடிய, நுண்ணியவொரு பெட்டியாகும். கலமானது உயிருள்ளதாயிருப்பின், முதலுருவெனப் பெயரிய நிறமற்ற பாகுபோன்ற பதார்த்தத்தால் வரையப்பட்டிருக்கும். உயிருடைப் பொருட்கள் யாவற்றிலும் உளதாமுயிர்ப்பொருள் இம்முதலுருவே ஆதலின், மிகச் சிறப்பு வாய்ந்த இப்பதார்த்தம்பற்றி இன்னமும் விரிவாகப் பின்னர்ப் படிப்போம். மிக்க இளமையான தாவரக் கலங்கள் தவிர்ந்த ஏனையவற்றில், முதலுருவானது கலத்தை முற்றாக நிரப்புவதில்லை ஆயின், கலச்சுவரை வளைந்து மெல்லியபடையாக அமையும். அதனுள் இருக்கும் வெளி வெல்லமுங் கனிப்பொருளுப்புக்களுங் கொண்ட நீர்மயமான கரைசலாகிய கலச்சாற்றால் நிறைந்துள்ளது. முதலுருவிற் சிறப்பாக அடர்ந்துள்ள ஒரு பாகம் கருவெனப்படும். (உருவம் 68–ஐக் காண்க.)

நீர் இலைகளை எவ்வாறு அடையும் ?

இரசாயனச் சேவைகளுள் நீரானது தனிச்சிறப்புடன் விளங்குதல்போன்று இரசாயன மூலகங்களுட் காபன் தனிச்சிறப்பு உடையது. இவ்வாறாகக் காபனாகிய மூலகம் காபோவைதரேற்று உணவுகளின் ஒருகூறாகும். எனினும் இவ்வுணவுப்பொருட்களில் ஐதரசனும் ஒட்சிசனும் உளவென்பதையும் இம்மூலகங்கள் இலையினுள்ளநீரிலிருந்து பெறப்படுமென்பதையும் மறக்காதீர். இந்நீர் மண்ணிலிருந்தே பெறப்படும். எனவே, மண்ணிலிருந்து நீர் இலையையடையுமாற்றைச் சிறிது படித்தல்வேண்டும்.

நூல் 1 அதிகாரம் 4 இல், வளரும் வேர்நுனிக்குச் சற்றே பின்னாக வளரும் வேர்மயிர்களாற் கனிப்பொருளுப்புக்கள் கரைந்துள்ள நீர் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுமெனவும், இந்நீர் தாவரத்தினது தண்டிற்குச் செலுத்தப்படுமெனவும் படித்தோம். தண்டிலிருந்து இந்நீரானது இலையுறிஞ்சலாலேயே மேலிழுக்கப்படும். இவ்வுண்மையைப் பின்வரும் பரிசோதனைகள் காட்டும்.

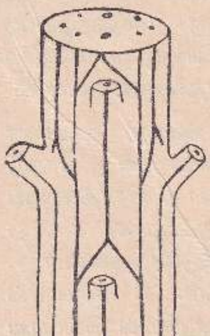
ஒரேவகையான காசித்தும்பைச் செடிகள் நான்கினை அல்லது தகவான அகலங்கொண்ட தட்டையிலைகளும், நெடிய தண்டுமுள்ள வேறு யாதுந் தாவரத்தை உபயோகித்து உருவம் 69–இற் காட்டியுள்ள பரிசோதனையை அமைக்க. ‘A’, ‘B’ குழாய்களில் இத்தாவரங்களை (பதனமாக, அகழ்ந்தெடுத்துக் கழுவியதற்பின்னர்) வேர்கள் நீருள் இருக்கத்தக்கவாறு, வைக்க. ‘B’ இன் அங்குரத்திலுள்ள இலைகள் வெட்டப்படும். ‘C’ குழாயில் வெட்டிய அங்குரம், இலைகளோடு வைக்கப்படும்; ‘D’ குழாயில் வெட்டிய அங்குரம், இலையின்றி வைக்கப்படும். இந்நான்கு குழாய்களையும் ஒரு தாளின்மீது, திறந்துள்ள பலகணிக்கு அணித்தாய் வைத்து, ஒவ்வொரு குழாயிலும் நீரின் உயரத்தைக் குறிக்க. 24 மணி அல்லது 48 மணி நேரங்கழித்து மட்டத்தை மீண்டுங் குறித்து, பெற்ற முடிவை விளக்குக. (எண்ணெய் எதன்பொருட்டெனக்கூறுக). இத்தகைய பரிசோதனைகள் காட்டுவது யாதெனில், வேர்கள், அல்லது வெட்டிய அங்குரங்கள்–அங்குரங்களில் இலைகள் இருந்தால்மட்டுமே–நியாயமானவளவு நீரை எடுக்கவல்லன

வென்பதே. இலைகளுக்கு ‘ நீர்வேட்கை’ உண்டுபோலும். எனவே, அவை தண்டிலிருந்து நீரை உறிஞ்சும்; தண்டும் முறையே வேர்களிலிருந்து அதனை உறிஞ்சும். வேர்களும் நீரை மண்ணிலிருந்து, அல்லது (இப்பரிசோதனையிற்போன்று) தாம்நின்ற கலத்திலிருந்து உட்கொள்ளும். இந்த இலையுறிஞ்சல் கீழ்முகமாக எவ்வாறு செலுத்தப்படுமென்பது ஈண்டு விளங்கப்படுத்த முடியாவகை சிக்கல் வாய்ந்ததாகும்.

சிலவகைகளில்–உதாரணமாக, காசித்தும்பையில்-வேரினால் நீரை உறிஞ்சுவித்து, இலைகள் யாவும் நீக்கப்பெற்ற, வெட்டிய தண்டினூடாக அந்நீரை உண்மையாகவே வெளிச் செலுத்தலாம். ஆயின், வேரமுக்கம் எனப்படும் இம்முறையானது, தாவரங்களெல்லாவற்றிலும் வாழ்க்கையின் மிகப் பரந்துளதா, முக்கியமானதா என்பது ஐயத்திற்கிடமாகும். ஆகவே, இதனைப் பற்றி இங்கு விரிவாகக் கூறல்வேண்டுவதில்லை. நீரானது பெரும்பான்மையாக உறிஞ்சப்படுவது இலைகளாலன்றி, வேர்களால் அன்று, – இக்கூற்று பெரும்பாலான பருவங்களுக்கும் பொருந்தும்.

தாவரத்தினூடாக நீர்செல்லும் பாதையை எவ்வாறு காட்டுவது.

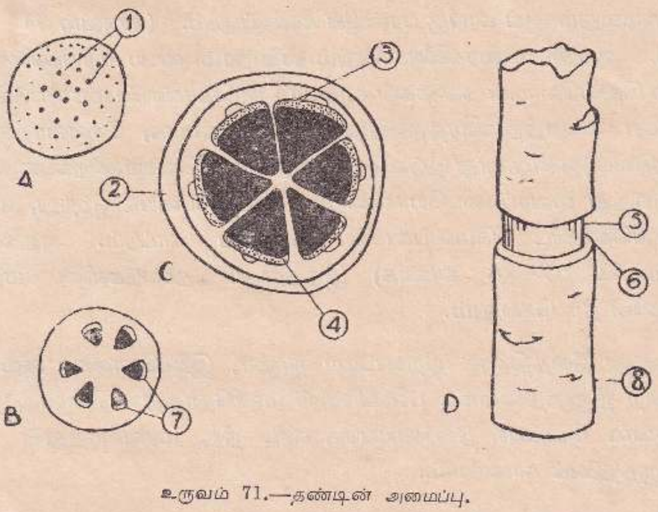
காசித்தும்பைபோன்ற இலைமிக்க, மரவைரச் செறிவற்ற இளந்தாவரமொன்றை, அதன்வேர்கள் ஐதான சிவந்த மைக்கரைசலுள் இருக்கத் தக்கவாறு பல மணிநேரம் வைத்தால், செந்நிறமானது பூக்களினும் இலைநரம்புகளினுந்தோன்றும். வேரினுந் தண்டினுமிருந்து மெல்லிய சீவல்குறுக்கே வெட்டி வெட்டி யெடுத்து வில்லையினாற் பரிசோதித்தால், நிறநீரானது திட்டமான பாதைகளின் வழியே சென்றிருத்தலை நாம் காணலாம். வேரில், நிறத்திரவமானது மையத்துள்ள உருளையொன்றினூடாகச் செல்லும்; தண்டிலோவெனில், தண்டின் வெளிப்புறத்துக்கு அணித்தாய், வளையொழுங்கில் அமைந்த நூல்போன்ற நார்களினூடாகச் செல்லும். நிறங்கொண்ட இப்பாகங்கள், வேரிலிருந்து தண்டுகளினூடாக இலைகளுக்கு நீரைக் கடத்தும் ஒடுக்கமான குழாய்களினுடைய நிலையைக் குறிப்பன. இக் கடத்துகுழாய்கள் பல நார்க்கட்டுக்களாக ஒருங்கு தொகுக்கப்பட்டிருக்கும். (இவை கலக்கட்டுக்கள், அல்லது கடத்துகட்டுக்கள் என அழைக்கப்படும்). ஒவ்வொரு கலனும் இருவகையான குழாய்களை, அல்லது கலன்களைக் கொண்டதெனப்



உருவம் 70.
ஒரு தண்டிற் கலக்கட்டு.

பின்னர்க் காண்போம்; இவ்விருவகைக் கலன்களும் வருமாறு: (அ) **மரவைரக்கலன்கள்**—இவை நீரையுங்கரைந்த அசேதனவுறுப்புக் களையுந் தாவரத்தின் எல்லாப் பாகங்களுக்குங் கொண்டு செல்வன. (ஆ) **உரியக்கலன்கள்**—இவை பதப்படுத்திய சேதனவுறுப்புணவினை இலைகளிலிருந்து தாவரத்தின் எல்லாப்பாகங்களுக்குங் கொண்டு செல்வன. இக்கலன் கட்டுக்கள் வேர் நுனியிலிருந்து இலைநுனிவரை, தாவரம் முழுவதும் ஒரே தொடர்ச்சியாய் உள.

காசித்தும்பையினது தண்டொன்றை இலையோடு வெட்டி, மெதிலீ நீலத்தின் தடித்த நீலநிறமானநீர்க் கரைசலுள்ளே தோய்த்தால், தண்டில் இக்கலன் கட்டுக்கள் இருப்பது மிக்க தெளிவாய்ப் புலப்படும்.



உருவம் 71.—தண்டின் அமைப்பு.

A = சோளத்தண்டின் குறுக்குவெட்டு (ஒருவிதையிலையி)
B = மரமில்லாத்தண்டின் குறுக்குவெட்டு (இருவிதையிலையி)
C = மாமுடைய இளந்தண்டின் குறுக்குவெட்டு (இருவிதையிலையி)
D = வளையமுள்ள மரமுள்ள தண்டுக்கிளையின் ஒரு பாகம் (இருவிதையிலையி)

1. கலக்கட்டு; 2. பட்டை; 3. உரியம்; 4. காழ்; 5. மரம்; 6. பட்டையும் உரியமும் நீக்கியது; 7. கலக்கட்டு; 8. பட்டை.

நீருந் தடித்த நீலச்சாயமும் வேரினூடாய்ப் புகுவதிலும் எளிதாகக் கட்டுக்களின் வெட்டுமுகங்களினூடாக விரைந்து மேற்செல்வதைக் காணலாம். (இத்தாவரத்தில் தண்டானது ஒளிபுகவிடுமியல்பினது). நேரஞ்செல,

சாயமானது கலன்கட்டுக்களினூடாகவே எப்போதுஞ் சென்று இலைகளை அடையும். (பூக்கள் உளவாயின் அவற்றையும் அடையும்). கலன்கட்டுக்கள் செல்லுதற்கு இடனாகவுள்ள, சற்றுப் புடைப்பான இலைப்பாகங்களே நரம்புகளாதல்காண்க. சாயம், இலைகளை அடைந்ததும் இரண்டு, அல்லது மூன்று திசைகளிலே தண்டைக் குறுக்கே வெட்டி இக்கட்டுக்களின் ஒழுங்குமுறையைக் கவனிக்க. உருவம் 70-இற் காட்டப்பட்டதுடன் அதனை ஒப்பிடுக.

காசித்தும்பைபோன்ற மரவைரமற்ற, வலைநரம்புடைய தாவரங்கள் பலவற்றில், கலன்கட்டுக்கள் உருளைவடிவாக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள. (உருவம் 71 'B'-ஐக்காண்க). புல்போன்ற சமாந்தரநரம்புள்ள தாவரங்களில் (உதாரணமாக, கரும்பிலுஞ் சோளத்திலும்) அவை எண்ணிக்கையிற் கூடியும் தண்டுமுழுவதும் ஆங் காங்கு பரவியுங் காணப்படும். (உருவம் 71 'A'-ஐக் காண்க). ஆயின், வைரக்கிளைகளிலும் வலைநரம்புடைய மரங்களின் கட்டைகளிலும் வெவ்வேறான கட்டுக்கள் வழியாக நீர்கொண்டுசெல்லப்படுவதில்லை. இத்தகைய கபிலநிறவைரத்தண்டின் (உதாரணமாக, செவ்வரத்தையின்) குறுக்குவெட்டுமுகமானது நடுவிலே மிருதுவான வெண்ணிறக்கிடையையும், அதனையடுத்து வைரப்படையொன்றையும் இப்படையைச்சூழ்ந்து, உரியமும் மரவுரியுங்கொண்ட மென்படையொன்றையுங் காட்டும். அதனைச்சுற்றி (உருவம் 71 'C'-ஐக் காண்க) இத்தகைய தண்டுகளின் மரவைரம் வழியாகவே நீர் செல்லும்.

மெதலீன் நீலத்தினால் நிறமூட்டிய நீருள், இலைகொண்ட வைரத்தண்டொன்றை நிறுத்திவைக்க. பன்னிரண்டு மணிநேரத்தின்பின்னர், தண்டை நீளப்பாடாக வெட்டுக. நீலச்சாயங்கொண்ட நீர், மரவைரத்துள் மட்டுமே சென்றிருத்தலைக் காணலாம்.

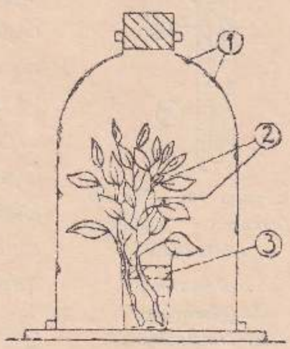
வைரத்தண்டின் வளையமிடுவதாலும் இவ்வுண்மையைக் காட்டலாம் (உருவம் 71 'D'-ஐக் காண்க). ஆமணக்குப்போன்ற வைரத்தாவரத்தினது தண்டினைச் சுற்றி மரவுரியையும் உரியத்தையும் வளையமாக, மரவைரம் வரை அகற்றிவிடினும், நீரானது தண்டினூடாக நெடுநேரந்தொடர்ந்து செல்லும்; இலைகளும் முன்போன்றே வாடாது உறுதியாக விளங்கும். மரத்தினூடாகவே நீர் சென்றுளதென்பதையும் உரியத்தினூடாக (இது வளைந்துநீக்கப்பட்டது) செல்லவில்லையென்பதையும் இது காட்டும். சில வாரங்களுக்குப்பின்னர், தாவரம் இறந்துவிடும் – இறத்தல்நீரின்மையால் அன்று. அதற்குரிய காரணத்தைப் பின்னர் விளக்குவோம். நான்காம் நூலில் தாவரங்களின் உள்ளமைப்புப் பற்றி மேலும் விரிவாகப் படிப்போம்.

ஆவியுயிர்ப்பு

மேல் விவரித்த பரிசோதனைகள் இலையுள்ள அங்குரங்களானவை கலன் கட்டுக்களின் வைரக்கலன்களூடாகவே நீரை மேலுறிஞ்சுமெனக் காட்டும். இவ்வாறு ஒரு தாவரத்துள் மேனோக்கிச் செல்லும் நீர்த்தாரையே ஆவியுயிர்ப்புத் தாரைஎனப்படும். இந்நீர் எங்கே செல்கின்றது? இலைகளுக்கு இத்தகைய 'நீர்வேட்கை' உண்டாவது ஏன்?

இவ்வத்தியாயத்தின் முற்கூற்றில் இலைகளுட் செல்லும் நீரில் ஒருபகுதி காபோவைதரேற்றுக்களை ஆக்குதற்குப் பயன்படுத்தப்படுமெனக் காட்டினோம். ஆயின், ஆவியுயிர்ப்புத் தாரை வழி இலைக்குட்செல்லும் நீரின் மொத்தத்தொகையொடு இவ்வாறு பயன்படுத்தப்படும் நீரினது தொகையை ஒப்பிடின், பின்னையது மிகச் சொற்பமாகும். இந்நீரின் மீதிப்பாகம் இலையகத்துத் தங்குவதில்லை; ஆயின், சூழ்ந்திருக்குங் காற்றில் நீராவியாக அது இழக்கப்படும். இலைகளிலிருந்து இவ்வாறு நீர் இழக்கப்படுதல் **ஆவியுயிர்ப்பு** எனப்படும்.

நீராவிப்போக்கின்போது நீர் இலையின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஆவியாகுவதில்லை; இம்மேற்பரப்பானது நீர்புகாப்புறத்தோலினால் மூடப்பட்டுளதென்பதும், இப்புறத்தோல் ஆயிரக்கணக்கான நுண்ணிய வாய்களை உடையதென்பதும் உமக்கு நினைவிருக்கலாம். இலையகத்துள்ள நீரானது ஈரமான கலன்களிலிருந்து இலையின் உட்புறத்திலுள்ள காற்றுவெளிகளுக்குள் ஆவியாகிச் செல்லும்; சென்று இலைவாய்களின் வழியாக வெளிப்புறத்துள்ள ஈரங்குறைந்த காற்றுட் சென்றுவிடும்.



உருவம் 72. ஆவியுயிர்ப்பு.

1. நீர்த்துளி;
2. இலையரும்பு;
3. எண்ணெய்ப்படை.

இலைகள் எவ்வாறு நீராவியை வெளிவிடும்?

இலைகள் நீராவியைவெளிவிடுமெனக் காட்டல் எளிதாகும். நீர்கொண்ட முகவையொன்றுள் இலைகளுள்ள அங்குரங்கள் சிலவற்றை வைத்து, ஆவியாதலைத் தடுத்தற்பொருட்டு அந்நீரின் மேற்பரப்பில் மெல்லிய எண்ணெய்ப் படலத்தைப் பரவுக. பின்னர், ஈரமில் மணிச்சாடியொன்றினால் முகவையையும் இலைகளையும் உருவம் 72-இற் காட்டியாங்கு, மூடுக. ஒருசாமம் இவ்வாறு வைத்தபின், சாடியின்

உட்புறத்தில் நீர்த்துளிகள் தோன்றும். ஆவியுயிர்க்கும் இலைகளே இந்நீரை வெளியிட்டிருத்தல் வேண்டுமென்பது ஒருதலை. பெரும்பான்மையான இலைகள் இவ்வாறு ஆவியுயிர்ப்பின் காரணமாகப் பெருந்தொகையான நீரை வெளிவிடும்.

உருவம் 73. நீராவிப் போக்கை அளக்கும் பரிசோதனை.

1. விற்றராசு;
2. இலையரும்பு;
3. எண்ணெய்;
4. நீர்.

ஆவியுயிர்ப்பின்போது வெவ்வேறு நிலைமைகளில் வெளிவிடப்படும் நீரினது தொகையை எவ்வாறு அளப்பதென்பது.

இயன்றவரை ஒரே வயதும் பருமனும் ஒரே அளவான மொத்த இலைப்பரப்புங்கொண்ட, அங்குரங்கள் இலையின் மேற்பரப்பின் ஆறினை இலைகளோடு எடுக்க. அரைப்பாகமளவிற்கு நீர்நிறைந்த சோதனைக் குழாய்கள் ஆறினுள் அவற்றை இடுக: (உருவம் 73–ஐக் காண்க). நீர் ஆவியாதலைத் தடுப்பதற்கு ஒவ்வொரு குழாயினுமுள்ள நீரின் மேற்பரப்பில் மெல்லிய எண்ணெய்ப்படலத்தைப் பெய்க. பின்னர், ஒவ்வொரு குழாயையும் அங்குரத்தையும் நுட்பமான விற்றராசில் நிறுத்து, ஒவ்வொன்றினதும் நிறையை அடியிற் பதிக. ஒரு சோதனைக் குழாயை அங்குரத்தொடு துலக்கமான சூரியவொளியில் வைக்க. பிறிதொன்றை இருளில் (அலுமாரியொன்றில்) வைக்க. வேறொன்றைக் கடுங்காற்றில் வைக்க. (வேண்டியவிடத்து, மின்விசிறியை உபயோகிக்க). மற்றொன்றை அமைதியான காற்றிலும் பிறிதொன்றை (உருகிய கல்சியங்குளோரைட்டுள்ள கிண்ணமொன்றைக்கொண்ட மணிச்சாடிக்கடியில்) ஈரமில்காற்றிலும் வைக்க. ஆறுவது குழாயை ஈரலிப்பான காற்றில் (நீர்கொண்ட தொட்டியுள் நிறுத்திய மணிச்சாடியின் கீழ்) வைக்க. சிலமணி நேரத்தின்பின் ஒவ்வொரு குழாயையும் அங்குரத்தோடு நிறுக்க. ஆறு குழாய்களும் நிறையிற்குறைந்து காணப்படும்; ஆயின், ஒவ்வொன்றிலும் ஏற்பட்ட நிறைக்குறைவு வேறுபடும். சோதனைக்குழாய்களிலிருந்து நீர் இழக்கப்படுதற்கான ஒரேயொரு வழி இலைகளிலிருந்து நீர் ஆவியாதலே – எனின், ஆவியுயிர்ப்பே – ஆகும். எனவே ஒவ்வொரு வகையிலும் இழக்கப்பட்ட நிறை ஆவியுயிர்ப்பினால் இழக்கப்பட்ட நீரின் அளவாயது.

	ஒளி	இருள்	காற்று	அமைதியான காற்று	ஈரமில் காற்று	ஈரலிப்பான காற்று
முதல்நிறை						
இறுதிநிறை						
இழக்கப்பட்டநீர்						

இந்த ஆறு பரிசோதனைகளும் வெவ்வேறு நிலைமைகளில் ஆவியுயிர்ப்பின் வீதம் எங்ஙனம் வேறுபடுமென்பதைக் காட்டுவன. (அ) கடுமையான சூரிய வொளியிலும் (ஆ) கடுங்காற்றிலும் (இ) ஈரமில் காற்றிலும் (ஈ) உயர்ந்த வெப்பநிலைகளிலும் ('ஈ'-ஐக் காட்டுதற்கு நாம் பரிசோதனை யொன்றுஞ் செய்யவில்லையென்பதைக் குறிப்பிடல்வேண்டும்). ஆவியுயிர்ப்பின் வீதங்கூடும். சூரியவொளியிலும் நிகழும் வெப்பங்கொண்ட ஈரமில்லா, அசையுங் காற்றிலும் ஆவியுயிர்ப்பு மிக்கவிரைவாய் நிகழும். இருளில் ஆவியுயிர்ப்பு விரைவுகுன்றும்; குளிர்ச்சியும் ஈரத்தன்மையுங்கொண்ட, அமைதியான காற்றில் அது பெரும்பான்மையும் நின்றுவிடும். பிறிதொரு வகையாய்க்கூறுவதாயின், ஒரு சுனையின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஆவியாதல் போன்று, காற்றின் உலர்த்தும் வலுமிக ஆவியுயிர்ப்பும் மிகுமென்க.

தாவரத்திற்கு நீரின் முக்கியத்துவம் யாது ?

மிக்க சிறப்பான ஒரு வகையில், தாவரங்கட்கு நீர் மிக முக்கியமானது. உயிருள்ள தாவரக்கலங்களை அது பொருமச் செய்து, அவற்றை விறைப்புடையனவாக, அல்லது வீக்கமுடையனவாகச் செய்யும். பச்சைத்தண்டுகள், இலைகள், பூக்கள் போன்ற, மென்மையான, வைரமற்ற தாவரப்பாகங்கள் யாவும், அவற்றின் கலச்சாற்றினுடைய அமுக்கத்தினுல் வீங்கிய நிலையில் வைக்கப்படும். நீர் வழங்கல் அற்றுப்போனவுடன், (உதாரணமாக, பலநாட்களுக்குப் பூந்தாழியிலுள்ள இளந் தாவரத்திற்கு நீர் ஊற்றுதுவிடின் இந்நிலை ஏற்படும்) இந்த வீக்கம் இழக்கப்படும்; தாவரம் வாடும். வாடுதல் கடுமையானுல், அல்லது நீடித்தால், தாவரம் இறந்துவிடும். பொதுவான நிலைமைகளில் வீக்கமுள்ள தாவரத்தினின்றும் இழக்கப்படும் நீரினது தொகை, அதனுல் உட்கொள்ளப்படும் நீரினது தொகைக்குச் சமனுகும். சமனுகவே, 'நீர்ச்சமநிலை' யெனப்படுவது மாருதிருக்கும் என நாம் ஒருவாறு கூறலாம். (எங்கள் வருமானமுஞ் செலவுஞ் சமனுக உளபோது, வங்கி நிலுவையும் மாருதிருப்பதுபோன்றதே இந்நிலை).

ஆவியுயிர்ப்பினுலே தாவரத்திற்கு யாதும் பயனுண்டா ?

தாவரங்களினின்றும் நீராவி இழக்கப்படுதல் பயனற்ற நிகழ்ச்சியாகும். மேலும், வேரிலிருந்து இலைகளுக்கு விரைந்து செல்லுமொரு நீர்த்தாரையினுல் யாதும் பயனுண்டெனப்தும் ஐயத்திற்கு இடமானது. இலைகளின்

கலங்களிலிருந்து நீரானது ஆவியாதலால், அவ்விலைகள் குளிர்ச்சியான நிலையினை அடையுமெனச் சிலர்குறிப்பர். நீரானது திரவநிலையிலிருந்து ஆவியாக மாறும்போது, அந்நீரிலிருந்தும் அதன் சூழலிலிருந்தும் வெப்பம் நீக்கப்படும். நீர்கொள்ளற்கான இரட்டுநீர்ப்பையிலும் நுண்டுளைப் பானையிலும் இவ்வுண்மை பற்றிய நம்அறிவு பயன்படுத்தப்பட்டுளது. அவையிரண்டும் ஆவியாதல் மூலமாகக் குளிர்ச்சியாக்கப்படும். இளஞ்சூட்டிரத்தமுடைய விலங்குகளுந் தம் உடல்வெப்பநிலையை இவ்வாறே ஒழுங்காக்கும். சூடான நாட்களில் விலங்கின் வியர்ச்சுரப்பிகள் ஐதான உப்புக்கரைசலொன்றை (வியர்வை) தோலின்மீது துளிக்கும். அப்போது, காற்று ஈரளவிற்கு ஈர மற்றதாயிருப்பின், இவ்வியர் ஆவியாக, உடலுங் குளிர்ச்சியடையும்.

தாவரங்களின் இலைகள், பெரும்பாலும் சூடான வெயிலின் முழுத் தாக்கத்திற்கு உட்படுவன. இலையொன்றில் விழும் ஒளிச்சத்தியிற் சிறிதளவான விகிதசமமே ஒளித்தொகுப்பிற்கு உபயோகிக்கப்படும். அவ்வொளிச் சத்தியின் கூடிய விகிதசமம் இலைகளால் உறிஞ்சப்பட்டு வெப்பச்சத்தியாக மாற்றப்படும்; மாற்றப்படவே, இலையின் வெப்பநிலை உயர்த்தப்படும். ஆயின், மெல்லிய பச்சையிலைகள் ஒருபோதுங் கடுஞ் சூடாவதில்லை. ஆகின், அவை பட்டுவிடும்; எனெனில் 50° ச.அ.இற்கும் 60° ச.அ.இற்கும் இடைப்பட்ட வெப்ப நிலைகளில், முதலுரு பெரும்பாலும் இறந்துவிடுமென்க. கதிர் வீசல் மேற்காவுகை கடத்துதலாகிய பௌதிகமுறைகளினாலும் (இம்முறைகள் பற்றிப் பின்னர் மூன்றும் நாலிற் படிப்போம்) ஆவியுயிர்ப்பினாலும் வெப்பத்தை இழக்கின்றபடியால் அவை குளிர்நிலையில் உள்ளன. இக்குளிர்ச்சியாக்கல் முறையில் ஆவியுயிர்ப்பானது அத்துணை முக்கியமான தன்றெனப் பரிசோதனைகள் காட்டும். ஆவியுயிர்ப்பு அபாயமாதலுங் கூடும். எனெனில், இலைகள் பெரும்பாலும், உயர்ந்த வெப்பநிலைகளாலன்றி, நீரின்மையாலேயே இறந்துவிடலாமென்க. சூடான வறண்ட பாலைநிலங்களில் வளருகின்ற, சதையுள்ள தாவரங்கள் பல, கடுவெயில் படத்தக்கவாறு வெளிப்படவுள்ளன; இவை மெதுவாக ஆவியுயிர்ப்பனவாயினும், உயர்ந்த வெப்பநிலைகளாற் பெரும்பாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை—இவ்வுண்மையும் இங்குக் கவனிக்கத்தக்கது.

தாவரத்தின் பலபாகங்களுக்குக் கனிப்பொருளுப்பு, வெல்லம்போன்ற பதார்த்தங்களைக்கொண்டுசெல்லுவதற்கு ஆவியுயிர்ப்பானது பயன்படல் கூடும்; எனினும், ஆவியுயிர்ப்பு தாவரங்களுக்குத் தீதெனவும், சிறப்பாக, வறண்ட காலநிலைக்கண், பெருங் கேட்டிற்கு இடனுகுமெனவும் விஞ்ஞானிகள் பலர்தற்போது கருதுகின்றனர். ஆவியுயிர்ப்பின் காரணமாக உண்மையாக இழக்கற்பாலதாய நீரினது தொகை சிறிதன்று; பெரிதே. பூந்தாழியில் வளர்த்த தாவரங்களை இடையிடையே நிறுத்துப் பரிசோதனைகள் செய்ததின் பயனுக, தனியொரு சோளப்பயிரானது, வளர்பருவத்தில், 45 கலனளவான

நீரையும் இழத்தல்கூடுமென அறியப்பட்டது. இவ்வழி, சராசரியான விளைச்சல்கொண்ட ஓரேக்கர் சோளமானது பருவமொன்றில் 1,300 தொன்னளவான நீரை இழந்துவிடலாம் — இத்தொகை அதே நிலப்பரப்பில் 11 அங்குல மழைக்குச் சமனாகும் — இத்தகைய தாவரங்கள், ஓராண்டின் மிகக்கூடிய வெப்பக்காலங்களில், நாளொன்றுக்குத் தம் நிறையின் இரு மடங்கான நீரை இழத்தலுண்டு.

ஒரு காரணமுமில்லாது தாவரங்கள் எதற்காக இவ்வளவு நீரையும் இழக்கின்றனவென நீங்கள் வியத்தல்கூடும். இதுவரை நாம் அறிந்தவற்றிலிருந்து இவ்வினாவிற்குரிய விடையாதெனில், தாவரங்கள் நீரை இழக்காதிருத்தல் முடியாதென்பதே. ஒளித்தொகுப்பினைத் தாவரங்கள் செவ்வனே செய்தல்வேண்டுமாயின், அவை காற்றும் பிரகாசமான சூரியவொளியும் படத்தக்கவாறு இருத்தல்வேண்டும்; இன்னும், அவை காற்றிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டை உபயோகிக்கக் காபனீரொட்சைட்டு இலைக்குட் புகுதல் முடியுமாயின் நீராவி வெளிச்செல்லலும் முடியும். இலைக்கலங்கள் ஈரமான கலச்சுவர்களை உடையவாதலின், சூரியவொளியில் வெளிப்படவிருக்கும் இலையொன்று ஆவியாதலினாலும் இலைத்தோலின் நுண்டுளைகளினூடாக நீராவி வெளிச்செல்லுவதனாலும் நீரை இழத்தல் வேண்டும். தாவரங் காற்றிலிருந்து காபனீரொட்சைட்டைப் பெறக்கூடியதாய் உள்ளவரை நீரை இழத்தலையுந் தவிர்த்தல்முடியாது.

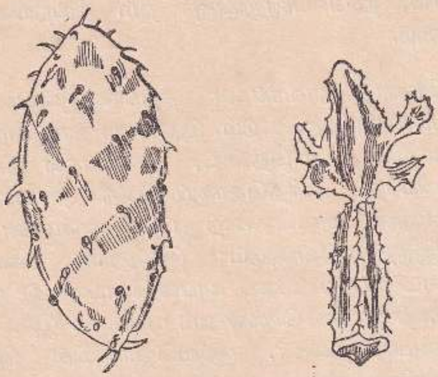
சில தாவரங்கள் நீர் நட்டமாதலை எவ்வாறு குறைக்குமென்பது.

பெருந்தொகை நீரை இழத்தலாகிய அபாயத்தைத் தவிர்ப்பதில் தாவரங்கள் முற்றாக வலியற்றனவன்று. இலைவாய்களைச் சூழந்துள்ள காவற்கலங்கள் அசைவுற்று அவ்வாய்களை மூடத்தக்கவாறு அமைந்துள்ளன. தாவரம் மிக்க நீரை இழந்து (மிக்கசூடான, வறண்ட நாளின் நண்பகலின் பிற்கூற்றிற்போன்று) வாடத்தொடங்கும்போது இவை பெரும்பாலும் மூடிக்கொள்ளும். இலைவாய்கள் மூடியதும் இலையானது அதன் புறத்தோல் வாயிலாகவே நீரை இழத்தல்முடியும். இப்புறத்தோல் (வறண்டகால நிலைகளில் வளரத்தக்க தாவரங்களிற் பொதுவாக இருப்பதுபோன்று) தடிப்பாக இருப்பின், அதனூடாக நீர்புகுதல் அரிது.

வறட்சிதாங்குந் தாவரங்கள்.

மெல்லிய, அகண்ட, தட்டையான, இலைகளுடைய, பயிரிடப்படுந் தாவரங்களையே நாம் இதுவரை உதாரணங்களாகக்கொண்டு கற்றோம். இத்தாவரங்களுட் பல உயர்ந்த மழைவீழ்ச்சியுள்ள நாடுகளிலே வளர்வன. இத்தகைய தாவரங்களை வறண்ட சூழ்நிலைகளிற் பொதுவாகக் காணல்முடியாது. இத்தகைய சூழ்நிலைகளுக்குரிய தாவரங்களின் இலைகள் உரப்பாக, அல்லது

தோல்போன்று தடித்து இருக்கும்; அன்றேல், சிறுத்து, ஒடுங்கி, ஊசிபோன்றனவாக, அல்லது சுருளாக இருக்கும்; அல்லது, மிகத்தடித்துச் சதையிலையாகவோ, சாற்றிலையாகவோ காணப்படும். (உருவம் 74-ஐக் காண்க.) இத்தகைய தாவரங்கள் வறட்சி தாங்குந் தாவரங்களென அழைக்கப்படும்.



உருவம் 14. கள்ளித் தண்டுகள்.

மெல்லிலைகொண்ட தோட்டத்தாவரங்களுக்குச் சூடான, வறண்ட வானிலைக்கண் நீர் ஊற்றுவிடின், அவை வாடுவதோடு அமையாது இறந்துவிடலுங்கூடும். இதற்குக் காரணம் யாதெனில், இலைவாய்கள் மூடியுளபோதும், அவற்றின் மெல்லிய புறத்தோலினூடாக அவை சிறிதளவு நீரை இழக்கும்; இன்னும், நீர்ச்சமநிலையில் சிறிது குறைபாடு ஏற்படினும் அத்தாவரங்களின் முதலுரு பாதிக்கப்படுமளவிற்கு உணர்ச்சித்திறன்மிக்கதென்க.

ஆயின், வறட்சி தாங்குந் தாவரங்கள் மிக வறண்ட இயற்கைநிலைமைகளிலும் உயிர்பிழைக்கவல்லவை; அன்றியும், மிக வறண்ட மண்ணிலும், அரிதிற கிடைக்கும் அற்பமழைக்கும் அயலிலுள்ள பிற தாவரங்களோடு போட்டியிட வேண்டிநேரிடும் இடங்களிலும் அவை உயிர்பிழைக்கவல்லன. இத்தகைய நடத்தை, அல்லது, வறட்சி தாங்குதல் இரு காரணங்கள் பற்றி நிகழக்கூடியதாக இருக்கின்றது:

(1) இவற்றின் இலைவாய்கள் திறந்துளபோது, மெல்லிலைத் தாவரங்கள் போன்று மிக்க விரைவாக இவையும் ஆவியுயிர்த்தாலும், இவ்விலைவாய்கள் மூடியதும், தடித்த புறத்தோலானது மேற்கொண்டு நீர்யாதும் நட்டமாதலைத் தடுத்துவிடும்.

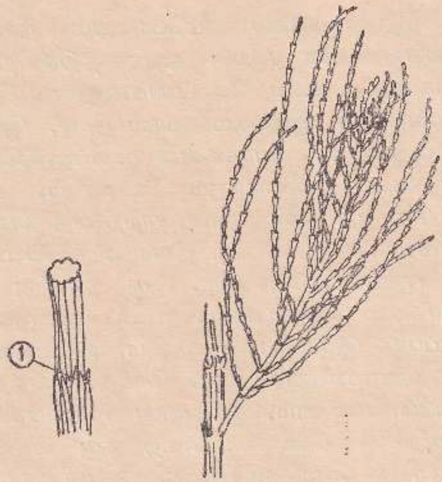
(2) இத்தாவரங்களில், நீர்ச்சமநிலை கடுமையாகக் குறைக்கப்படினும், இவற்றின் முதலுருவானது நீர்நட்டத்தினால் மிகப் பாதிக்கப்படாமையால், இவை இறந்துவிடுவதில்லை. தாவரவித்துக்களின் முதலுருவானது பெரிதும்

உலர்ந்துள்ள நிலைமைக்கண்ணும் ஊறுபடாது பிழைக்கவல்லது. வறட்சி தாங்குந் தாவரங்களின் முதலுரு முற்றாகக் காய்தலைத் தாங்கி உயிர்த்தலும் இத்தகையதே.

வறட்சிதாங்கும் இத்தாவரங்கள் எப்பொழுதும் நீரைச் சிக்கனமாய் உபயோகிப்பனவல்லவென்பதை இங்கு வற்புறுத்திக்கூறல்வேண்டும். ஈரலிப்பான நிலைமைகளில், எங்கள் தோட்டங்களிலுள்ள மெல்லிலையுடைய நொய்மையான தாவரங்கள் இழக்குமளவான நீரை, இவையும் இழக்கக் கூடியன. ஆயின், வறட்சி கடுமையாகவுள்ள காலங்களிலேயே மேற்குறித்த இசைவாக்கவமைப்புக்கள் முக்கியமாகும். எனினும், வறட்சி தாங்குந் தாவரங்களில் ஒரு தொகுதி—சதையுள்ள, சாற்றிலைத் தாவரங்கள், அல்லது கள்ளிபோன்ற தாவரங்கள்—உள்ளபடி நீரை அருகியே பயன்படுத்துமென்பதையும் இங்கே குறிப்பிடல்வேண்டும். ஒரு நாளின் கூடியபாகத்தில் அவற்றின் இலைவாய்கள் பெரும்பாலும் மூடப்பட்டேயிருக்கும்; அவற்றின் புறத்தோலுந் தடிப்பாக இருக்கும்; இன்னும், அவை தம்முடைய பெரிய சதையிலைகளிலுந் தண்டுகளிலும் நீரைச் சேமித்துவைத்தலும் இசைவாக்கத்திற்குப் பயன்படும். எனினும், இத்தகைய தாவரங்கள் பொதுமையில் மெதுவாகவே வளரும்; ஏனெனில், அவற்றுக்கு வழங்கப்படுங் காபனீரொட்சைட்டு மட்டான அளவினதென்க. கள்ளித்தாவரங்கள் நீரைச் சேமித்துவைத்தற்கேற்ற, தடிப்பான அகன்ற தண்டுகளையுங் கிளைகளையும் உடையன. இவற்றின் இலைகள் பெரும்பாலுங் கூரியங்கள் போன்றே காணப்படும். சிலவகைக்கள்ளித் தாவரங்கள் ஓராண்டுக்கு வேண்டிய நீரைத் தமது தடிப்பான தண்டுகளிற் சேமித்துவைக்கக்கூடியன. எனவே, நீரில்லாமையால் ஏனைத் தாவரங்கள் இறந்துவிடக்கூடிய இடங்களிலும் அவை வளரத்தக்கன. எனினும், கள்ளித் தாவரமொன்றிற்குப் போதுமான அளவு நீரை வழங்கின், சாதாரண இலைகளை அது வளர்க்கவல்லது. ஆவியுயிர்ப்பைக் குறைக்கத்தக்க சிறிய இலைகளைக்கொண்ட தாவரத்திற்குக் கசுவாரினு (சவுக்கு) ஒரு சிறந்த உதாரணமாகும்—இதன் இலைகள் சிறிய செதில்களாகக் குறுகியிருக்க, இலைவாய்கள் தவாளிப்புக்களில் ஆழ்ந்திருக்கும். கசுவாரினுவின் இலைகள்போலத் தோன்றுவன உண்மையாக அதன் கிளைகளே ஆகும்—கைவில்லைகொண்டு நுணுகிப் பரிசோதித்தால் இவ்வுண்மை விளங்கும். சில தாவரங்கள், ஈரமில் காற்றில் வெளிப்படவிருக்கும் இலைப்பரப்பைக் குறைத்தற்பொருட்டுத் தம் இலைகளைச் சுருட்டிக்கொள்ளும். உதாரணமாக, வறண்ட, சூடான வானிலைக்கண், கரும்பு தன் இலைகளைச் சுருட்டும். இளம் வாழையிலைகளும் கலடியமிலைகளும் (காட்டுச்சேம்பு) முதிர்ந்த இலைகளுக்குள் சுருட்டப்படுவதால் வெளிப்படவிருக்கும் இலைப் பரப்புக் குறைக்கப்படும்.

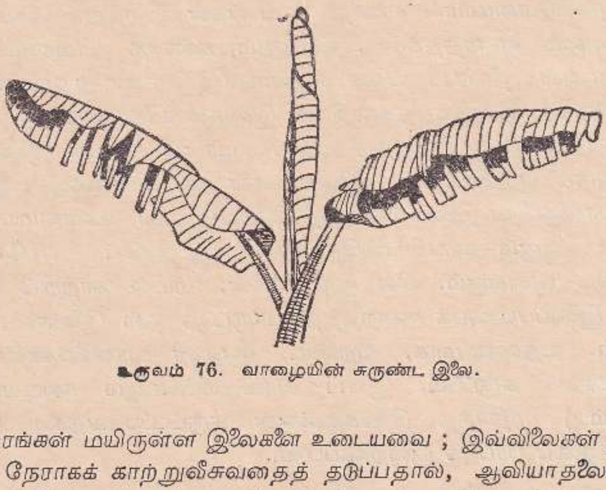
மா, குரோட்டன், இறப்பர், அலரி ஆகியவற்றின் முதிர்ந்த இலைகள் யாவும், ஆழப்பதிந்த இலைவாய்கள் பொருந்திய தடிப்பான புறத்தோல்

களையுடையவை ; இவ்வாறு அமைந்திருப்பது ஆவியுயிர்ப்பைக் குறைக்கும். கள்ளி, கற்றாழை, யுக்கா ஆகியவற்றின் பசும்பாகங்களில் மிக்க தடிப்பான, உரத்த தோல்கள் உள.



உருவம் 75. சவுக்கு.

1. இலைகள்.



உருவம் 76. வாழையின் சுருண்ட இலை.

சிலதாவரங்கள் மயிருள்ள இலைகளை உடையவை ; இவ்விலைகள் இலைவாய் களின்மீது நேராகக் காற்றுவீசுவதைத் தடுப்பதால், ஆவியாதலைக் குறைக் கும். இவற்றிற்கு உதாரணம் செரேனியமும் சர்க்கரைக்கொம்மட்டியும் ஆகும்.

சில தாவரங்களின் இலை மேற்பரப்பிற் பனித்தூவல் படிந்திருப்பது போலத் தோன்றும் ; துடைத்தால் அது மறைந்துவிடும். இத்தோற்றத்திற்குக் காரணம் யாதெனில் இலையிலிருந்து நீர் இழக்கப்படுதலைக் குறைத்தற்கான மெல்லிய மெழுகுப் படையொன்று இருக்கின்றமையே. இத்தகைய இலைகளுக்கு உதாரணங்களாவன, கலடியமும் (காட்டுச் சேம்பு), கிரினமும் (விடமூங்கில்) அலரியும் அலமந்தாவுமே.

இலைகள் குத்தான நிலையில் ஏந்தப்படின், ஞாயிற்றுக் கதிர்களின் முழுத் தாக்கத்தினின்றுங் காக்கப்படும் ; இவ்வழி, ஆவியுயிம்பின் விரைவு குறையும். இம்முறைப்படி, பப்பாளி தன் இலைகளை வெயில் மிக்க வேளையிலே திருப்பும். மாந்தளிர்களும் கொக்கோவின் இளந்தளிர்களும் நிலைக் குத்தாக ஏந்தப்படும்.

தாவரங்களிற் சுவாசம்

உயிருள்ளன யாவும் உண்டு சுவாசித்து வளர்பவையென முதலாம் நூலில் கற்றோம் ; இப்பொழுது தாவரங்களும் (விலங்குகள் போன்று,) சுவாசிப்பன வென்பதைப் பரிசோதனையினுற் காட்டுவோம். அதாவது அவையும் ஒட்சிசனைக் காற்றிலிருந்து உட்கொண்டு காபனீரொட்சைட்டையும் நீராவியையும் வெளியிடுமென்பதே. ஒளித்தொகுப்பில்,

காபனீரொட்சைட்டு + நீர் + சத்தி → காபோவைதரேற்றுக்கள் + ஒட்சிசன்

என்பதைக் கண்டோம் ; எனவே, தாழுண்டாதற்கான காபனீரொட்சைட்டு, நீர் என்பனவற்றிலுங் கூடிய சத்தியைக் காபோவைதரேற்றுக்கள் கொண்டவை. எல்லாத் தாவர வளர்ச்சிக்கும் அசைவிற்கும் சத்தி வேண்டப்படும் ; தாவரம், அதன் சத்தியை ஒட்சியேற்றல்மூலமாக விடுக்கும். மேலும் சீனியும் மாப்பொருளும் பிற தாவரப்பொருட்களுங் காற்றில் எரியும் போது, வெப்பச்சத்தி விடுக்கப்படுமெனவும் கண்டோம். உதாரணமாக,

வெல்லம் + ஒட்சிசன் → காபனீரொட்சைட்டு + நீர் + சத்தி
(வெப்பமும் ஒளியும்)

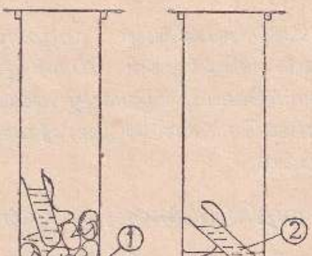
எனினும், தாவரங்களும் விலங்குகளும் தாழ்ந்த வெப்ப நிலையிலுந் தம் உணவுப் பொருளை, சுவாலை கொண்டு விரைவாக எரித்தல் இன்றி, ஒட்சியேற்றி அதன் மாட்டுள்ள இரசாயனச் சத்தியை விடுக்கவல்லன. மெல்லென ஒட்சியேற்றலாகிய இச்செய்முறை சுவாசம் எனப்படும். ஒளித்தொகுப்பு ஒழிந்து (தாவரத்தின்) வினைத்தொழிற்பாடுகள் யாவற்றுக்கும் வேண்டப்படுஞ் சத்தியை இச்செய்முறை வழங்கும்.

சுவாசித்தலெனும் பதம், மூச்சுவிடல் என்பதற்குரிய பிறிதொரு சொல்லாகாது என்பதை நினைவிற் கொள்ளல் அவசியமாகும். மூச்சுவிடல் என்பது உயிருள்ள பொருட்களும் வளிமண்டலமுந் தம்மிடையே ஒட்சிசனையுங்

காபனீரொட்சைட்டையும் மாற்றிக்கொள்வதையே குறிக்கும் ; ஆயின், சுவா சித்தல் என்பது தாவரத்தின் (அல்லது விலங்கின் உபயோகத்திற்காக, உணவை ஒட்சியேற்றலுஞ் சத்தியை விடுத்தலுமாகிய முழுச்செய்முறையை யுங் குறிக்கும்.

தாவரத்தின் எல்லாப் பாகங்களுஞ் சுவாசிக்குமென்பதை எவ்வாறு காட்டுவது.

ஆறு வாயுச்சாடிகளை எடுத்து, ஒவ்வொன்றிலும் $\frac{1}{4}$ அங். ஆழத் திற்குச் சிறிதளவாக நீரைப் பெய்க. (உருவம் 77-ஐக் காண்க). பின்னர், முதல் ஐந்து சாடிக்குள்ளும் உயிருடைத் தாவரப் பாகங்களைப் பின்வருமாறு இடுக. (1) அரும்புகின்ற (ஊறவைத்த) வித்துக்கள் (2) அலரும் பூக்கள் (3) பழுக்கும் பழங்கள் (4) நிலக்கீழ்ப்பாகங்கள் (உதாரணமாக, சிறிய உருளைக் கிழங்குகள்) (5) இலையுள்ள அங்குரங்கள். ஒவ்வொரு சாடியிலும் மூன்றிலொரு பாகத்தை நிரப்புதற்குப் போதிய தாவரப்பொருட் களை இடுக. ஆறுவது சாடியில், தாவரப் பொருள் யாதும் இடப்படுவதில்லை ; அது **ஆட்சிப் பரிசோதனைக்காகப்** பயன்படும். இனி தெளிந்த சுண்ணும்பு நீர் சிறிதள வைக்கொண்ட, குட்டையான, அகன்ற சோதனைக் குழாய்கள், சாடிக்கொன்றாக, ஆறுசாடிக்குள்ளும் வைக்கப்படும்; எளி திற் கையாளுதற்காக, குழாய்களொவ் வொன்றிலும் ஒரு துண்டுநூல் கட்டப் படும். சாடிகள் யாவும் (சாடிகளுக்குட் காற்றுப் புகாவகை தடுத்தற்காக வசிலின் பூசப்பெற்ற) வாயுச்சாடி மூடி களால் மூடப்படும். தாவரத்தின் **பசும்** பாகங்களைக்கொண்ட சாடிகள் (ஒளித்தொகுப்பு நிகழாவண்ணம்) இருட்டான அலுமாரிக்குள் வைக்கப் படும். பல மணிநேரத்துக்குப் பின்னர், சாடிகள் பரிசோதிக்கப்படும்போது, முதல் ஐந்து சாடிகளிலுள்ள சுண்ணும்புநீர் சோக்குமயமாய் மாறியிருத் தலைக் காணலாம்; இவ்வழி, காபனீரொட்சைட்டு இருத்தல் புலப்படும். மேலும், இவ்வைந்து சாடிகளிலும் கொளுத்திய மெழுகுதிரியை வைத் தால், அது விரைவாக அணைந்து விடும். இதனுல் ஒட்சிசனிற் பெரும் பகுதியும்—அல்லது முழுவதும்—உபயோகமாகி விட்டதென்பதும் புலப்படும். ஆறுவது சாடியில் (ஆட்சிப் பரிசோதனைக்கு உரியது) சுண்ணும்புநீர் சோக்கு மயமாக மாறுவதில்லை, கொளுத்திய மெழுகுவர்த்தியுஞ் சிறிது நேரத்திற் குத் தொடர்ந்து எரியும். எனவே, தாவரப்பாகங்கள்யாவும் ஒட்சிசனை உட்கொண்டு காபனீரொட்சைட்டை வெளிவிட்டுள. அ-து, அவை சுவாசித் துளவென்பதே.



உருவம் 77. தாவரங்களிற் சுவாசம்.
1. நீர்;
2. சுண்ணும்புநீர்.

(ii) இனி, நாம் கொதிநீருக்குள் இட்டுக் கொல்லப்பட்ட, தாவரப்பாகங்களைக் கொண்டு பிறிதோர் ஆட்சிப் பரிசோதனையைச் செய்தல்வேண்டும். இறந்த தாவரப் பொருட்களோடு, சிதைவுறலையும் பூஞ்சண வளர்ச்சியையுந் தடுப்பதற்காக, ஒவ்வொரு சாடிக்குள்ளுஞ் சிலதுளி தைமோலை விட்டு (i) ஆவது பரிசோதனையை மீளச் செய்க. முதல் ஐந்து சாடியிலுமுள்ள காற்றின் அமைப்பில் இவ்விறந்த தாவரப்பாகங்கள் ஒருவித மாற்றத்தையும் உண்டாக்காததைக் கவனிக்க.

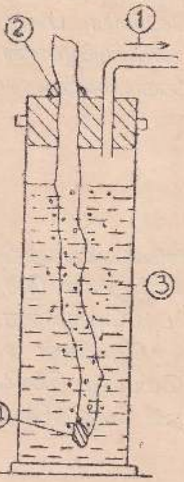
சூரியவொளிக்கண் பச்சையிலைகளில் முரணான இரு செய்முறைகள்—சுவாசமும் ஒளித்தொகுப்பும்—நிகழுமென்பதைத் தெளிவாய் அறிந்திருத்தல் மிக முக்கியமாகும். சுவாசித்தலின்போது இலைகள் ஒட்சிசனைப் பயன்படுத்தும்; காபனீரொட்சைட்டை உண்டாக்கும். ஒளித்தொகுப்பின்போது அவை காபனீரொட்சைட்டைப் பயன்படுத்தும், ஒட்சிசனை உண்டாக்கும். ஆயின், பிரகாசமான சூரியவொளியில் சுவாசித்தலிலும் மிக்க விரைவாக ஒளித்தொகுப்பு நிகழும். (சிலவேளை முப்பதுமடங்கு விரைவாகவும் நிகழும்). எனவே, இருளில் ஒளித்தொகுப்பு நின்றதன்பின்னரே பச்சையிலைகள் மூச்சுவிடுதலை நாம் கவனிக்கிறோம். உள்ளபடி, பச்சையிலைகளில் இரவும் பகலுமாகிய எந்நேரத்திலும் உயிருள்ள பொருட்கள் எவற்றிலும்போலச் சுவாசித்தல் நிகழும்.

தாவரங்கள் எவ்வாறு மூச்சுவிடுகின்றன ?

இலைகள் பூக்கள் இளமையான பச்சைத் தண்டுகளாகியவற்றில் இலைவாய்கள் உளவெனக் கண்டோம். ஆகவே, தோலிலுள்ள இந்நுண்டுளைகளினூடாக, தாவரத்தின் இப்பாகங்களில், மூச்சுவிடல் தொடர்ந்து நிகழும். இலையினகத்துந் தண்டினகத்தும் நுண்ணிய காற்றுவெளிகள் உளவென்பதைப் பக்கம் 119 இற்குரிய பரிசோதனையில் வெட்டிய இலைக்காம்பின் முனையிடத்து, இலைவாய்களினூடாக நாம் காற்றைச் செலுத்தியதிலிருந்து அறியலாம்.

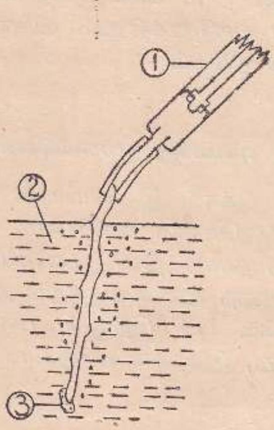
பசுமையற்ற, முதிர்ந்த தண்டுகளிலும் வேர்களிலும் இலைவாய்கள் இல்லை. ஆனால் அவற்றிற்குப் பதிலாகப் பட்டையில் தக்கை மணிகளாலே, தளர்வாய் அடைக்கப்பட்ட சிறிய துவாரங்கள் உள. இத்துவாரங்கள் பட்டைவாய்களெனப்படும். இவை இலைவாய்கள் போலல்லாது எப்பொழுதுந் திறந்துள்ளன. அலுற்றேபோன்ற சில தாவரங்களின் முதிர்ந்த அங்குரங்களில் இப்பட்டைவாய், கைவில்லையைத் தானும் உபயோகிக்காது, ஊனக்கண்ணாலேயே காணல்முடியும். புட்டித்தக்கையொன்றில், அத்தக்கையினது நீட்சிக்குச் செங்கோணமாய், நீண்ட பட்டைவாய்கள் செல்லுவதைக் காணலாம். இவ்வழி, அத்தக்கையானது காற்றுப்புகாத, சிறந்தவொரு அடைப்பாகப் பயன்படுகின்றது.

நிலத் தாவரங்களில், கலச்சுவரினகத்துள்ள நீரிற் கரைந்ததற்பின்னரே ஈரமான உக்கலச்சுவரினூடாக வாயுக்கள் செல்லல்வேண்டும். நீரின் மேற் பரப்பின்கீழ் வாழும் நீர்த்தாவரங்களில், இலைவாய்கள் இல்லை. சுவாசித்த லினால் (ஒளித்தொகுப்பினாலும்) உண்டாகும் வாயுப் பரிமாற்றம் இலைத் தோற் கலன்களுக்கும் (நிலத்தாவர இலையிலிருக்கும் வாயுபுகாப் புறத் தோல் இவற்றிற் பொதுவாக இருப்பதில்லை) தாவரம் வாழும் நீரிற்கு மிடையே நிகழும். அதாவது, இத்தாவரங்கள் சூழ்ந்துள்ள நீரிற் கரைந் துள்ள ஒட்சிசனையே பெற்று நீரிற்குக் காபனீரொட்சைட்டையும் வழங்கும். ஒளியில், பசுமையான நீர்த்தாவரம் ஒளித்தொகுப்பொடு சுவாசித்தலையும் நிகழ்த்தும். இவ்வழி தேறிய விளைவு யாதெனில், அது நீரிலிருந்து காபனீ ரொட்சைட்டை உட்கொண்டு, ஒட்சிசனை விடுக்கும். இவ்வொட்சிசன் பெரும் பாலும் கரைசலிலிருந்து வெளியேறி இலைகளின் மீது குமிழிகளாகத் தோன்றும்; மேற்பரப்பிற்கு அணித்தாய் ஒளி மிக்க துலக்கமாக உள்ள விடத்து தாவரத்தை மிதக்கச் செய்தற்கு இக்குமிழிகள் உதவும்.



உருவம் 78 'அ'. பட்டை வாய்களி னூடாகக்காற்று உறிஞ்சுதல்.

1. பம்பிக்கு; 2. மெழுகு; 3. நீர்; 4. மெழுகு.



உருவம் 78 'ஆ'. பட்டைவாய்களி னூடாகக் காற்றுச் செலுத்துதல்.

1. சைக்கிட்பம்பி; 2. நீர்; 3. மெழுகு.

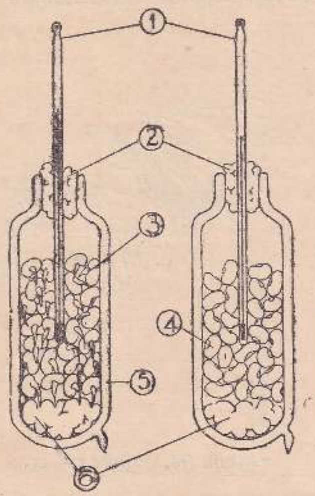
முதிர்ந்த தண்டுகளில் (அல்லது வேர்களில்) பட்டைவாய்கள் இருத்தலை எவ்வாறு காட்டுவது.

முதிர்ந்த, கபிலநிறத் தண்டொன்றினது துண்டை (உதாரணமாக, புளி யந்தண்டை) தக்கையினூடாகச் செலுத்திச் சாடிக்குள் இருக்கும் வெட்டப் பட்டமுனையை மெழுகினால் அடைத்து, உருவம் 78-இற் காட்டிய உபகரணத்தை

பயோகிக்க. சாடியை உறிஞ்சற்பம்பியுடன் இணைத்தால் (அல்லது, தண்டி னது திறந்துள்ளமுனையைச் சைக்கிட்பம்பியொன்றுடன் இணைத்தால்) தண் டின் மேற்பரப்பிற் பலவிடங்களிலிருந்து காற்றுக் குமிழிகள் வெளிவரும். காற்றுச் செல்லத்தக்க சிறிய துவாரங்கள் (படடைவாய்கள்) இருப்பதை இது காட்டும். ஆகவே, தாவரத்தின் உட்புறமெங்கணும் காற்றுவெளிகள் இருத் தலைக் காண்கிறோம். எனவே, இலைவாய்களினூடாகவும் பட்டைவாய்களி னூடாகவும் ஒட்சிசன் புகுந்து தாவரத்தின் எல்லாப்பாகங்களையும் அடையக் கூடியதாய் இருக்கின்றது; அப்பாகங்களில் அது சுவாசித்தற்குப்பயன்படுத் தப்படும். ஆங்கு, உண்டாகுங் காபனீரொட்சைட்டும் இப்பாதைவாயிலாகவே வளிமண்டலத்துட் செல்லும்.

சுவாசித்தலின்போது வெப்பம் வெளிவிடுக்கப்படுமென்பதை எவ்வாறு காட்டுவது.

நீர் இளைப்பாறும்போதிலும் ஓடித்திரியும்போது கூடிய விரைவுடன் மூச்சு விடுகின்றீர். ஏனெனில், மேலதிகமான சத்தியை வழங்குவதற்கு உமது உணவிற் கூடியபாகம் ஒட்சியேற்றப்படல் வேண்டுமென்பதே. இவ்வாறே ஒருதாவரம் விரைவாக வளரும்போது – உதாரணமாக, அரும்பும்போது – அதன் தொழிற்பாடு கூடியநிலையிலுள்ளது; எனவே, அதன் சுவாசம் விரைவாகும். விரைவாக, விடுக் கப்படுஞ் சத்தியிற் சிறிதளவு, வெப்பமாகத் தோன்றும். இதனைப் பின்வருமாறு காட்ட லாம். அரும்பும் வித்துக்கள் சிலவற்றை, வெற்றிடக்குடுவையொன்றுள், ஈரமான நொய்யின்மீது வைக்க; இதுபோன்ற வேறொரு குடுவையுள், கொதிக்கவைத்துக் கொல்லப்பட்டு பின்பு ஆறவைத்து எடுத்த அதே தொகையான வித்துக்களை இடுக. (ந. க. – இவ்விறந்த வித்துக்கள் சிதை வுறலைத் தடுப்பதற்குச் சிறிதளவு பினோல், அல்லது தைமோலை அவற்றில் இடுக.) ஒரு வெப்பமானியை அதன்குமிழ் வித்துக் களாற் சூழப்பட்டிருக்கும்வண்ணம், ஒவ்வொரு குடுவையிலும் வைக்க. பின், உருவம் 79–இற் காட்டியாங்கு குடுவையின் வாயை நொய்யினால் மூடுக. வெளிப்புறத்திலிருந்து, வெற்றிடக்குடு வைக்குள் யாது வெப்பமும் புகல்முடியாது; அதன் உட்புறத்து விடுக்கப்படும்



உருவம் 79. சுவாசத்தின்போது வெப்பம் விடுக்கப்படல்.

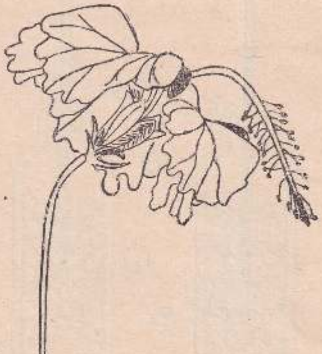
1. வெப்பமானிகள்; 2. நொய் யடைப்பு; 3. வளரும் வித்துக்கள்; 4. கொன்ற வித்துக்கள்; 5. வெற் றிடக் குடுவை; 6. ஈரநொய்.

வெப்பம்யாதும் வெளிச்செல்லவும் முடியாது. அடுத்த சில நாட்களுக்கு இடைக்கிடை, வெப்பானிகளை அளவீடுசெய்க. அரும்பும் விதைகள், இறந்த விதைகளிலும் ஓரிருபாகை வெப்பங்கூடியனவாக இருக்கக்காணலாம். இவ்வழி சுவாசத்தின்போது வெப்பம் வெளிவிடுக்கப்படுமென்பது புலனாகும்.

வளர்ச்சி மெதுவாக நிகழும்போது, சுவாசத்தின் விரைவுங் குறையும்; குறையவே, விடுக்கப்படும் வெப்பத்தின் அளவுங் குறைவாகும். இத்தகைய நிலைமைகளில் இவ்வெப்பமானது காற்றில் விரைவாக இழக்கப்படும்; தாவரமும் ஏறக்குறைய அதன் சூழலிலுள்ள வெப்பநிலையிலேயே இருக்கும்.

பூக்கள்

பெரும்பான்மையான தாவரங்கள், வளர்ச்சியின் ஆரம்பநிலைகளின்போது வேர்களையும் தண்டுகளையும் இலைகளையுமே வளர்க்கும். பின்னர், காலஞ் செல்ல அனவ வழக்கமாகப் பூமொட்டுக்களை வளர்க்கும். இவை பின்னர் பூக்களாய் மலரும். ஒரு பூநெடும் பொழுது நிலைத்திருக்க மாட்டாது. சிறிது பொழுது திறந்திருந்த பின்னஅப்பூவின் பெரும்பாகம் வாடிவிழும். எனினும், பூவின் ஒரு பாகம் பொதுவாக எஞ்சி நிற்கும். இப்பாகம் பருத்து, விதைகள் கொண்ட பழமாக முதிரும்.



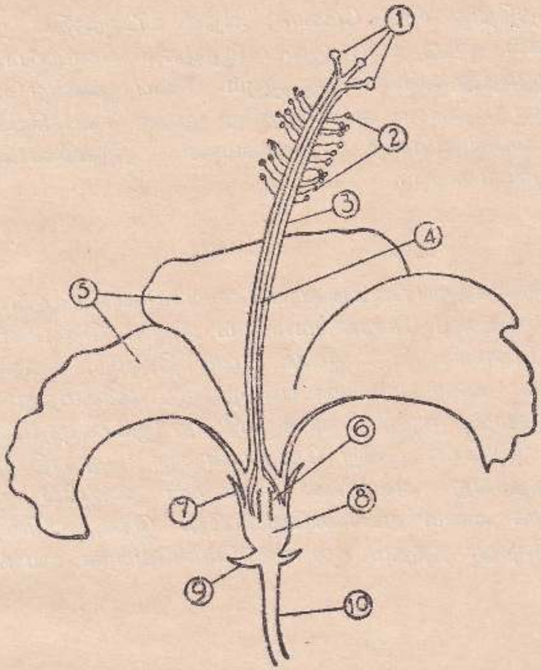
உருவம் 80. 'இபிக்கசு' பூ.

வேர், தண்டு, இலைகள் முதலியன பிரதானமாக உண்டல், வளர்தலென் பவற்றோடு சம்பந்தப்பட்டவை – பூவினது தொழில் இவற்றிலிருந்து முற்றாக வேறு பட்டது. பூவினது தனியொருதொழில் புதியதாவரங்களைப் பிறப்பித்தலே ஆகும்.

நாம் இப்பொழுது பொதுவாக பூவொன்றின் அமைப்பைப் பரிசோதித்து, அதன் வெவ்வேறு பாகங்களின் பெயர்களையும் அப்பாகங்களொவ்வொன் றும் ஆற்றுந் தொழிலையும் படிப்போம். எமது முதல் உதாரணமாக நாம் 'இபிக்கசு' பூ (செவ்வரத்தம்பூவை) கொள்வோம். அதனைக் கவனமாகக் கீறியாய்க: அதன் சிறிய பாகங்களை வரைவதற்கு முன்னர், கையில் வைத்துக் கொண்டு பரிசோதிக்க.

ஒரு பூவின் பாகங்கள்.

'இபிக்கசு 'பூ' பூக்காம்பொன்றினது நுனியில் வளரும். இக்காம்பு, இலையின் கக்கத்திலிருந்து வளர்வது. பூவெனப்படுவது பச்சையிலைகளை யன்றி, சிறப்புவகையான வேறு பாடெய்திய இலைகள் நான்கினைக் கொண்ட ஒரு குறுந்தண்டே ஆகும்.



உருவம் 81. 'இபிக்கசு'.

1. குறி ; 2. கேசரம் ; 3. கேசரக்குழாய் ; 4. தம்பம் ; 5. அல்லிச்சுற்று ; 6. சூல் வித்தகம் ; 7. புல்லிவட்டம் ; 8. சூலகம் ; 9. மேற்புல்லிவட்டம் ; 10. காம்பு.

புல்லிவட்டமும் புல்லிகளும்.

பூவின் அடிப்புறத்திலிருந்து தொடங்கி, ஆராயும்போது, சிறிய, பச்சை யிலைகள் இரு வளையம்போன்று வளர்ந்திருத்தலைக் காணலாம். உள் வளையம் பெரிய பச்சையிலைகள் ஐந்தினால் ஆயது ; இவை யொவ்வொன் றும் புல்லி எனப்படும். ஐந்து புல்லிகளையும் கொண்ட முழுத்தொகையும் புல்லிவட்டமெனப்படும். கிண்ணம்போற்ற இவ்வமைப்பு, இளம்பூவானது மொட்டாக இருக்கும்போது இதன் உட்பாகங்களை மூடிக்காக்கும். இதன்

புறத்துள்ள சிறிய, பச்சையான செதிலிலைகள் **'பூவடியிலை'**கள் எனப்படும். (இவற்றின் எண்ணிக்கை வெவ்வேறு 'இபிக்கசு' பூக்களில் வெவ்வேறு கும்). இவற்றைக்கொண்ட வளையமானது (உண்மையான புல்லிவட்டத்தின் மீதாக வளர்வதால்) வெளிப்புல்லியென அழைக்கப்படும்.

அல்லிச்சுற்றும் இதழ்களும்.

புல்லிவட்டத்திற்குச் சற்று மேலாக, அதன் உட்புறத்தில் நிறங்கொண்ட, பெரிய இலைகள் ஐந்து உள. இவை இதழ்கள் எனப்படும். இவ்வைந்து இலைகளும் ஒருமித்து அல்லிச்சுற்று ஆகும். ஏனைப் பூக்களிற் பெரும்பான்மை யானவை, புனலுருவான அல்லிச்சுற்றே பூவின் கவர்ச்சிமிக்கபாகமாகும். இதழ்கள் பெரியனவாய்த் துலக்கமான நிறங்கொண்டிருத்தலால், பூச்சிகளைப் பூவிடங்கவரும்.

கேசரங்கள்.

அல்லிச்சுற்றினகத்துப் பலப்பலவாய கேசரங்கள் காணப்படும். இவை யொவ் வொன்றும் மெல்லிய கேசரக்காம்பையும் அதன் தொடர்ச்சியான கேசர முடியையுங் கொண்டவை; இக்கேசரமுடி திரண்டு, கதையுருவினதாய், மஞ்சணிறமான மகரந்தமணிகள் பலவற்றைத் தன்னகத்துக்கொண்டதாய் இருக்கும். கேசரமுடி முற்றி வெடிக்கும்போது இம்மகரந்தமணிகள் வெளி விடுக்கப்படும். 'இபிக்கசு' பூவிற் கேசரங்கள் ஒரு 'புதுமாதிரியாக' அமைந் துள்ளன — அதாவது அவற்றின் காம்புகள் அடியில் ஒருங்கிணைந்து கேசரக்குழாயாக அமைந்துள்ளனவென்பதே. இனி, உச்சியிற் கேசரங்கள் தனித்தனி பிரிந்து, தத்தம் முடிகளை வெவ்வேறான உயரங்களில் ஏந்தி நிற்கும்.

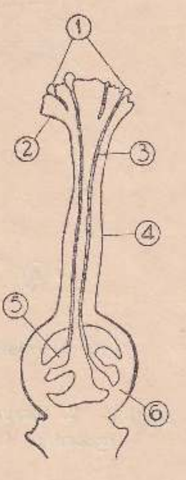
யோனி.

பூவின் மத்தியிலே யோனி உளது. இது பிரதானமாக, விங்கிய ஒரு வித் துப்பேழையை (அல்லது சூலகத்தைக்) கொண்டது. இவ்வித்துப்பேழையைக் குறுக்கே வெட்டினல், ஐந்து பிரிவுகளாக அது பகுக்கப்பட்டிருத்தலைக் காணலாம். இப்பிரிவுகள் ஒவ்வொன்றுஞ் சூல்கள் பலவற்றைக்கொண்டுள; இச்சூல்களே, பின்னர் வித்துக்களாக விருத்தியடையும். தம்பம் எனப்படும் மெல்லியகாம்பு தோன்றி, கேசரக்குழாயினது நடுவணுகச் சென்று, உச்சி யில் ஐந்து கிளைகளாய்ப் பிரிந்து செந்நிறக்குமிழ்களாக, முடிவடையும். இக்குறிகள், மகரந்தத்தை ஏற்றுக்கொள்ளுதற்குப் பயன்படும். வித்துக் களைக்கொண்ட பழமாக ஈற்றில்மாறுஞ் சூலகத்தைக் கொண்டுளதாகை யால், யோனியானது பூவின் முக்கியமான ஒரு பாகமாகும். பூவின் ஏனைப் பாகங்கள் வாடிப் பலபொழுது சென்றதற் பின்னும், வித்துக்கள் முற்றும் வரை, யோனி தாவரத்திலேயே இணைந்திருக்கும்.

ஒரு பூரணமான பூவானது, சாதாரணமான, பச்சையிலைகளுக்குப் பதிலாக, யோனி, கேசரங்கள், இதழ்கள் புல்லிகளாதியவற்றைக்கொண்ட சிறப்புவகையான ஓர் அங்குரமே ஆகும். ஒரு பூவை விவரித்தற்கான சிறந்த முறை யாதெனில், அதனுடைய நீளப்பக்கவெட்டு முகத்தை வரைதலே. அ-து, நடுவாக, நீளப்பாட்டில் வெட்டும்போது காணப் படுமாறு வரைதல் (உருவம் 81-ஐக் காண்க). இதனைச் செவ்வையாகச் செய்யுமுறையை ம்உ ஆசிரியர் காட்டுவர். சூலகத்தின் அமைப்பை விவரித்தற்பொருட்டு, அச்சூலகத்தைக் குறுக்குப் பாட்டில் வெட்டலும் வேண்டும்.

பூக்குந் தாவரங்கள் தம் இனத்தை எவ்வாறு பிறப்பிக்கும் ?

சூலகமானது தன்னகத்துச் சூல்வித்துக்களைக்கொண்டது; குறித்த சில வினைகள் நிகழுமாயின், இச்சூல்வித்துக்கள் பின்னர் வித்துக்களாக மாறும். விதைகள் உண்டாதற்கு முதற்படி மகரந்தம் வழங்கல் ஆகும். அ-து, முற்றிய குறியின்மீது அதேவகைப் பூவின் மகரந்தம் இடப்படல் ஆகும். அடுத்தபடி யாதெனில், குறியின் மீதுற்ற மகரந்த மணியொன்று மிக நுண்ணிய இழையாக, அல்லது மகரந்தக்குழாயாக, தம்பத்தினூடே கீழ்நோக்கி வளர்ந்து, சூலகத்துட்சென்று, இறுதியிற் சூல்வித்துக்களொன்றுள் புகுதலே ஆகும். (உருவம் 82-ஐ காண்க). இம்மகரந்தக்குழாயினது நுனிக்குள், ஆண்பாற் பிறப்புக்கலம் உண்டாகும். இக்கலம் பெண்பாற் பிறப்புக்கலத்தோடு (இது முட்டைக்கலம் அல்லது சூல்எனப்படும்.), சூல்வித்தினுள் ஒன்றும். இச்செய்முறையே உண்மையான கருக்கட்டல் ஆகும். இதற்கு முதற்படியாய் அமைந்த, மகரந்தம் வழங்கலும் இதுவும் ஒன்றுமென மயங்கல் ஆகாது. முட்டைக்கலம் கருக்கட்டியபின்னர் அது முளையாகச் சூல்வித்துள் வளரும்; இத்தகைய சூல் வித்தே பின்னர் வித்தாக வளர்வது.



உருவம் 82.
கருவுறல்

1. மகரந்தமணி ;
2. குறி ;
3. மகரந்தக் குழாய் ;
4. தம்பம் ;
5. சூல்வித்தகம் ;
6. சூலகம்.

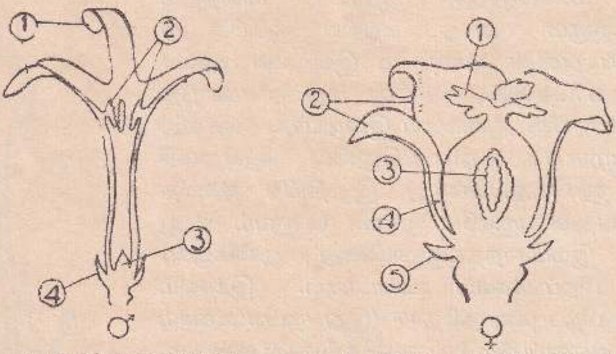
தன்மகரந்தம் வழங்கலுக்கும் கடத்து மகரந்தம் வழங்கலுக்குமுள்ள வேற்றுமை யாது ?

ஒரு பூவின் குறியை அடையும் மகரந்தமானது, அதே பூவின் கேசரங்களிலிருந்து (அல்லது அதே தாவரத்திலுள்ள பிறிதொரு பூவின் கேசரங்களிலிருந்த) பெறப்பட்டதாயின், அப்பூவானது தன்மகரந்தம் வழங்கப் பெற்றதெனக்குறிக்கப்படும். இனி, மகரந்தமானது அதே வகையான

பிறிதொரு தாவரத்தின் பூவிலிருந்து பெறப்படுமாயின், அந்தப்பூ, அயன் மகரந்தம் வழங்கப்பெற்றதெனக் குறிக்கப்படும். பொதுமையில், மிக்க வன்மையான வளரும் நல்ல தாவரங்களைப் பயக்குஞ் சிறந்த வித்துக்கள் அயன் மகரந்தம் வழங்கலால் உண்டாயவையே. பல தாவரங்கள், தன் மகரந்தம் வழங்கலையன்றி அயன் மகரந்தம் வழங்கலையே நாடுகின்ற பூக்களை உடையனவாம்.

யாண்டும் அயன் மகரந்தம் வழங்கப்பெறுஞ் சில பூக்கள்.

பனை, தாழை (பண்டனுசு) போன்ற சில தாவரங்களில், தனித்தனி ஆண் தாவரங்களும் பெண்தாவரங்களும் உண்டு. ஆண் தாவரங்கள், கேசரங்களை மட்டுங்கொண்ட பூக்களைப் பயக்கும்; பெண் தாவரங்கள் கேசரங்களையன்றி, யோனிகளைமட்டுங்கொண்ட பூக்களைப்பயக்கும். ஆகவே, இத்தகைய தாவரங்



(அ) ஆண்பூவின் வெட்டுமுகம். (ஆ) பெண்பூவின் வெட்டுமுகம்.

உருவம் 83. பப்பாளிப்பூக்கள்.

1. இதழ்; 2. கேசரம்; 3. முதிராச் சூலகம்; 4. புல்லி.

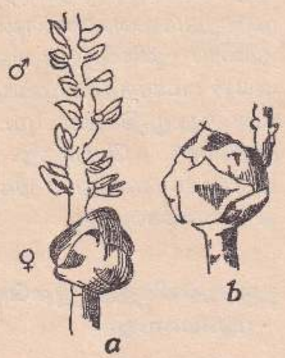
1. குறி; 2. இதழ்; 3. சூல்வித்தகம்; 4. சூலகம்; 5. புல்லி.

களில், தன்மகரந்தம் வழங்கல் இயலாமைகாண்க. தக் வொரு தூரத்தில் ஆண்தாவரமின்றிப் பெண்தாவரத்தைமட்டும் வளர்த்தலிற் பயனில்லை. ஏனெனில். பெண்தாவரமானதுகருக்கட்டிப் பழங்களைப் பயத்தற்கு ஆண் பூக்களும் பெண்பூக்களும் வேண்டப்படுமென்க.

சோளம், தென்னை, பப்பாளி எண்ணெய்த்தாலம் போன்ற தாவரங்கள் சில, ஒரே தாவரத்தில் இருபாற்பூக்களையும் பயக்கும். எனின், கேசரங்களை மட்டுங்கொண்ட ஆண்பூக்களையும், கேசரங்களையன்றி, யோனியைமட்டுங் கொண்ட பெண்பூக்களையும் அவை பயக்குமென்க. ஆண்பூக்களும், மகரந்தக்கேசரமில்லாது சூலகம் மட்டுங்கொண்ட பெண்பூக்களும் இத்தகைய தாவரங்களில் வழக்கமாக வெவ்வேறு காலங்களில் முதிரும் உதா

ரணமாக, சோளத்திற் பெண்பூக்களின் குறிகள் முற்றுமுன்னர், ஆண் பூக்கள்தமது மகரந்தத்தை வெளிவிடுக்கும். இவ்வழி, தன் மகரந்தம் வழங்கல் அரிதாகும்.

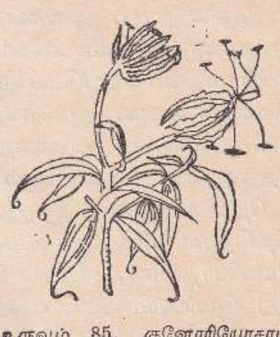
பூரணமாய பூக்களைக்கொண்ட (ஒரேபூவற் கேசரங்களையும் யோனியையுங் கொண்ட) பெரும்பாலான தாவரங்களில், கேசரங்களுங் குறிகளும் ஒரே காலத்தில் முற்றுவதில்லை. சிலவேளைகளில் குறிகள் ஒட்டுதன்மையை எய்துமுன்னர், கேசரங்கள் மகரந்தத்தை வெளிவிடுக்கும். இன்னுஞ் சில சமயங்களில் அப்பூவி லுள்ள கேசரங்கள் முற்றுமுன்னரே, குறியானது மகரந்தத்தை ஏற்கத்தக்கதாய் விடும். இவ்விரு ஒழுங்குகளும் அயன் மகரந்தம் வழங்கற்கே சாதகமாதலைக் காண்க.



உருவம் 84. தென்னம் பூக்கள்.

பல பூக்களிற் கேசரங்களுங் குறிகளும் வெவ்வேறு நீளமுடையவையாய் இருப்பதால், ஒன்றற்கொன்று தொலைவாக உள.

இத்தகைய பூக்களில், கேசரங்கள் வழக்கமாகக் குறிகளுக்குக் கீழாகவே உள்ளன. மேலும், குறியின் மேற்புறம் மட்டுமே ஒட்டுதன்மையை எய்தும். இவ்வொழுங்கு உளதாயின், தன்மகரந்தம் வழங்கல் அரிதாகும். உதாரணமாக, இரினமில் (விடமூங்கில்) கேசரங்களுக்கு மிக மேலாகவே குறி நிற்கும். கேசரங்களுங் குறிக்கு அப்பால் வெளிப்புறம் நோக்கித் தொங்கும். எனவே குறியானது கேசரங்களைத் தீண்டி, அவற்றின் மகரந்தத்தை பெறுதற்கு வாய்ப்பதில்லை. குளோரியோசாவும் (செங்காந்தள்) இது போன்ற ஒழுங்கினை உடையது. (உருவம் 85 ஐக் காண்க).


உருவம் 85. குளோரியோசாப் பூக்கள்.

சில பூக்களில் அயன் மகரந்தம் வழங்கல் தவறியவிடத்துத் தன்மகரந்தம் வழங்கல் எவ்வாறு நிகழுமென்பது.

அயன் மகரந்தம் வழங்குதற்கு இயைபான முறையிலேயே பெரும்பான்மையான பூக்கள் அமைந்துள. ஆயின், இது நிகழா

விடத்து, அனேகமான பூக்கள் தன்மகரந்தம் வழங்கற்பாலன. சூரியகாந்தியில் (இதுபற்றிப் பக்கம் 150 ஐக் காண்க) பூவானது பழையதாக, குறியும் வளையவே, குறியின் ஒட்டுமியல்புடைய உட்புறம் அப்பூவின் கேசரங்களைத் தீண்டும்; இவ்வாறு தீண்டுவதால், (பூவில் அயன்மகரந்தம் வழங்கல் வலவே நிகழ்ந்திருக்காவிடின்) தன்மகரந்தம்வழங்கப்பெறும். (அயன் மகரந்தச் சேர்க்கை) மிராபிலிசில் (அந்திமந்தாரை; நாலுமணிப்பூ) பூவானது மாலையில் முதன்முதலாக, விரியும்போது, குறிமுற்றியும் கேசரங்கள் முற்றுதும் உள்ளன. எனவே, முற்றிய கேசரங்கள் உள்ளபிறிதோர் அந்திமந்தாரைப் பூவிலிருந்து வண்ணத்துப்பூச்சியொன்று இப்பூவிற்கு வருமாயின், அயன் மகரந்தம்வழங்கல் நிகழும். இராப்பொழுதிற் கேசரங்கள் நீண்டு வளர்ந்து முதிர்வடையும். பூமூடிக்கொள்ளும்போது, கேசரங்களின் முடிகள் குறியோடு பொருந்த அணைக்கப்படும். இவ்வாறு—அயன்மகரந்தம் வழங்கல் எலவே, நிகழ்ந்திருக்காவிடின்—தன்மகரந்ததம் வழங்கல் உறுதியாக்கப்படும்.

ஒரு பூவிலிருந்து இன்னொன்றிற்கு மகரந்தம் எவ்வாறு எடுத்துச் செல்லப் படுமென்பது.

ஒரு பூவிலிருந்து ரேறொரு பூவிற்கு இரு பிரதானமான வழிகளால் மகரந்தம் எடுத்துச் செல்லப்படும். அவை:— (1) பூச்சிகளும் (2) காற்றும் ஆகும்.

பூச்சிகளால் மகரந்தம் வழங்கப்படல்.

ஒரு தோட்டத்திலுள்ள பூக்களை அவதானித்தால் பல்வகைப் பூச்சிகள் அப்பூக்களை நாடிச் செல்லல் காணலாம். பொதுமையில், பூச்சிகள் நாடும் பூக்கள், அப்பூச்சிகளைக் கவர்தற்கேற்ற துலக்கமான நிறத்தினவாயும், நறுமண முடையனவாயும் உள்ளன. எனினும் பூக்களை நாடிப் பூச்சிகள், செல்வது அப்பூக்களின் துலங்குநிறத்தையும் நறுமணத்தையும் அவை விரும்புவதால் அன்று. எனின், அத்தகைய பூக்கள் மதுவெனப்படுபெயரிய வெல்லம் பொருக்திய திரவத்தைக் கொண்டிருத்தலால் என்க. பூச்சிகள் பலவும் பறவைகள் சிலவும் இம்மதுவை அருந்தும். தேனீக்கள் அதனைத் தேனாக மாற்றும். தேனீக்கள் மதுவொடு மகரந்தத்தையுஞ் சேகரிக்கும். அவை அதனைத் தேனொடு கலந்து இளம்பருவத் தேனீக்களுக்கு, பிறந்து சில நாட்கழியும்வரை உணவாக ஊட்டும். சூல்வித்தொன்றைக் கருக்கட்டச் செய்தற்கு வேண்டப்படுவது ஒரேயொரு மகரந்தமணியாதலின், ஒரோவழி மகரந்த மணியொன்று பூக்களுடைய குறிகளின்மீது இடப்படுமாயின், எனை மகரந்தத்தைத் தேனீக்கள் எடுத்துக்கொள்வது, தாவரத்திற்குப் பெரு நட்டம் அன்று. வழக்கமாக, பூவின் உட்புறத்தில், மிக்க ஆழத்திலேயே மது உண்டாக்கப்படும். எனவே, பூச்சி மதுவை எடுக்கும்போது அதன்மீது

சிறிது மகரந்தம் பூசப்படல் நிச்சயம். பின், இப்பூச்சி அதேவகையான பிறிதொரு பூவிற்குச் செல்லும்போது, அப்பூவின் குறி முற்றியிருக்குமாயின், அக்குறியின்மீது மகரந்தம் படிய, அந்தப்பூ, கடந்து மகரந்தம் வழங்கப் பெறும். நீர் பூக்களைக் கவனமாக அவதானித்திராயின், வெவ்வேறு வகைப் பூச்சிகள் பல்வேறு வகைப்பூக்களைநாடிச் செல்வதையும் சிலபூச்சிகள் ஒரு பயணத்தின்போது ஒருவகைப்பூவிடமே செல்வதையுங் காண்பீர். இவ்வாறு, ஒரேவகைப் பூக்களிடையே மகரந்தம் பரிமாறப்படல் சாதகமாதலைக் காண்க.

பொதுவாக, துலக்கமான நிறமும், **மணமும் மதுவும்** பொருந்திய ஒரு பூவை நாம் காணின், அது பெரும்பாலும், பூச்சிகளாலேயே மகரந்தம் வழங்கப்பெறுவதாதல்வேண்டுமெனக் கொள்ளல் பொருந்தும். இனி, அயனமண்டலப் பூக்கள் சில, பறவைகளாலும் மகரந்தம்வழங்கப்பெறும்; இத்தகைய பறவைகளுக்கு உதாரணமாக, "ஞாயிற்றுப்புள், இரை புள்," மலருறிஞ்சிகளைக் கூறலாம். இரவில் உலவும் அந்துப் பூச்சிகளால் மகரந்தம்வழங்கப்பெறும் பூக்களுக்கு மணம் இருத்தல் முக்கியமாகும். வழக்கமாக, இத்தகைய பூக்கள் வெண்ணிறம், அல்லது மென்னிறம் பொருந்தியவை.

காற்றினால் மகரந்தம் வழங்கப்பெறல்.

துலக்கமான, நிறமும், மணமும் மதுவும் வாய்க்கப்பெறாத பூக்கள் பலவுள. உதாரணமாக, சில புல்வகைகளையுந் தாலங்களையுங் கூறலாம். இத்தகைய பூக்கள் காற்றினால் மகரந்தம் வழங்கப்பெறுதற்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. காற்றானது இலேசான தூளியன்ன மகரந்தத்தை ஒரு பூவின் கேசரங்களிலிருந்து பிறிதொரு பூவின் குறிகளுக்கு இட்டுச்செல்லும். இத்தகைய பூக்கள் பெருந்தொகையான மகரந்தத்தை உண்டாக்கும்; இதிற் பெரும்பகுதி உரிய வகையைச் சேர்ந்த பூவை அடையாது செலவாதல் உண்டு. காற்றால் மகரந்தம் வழங்கப்பெறும் பூக்கள் மிகச் சிறிய, இலேசான, ஈரமற்ற, துகள் போன்ற மகரந்தமணிகளை உடையவை. ஆயின், பூச்சியால் மகரந்தம் வழங்கப் பெறும் பூக்கள், பூச்சியொன்றின் உடலத்து மயிர்களிலே தொற்றிக்கொள்ளத் தக்க, பருமைகூடிய, கரடுமுரடான மேற்பரப்பைக்கொண்ட மகரந்தமணிகளை உடையவை. காற்றால் மகரந்தம் வழங்கப் பெறும் பூக்களின் கேசரங்கள் பொதுவாகப் பூவிற்கு வெளியே, நீண்ட, மெல்லிய, நெகிழத்தக்க காம்புகளிலே தொங்கும்; எனவே, அவற்றின் மகரந்தமானது காற்றால் எளிதாக எடுத்துச் செல்லப்படும். இவ்வகைப் பூக்களின் குறிகளும் பொதுவாக நீண்டு, கிளைத்துத் தூவிபோன்றிருத்தலால், காற்றில் மிதக்கும் மகரந்தத்தை ஏந்திக் கொள்ளத்தக்க அகன்ற மேற்பரப்பையும் உடையன. சோளமானது, காற்றால் மகரந்தம் வழங்கப்பெறும் பூக்களின் ஒரு மாதிரியெனக் கொள்ளத்தக்கதாகும். இத்தாவரத்தின் உச்சியில்

ஆண்பூக்கள் பலவற்றைக்கொண்ட ஒரு கொத்து, அல்லது ஒரு குஞ்சங் காணப்படும். இது கேசரங்களை மட்டுங் கொண்டது; பெருந்தொகையான, ஈரமற்ற, தூள்போன்ற மகரந்தத்தை உண்டாக்குவது, இளம்பொத்தியின் உச்சியிலிருந்து வளரும் பட்டுப்போன்ற பாகங்கள், பெண் பூக்களுடைய நெடிய குறிகளே ஆகும்.

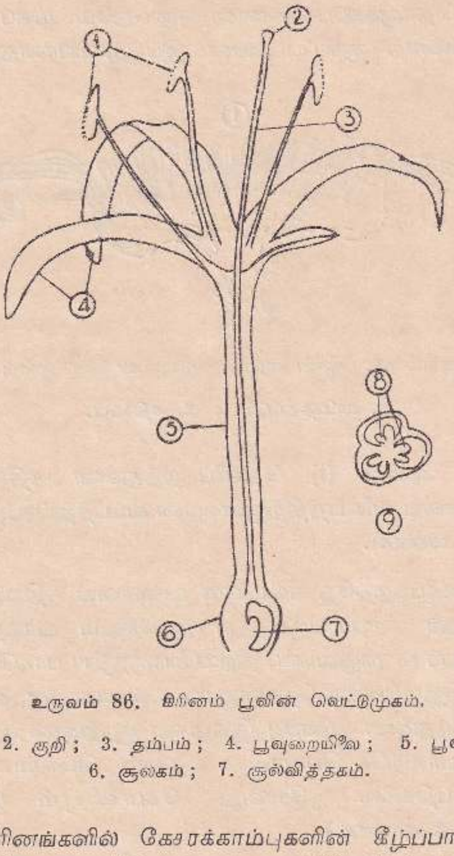
பொதுவான சில பூக்கள்.

கிரினம்பூ (விடமூங்கிற்பூ).

கிரினத்திலும் அதற்கு இனமான நிலவாம்பரிலும் (உதாரணமாக, கைமஞேகலிசு) அயனமண்டலவகைகள் பல உண்டு; இவை தன்னிச்சையாகவும் வளரும்; தோட்டங்களிலும் வளரும். ஆண்டு முழுவதிலும், இத்தாவரத்தில் ஒரு குமிழிலிருந்து நெடிய ஒடுக்கமான, தடித்த, கடும் பச்சை நிறமான மெழுகுத்தன்மையுடைய இலைகள் வளர்ந்திருத்தலைக்காணலாம் இவ்விலைகளுக்கிடையே, நெடிய, தடிப்பான மூக்காம்பொன்று வளரும்; இக்காம்பு தன் மேன்முனையிடத்து வெள்ளைப்பூக்கள் பலவற்றைக்கொண்டுளது. பூக்காம்பின் உச்சியில் செதிலிலைகள், அல்லது பூவடியிலைகள் வட்டமாக வளர்ந்திருக்கும்; இவை பூவரும்புகளைக் காக்க உதவும்.

தனிப்பூவென்றின் வெளிப்பாகமானது இதழ்போன்ற, வெள்ளையிலைகள் ஆறினுல் ஆயது; அதிற் பச்சைப்புல்லிகள் இல்லை. எனினும், வெண்ணிறமான பூவிலைகளுள் மூன்று உண்மையாகவே புல்லிகளாக, ஏனை மூன்றும் இதழ்களாக இருத்தல்கூடும். இவ்வாறு புல்லிவட்டமும் அல்லிச்சுற்றும் உருவத்திலும், பருமனிலும் நிறத்திலுந் தம்முள் ஒத்தவையாய் உளவிடத்து, அவ்வமைப்புமுழுவதும் பூவுறையென அழைக்கப்படும். வெண்ணிறமான இப்பூவுறையிலைகள் ஆறும் அடியில் ஒருங்கிணைந்து, பலவங்குல நீளமான ஒரு குழாயாகும். இப் பூவுறைக்குழாயின் கீழப்பாகம், பூக்காம்பைச் சேருமிடத்து, வீங்கித் தோன்றும். வீங்கிய இக்கீழ்ப்பாகமே சூலகத்தைக் கொண்டுளது. சூலகத்தைக் குறுக்கே வெட்டினுல், அது மூன்று அறைகளைக் கொண்டிருத்தல் காணலாம். இவ்வறைகள் ஒவ்வொன்றிலும் நுண்ணிய சூல்வித்துக்களின் இருவரிசைகள் உள; இவ்வரிசைகள் சூலகத்தின் மையத்தோடு இணைக்கப் பெற்றுள. சூலகத்தின் உச்சியிலே தோன்றி, பூவுறைக்குழாயினூடாக மேன்முகமாகச் செல்வதே தம்பமாகும். இது பச்சை நிறத்ததாய், நெடியதாய் இருக்கும்—அதன் நீளம் ஆறங்குலத்திற்கு மேற்படலும் உண்டு. இத் தம்பத்தின் மேன்முனையிற் சிறு குமிழொன்று காணப்படும். அதுவே குறியாகும். முற்றிய பருவத்தில், அது ஒட்டுமியல்புடையதிரவத்துளியொன்றை உண்டாக்கும்; எனவே, அதில் மகரந்தம் ஒட்டிக்கொள்ளும்.

பூவுறையிலைகளின் உட்புறத்திலிருந்து—இலைக்கு ஒன்ருக—நெடிய கேசரங்கள் ஆறு வளரும். இக்கேசரங்களின் முடிகள் (இவை சிலவேளை ஓரங்குல நீளமாக இருத்தலும் உண்டு) கேசரக்காம்புகளினது நடுவிடத்தில் இணைந்திருக்கும்.



உருவம் 86. கிரினம் பூவின் வெட்டுமுகம்.

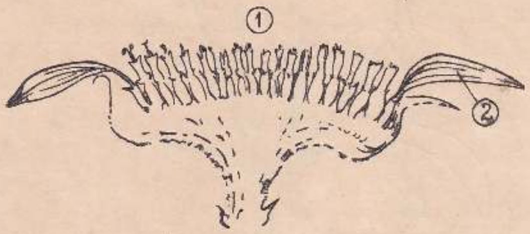
1. கேசரம் ; 2. குறி ; 3. தம்பம் ; 4. பூவுறையிலை ; 5. பூவுறைக்குழாய் ; 6. சூலகம் ; 7. சூல்வித்தகம்.

சிலவகைக் கிரினங்களில் கேசரக்காம்புகளின் கீழ்ப்பாகங்கள் புனலுருவான, வெண்ணிற அமைப்பொன்ருல் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை ஒன்றற் கொன்று இடைவெளியுடையனவாகவும், குறிக்கு அப்பாலாயினவாகவும் இருக்கும்.

(இப்பூவின் பாகங்கள் மும்மூன்ருய், அல்லது ஆருருய் அமைந்திருத்தல் கவனிக்கத்தக்கது. இவ்வாறு இருத்தல் ஒருவித்திலையிகளின் சிறப்பியல்பாகும். இரு வித்திலையிகளிற் பூக்களின் பாகங்கள் பொதுவாக ஐவைந்தாய் அமைந்துள. ஒருபோதும் மும்மூன்ருக, அல்லது ஆருருக அமைவதில்லை).

சூரியகாந்திப்பூ.

சூரியகாந்திப்பூவில் முதன்முதலாகக் கவனிக்கற்பாலன யவையெனின், அது ஒரு தனிப்பூவன்று என்பதும்; சிறுபூக்கள் பலவற்றைக் கொண்ட ஒரு முடியே என்பதும், இச்சிறு பூக்கள் பூக்காம்பினது தட்டையான முனையிற் செறிவாகத் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன என்பதுமே. மிகப் பலவாய, பச்சை நிறப் பூவடியிலைகளாற் சூளப்பட்டுள்ள இப்பூமுடியானது இருவகைப்பூக்



உருவம் 87. சூரிய காந்திப்பூ முடியின் வெட்டுமுகம்.

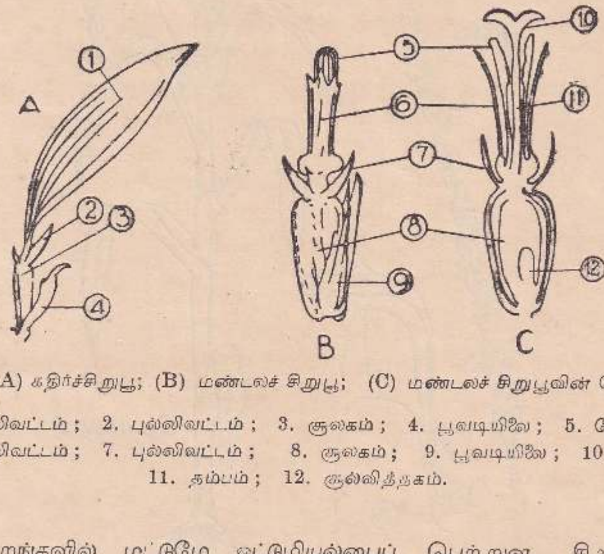
1. வட்டத்தட்டுப்பூ ; 2. கதிர்ப்பூ.

களைக்கொண்டது. அவை (i) வெளிப்புறத்துள்ள கதிர்ப்பூக்களும் (ii) அக்கதிர்ப்பூக்களாலாய வளையத்திற்குள்ளான வட்டத்தட்டுப்பூக்களும் ஆகும். (உருவம் 87—ஐக் காண்க).

பூமுடியின் வெளிப்புறத்தே வட்டமாக உள்ளவை கதிர்ப்பூக்கள்; இவை மற்றைய வற்றிலுங் கூடிய பருமனுங் கவர்ச்சியும் வாய்ந்தவை; இவையொவ்வொன்றிலும் வாருருவான, நிறம்பொருந்திய பாகமொன்று உண்டு; அது பார்வைக்கு இதழ்போலத்தோன்றும். உள்ளபடிக்கு, வாருருவான இப் பாகம் ஒன்று சேர்ந்துள்ள ஒடுங்கிய இதழ்கள் ஐந்தினால் ஆயது. கதிர்ப்பூக்கள் பூச்சிகளைக் கவர்வற்கே பொதுவாக உதவும். பெரும்பாலும் அவற்றிற் கேசரங்கள் இருப்பதில்லை. ஒரோவழி யோனியும் இருக்கமாட்டாது. உருவம் 88 'A' ஐக் காண்க.)

சூரியகாந்திப்பூமுடியினது நடுப்பாகம் குழாயுருவான வட்டத்தட்டுப்பூக்கள் பலவற்றைக் கொண்டது. இவை கேசரங்களையும் யோனியையுங்கொண்ட பூரணமான பூக்கள் ஆகும். இவை விதைகளையும் பயக்கக் கூடியவை. வட்டத்தட்டுப்பூவொன்றில் மயிரன்ன புல்லிகள் இரண்டு இருத்தல் கூடும். உச்சியிலே தெரிகின்ற, இதழ்நுனிகள் ஐந்தோடுஞ் சேர்ந்து, அல்லிச் சுற்றுணைதி ஒரு குழாயாகும். இங்கு ஐந்து கேசரங்கள் உள; இவற்றின் முடிகள் ஒருங்கிணைந்து கேசரக்குழாயாகும்; இக்குழாயினகத்தே மகரந்தம் வெளிவிடுக்கப்படும். (உருவம் 88 'B' ஐக் காண்க).

இளமையான சூரியகாந்திப்பூவின் முடியில் முதலில் விரியும் வட்டத் தட்டுப்பூக்கள் யாவையெனின், பூமுடியின் வெளிப்பாகத்தைச் சுற்றி கதிர்ப் பூக்களுக்கண்மித்தாயுள்ள பூக்களே ஆகும். இத்தகைய பூவில், குறிக்குழுண்புறத்திற் கேசரங்கள் தோன்றும். கேசரக்குழாயின் உட்புறத்திருந்து குறியானது மேல் வளரும்போது, வட்டத்தட்டுப்பூவின் உச்சியில் ஒரு குவியலாகத் தோன்றும்வண்ணம் மகரந்தத்தை வெளித்தள்ளும். சில நாட்களுக்குப்பின்னர், தம்பமானது மேலும் நீண்டு வளர்ந்ததற்பின், கேசரங்களுக்கு மேலாகக் குறியானது நிற்கும். எனினும், அக்குறி இன்னும் மூடியவாறே இருப்பதால், அதன் ஒட்டுமியல்புடைய உட்புறத்தை மகரந்தம் அடைதல் முடியாது; ஆகவே, தன்மகரந்தம்வழங்கலும் நிகழுமாறில்லை. குறியானது இருபாதிகளாக வகுக்கப்பட்டுள்ளது. இவையிரண்டுந்

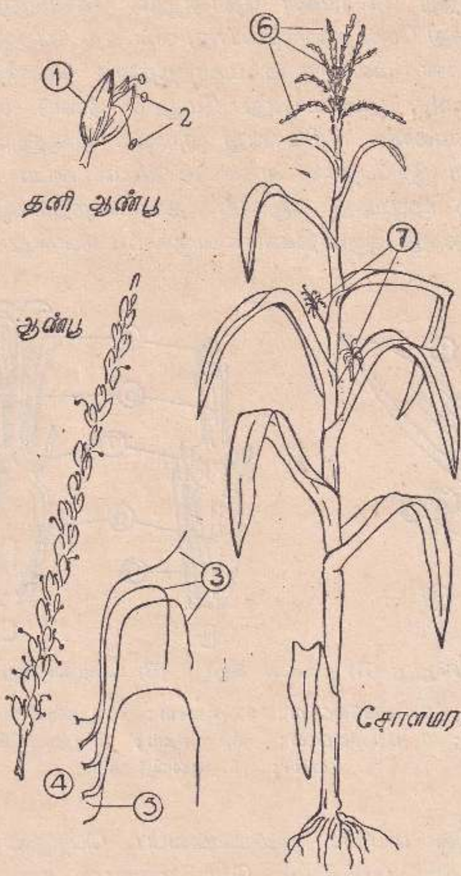


உருவம் 88. (A) கதிர்ச்சிறுபூ; (B) மண்டலச் சிறுபூ; (C) மண்டலச் சிறுபூவின் வெட்டுமுகம்.

1. அல்லிவட்டம்; 2. புல்லிவட்டம்; 3. சூலகம்; 4. பூவடியிலை; 5. கேசரம்; 6. அல்லிவட்டம்; 7. புல்லிவட்டம்; 8. சூலகம்; 9. பூவடியிலை; 10. குறி; 11. தம்பம்; 12. சூல்வித்தகம்.

தம் உட்புறங்களில் மட்டுமே ஒட்டுமியல்பைப் பெற்றுள. சிறுபொழுது சென்றபின், இவ்விரு பாதிகளும் வெளிமுகமாகச் சுருளும்; சுருளவே, வேறொரு சூரியகாந்திப்பூவிலிருந்து மகரந்தத்தைக் கொண்டுவரும் பூச்சியானது இப்பூவின் முடிமீது ஊரும்போது மகரந்தம் வழங்கப் பெறுதல் இப்பூவிற்கு இயல்வதொன்றும். (உருவம் 88 C ஐக் காண்க). இவ்வாறும் சூரியகாந்திப்பூவொன்று அயன்மகரந்தம்வழங்கப்பெறலாம். வட்டத் தட்டுப்பூ மேலும் முதிர, குறியின் இரு பாதிகளும் தமது வட்டத்தட்டுப் பூவிற்கே உரிய கேசரங்களைத் தீண்டும் வரை முற்றுக வளைந்து சுருளும். சுருளிலே, அயன்மகரந்தம்வழங்கல் தவறியக்கால், தன்மகரந்தம்வழங்கல் நிகழலாம். (உருவம் 87 ஐக் காண்க.)

இவ்வகைப் பூக்களில் விதைகள் எப்போதும் விருத்தியாகும். இம்மண்ணுலகத்தில் இத்தகைய 'கூட்டுப்' பூக்கள் பரவிப்பலிததுப் பூக்குந்தாவரங்களுப் பெரியவொரு குடும்பமாக விளங்குவதற்கு இதுவும் ஒரு காரணமாகும்.



உருவம் 89. சோளத்தாவரமும் பூக்களும்.
1. பூவடியிலை; 2. கேசரம்; 3. குறி; 4. பொத்தி; 5. சூல்வித்தகம்; 6. ஆண்பூக்கள்; 7. பெண்பூக்கள்.

சோளம்பூக்கள்.

இதுவரையும் நாம் படித்தபூக்கள் யாவும் பூச்சிகளால் மகரந்தம் வழங்கப் பெறுதற்கே அமைந்தவை. இனி, காற்றால் மகரந்தம் வழங்கப்பெறுதற்குச் சிறப்பாக அமைந்த பூக்களுக்கு ஓர் உதாரணமாகச் சோளம்பூவைப்

பற்றிப்படிப்போம். சோளம் புல்லினத்தைச் சேர்ந்தது; அதிற் கேசரங்களும் யோனிகளும் வேறுவேறு பூக்களிற் காணப்படும்; இன்னும், ஆண்பூக்களும் பெண்பூக்களும் ஒரே சோளத்தாவரத்தில் வளரும். (உருவம் 89 ஐக் காண்க).

'குஞ்சம்' ஆண்பூக்களை மட்டுமே கொண்டது. இப்பூக்கள் தாவரத்தின் உச்சியிலே நெடிய காம்புகளில் உண்டாகும். கேசரங்கள் மிக மெல்லிய காம்புகளைக்கொண்டு, பூவடியிலைகளுக்கிடையே தொங்கும்; இவை இவ்வாறு அமைந்திருப்பதால், காற்றில் ஊசலாடி, மகரந்தத்தை வெளிவிடுதல் எளிதாகும். மென்மையான, ஈரமற்ற, துகளன்ன மகரந்தத்தைக் கேசரங்கள் பெருந்தொகையாய் உண்டாக்கும். (புல்லிகளோ, இதழ்களோ இல்லாமையும், பூவடியிலைகள் மட்டும் இருத்தலும் இங்கு கவனிக்கத்தக்கது).

பெண்பூக்கள் யாவும் ஒரு மடலால் மூடப்பெற்ற பொத்தியொன்றிற் சமாந்தரமான வரிசையொழுங்கில் அமைந்துள்ளன; பொத்தியை மூடியுள்ள மடலானது ஒன்றன்மீதொன்றாக அடுக்கியுள்ள பூவடியிலைகள் பலவற்றால் ஆயது. ஒவ்வொரு தனிப் பெண்பூவும் பல அங்குலநீளமுள்ள நீண்ட மெல்லிய குறியொன்று அமைந்த சூலகத்தைக் கொண்டதாகும். அடுக்காகவுள்ள பூவடியிலைகளின் (அல்லது மடலின்) உச்சியிலிருந்து குறிகள் வெளித்தொங்கும்; இக்குறிகளின் தொகுதிபார்வைக்குப்பட்டுப்போன்ற இழைகளாலாய ஒரு கொத்துப்போலத்தோன்றும். சோளத்தாவரத்தில் ஆண்பூக்களிலிருந்து பெண்பூக்களுக்கு மகரந்தத்தைக் கொண்டு செல்லுஞ் செயல் காற்றிலே தங்கியுள்ளது. பெண்பூக்களுக்குமுன்னரே ஆண்பூக்கள் முற்றிவிடுவதால், அயன்மகரந்தம் வழங்கலே பெரும்பாலும் நிகழும்.

பழங்களும் வித்துக்களும்

கருக்கட்டலின்பின்னர், சூல்வித்தானது முற்றி வித்தாக விருத்தியடையும்; ஒருங்கே சூலகமும் முற்றிப் பழமாக வளரும். ஆகவே, வித்து என்பதை முற்றிய சூல்வித்தாகவும், பழம் என்பதை முற்றிய சூலகமாகவும் நாம் பொதுவாகக் கொள்ளலாம். எனினும் ஒரோவழி பூவின் ஏனைய பாகங்களும் பழம் உண்டாவதிற்பங்குபெறல் உண்டு. எனவே, 'பழம்' என்பதன் விஞ்ஞானக் கருத்து உண்பதற்குரிய ஒரு பொருள் என்பதாகாது.

பழங்களிற் பலவேறு வகைகள் உண்டு; ஆயின், அவை யாவுந் தம்மினத் தாவரம் பிறத்தற்கான வித்துக்களைக்கொண்டவை. பெரும்பாலும் இவ்வித்துக்கள் பெருந்தொகையாக விருத்திசெய்யப்படும். அரும்புதற்கும் வளர்ச்சிக்குந் தகவிலா நிலைமையுள்ள இடங்களில், இவ்வித்துக்களில் அனேகம் வீழ்ந்து நொய்மையான நாற்றுக்கள் அழிந்து வீணாதலை ஈடுசெய்தற்கு வித்துக்கள் பெருந்தொகையாய் உண்டாதல் பயன்படும். அனேகமான

7—J. N. B 67381 (8/57)

பழங்களில், விதைகளைச் சிதறச் செய்து, அவ்வழி தாவரத்தைப் பரம்பச் செய்தற்கான யாதுமோர் உபாயம் காணப்படும். உலர்பழங்கள், சதைப் பழங்களென இருவகையாகப் பழங்களைப் பாகுபாடுசெய்தலும் உண்டு. உலர்பழங்கள் உரத்த, அல்லது வைரமான வெளிப்படையொன்றை உடையவை. இவற்றுட் சில, முற்றும்போது வெடித்துத் திறப்பதில்லை. உதாரணமாக, சூரியகாந்தியையும் பிற 'கூட்டுப்பழங்களையும்' நெற்றுக்களையும் சோளத்தையும் பிறதானியங்களையும் புல்வகைகளையும் கூறலாம். பயற்று வகைகளும் அவரைவகைகளும் முற்றும்போது வெடித்து, விதைகளை வெளிச்சிந்தும் உலர்பழங்களுக்கு உதாரணமாகும். வெடித்துத்திறக்கும் உலர்பழங்கள் சிலவற்றுட் பொதுவானவை காசித்தும்பை, இறப்பர், ஆமணக்கு, அரிற்றேலோகியா (ஆடுதின்னாப்பாலை) என்பனவாம். சதைப்பழங்களில், வித்தினைச்சூழ்ந்து மிருதுவான, சாறுடைப்பாகமொன்று உளது. மா, பப்பாளி, தக்காளி, தோடையென்பன இவற்றுக்கு உதாரணங்களாகும். உண்மையாக, நாம் பயிரிடும் பழவகைகள் யாவும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தனவே. இயற்கையில், பறவைகளும் விலங்குகளும் இச்சதையுள்ள பாகத்தை உண்டுவிட்டு, வித்துக்களைத்தாய்த்தாவரத்தினின்று சிறிது தூரத்திற்கு இட்டுச் செல்லும்.

பழங்களும் வித்துக்களும் எவ்வாறு பரப்பப்படுமென்பது.

பழங்களும் வித்துக்களும் பரம்புதற்கு முதன்மையான வழிகள் நான்கு உண்டு. அவையாவன: (1) காற்றாற் பரம்பல் (2) விலங்காற் பரம்பல் (3) நீராற்பரம்பல் (4) பொறிமுறையாகப் பரம்பல் என்பனவாம். பொறிமுறையாகப் பரம்பற்கு உதாரணமாக, உலர்பழமொன்று சடுதியாக வெடித்துத்திறந்து, வித்துக்களைப் பலயார் தூரம் எறிதலைக்கூறலாம்.

விசாலமாக வித்துக்களைப் பரப்புந் தாவரமொன்று, அதன் வழித் தோன்றல் பிழைத்துவளர்தற்கு வாய்ப்பான இடங்களுக்கெல்லாம் பரம்புதல் இயலும். மிகப்பெரிய வித்துக்களில், இளந்தாவரத்துக்கான சேமிப்புணவு மிக்கிருக்கும்: ஆயின், புதியதாவரத்திற்கு ஆதாரமாகப் போதுமான உணவு இருப்பதில்லை.

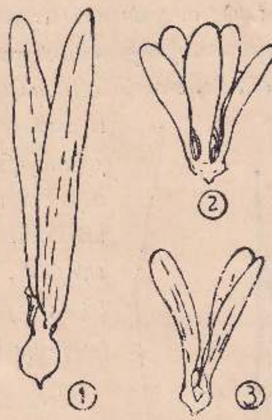
வித்துக்கள் காற்றினால் எவ்வாறு பரப்பப்படுமென்பது.

(அ) சில பழங்களிலும் வித்துக்களிலும் "சிறைகளாகப்" பயன்படும் பெரிய மெல்லிய மேற்பரப்புக்கள் உண்டு. வித்துக்களும் பழங்களும் நிலத்திலே வீழ்வதற்கு முன்னர், தாய்த்தாவரத்திலிருந்து சிறிது தூரத்திற்கு அவற்றைக் காற்று எடுத்துச் செல்வதற்கு இச்சிறைகள் ஏதுவாகும். இத்

தகைய சிறை யுடை வித்துக்களுக்கு உதாரணமாவன, அரிற்ரேலோகியா (ஆடுதின்ணாப்பாலை). பிக்குனோனியா (பாதிரி), பெத்திரியா என்பனவும் நெடிய காட்டுமரங்கள் பலவும் ஆகும் (உருவம் 90 ஐக் காண்க.)

(ஆ) சில பழங்களில், நெடிய, பட்டுப்போன்ற மயிர்கள் கொத்தாக இணைந்திருக்கும். இவ்வழி, அவை காற்றிலே 'மிதந்து' செல்லக்கூடியவை. இத்தகைய **பரக்குடைவித்துக்களைக்** காற்றானது நெடுந்தூரத்திற்குக்கொண்டுசெல்லல் முடியும். இவற்றுக்கு உதாரணங்கள் இலவங்கு, இலவு என்பனவாகும். பரக்குடைப்பழங்கள் கூட்டுப்பூக்களையுடைய தாவரங்களுட் பொதுவாகக் காணப்படும்.

(இ) சில வித்துக்கள்—உதாரணமாக ஒக்கிட்டுக்களின் வித்துக்கள்—மிக்க சிறியனவாயும் இலேசாயும் இருப்பதால், அவற்றைக் காற்று எடுத்துச் செல்லல் முடியும்.



உருவம் 90. சிறையுடை வித்துக்கள்.

1. தித்தரோ காப்பசு.
2. தயோபல நோப்பு.
3. சோரியா.

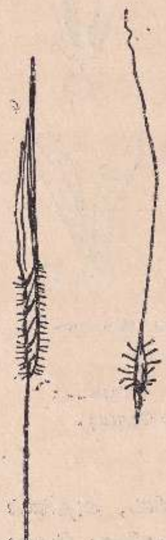
(ஈ) கசகசா, அரிற்ரேலோகியா (ஆடுதின்ணாப்பாலை) போன்ற தாவரங்கள் காற்றில் ஊசலாடும் பழங்களை உடையவை; இப்பழங்கள் முற்றியவுடன், வித்துக்கள் காற்றில் உதிர்ந்துவிடும். (காற்றினாற் பரம்பும் பழம், அல்லது வித்துயாதையுங் காணின், அதனைப் பெற்று உமது கல்விக் கழகத்திற்கு எடுத்துச் சென்று, அதனைப் போல வரைதல் வேண்டும்.)

வித்துக்கள் விலங்குகளினால் எவ்வாறு பரப்பப்படுமென்பது.

(அ) தாவரங்கள் சில தம் வித்துக்களைப் பரப்புதற்கு விலங்குகளைப் பயன்படுத்துவதில் ஒரு வழி, கொளுக்கிகள், அல்லது கூரியங்கள் பொருந்திய பழங்களை உடையனவாய் இருத்தலே: இக்கொளுக்கிகள், அல்லது கூரியங்கள் மருவிச் செல்லும் விலங்குகளின் உரோமத்தில், அல்லது இறகுகளில் பற்றிக் கொள்வதால், பழங்கள் வேறிடங்களுக்கு அகற்றப்படும். பின்னர், பொதுவாகத் தாய்த்தாவரத்திலிருந்து சிறிது தூரத்தில் இப்பழங்கள் கழன்றுவிடும். சில வகைப்புல்லுகளில் இவ்விதமான கொளுக்கியுள்ள பழங்கள் உண்டு. இவற்றுக்கு ஓர் உதாரணம் "உயூரெனா" ஆகும். ந.க.—பழங்களி

லுள்ள கூரியங்கள் பழத்தைப் பரப்புதற் கமைந்த உபாயமாக எப்போதும் இருப்பதில்லை. சிலவகைகளில், பழமொன்று நன்றாக முற்றும் வரை, இக்கூரியங்கள் அதனை விலங்குகளிலிருந்து காப்பாற்றும். உதாரணமாக, இறம்புட்டானையும் அறுற்றேவையுங் கொள்ளலாம்.

(ஆ) சாறுள்ள பாகத்தை உண்ணவிரும்பி, சதைப்பழங்களுட் பெரும் பாலானவற்றை விலங்குகள் தேடும். பறவைகளாலும், வௌவால்கள், எலிகள், சுண்டெலிகள் போன்ற விலங்குகளாலும், மக்களாலும் இச்சதைப் பழங்கள் உணவிற்காக எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, தாய்த் தாவரத்திற்கு அப்பால் இடப்படும். இத்தகைய பழங்களுக்கு உதாரணங்கள் மிகப்பல: மா, தோடை, எலுமிச்சை, பப்பிளிமாசு, தக்காளி, சீமையிலுப்பை, தூரியன், பப்பாளி, இறம்புட்டான், சீதா, வத்தகை அன்னநுணா, இராம்சீதா, பலா, மங்குத்தான் என்பனவாகும். இவை போன்ற வேறு பழங்களும் உமக்குத் தெரிதல்கூடும்.



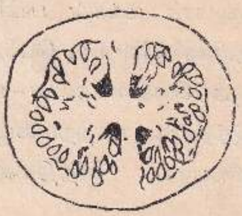
உருவம் 91. கொளுக்கிப் புல்வித்து.

உண்ணத்தக்க இப்பழங்கள் சிலவற்றின் வித்துக்கள் உரத்தவொரு மூடிக்குள், அல்லது கவிப்பிற்குள் அடங்கி யிருக்கும். எனவே, சூழ்ந்துள்ள சதைப்பகுதியை மட்டுந் தின்றுவிட்டு, வித்தினைக் கொண்டுள்ள 'பகுதியை' விலங்குகள் விட்டுவிடும். கொய்யாபோன்ற, உண்ணத் தக்க பழங்களின் வித்துக்கள் விலங்குகள் விழுங் கத்தக்க அளவிற்குச் சிறியன. ஆயின், அவை சமியா வியல்புடைய மூடிக்குள் இருப்பதால், மாற்றமடையாது, ஊறுபடாது, விலங்கின் உணவுக்கால்வாய்வழியாக வெளி யேறிவிடும். பறவைகளும், வௌவால்களும் இத்தகைய பழங்களின் சாறுடைப்பாகங்களைத் தின்று, கூடவே, சிறிய வித்துக்களையும் விழுங்கித் தம் எச்சத்தோடு அவற்றைப் பலவிடத்தும் பரப்பும்.

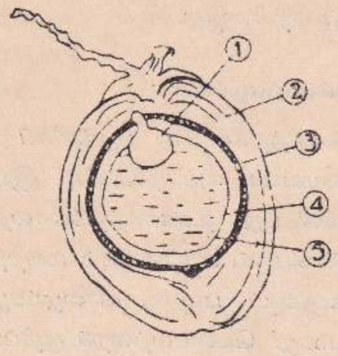
சிலவகைகளில் — உதாரணமாக, சிலவகைப்புல்லில் — வித்துத்தானும் உண்ணத்தக்கதாய், சமிக்குமியல்பினதாய், உளது. இத்தகைய தாவரங்கள் பெருந்தொகையாக விதைகளை உண்டாக்கும். அவற்றில், குறைந்த சதவீத மளவே பரப்பப்பெறும். பெரும்பகுதி உண்டு சமிபாட்டையும் தமது பொந்து களில் (கூடுகளில்) வசிக்கும் இளம் விலங்குகளுக்குக் கொண்டுசெல்லும் விலங்குகள் (உதாரணமாக பறவைகளும் எறும்புகளும்) எப்போதும் விதை களுட் சிலவற்றைத் தற்செயலாய் ஆங்காங்கேயிட்டு, அவற்றைச் சிதறுகின்றன.

நீரினால் விதைகள் எவ்வாறு பரப்பப்படுமென்பது.

நீரினாற் பரம்புதற்குச் சிறப்பாய் அமைந்த பழங்களுக்குச் சிறந்த உதாரணத் தேங்காய் ஆகும். பெரும்பாலான அயனமண்டலநாடுகளில், கடற்கரையை அடுத்துத் தென்னை மரம் வளரும். பழமும் பெருக்கினாற் கொண்டு செல்லப்படத்தக்க இடங்களிலேயே பெரிதும், வீழும். நாற்றை மூடியுள்ள, உரத்த, நார்மூடி அந்நாற்றை ஊறுபடாது காப்பதோடு, அது



உருவம் 92. தக்காளிப்பழத்தின் குறுக்கு வெட்டுமுகம்.



உருவம் 93. தேங்காயின் குறுக்கு வெட்டுமுகம்.

1. முதலு. 2. நார்மூடி. 3. சிரட்டை. 4. (உள்) தேங்காய். 5. இளநீர்.

நெடுந்தூரம் மிதந்துசெல்லற்கும் உதவியாகும். இக்காரணத்தால் புதிய முருகைக் கற்றீவுகளில், முதன்முதலாகத் தோன்றுவது வழக்கமாகத் தென்னையே ஆகும். நாற்றானது மிக்க சேமிப்புணவையும் நீரையுங் கொண்டுளதால், மணற்பாங்கான கடற்கரைபோன்ற தகவிலா நிலைமைகளிலும் அரும்பவல்லது. (உருவம் 93-ஐக் காண்க).

காற்றுவெளிகளைக்கொண்ட நார்மூடிபொருந்திய, பெரிய பழங்களையுடைய நீர்க்கரைத்தாவரங்களுக்குப் பிற உதாரணங்கள்: நீபா, பரிந்தோனியா, கேவோலா, எரிற்றியரா என்பன.

வெடிக்கும் கனிகள்.

சில தாவரங்கள் காற்று, நீர், அல்லது விலங்கு என்பவற்றின் உதவியின்றியே தம் பழங்களைப் பரப்பவல்லன. இவற்றின் வெடிக்கும் பழங்கள் வித்துக்களைத் தாய்த்தாவரத்தினின்று சிறிது தூரத்திற்கப்பால் வீசும். இவற்றுக்கு உதாரணங்கள், காசித்தும்பை, இறப்பர் ஆமணக்கு என்பன.

இவற்றின் பழமானது முற்றி உலர்ந்ததும் சடுதியாகத் திறந்து, வித்துக் களை வெளிவீசும். நெற்றுய பழங்களைக்கொண்ட தாவரங்கள் பல இவ் வாறே தம் வித்துக்களை வெளிவீசும். நெற்றுமுற்றியுலர்ந்ததும், சடுதியாகத் திறக்கும்; திறக்கவே, இருபாதிகளும் வளைந்து சுருளும்; இவ்வாறு, வித்துக்கள் வெளியே வீசப்படும். மணற்பெட்டிமரம் பெரிய வெடியொலி யுடன் வெடித்து, அதன் பெரும் விதைகளைப் பல யார் தூரத்திற் கப்பால் எறிகின்றது.

வித்தில்லாப்பழங்கள்.

உண்ணத்தக்க பல பழங்களைப் பன்னெடுங்காலமாக மக்கள் பயிரிட்டு வந்தமையால் அப்பழங்களின் இயல்பு ஆதிப்பழங்களினின்றும் பெரிதும் வேருகிவிட்டது. உண்ணத்தக்க சதைப்பாகம் பெருக – சிலவகைகளில் – வித் துக்கள் பெரும் பான்மையும் மறைந்துவிட்டன. இத்தகைய மாற்றமடைந்த பழங்களுக்குப் பனுை, வாழைப்பழம், அன்ஞசிப்பழம், 'வித்தில்லாத் தோடம்பழ' மென்பவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

5 ஆம் அத்தியாயத்துக்குரிய பயிற்சிகள் பொதுவிஞ்ஞானப்பயிற்சிநூல் 1 இல் 53—57 வரையான பக்கங்களிற் காணப்படும்.

அத்தியாயம் VI

மண்

ஒப்பநோக்குமிடத்து, மண்ணானது புவியினது மேற்பரப்பின் சிலபாகங்களை மூடியுள்ள மெல்லிய ஒரு படையாகவே இருப்பினும், தாவரவுயிர்கள் யாவற்றுக்கும் ஆதாரமாகஇருப்பதால், அது மிக்க முக்கியமானதாகும். மண்ணில்லாத பிரதேசங்களில், பொதுவான தாவரங்கள் காணப்படுவதில்லை; மேலும் விலங்குகள் யாவும் பசுந்தாவரங்களையே ஆதாரமாகக்கொண்டு வாழ்கின்றனவெனக் கண்டோம். எனவே, மண்வறிதான ஒரு பெரும்பரப்பில், உயிருள்ள பொருள்களும் இருக்கமாட்டா. மண்ணின் ஆழம் சில அங்குலந் தொட்டுப் பல அடிவரை வேறுபடும்; ஆயின், புவியினது நிலப்பரப்பிலுள்ள, ஆழங்குறைந்த இம்மட்படிவுகள் உண்டாதற்கு ஆண்டுகள் பலகோடி சென்றுள்ளன. மண் எனப்படுஞ் சிறப்புவாய்ந்த இப்பதார்த்தத்தைப்பற்றி நாம் இப்போது சிறிது படிப்போம்: (i) அது எவ்வாறு ஆயது (ii) அது எவ்வெப்பொருட்களால் ஆயது (iii) தாவரங்கள் அதிலிருந்து பெறுவது யாது (iv) எவ்வெக்காரணிகள் மண்ணைத் தாவரவளர்ச்சிக்கு ஏற்புடைத்தாகச் செய்கின்றன, என்னும் விடயங்களைச் சிறிது ஆராய்வோம்.

ஏறக்குறைய முந்நூறு கோடி ஆண்டுகட்குமுன்னர் (எனின், 3×10^9 ஆண்டுகட்குமுன்) புவியானது ஞாயிற்றினின்றும் பிரிந்து, அளவிறந்த சூடுகொண்டு, வாயுவாலாய பெருங்கோளமாயிற்றென்றும், இக்கோளம் முதலிலே திரவமாகி, பின்னர் அரைத்திண்மம் (அல்லது பிளாத்திக்கு) ஆகிக் காலகதியிற் குளிர்ச்சியடைந்ததென்றும் விஞ்ஞானிகள் கருதுவர். பின்னர், வெளியோடு திண்மமாயிற்று; திண்மமாகும்போது, முன்னிருந்த பிளாத்திக்கு வடிவத்தின் வெளித்தோற்றங்கள், நாம் இன்றுகாணும் மலைகள், கண்டநிலத்திணிவுகள் என்னும் உருவங்களாய் அமைந்தன. புவியினது வரலாற்றின் இத்தொடக்கநிலையில், மேற்பரப்புப் படையானது சூடான திரவப்பொருள் குளிர்ந்ததனாலாய தீப்பாறைகளைக் கொண்டதாக இருந்தது. கருங்கல்லெனப்படுவது இவ்வகையைச் சேர்ந்த ஒரு பொதுவான பாறையாகும். தீப்பாறைகள் ஏரோவழி முதற்பாறைகள் எனவும் படும். ஏனெனில், அவையே முதன்முதல் உண்டாய பாறைகளாமென்க. இத்திண்மவோடு, ஏறத்தாழ 2×10^9 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் முதன்முதல் உண்டாயபொழுது, புவியில் ஓர் உயிராயினும் திரவநீர் யாதாயினும் தோன்றவில்லை. பின்னர், ஆண்டுகள் பலகோடி செல்ல, நீராவியானது ஒடுங்குதற்கேற்ப, புவியின் மேற்பரப்புக் குளிர்ச்சியடைந்தது; நீராவி ஒடுங்கி ஆறுகள், ஏரிகள், கடல்கள் ஆயன. மேலும், நிலையான வாயுக்களௌன

வழங்கப்படும் ஒட்சிசன், நைதரசன், ஈலியம், நேயனுகியவற்றிலிருந்து வளிமண்டலம் உண்டாயது. புவியினது வரவாற்றின் இந்நிலையிலிருந்தே விஞ்ஞானிகள் **புவிச்சரிதகாலத்தைக்** கணிக்கத் தொடங்குவர்.

பாறைகள் வானிலையாலழிதல்.

புவியின் மேற்பரப்பிலே வளிமண்டலமும் நீர்ப்படிவுகளுந் தோன்றியதும், **'நீர்வட்டம்'** (நூல் 1, அத்தியாயம் 5 ஐக் காண்க) நிகழத்தொடங்கியது; அக்காலத்திலிருந்து, வானிலையால் ஏற்படும் அழிவின்வாயிலாய் மண் உண்டாயது. அ—து, வானிலைமாற்றங்களால் ஏற்பட்ட பாறைத்தேய்வினுல் அஃது உண்டாயதென்பதே.

குளிரானகாலநிலையிலும் இடைவெப்பக்காலநிலையிலும் பாலைநிலங்களிலும் வானிலையால் அழிவு ஏற்படுவது பெரும்பாலும் பௌதிகமாற்றங்களின் விளைவே ஆகும். உதாரணமாக :—

(அ) ஓடும் நீரானது பாறைகளைத் தேயச்செய்து, கற்களைக்கொண்டுசென்று மேலுஞ் சிறுச்சிறு துண்டுகளாக உடைக்கின்றது.

(ஆ) வெப்பநிலையிற் பரந்த மாற்றங்களேற்படுவதனுல், ஒன்றுவிட்டொன்ருக விரிதலுஞ், சுருங்கலும் நிகழ, பாறைகளில் நுண்ணிய வெடிப்புக்கள் உண்டாகின்றன.

(இ) உறையும்போது நீர் விரிகின்றமையால், சிறிய வெடிப்புக்கள் யாவும், மேற்பரப்பு நொறுங்கும்வரை, பெரியனவாகின்றன.

(ஈ) பனிக்கட்டியாறுகள் (மலைப்பள்ளத்தாக்குச்களில் மெல்லென நகரும் பனிக்கட்டியாலாய ஆறுகள்), தம்கீழ்ப்புற மேற்பரப்பிலே தங்கிக்கொள்ளும் பாறைகளைத்தாம் பாயும்போது கொண்டுசெல்வதனுல் அடியிலேயுள்ள பாறைப்பொருட்கள் தேய்வுறுகின்றன.

(உ) வலுவான காற்றுக்கள் பாறைத்தூசிகளைக்கொண்டுசெல்லும்; இவ்வழி, வெளிப்படவிருக்கும் பாறைகள் தேய்வுறுகின்றன.

(ஊ) தாவரங்களின் வேர்கள் பாறைவெடிப்புக்களுட்புகும்; இவ்வேர்கள் வளரும்போது, வெடிப்புக்கள் அகல, பாறைத்துண்டுகள் பிளக்கப்படுகின்றன.

இன்னும், வேர்நுனிகளும் பாறைகளைக் கரைக்குஞ் சேதனவுறுப்பமிலங்களை உண்டாக்குகின்றன.

உறைபனியினதும் (உறை வெப்பநிலை) பனிக்கட்டியாறுகளினதுந் தாக்கத்தைப்பற்றி ஆராயும்போது, இற்றைக்கு இருப்பது போன்று, உலகின் பல்வேறு பாகங்களிலும் வெப்பநிலை எப்பொழுதும் ஒரேதன்மைத்தாய்

இருக்கவில்லையென்பதனை நினைவிற்கொள்ளல்வேண்டும். இன்று வெப்பமான காலநிலையையுடைய பிரதேசங்கள் பழையகாலங்களிற் குளிர்மிக்க இடங்களாய் இருந்தனவென்பதற்குச் சான்றுகள் உள.

ஆவியாதலைவிஞ்சிய மழைவீழ்ச்சியுடைய ஈரமான அயனமண்டலக் காலநிலைகளில், வானிலையாலேற்படும் அழிவை உண்டாக்குவதில் இரசாயன மாற்றங்கள் முக்கியமான பங்கினைகொண்டுள. இத்தகைய பிரதேசங்களில், சேதனவுறுப்புப்பொருட்களின் பிரிகையினாற் காபனீரொட்சைட்டு உண்டாகின்றது. இக்காபனீரொட்சைட்டு நிரம்பிய, பெருந்தொகையான மழைநீரானது தங்குதலின்றிக் கீழ்முகமாகப் பாய்வதனால், கருங்கல்லின் பெரும்பாலானகூறுகள் (சிலிக்காதானும்) கரைந்துவிடுகின்றன. கரையவே, மிகுதியான இரும்பொட்சைட்டையும் அலுமினியமொட்சைட்டையுங்கொண்ட மண் எஞ்சுகின்றது; இம்மண் ஆழமாக இருப்பினும் வளமற்றதே. இத்தகைய மண் **சரளைமண்** எனப்படும். இது சிவப்பு, மஞ்சள், அல்லது கபில நிறமாக இருக்கும். ஈரமான, அயனமண்டலப்பிரதேசங்களில், கருங்கல் இவ்வாறு வானிலையால் அழிவது மிக விரைவாய் நிகழும். மேலும், அதன் பிரிகையின் பல்வேறு நிலைகளை நாம் தெரு, வெட்டும்போது காணலாம். அடர்ந்த காடுகளிற் சிலவேளைகளில், மேற்பரப்பிலிருந்து 100 அடி ஆழம் வரை, கருங்கல் சரளைமண்ணாக வானிலையால் அழிக்கப்படும்.

இதுவரையுங்கூறியவற்றினுங்கூடிய வறட்சியுங்குளிர்ச்சியுங்கொண்ட காலநிலைகளில், சேதனவுறுப்புப்பொருளின் பிரிகையானது சேதனவுறுப்பமிலங்கள் உண்டாதலோடு நின்றுவிடுகின்றது; இவ்வமிலங்கள் கருங்கல்லிலிருந்து சிலிக்காவைக் கரைக்குந்திறனற்றனவே. இத்தகைய காலநிலைகளில், இறுதியிலே உண்டாகும் விளைவு மணலுங் களிமண்ணுங் கொண்டவொரு கலவையேயாகும். இது, ஈரமான, அயனமண்டலக் காடுகளிலுள்ள சரளைமண்ணிலுஞ் சிறந்த மண்ணாதற்கு ஏற்றது.

ஒரு பிரதேசத்திலேயுள்ள மண்ணின் இனம் அடியிற்கிடக்கும் பாறைகளின் புவியமைப்பையும் இப்பிரதேசத்திற்குரிய காலநிலை, தாவரமென்பவற்றின் பன்னெடுங்காலத் தாக்கத்தையும் பொறுத்துளது.

பாறைகளிற் பிறவகைகள்.

தீப்பாறைகள் காலகதியில் வானிலையால் அழிவுற்று, சிறுதுண்டுகளாக உடைக்கப்படுகின்றனவென அறிந்தோம். வானிலையால் அழிவுற்ற இப்பொருட்களைப் பாயும் நீர் தொங்கலாகக்கொண்டுசெல்லும்போது, வெவ்வேறு பருமனுடைய துணிக்கைகளாக அவை வகுக்கும். அத்துணிக்கைகள் பரலும் (சிறுகற்களும் பருமணலும்) மணலும் மண்டியும் (சேறும்) ஆகும். முதலிற் பாறையின் பெருந்துண்டுகள் படியப்பெறும்; பின்னர், நீரோட்டம் அகலவும் அதன் கதி குறையவும், தொங்கலாயுள்ள நுண்ணியன

வான துணிக்கைகளும் அடைந்து **வண்டற்** (வெள்ளப்) படிவுகளாகும். இவ்வாறு மிக்கதடிப்பான படிவுகள் உண்டாயவிடங்களில், மாபெரும் அமுக்கங் காரணமாகக் கீழுள்ள படைகள் மீட்டும் வன்மையான பாறைகளாக மாறியுள்ளன. இவ்வாறு நீரின் அடையலினின்றும் உண்டாய பாறைகள் **அடையற் படிவுப்பாறைகளெனப்படும்.** மணற்கல்லெனப்படுவது மணல்மணிகள் ஒருங்கு இறுகுவதாலாய அடையற்பாறையேஆகும். ஓரளவிற்கு இறுகிய சேறே **சேற்றுக்கல்லெனப்படும்.** இதனிலும்பிந்தியவொரு நிலையே மாக்கல் ஆகும். சுண்ணும்புக்கல், சோக்கு, நிலக்கரியாகியவை சேதனவுறுப்படையற்பாறைகளுக்கு உதாரணங்களாம். அடையற்பாறைகள் உயிர்ச்சுவடுகளை (தாரவம், விலங்கு முதலியவற்றின் மீதிகளை) தம்மகத்துக்கொண்டிருத்தலும்உண்டு. இப்பாறைகள் உண்டாதற்கு ஏதுவான பொருள் நீரினின்றும் படியப்பெற்றமையால், இத்தகைய பாறைகள் பொதுவாகக் கிடையான அடுக்குக்களாகவோ, படைகளாகவோ தோன்றின. எனினும், பிற்காலத்திற் புவியோட்டில் ஏற்பட்ட அசைவுகளால் தொடக்கத்திற் கிடையாக அமைந்திருந்த படைகள் மடிப்புக்களாக மாறியிருத்தல்கூடும். படைகளாக அமைந்திருத்தல் அடையற்பாறைகளின் சிறப்பியல்பாகும்; இதனைத் தீப்பாறைகளிற், காணல்முடியாது. பாறைகளின் மூன்றுவது பெரும் வகுப்பு 'மாற்றடைந்த, அல்லது உருமாறிய பாறைகளைக்கொண்டது. அடையற்பாறைகளையோ பழைய தீப்பாறைகளையோ மிக்க சூடாக்கின் அல்லது வலுவாகவமுக்கின் அவை புதியவினப் பாறைகளாக மாறும். சூடான உருகிய பாறைகளுடன்வேறு பாறைகள் தொடுகையுறும் போதும் மிக்க ஆளத்திலே பாறைகள் புதைந்துளபோதும், புவியோட்டின் மலையமைக்கும் அசைவுகளினுல் அவை வன்மையாக அமுக்கப்படும்போதும் மேற்கூறியவாறு நிகழும். மாறுதலடைந்த நிலைமைகள் முதற்கனிப் பொருட்களில் மாற்றங்களை விளைவிக்க, அப்பொருட்கள் பெரும்பாலும் அடர்த்திகூடிய புதிய வடிவங்களில் மீளப் பளிங்காகும். இவ்வழி, உருமாறலின் பின்னர், மணற்கல்படிகப் பாராகவும், சுண்ணும்புக்கல் சலவைக்கல்லாகவும், மாக்கல் சிலேற்றுகவும் மாறும்.

உருமாறிய பாறைகள்தாமும் வானிலையா **அழிவு**ற்றுப் புதிய அடையற் பாறை களாதல்கூடும்.

ஆகவே, தொகுத்துக்கூறின், (கருங்கற்பாறைபோன்ற) தீப்பாறைகளே புவியோட்டின் முதற் பாறைகளாம். அவை வானிலையால்அழிவுற்று மண்ணுக, அல்லது அடையற்பாறைகளாக மாறல்கூடும்; அன்றி, வெப்பத்தாலும் அமுக்கத்தாலும் அவை உருமாறியபாறைகளாக மாறுதலுங்கூடும்.

பாறையாகும்வரை ஒருங்கு அமுக்கப்பட்ட மணற்றுணிக்கைகளையோ சேற்றுத்துணிக்கைகளையோ கொண்டவையே அடையற்பாறைகள் (உதாரணமாக, மணற்கல்லுஞ் சுண்ணும்புக்கல்லும்) ஆகும். இத்தகைய பாறைகள் வானிலையால் அழிவுற்று மண், அல்லது புதிய அடையற்பாறைகள் ஆகலாம்; அன்றி, வெப்பத்தாலும் அமுக்கத்தாலும் உருமாறிய பாறைகளாக மாறல்

கூடும். (மணற்கல் படிகப்பாராதலும், சுண்ணாம்புக்கல் சலவைக்கல்லாதலும் இதற்கு உதாரணங்களாகும்). உருமாறிய பாறைகள் (அல்லது மாறுதலடைந்த பாறைகள்) தீப்பாறைகளிலும் அடையற்பாறைகளிலும் வெப்பம் அமுக்கமென்பவற்றின் தாக்கத்தால் ஆயவையே. இத்தகைய உருமாறிய பாறைகள் வானிலையால் அழிவுற்று, அடையற்பாறைகளாகவோ, மண்ணாகவோ மாறல்கூடும்.

எனினும், ஈண்டு நாம் சிறப்பாகக் கருதவேண்டியது யாதெனில், மூவகைப் பாறைகளுங் காலகதியில் மண்ணாக மாறுமென்பதே.

மண்ணின் கூறுகள்.

மண்ணானது எவ்வெப்பொருள்களைக்கொண்டுளதென்பதை அறிதற்குச் சிறந்தவழி, உள்ளபடியாகச் சிலவகை மண்களை—உதாரணமாக, 'நல்ல' தோட்டமண்ணையும் (அல்லது பூந்தொட்டியில் இடுதற்கான மண்ணையும்), திறந்தவெளியிலிருந்துபெற்ற 'வறிதான' மண்ணையும்—எடுத்துப் பரிசோதித்தலே ஆகும். நீர்பெற்ற மண்ணின் மாதிரிகளில், யாதும் கல் இருப்பின், பொறுக்கிவிட்டு, இரண்டுபுடக்குகைகளில் ஒவ்வொரு மாதிரியிலும் வகைக்கு 10·0கி. நிறுத்தெடுக்க. மண்ணினை மென்மையாக உலர்த்தும் பொருட்டு 100° ச.அ. இற்கும் 110° ச. அ. இற்குமிடையே வைக்கப்பட்டுள்ள கணவடுப்பிலே புடக்குகைகளை வைக்க. இவ்வெப்பநிலையில் இருபத்து நான்குமணி நேரத்திற்கு வைத்தபின், நிறையிலே ஏற்படுங் குறைவு மண்ணிற் கட்டின்றி, சேர்க்கையுறாதுள்ள நீரின் அளவினைக்குறிக்கும்.

		'நல்ல' மண்	'வறிதான' மண்
புடக்குகையினது நிறை + உலர்த்தாத 10·0கி. மண்ணினது நிறை	=	கி.	கி.
புடக்குகையினது நிறை + உலர்த்தியமண்ணினது நிறை	=	கி.	கி.
நிறையிற் குறைவு	=	கி.	கி.
ஆகவே இம்மண்ணிலுள்ளநீரின் அளவு	=	%	%

இனி, உலர்த்திய மண்கொண்ட புடக்குகைகளை எடுத்துப் பன்சன் சுடரடுப்பிலே மிக்க வன்மையாகச் சூடாக்குக. சூடாக்கும்போது நீர் கவனிப்பது யாது? ....

....

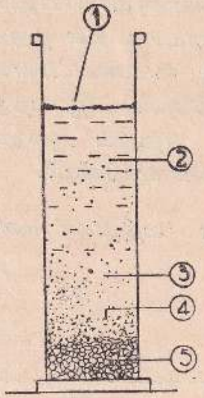
....

மேற்கொண்டு மாற்றம்யாதும் காணப்படாதபோது, புடக்குகைகளை ஆறவிட்டு மீண்டும் நிறுக்க.

		‘நல்ல’மண்	‘வறிதான’மண்
புடக்குகையினது நிறை + உலர்ந்த மண்ணினது நிறை	=	கி.	கி.
புடக்குகையினது நிறை + எரிந்த மண்ணினது நிறை	=	கி.	கி.
நிறையிற் குறைவு	=	கி.	கி.
ஆகவே, எரிந்த பாகத்தின் அளவு	=	%	%

இருவகையிலும், எரிந்தமண்ணினது நிறஞ்சற்றுச்செம்மையாக இருத்தலையும், அவ்வெரிந்த மண்ணை நீருடன் கலக்கும்போது, முதன்மண்போன்று அது பசைத்தன்மை எய்தாதிருத்தலையுங் கவனிக்க. முதன்மண்ணிலுள்ள கனிப்பொருளே (அல்லது அசேதனவுறுப்புப்பொருளே) இவ்வெரிந்தமண்ணாகும். மண்ணிலிருந்த சேதனவுறுப்புப்பொருளே எரிந்தபாகமாகும்.

ஆகவே, இதுவரை மண்ணனது முதன்மையான கூறுகள் மூன்றினைக் கொண்டதெனக்கண்டோம். அவை (அ) கனிப்பொருள் (ஆ) சேதனவுறுப்புப்பொருள் (இ) நீர் என்பனவாகும். வெவ்வேறு வகையான மண்களில் இக்கூறுகள் ஒவ்வொன்றினதும் விகிதசமம் வேறுபடும்.



உருவம் 94.
மண் துணிக்கைப் பகுப்பு.

1. சேதனப் பொருள்.
2. தொங்கற் களிமண்.
3. களிமண்.
4. அடையல்.
5. மணல்

மண் துணிக்கைகளின் பௌதிகப்பகுப்பு.

பௌதிகமுறைகளினாற் கனிப்பொருளை நாம் மேலும் பகுத்தல்கூடும். சிறிதளவான புதியமண்ணை (50 கி. வரை எடுத்து, அரைப்பாகமளவிற்கு நீர்கொண்ட ஒரு வாய்ச்சாடிக்குள் இடுக. (களிமண்ணைத் தொங்கலாக வைத்திருப்பதற்கு ஏதுவாக, சோடியங்காபனேற்றை இட்டு, அக்கலவையைக் காரமாக்குக.) சாடியின் வாயை வாயுச்சாடி மூடியினால்மூடி விட்டு, மண் முழுவதும் நீரிலே தொங்கலாகும் வரை, வன்மையாகக்குலுக்குக. பின், சாடியை வாங்கின் மீதுவைத்து, மண்ணை அடைய விடுக. மண்துணிக்கைகள் தத்தம் பருமனுக்கேற்ப— மிகப்பெரிய. பாரமிக்க துணிக்கைகள் முதலிலும், மிகச்சிறிய, இலேசானவை இறுதியிலுமாக—அடியிற் படிதலைக் கவனிக்க. இம்முறையின்படி, முதன்மண்ணை அதன் பிரதானமான கனிப்பொருட்கூறுகளாகத் தெரிந்து வகுத்தல்கூடும்: (i) அடியிலே மணற்படையொன்றும் அதன்மேல் (ii) நுண்ணிய துணிக்கைகளாலாய, மண்டியெனப்படும் படையொன்றும், அதன்பின், (iii) உச்சியில் மிகநுண்ணிய துணிக்கைகளாலாய (களிமண்) படையொன்றுங்

காணப்படும். (களிமண் துணிக்கைகள் பொதுவாக நுண்மைமிக்கனவாய் இருத்தலால், பல மணிநேரத்துக்கு—சிலவேளை பலநாட்களுக்குமே—நீரிலே தொங்கி நிற்கும்). மேற்பரப்பிலே சேதனவுறுப்புப்பொருளின் சிறுதுண்டுகள்—தாவரமீதிகள்—மிதத்தலைக் காணலாம். இம்மீதிகள் உக்கல் உண்டாதலின் தொடக்கநிலையைக் குறிக்கும். மண்ணியலார் 2 மி.மீ. விட்டத்திற்கு மேற்பட்ட மண் துணிக்கைகளைப் பரலெனவும்; 2 மி.மீ. இற்கும் 0·2 மி. மீ. இற்குமிடையே விட்டம் உள்ளவற்றைப் பருமணலெனவும்; 0·2 மி.மீ—இற்கும் 0·02மி.மீ—இற்குமிடையே விட்டம் உள்ளவற்றை நுண்மணலெனவும், 0·02 மி.மீ; இற்கும் 0·002 மி. மீ.—இற்குமிடையே விட்டம் உள்ளனவற்றை மண்டியெனவும். 0·002 மி. மீ.—இற்குக் குறைந்தவிட்டமுள்ளதுணிக்கைகளைக் களிமண்ணெனவும், பொதுமையிற்பாகுபாடுசெய்வர்.

மண்ணிலுள்ள கனிப்பொருள்.

மணல், மண்டி, களிமண்ணுகிய இக்கனிப்பொருட்கள்யாவும் பாறைகள் வானிலையால் அழிவதால் உண்டாயவையே. உதாரணமாக, கருங்கல்லானது படிகம், களிக்கல், மைக்காவெனும் மூன்று கனிப்பொருள்களின் கலவையே. படிகமானது (சிலிக்கனீரொட்சைட்டு, அல்லது சிலிக்கா) வன்மையான, கண்ணடிபோன்ற பளிங்குகளாகக் கருங்கல்லிற் காணப்படும்; இப்பளிங்குகள் பௌதிகமுறை வானிலையழிவால் மாற்றமடையாது, மணலாக இருக்கும். களிக்கல்லெனப்படுவது (பொற்றுசியம், அலுமினியமென்பவற்றின் சிக்கலான சிலிக்கேற்று) சற்று வெண்மையான பளிங்குகளாகக் கருங்கல்லிற் காணப்படும்; இன்னும், பொற்றுசியஞ் சேர்வகள் யாவும் நீரிற் கரையுமியல்பினவாகையால், இக்களிக்கல் எளிதாக வானிலையால் அழிவுற்றுக் களிமண் (அலுமினியஞ்சிலிக்கேற்று) ஆகும். மைக்காவெனப்படும் பிறிதொரு சிக்கலான சிலிக்கேற்று வெள்ளிமயமான தகடுகளாகக் கருங்கல்லில் உளது; இதனை வானிலையாற் கருங்கல் அழிவதன் வாயிலாய் உண்டாய ஆற்றுமணல்களிற் காணலாம்.

வானிலையால் அழிவுறுவதன்காரணமாக தாவர வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத பொற்றுசியமுப்புக்கள் வெளியிடப்படும். ஆனால், ஈரவயனமண்டலங்களில் இரும்பொட்சைட்டும் அலுமினியமொட்சைட்டுந்தவிர, கருங்கல்லின் ஏனைக்கூறுகள்யாவும் வெப்பமான மழைநீரினல் அகற்றப்படுகின்றனவெனக் கண்டுள்ளோம். அயனமண்டலமண்களுட் பெரும்பாலானவை மிகப்பழையனவாய் இருக்கின்றமையால், துரதிட்டவசமாய் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவையாய் உள; எனவே, அவற்றில் மிகச்சிறிதளவான தாவர உணவே உளது. இம்மண்கள் அடர்த்தியான அயனமண்டலக்காடுகளுக்கு ஆதாரமாயுளவென்பது உண்மையே; ஆயின், மண் வறிதாக இருந்த போதினும், தாவர வளர்ச்சிக்குத் தலைசிறந்த கனத்த மழைவீழ்ச்சியும் உயர்ந்தவெப்பநிலையும் அங்கு இருத்தலே இதற்கு முக்கியமான காரண

மாகும். அன்றியும், ஒப்பநோக்குமிடத்து மரங்களின் வளர்ச்சி மிகமெதுவாக நிகழும்; மண்ணிலிருந்து தாவர உணவை அவை உறிஞ்சுவதும் மெது வாகவே நிகழும். உணவுப்பயிர்கள் மிக்கவிரைவான வளர்ச்சியுடையவை. அத்துடன், அவை மண்ணிலிருந்து கூடிய உணவுப்பொருட்களை எதிர் பார்ப்பவை ; எனவே, மரங்களுக்கு ஆதாரமாகவுள்ள மண்ணினமொன் றில்,—தாவர உணவை இட்டாலன்றி—சிறந்த உணவுப்பயிர்களை விளைவிக்க முடியாதிருக்கும்.

மணல், களிமண்ணுகியவற்றின் சில பண்புகள்.

மண்ணின் முதன்மையான கூறுகளாய மணல், மண்டி, களிமண்ணெ னும் மூன்றும் வெவ்வேறு மண்களில் வெவ்வேறு விகிதசமத்தில் அமை யப்பெறும். மண் உண்டாதற்கு ஏதுவாக இருந்தபாறையின் வகைக்கு ஏற் பவும், வானிலையாலழிதலின் முறைக்கு ஏற்பவும் இவ்விகிதசமம் வேறுபடும். மண்ணென்று பருந் துணிக்கைகளையே பெரும்பாலுங்கொண்டதாக இருப் பின், அது மணற்பாங்கான மண்ணென வருணிக்கப்படும். அது மிக நுண் ணிய துணிக்கைகளையே பெரும்பாலுங்கொண்டிருப்பின், அது களிமண் எனப்படும். பருமட்டாக நோக்கும்போது, மணலுங் களிமண்ணும் ஏறக் குறைய ஒரேயளவான விகிதசமத்தில் இருப்பின், அம்மண் ஈரக்களிமண் எனப்படும்.

பிறதுணையின்றிக் கண்ணுற் காண்பதற்கு ஏற்றபருமனுடையனவாய் மண் துணிக்கைகள் விளங்குகின்றன. மேலும், எத்துணை நெருக்கமாய் அவை இணைந்திருப்பினும், அவற்றிற் பெருங்காற்றிடைகள் உள. களிமண், உக்கிய பொருளாகியவற்றின் தனித்தனித் துணிக்கைகள் முற்கூறப்பட்ட துணிக்கை களினுஞ் சிறியன ; மெல்லிதான நீர்த்தொங்கலில், நுணுக்குக்காட்டியின் மிகக்கூடிய உருப்பெருக்கத்தைக் கொண்டு அவற்றுட் சிலவற்றைக் காண லாம் ; நுணுக்குக்காட்டியினூடே நோக்கும்போது, மாருத, குலுங்கும், 'பிரௌனியனசை'வுடன் அவை இருத்தலை அவதானிக்கலாம் ; அ—து, அயலிலுள்ள மூலக்கூறுகள் அவற்றில் மோதுவதால் அசைக்கப்படுமள விற்கு அவை சிறியனவாய் உளவென்பதே. இத்தகைய சிறிய துணிக்கை களை மிக நெருக்கமாய் ஒன்றேடொன்று அடுக்கலாம் ; இதனுல் அவற்றிற் கிடையே மிக நுண்ணிய காற்றுக்கால்வாய்கள் மட்டும் விடப்படும். மேலும், அவை நீரை மேனமட்டத்தில் ஈட்டச்செய்யும் வலுக்கொண்டவை. இந்நீர் அவற்றின் மேற்பரப்பில் ஈட்டி, அவற்றைப் பருக்கச் செய்யும். இத்தகைய நிலைமைகளிற் களிமட்படையொன்று நீர் நுழையாத் தன்மையையும், காற்று நுழையாத் தன்மையையும் எய்தும். உண்மையாக, இத்தகைய களிமட்படை கள் நீரைத்தாங்கிகளிலே தேக்கி வைத்திருப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. நற்பேருக, இம்மாதிரியான இயற்கைப்படைகள் (அல்லது களிமட்

'பாளங்கள்') மண்களில் மிக அரிதாகவே உள. பெரும்பாலும், களிமண் துணிக்கைகள் பெரிய காற்று வெளிகளைக் கொண்ட துணுக்குக்களெனப் படும் பெருந்தொகுதிகளாகத்தக்கதாய் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள் ளும்.

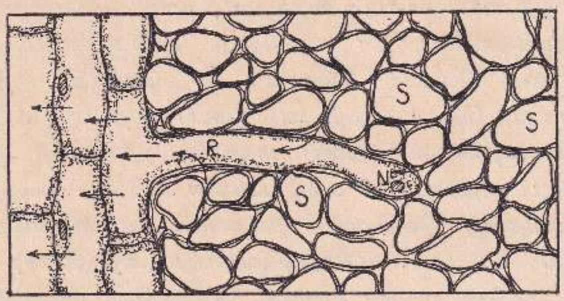
குறுகிய சோதனைக் குழாய்களிரண்டினை (அ) உலர்ந்த மணலினாலும் (ஆ) உலர்ந்த (ஆயின், வேகாத) களிமண்ணாலும் முற்றாய் நிரப்புக. ஒவ்வொரு குழாயையும், அதன் திறந்த முனை நீரின்கீழே இருக்குமாறு கவனத்தொடு, நிறுதிட்டமாக வைக்க. உலர்ந்த களிமண்ணானது நீரை உட்கொண்டு, (ஊன்பசையைப்போன்று) பருத்து, குழாயின் விளிம்பிற்கு மேலாக விரிதலைக் கவனிக்க

மண்ணின் அமைப்பு.

களிமண்பற்றி இதுவரையுங்கூறியவற்றிலிருந்து, மண்ணின் பௌதிகப் பண்புகளைப் பற்றி யாவற்றையும் அறிதற்குப் பொறியியல்முறையான பகுப்பு மட்டும் போதாதென்பதை நீர் காணலாம். விஞ்ஞானியொருவர் மண், அல்லது முதலுரு போன்ற சிக்கலான ஒரு பொருளைப்பற்றி ஆராயத் தொடங்கும்போது, பெரும்பாலும் அவருடைய முதற்படி அப்பொருளைத் துண்டுகளாக்கி, அதன் தனித்தனிப் பாகங்களை ஆராய்தலே ஆகும். இம்முறையில், அவர் அதனைப்பற்றி பலவிடயங்களை அறிவர். ஆயினும், அதனை முற்றாக ஆராய்தற்கு வேறொரு முறையைக் கையாளல்வேண்டுமென விரைவில் அவர் உணர்வர். முதலுருவென்பது (அதிலுள்ள) இரசாயனச் சேர்வைகளின் கலவை மட்டும் அன்று; அவ்வாறே, மண்ணும் மணல், மண்டி, களிமண்ணாகியவற்றின் கலவை மட்டுமன்று. மண்ணின் அரிய பண்புகளும் பல அதன் அமைப்பின்காரணமாகமட்டும் வந்தனவையல்ல; அதன் இயற்கையமைப்பின் காரணமாகவும் வந்தவை ஆகும். இதனால் நாம் கருதுவது (பருமட்டாகக்கூறின்) பல்வேறு துணிக்கைகள் பெருந்தொகுதிகளாக, அல்லது பருக்கைகளாக ஒருங்கு இணைக்கப்பட்டிருப்பதற்கான அளவே ஆகும். இவ்வழி, சிலவகை மண்கள் களிமண்மிக்கவையாயினும், சிறந்த பருக்கையமைப்பு உடையனவாய் இருப்பதால் முறையாகப் பண்படுத்தப்படின், அவற்றில் வேலைசெய்தல் எளிதாகும். மண்ணிற் காணப்படும் இப்பருக்கையமைப்பு மிக மெதுவாக வளர்ச்சியடைவது. அது எளிதாய் அழிந்துவிடுந்தன்மையது; அதனை மீளப்பெறுதலுங் கடினமாகும். வேளாளன், அல்லது தோட்டக்காரனொருவன் தனது நிலத்தைப் பண்படுத்தி, விதைப்படுக்கைகளை அமைக்குங்கால், இயற்கையான மண்ணமைப்பைப் பேணுமாறெவ்வாறெனக் கற்றல்வேண்டும்.

மண்ணிடை காற்று.

மண்ணானது பாறைபோன்று நெருங்கித் திணிந்த ஒரு திண்மம் அன்று; ஆயின், அது பருக்கைகளால் ஆயது; நுண்டுளையுடையது; நுண்ணிய இடைவெளிகளைக்கொண்ட, வெவ்வேறு மட்பருக்கைகள் பலகோடிகளால் ஆனது. மண்ணிலுள்ள இந்நுண்டுளையிடை வெளியில் காற்றோ நீரோ இடம் பெறும். (உருவம் 95 ஐக் காண்க). நல்ல மண்ணானது நீரைப்பொருந்தி யிருப்பதோடு, தாவரங்களின் வேர்கள் சுவாசித்தற்காகக் காற்றையும் கொண்டிருத்தல்வேண்டுமென்பது தெளிவு. பின்வரும் பரிசோதனை, மண்ணிற் காற்றிருத்தலைக் காட்டும்:— 100 கன ச.மீ. அளவையுருளைகள் இரண்டினை எடுத்து, ஒவ்வொன்றிலும் 50 கன ச.மீ. நீரை இடுக. (அ) உலர்ந்த தோட்டமண் சிறிதளவையும் (ஆ) இயல்பான ஈரநிலையிலுள்ள தோட்டமண்



உருவம் 95. மண்ணிலுள்ள வேர்மயிரின் வரிப்படம். (மிக உருப்பெருக்கப்பட்டது)

S = மண் துணிக்கைகள்; W = நீர்ப்படலங்கள்; A = காற்றுவெளிகள்; R = கருவாகிய 'N'உடன் வேர்த்தூவி. அம்புக்குறிகள் உறிஞ்சப்பட்ட நீரின் பாதையைக் குறிப்பன.

சிறிதளவையும் எடுத்து ஒவ்வொன்றிலும் 50 கன ச.மீற்றரை ஈரமில்லா அளவையுருளைகளில் நிறுத்தெடுக்க—நிறுக்கும்போது, உருளையின் அடியைக் கையால் தட்டி மண்ணினைத் திணிக்க. அளந்த ஒவ்வொரு அளவு மண்ணையும் 50 கன ச.மீ. நீரில் இட்டுக் குலுக்கி, நனிகலக்கி, ஒவ்வொரு வகையிலும் கலவையின் கனவளவைக் காண்க. மண்ணிலே காற்று யாதும் இல்லாவிடின், கலவையின் கனவளவு 100 கன ச.மீ. ஆகவிருக்கும்.

மொத்தக் கனவளவில் யாதும் குறைவிருப்பின் அது மண்ணிலுள்ள காற்றின் கனவளவைக் குறிக்குமென்பது தெளிவாகும்.

50 கன ச.மீ. நீரும் 50 கன ச.மீ. உலர்த்தியமண்ணுங்கொண்ட கலவையின் கனவளவு =..............கன ச.மீ.

ஆகவே, 50 கன ச.மீ. உலர்த்தியமண்ணிலேயுள்ள காற்றின் கனவளவு =100 - ....=..........கன ச.மீ. = கனவளவால் % காற்று.

50 கன ச.மீ. நீரும் 50 கன ச.மீ. ஈரமண்ணுங்கொண்ட கலவையின் கனவளவு =.........................கன ச.மீ.

ஆகவே, 50 கன ச.மீ. ஈரமண்ணிலேயுள்ள காற்றின் கனவளவு=100 - ...... =.............கன ச.மீ. = கனவளவால்................% காற்று

மண்ணிலேயுள்ள காற்றானது உயிருள்ள விலங்குகள், நுண்கிருமிகள், தாவரவேர்களாகியவை சுவாசித்தற்குப் பயன்படுத்தும் ஒட்சிசனை அளிக்கும். தாவரவேர்கள் சிலவற்றுக்கு, மிகச்சொற்பமான ஒட்சிசனே தேவைப்படும். அன்றேல், அவை தமக்குத் தேவையான ஒட்சிசனைத் தண்டுகளிலிருந்து, அகத்துள்ள காற்றுக் கால்வாய்களின் வழியாக, கீழ்முகப்பரவலின்மூலம் வேண்டியாங்கு விரைவாகப் பெறல் இயலும். இத்தகைய தாவரங்கள் அடர் சேற்றிலும் நன்கு வளரக் கூடியவை; உதாரணமாக, கண்டலானது வற்றுப்பெருக்குடைய ஆற்றங்கரைகளிலுள்ள, காற்றில்லாச்சேற்றில் வளரும். அது தனக்கு வேண்டிய ஒட்சிசனைச் சிறப்பான சுவாசவேர்கள் வாயிலாகப் பெறும்—இச்சுவாசவேர்கள் வற்றுக்காலத்திற் சேற்றுக்குவெளியே, காற்றைநோக்கி வெளித்தோன்றும். எனினும், பொதுவான தாவரவேர்களும் மண் விலங்குகளும், மண்ணானது நீரினால் நிரம்பியிருப்பின் விரைவில் இறந்துவிடும். பெரும்பாலும், மண்புழுக்களுஞ் சிறுபிராணிகள் பிறவுந் தொடர்ந்து குடைவதனாலும், வேர்கள் ஊடுவளர்வதனாலும், வெப்பம், நீரென்பனவ விளைக்கும் மாற்றங்களினாலும் மண்ணின் அமைப்புக்காப்பாற்றப்படும்; மண்ணுங்கிளறப்படுவதோடு, காற்றோட்டமுடைய தாக்கவும்படும்.

மண்ணிடைநீர்.

ஒரு குறித்த அளவான மழைநீர் மண்ணில்வீழின், நுண்டுளைவெளிகளுட் பெரும்பாலானவற்றைநிரப்பும்; நிரப்பியபின், தனது நிறை காரணமாகக் கீழ்முகமாகச் செல்லும்; மண்ணின் மேற்படைகள் 'புலத்தீரக்கொள்ளளவு' எனப்படும் நிலைமையை அடையும்வரை, இக்கீழ்முகப்போக்குநிகழும். அந் நிலைமையிற் கீழ் முகப்போக்குநின்றுவிடும். நீர் செல்லும் ஆழமும், அவ் வழி புலத்தீரக்கொள்ளளவு நிலைமையில் மண்ணினுள்ள நீரின் தொகையும், மண்ணின் இயல்பிற்கேற்ப வேறுபடும். மண்ணின் இயல்பெனும்போது, அம்மண் மணற்பாங்கினதா, களிமட்பாங்கினதா என்றவாறு. இக்கருத்தை நாம் பிறிதொரு முறையாகவுங்கூறலாம். அது யாதெனில், வெவ்வேறு மண்கள் வித்தியாசமான நீர்தாங்குங்கொள்ளளவை உடையனவென்பதே.

இதனைக்காட்டுவதற்கான பழைய பரிசோதனை மண்ணிரல்களினூடாக நீரைப்பெய்து, பின் அவற்றிலுள்ள மிகையான நீரை வடியச் செய்து, மண்ணாற் கொள்ளப்படும் நீரை அளத்தலேயாகும். எனினும், இவ்வாறு பெற்ற அளவீடுகள், வெவ்வேறு மண்களுக்கு வித்தியாசமாக இருப்பினும், ஆழமான மட்படைகளிலிருந்து இயல்பாக நீர்வடியும்போது பெறப்படும் அளவீடுகளோடு ஒத்தவை அல்ல. புலத்தின் ஈரக் கொள்ளளவிற்குச் சிறந்த அளவையை, மழைபெய்தவுடன் மண்ணின் மாதிரிகளைக்கொண்டு நீர் அடக்கத்தைச் சோதித்தலால், அல்லது பழைய பரிசோதனையின் பின்வருந் திரிபைச் செய்தலாற் பெறலாம்.

வெயிலிற் சிலநாட்களுக்குப் பரவி உலர்த்திய (அ) மணன்மண் (ஆ) களி மண் (இ) ஈரக்களிமண்ணாகியவற்றிற் சமமான தொகைகளை எடுக்க. நொய் யினாலே தளர்வாய் அடைக்கப்பட்ட தண்டுகளையுடைய மூன்று பெரிய கண் ணாடிப்புனல்களை எடுத்து, அவையொவ்வொன்றையும் காற்றினால் உலர்த் திய மண்மாதிரிகளில் ஒன்றால் அரைப்பாகமளவிற்கு நிறைக்க. ஒவ்வொரு புனலையும் அதன் மண்மாதிரியோடு நிறுக்க. பின்னர், ஒவ்வொரு புனலி லுள்ள மண்ணையும் நீரினால் நிரப்பி ஒவ்வொரு வகை மண்ணினூடாகவும் நீர் வடிதற்குச் செல்லும் நேரத்தைக் குறிக்க. பின்னர், உறிஞ்சற் பம்பி யொன்றின் இறப்பர்க்குழாயை ஒவ்வொரு புனலுடனும் முறையே இணைத்து, உம்மால் இயன்றளவிற்கு நீரை வெளியே உறிஞ்சியெடுக்க. (இயல்பாய் வடிதலுக்குப் பதிலாகவே இவ்வுறிஞ்சல் கையாளப்படும்). இனி, புனல்களை மீண்டு நிறுத்து, மணல், ஈரக்களிமண், களிமண்ணாகியவற்றின் நீர்தாங்கும் கொள்ளளவை ஒப்பிடுக.

இப்பரிசோதனை

(1) களிமண்ணிலும் மணன்மண்களில் நீர் விரைவாகச் செல்லுமெனவும்,

(2) மணன்மண்ணிலுங் களிமண் கூடியநீர்பற்றுங்கொள்ளளவை உடையது, அஃது, புலத்திரக் கொள்ளளவு நிலையில், மண்ணிலே கூடிய வளவு களிமண் இருக்கும்போது, அதன் நீரடக்கமுங் கூடுமெனவும்,

(3) ஈரக்களிமண்ணானது மணன்மண்ணிற்குங் களிமண்ணிற்கும் இடைப் பட்ட பண்புகளை உடையதெனவும் உமக்குக் காட்டும்.

மண்ணிலே நீரின் அசைவு.

மண்ணிலுள்ள காற்று வெளிகளை இணைக்கின்ற, மிகவொடுங்கிய மயிர்த் துளைக்குழாய்களினூடாகச் சென்று, நீரானது எக்காலத்தும் எளிதாக மண் ணிலே அசையுமென முன்னர்க்கருதப்பட்டது. மயிர்த்துளைக்குழாய்களின் ஒரு முனை நீரில் இருக்கும்போது அந்நீரானது மிக்க ஒடுக்கமான அக்குழாய் கள்வழி எளிதாக அசையுமென்பது உண்மையே.

ஆயின், கண்ணுடியாலாய மயிர்த்துளைக்குழாய்களிலுள்ள நீர்நிரலின் முனைகளிரண்டுங்காற்றெடு தொடுகையுற்றுளபோது, அந்நீர் எளிதாக அசையாதென்பதை நாம் கண்டுள்ளோம். (பக்கம் 59 ஐக் காண்க). புலத்திரக்கொள்ளளவுவரை ஈடமாயுள்ள மண்களில், மேலிருந்து (உதாரணமாக, மழையாக) நீரைமேலும் பெய்தாலன்றி நீர் கீழ்முகமாகச் செல்லாது. இனி, கட்டில்லா நீர் அடியில் இருந்தாலன்றி, நீர் மேல்முகமாகச் செல்லாது; அவ்வாறு செல்லினும் மிக நுண்ணிய மயிர்த்துளைகளுள்ள களிமண்ணிற்றனும், 3 அடிவரையான உயரத்திற்கே அந்நீர் செல்லல் கூடும். நீரின் அசைவினுல், பின்னுள்ள மண் உலரவேண்டிநேரிடின், நீர் உலர்ந்தமண்ணிற்குள் செல்லல்முடியாது. புலத்திரக்கொள்ளளவிற்கு மிகையாகவுள்ள நீர்மட்டுமே எளிதாக மண்ணில் அசையும். அதுவுங் கீழ்முகமாகவே அசையும்.

மண்ணின் மேற்பரப்பின்கீழ், 3 அடிக்குக் குறைந்த ஆழத்தில், நெடுங்காலங்கட்குக் கட்டில்லா நீர்ப்பீடமொன்றைக் கொண்டுள்ள மண்கள் மிகச் சிலவே; எனவே, பழைய கருத்துக்களுக்கு எதிரிடையாக, நீர்ப்பாய்ச்சற்பரப்புக்கள் தவிர்ந்த ஏனையிடங்களில் மயிர்த்துளைத்தன்மையால் மண்ணிலே மேல்முகமான நீரசைவின் முக்கியத்துவம், ஒப்பநோக்கின் மிகமிகச் சிறிதே. எனவே, நீரிலே நிற்குங் குழாய்களில் மண்ணீர் மேல்முகமாய் ஏறுதலைக்காட்டும் பழைய பரிசோதனையைத் திரித்துச்செய்தல்வேண்டும்.

(3 அடி நீளம் 1 அங். விட்டமான) நெடிய கண்ணுடிக்குழாயொன்றின் கீழ்முனையைப் பருத்தித்துணியால் மூடிவிட்டு, காற்றில் உலர்த்திய ஈரக்களிமண்ணைக் கவனமாய் அதற்குள்ளே திணிக்க. குழாயின் கீழ்முனையை நீர்கொண்ட கிண்ணமொன்றுள்ளே தோயுமாறு வைத்து, இச் செயற்கை முறையான நீர்ப்பீடத்திலிருந்து மயிர்த்துளையேற்றத்தைக் கவனிக்க. மண் கருமையாதலினுல் நீரின் ஏற்றங் காட்டப்படும். குழாயில் அரைப்பாகமளவிற்கு நீர் ஏறியதும், நீருள்ள கலனை அகற்றிவிட்டுக் குழாயை நிலைக்குத்தாக வைத்து இறுக்கி, இடையிடையே அதனைப்பரிசோதிக்க. (அ) அடுத்த ஒருமணிநேரத்தில் (ஆ) அடுத்த ஒருநாளில் (இ) அடுத்த சில வாரங்களில், (நீர் நிரலின் கீழ்முனை இப்போது நீரிலே தோயாதிருந்தால்) நீர் எத்துணைத் தூரம் அசைகின்றது?

பொதுவாக, புலத்திரக்கொள்ளளவிற்கு (அல்லது அதினுந்தாழ்வாக) மண் உலர்ந்ததும், நீரின் அசைவு நின்றுவிடும். நின்றுவிட, தாவரவேர்கள் தாம்வாழும் உலர்ந்த மண்ணினின்று சூழ்ந்துள்ள, ஈரங்கூடிய மண்ணை நோக்கி வளரல் வேண்டும். கட்டில்லா நீர்ப்பீடமானது மேற்பரப்பின் கீழ், ஏறக்குறைய 3 அடிக்கு மேற்பட்ட ஆழத்தில் இருக்குமாயின், வேர்கள் நீரை நோக்கி வளருமேயன்றி, நீர் வேர்களை நோக்கி அசையாது.

பண்படுத்தல்.

சிறந்த பயிர்விளைவை மண்ணினின்று பெறுதற்கு அதனைப்பண்படுத்தல் அவசியமாகும். பண்படுத்தலின் ஒரு நோக்கம் யாதெனில், மண்ணானது மட்டின்றித் திணிந்திருப்பதையும் ஈரமாக இருப்பதையுந் தடுப்பதே ஆகும். இது (அ) கொத்துவதனால், அல்லது உழுவதனாலும் (ஆ) வடிகால்முறையினாலுஞ் சாதிக்கப்படும். கொத்துதல், அல்லது உழுதல், காற்று எளிதாகப் புகும்வண்ணம் மண்ணை இளகச்செய்து நுண்டுளைமிக்கதாக்கும். மண்ணானது மிக்க நீரை உடைத்தாயின் அதனை வடியச்செய்தல்வேண்டும். பள்ள நிலங்கட்கு மிகையான நீர் ஓடத்தக்கதாய், திறந்த வாய்க்கால்களுக்குச் செல்லும் வடிகால்களை வெட்டுதலே, வடியச்செய்தலின் எளிமையான முறையாகும். பெரும்பான்மையாக, இடைவெப்பநாடுகளிற் பயன்படுத்தப் படுகின்ற, செலவுகூடிய ஒரு முறையாதெனின், மிகையான நீரைக்கொண்டு செல்லும் பொருட்டு நுண்டுளையுள்ள வடிகுழாய்களைத் தக்கவொரு ஆழத் திற்பதித்தலே. தட்டையான, பள்ளநிலத்தில், நீரை இவ்வாறு வடியச் செய்தல் முடியாது. இவ்வில்லங்கத்தை மேற்கொள்ளற்கான, எளியமுறை ஒன்றேயாகும்; அஃது உயர்த்திய பாத்திகளில், அல்லது மண்மேடுகளிற் பயிர்களை வளர்த்தலே; இவ்வழி, மிகையான நீர், மேடுகளுக்கிடையேயுள்ள சால்களிற் சேரும்.

ஈரமான, கனத்த களிமண்களைச் சுண்ணும்பு இடுவதாலே திருத்தலாம். பின்வரும் எளிமையான பரிசோதனை களிமண்ணிற் சுண்ணும்பினது தாக்கத்தைக் காட்டும்:— களிமண்ணை நீரிலே தொங்கலாக்கி, முகின்மயமான இத்திரவத்தால், சோதனைக் குழாய்களிரண்டினை எறத்தாழ நிரப்புக. ஒருசோதனைக்குழாய்க்குள் சில கன ச.மீ. சுண்ணும்புநீரை இட்டு ஒரு மணிநேரம்வரை கழிந்தபின்னர், களிமண், அடியில் அடைவதையும் மற்றைச் சோதனைக்குழாயிலுள்ள திரவஞ் சில நாட்களுக்கு முகின்மயமாகவே இருப்பதையுங் கவனிக்க. களிமண்ணிற் சுண்ணும்பை இடுதல் களிமண் துணிக்கைகளைப் பெருமணிகளாக, அல்லது பருக்கைகளாக ஒன்றேடொன்று ஒட்டிக்கொள்ளச்செய்யும். செய்யவே, மண்ணானது நுண்டுளைமிக்கதாகும்; அப்போது, காற்றும் நீரும் மண்ணினூடாக எளிதிற் செல்லல் இயலும்.

சில சூழ்நிலைகளில், மண்ணானது மிக உலர்ந்துவிடலாம். இந்நிலையிற் பயிர்கள் உயிர்பிழைத்தற்கு மண்ணினின்று மிகையாக ஆவியாதலைத் தடுப்பது அவசியமாகும். மழைவீழ்ச்சி குறைந்த பிரதேசங்களில், பயிர்களுக்கு வேண்டிய அருமையான நீரை (தாவர உணவோடு) விரயமாக்குங் களைகளை அழித்தற்பொருட்டு, வேளாளர் மண்வெட்டியால் மேற்பரப்பு மட்படையைக் கோதிவிடுவர். பயிர்ச்செடிகளைச் சுற்றியுள்ள மண்ணின் மேற்பரப்பில், பட்ட புல்லையோ இலைகளையோ ஈரக்காப்பாக இடுவதனாலும் ஆவியாதலைக் குறைத்தல்முடியும்; இலைகளாலாய இவ்வீரக்காப்பு மண்ணைக் குளிர்ச்சியாக வைத்திருக்கும்.

மண்ணரிப்பு

பெரும்புயன்மழைகளின்போது, மண்ணானது நீரை உறிஞ்சுவதிலும் மழைபெய்தல் விரைவாய்நிகழல்கூடும். தட்டையான நிலங்களில் வெள்ள முண்டாதலுக்கு இது காரணமாகும். சாய்வான நிலங்களிலோவெனின், மிகையான நீர் வளமான மேண்மண்ணில் ஒருபகுதியைக் கழுவிக்கொண்டு மேற்பரப்பின்மீது ஓடிச்செல்லும். அயனமண்டலத்திற் சில பாகங்களில், பண்ண படுத்தப்பட்ட ஓரேக்கர் மலைநிலம் ஆண்டுதோறும் 100 தொன் மண்ணை இழத்தல்கூடும். அயனமண்டலப்பயிர்ச்செய்கைக்கு மண்ணரிப்பு கடுந்தீமை விளைக்கக்கூடியது. அதனைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பலமுறைகள் கையாளப் படுகின்றன. உதாரணமாக,

(அ) செங்குத்தான மலைச்சாரல்களிலே மரங்களை நடுதல், அல்லது எலவே வளர்ந்துள்ள காடுகளைப் பேணுதல்; நீரின் ஓட்டத்தைக் காடுகள் தணிக்க வல்லன; எனவே, ஆண்டுமுழுவதும் ஒருசீராக அவை அருவிகளை ஓடச்செய்யும்.

(ஆ) சாரலில், மேலுங்கீழுமாக வரிசைகளிலே நடுதலின்றி, சமநிலைக் கோட்டின் வழி, பயிர்ச்செடிகளை வரிசையாகநடுவதுடன், சமவுயரக்கோடு களை மருவிக் கிடையாக உழுது பயிர்செய்தல்.

(இ) பண்படுத்திய சாரல்களிலே படிவரிசைகளை அமைத்தல். அல்லது சமநிலைவடிகால்களை வெட்டல். சமவுயரக்கோட்டின்வழி கவனமாக அமைக்கப்பெற்ற வடிகாலும் வரம்புகளுமே சமநிலை வடிகால்களா கும். கடுமழைக் காலத்தின்போது, மேற்பரப்புநீரானது அருமையான மேண்மண்ணைக் கழுவிக்கொண்டு மலைப்புறத்து விரைவாக ஓடிச் செல் லாது, இக்கிடையான வாய்க்கால்களிலே ஒன்று சேர்ந்து மண்ணுட் சுவறும்.

மேல்மண்ணுங் கீழ்மண்ணும்:—மண்ணிலுள்ள சேதனவுறுப்புப்பொருள்:

பெரும்பாலான நாடுகளில், அடியிலுள்ள கீழ்மண்ணிலும் மேற்பரப்பு மண், அல்லது மேண்மண் நிறத்திற் கருமைகூடியதாகக் காணப்படும். இதற்குக் காரணம் யாதெனில், மேற்பரப்புமண்ணில், பிறபாடு உக்கலா கின்ற சிதைவுறுஞ் சேதனவுறுப்புப்பொருட்கள் (தாவரங்கள், விலங்குக ளென்பவற்றின் மீதிகள்) இருப்பதே ஆகும். பண்படுத்தலின் ஒரு குறிக் கோளாவது இம்மேண்மண்ணின் மேற்பரப்புப் படையை ஆழமாக்கி, தாவர வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற சாலச்சிறந்த நிலைமையில் வைத்திருப்பதே.

எனினும், அயனமண்டல மண்கள் சிலவற்றில், மண்ணிலே உக்கல் இல் லாமையால், மேண்மண்ணிற்குங் கீழ்மண்ணிற்குமிடையே கட்புலனாகக்கூடிய வித்தியாசமில்லை. நிழல்கொடுக்கும், இயற்கைத்தாவரவினங்களை நீக்கிய தற்பின், மேற்பரப்புப் படையில் உயர்ந்த வெப்பநிலை ஏற்படலே இதற்குக்

காரணமாகும். மண்ணின் வெப்பநிலை 25° ச.அ. இற்கு (77° ப.அ. இற்கு) குறைவாக இருக்கும்போது மட்டும், சேதனவுறுப்புப்பொருள் மண்ணில் உக்கலாக ஒருங்கு சேருமெனவும், இதற்கு மேற்பட்ட வெப்ப நிலையில் உக்கல் உண்டாவதிலும் பிரிகையுறுதல் விரைவாகுமெனவும் அறியப்பட்டுளது. மத்தியகோட்டுக்காடுகளில், மண்ணின் வெப்பநிலை மிக அரிதாகவே, 25° ச.அ. இற்கு மேற்படும். எனவே, காட்டுநிலைமைகளில், ஓரளவு உக்கல் சேருதற்கு இடம் உண்டு. ஆயின், இங்கும் மேன்மண் சில அங்குல ஆழமாகவே பெரும்பாலும் இருக்கின்றது. எனினும், இயற்கைத் தாவர வினங்களின் அடர்த்தியான நிழல் அகற்றப்படும்போது மண்ணின் வெப்ப நிலை 25° ச.அ. இற்கு மேற்படலாம். அந்நிலையில், அங்கு உக்கலின் சேமிப்பு நிலைபெறல்முடியாது. அயனமண்டலப்பயிர்ச்செய்கையில், முதன்மையான சிக்கல்களுள் ஒன்றாகிய, மண்ணிற் போதுமான சேதனவுறுப்புப் பொருளை எவ்வாறு வைத்திருப்பதென்னும் பிரச்சினைக்கு இது காரணமாகும். இதனைச் செய்தற்கான வழிவகைகளைப் பற்றி இவ்வத்தியாயத்திற் பின்னர்ப் படிப்போம்.

மூடுபயிர்கள் :

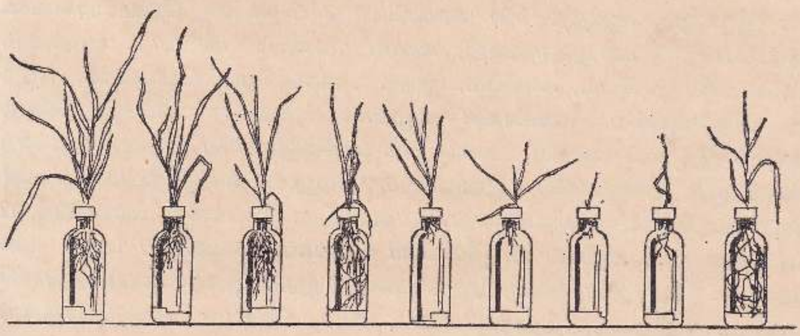
மண்ணினின்றுஞ் சேதனவுறுப்புப் பொருள் கழிதலைக் குறைத்தற்கு ஒரு வழியாவது, நிழலை அளித்து, மண்ணின் வெப்பநிலையைக்குறைப்பதே. அயனமண்டலக்காடுகளின் செறிந்த நிழலில், உக்கல் படிப்படியாய்ச் சேருமெனவும், பயிர்ச்செய்கையின்பொருட்டு நிலத்தைத் திருத்தும் போது, இயற்கைத் தாவரவினங்களிற் பெரும்பகுதி, அகற்றப்பட, மண்ணில் வெயிற்படுமெனவுங் கண்டோம். புதிது திருத்தியவிடங்களில், விரைவாக வளர்கின்ற, நகருங்கொடியொன்றை மூடுபயிராகப் பயன்படுத்தினால், மண்ணானது நேரான வெயிலினின்று நிழற்படுத்தப்பட்டு, தாழ்ந்த வெப்பநிலையில் வைக்கப்படும். இவ்வழி, மண்ணிலிருந்து சேதனப்பொருள் கழிதலும், ஆவியாகலால் நீர்நட்டமாதலுங்குறைக்கப்படும். இனி, மூடு பயிரின் இலைகள் மழைவீழ்ச்சியின் விசையைத் தாங்க, வேர்கள் மண்ணை இறுக்கமாகப்பற்றிக்கொள்ள, மண்ணரிப்புந் தடுக்கப்படும். அன்றியும், தீவிரமான வளர்ச்சியுடைய, நகரும் மூடுபயிரொன்று களைகளின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும். இன்னும், மூடுபயிரின் அழிந்தபாகங்கள் தொடர்ந்து சிதைவுறுதலினால், மண்ணில் உக்கலைக் கூட்டும்.

மண்ணிலிருந்து தாவரம் பெறுவது யாது ?

யாதும் புதிய தாவரப்பொருளை மெதுவாக (100° ச. அ. இல்) சூடாக்கின், ஆவியாதல்காரணமாக அதனுடைய நிறையில் 75 சதவீதமளவு நீராயினும் இழக்கப்படும். இந்நீர் மண்ணிலிருந்து பெறப்பட்டதென நாம் அறிவோம்.

உலர்த்திய தாவரப்பொருளை மூடிய புடக்குகையொன்றுள் இட்டு, கூடிய வலுவாய்ப் பன்சன்சுவாலையிற் சூடாக்கின், அது கரிந்தவொரு திணிவாகும்; இத்திணிவு பெரும்பான்மையுங் காபனே. இக்காபன் காற்றிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டிலிருந்து பெறப்பட்டதென அறிவோம்

காற்று உள்ளே தடையின்றிப்புகும்வண்ணம் புடக்குகையின் மூடியை அகற்றிவிட்டு மேலுஞ் சூடாக்கின், காபன் முழுவதும் எரிந்துவிடும்; புடக்குகையில், நரைநிறமான சாம்பர் சிறிதளவு எஞ்சும்; இவ்வாறு மரம் ஒரு சதவீதமான சாம்பரையும், இலைகள் 10 – 15 சதவீதமான சாம்பரையும் பயக்கும். எரியாத இத்தாவரச் சாம்பர் வேர்மயிரூடே மண்ணிலிருந்து கரைசல்வாயிலாகச் செடி உறிஞ்சிய கனிப்பொருளை (அல்லது அசேதன வுறுப்புப்பொருளை)க் குறிக்கும். வெவ்வேறு வகைத் தாவரச் சாம்பரின் இரசாயனப்பகுப்பால், பின்வரும் மூலகங்களின் சேர்வைகள் அதில் எப்



உருவம் 96. வாற்கோதுமையின் வளர்ப்புக்கரைசல்கள்.

(1) முழுக்கரைசல். (2) சோடியம் அற்றது. (3) கந்தகம் அற்றது. (4) மகனீசியம் அற்றது. (5) பொசுபரசு அற்றது. (6) இரும்பு அற்றது. (7) கல்சியம் அற்றது. (8) பொற்றுசியம் அற்றது. (9) நைதரசன் அற்றது.

பொழுதும் அடங்கியுள்ளனவென அறியப்படுகிறது. பொற்றுசியம், கல்சியம், பொசுபரசு, மகனீசியம், கந்தகம், இரும்பு, சிலிக்கன் சோடியம், குளோரீன், மங்கனீசு, என அவை வரும். இவற்றுடன் செம்பு, நாகம், போரனு இயவை உட்பட வேறு மூலகங்களின் சுவடுகளையுங் காணலாம்.

தாவரச் சாம்பரிலுள்ள இம்மூலகங்கள் யாவுமே தற்செயலாக மண்ணீருடன் உறிஞ்சப்பட்டன அல்ல. பின்னை, அவற்றுட் பெரும்பாலானவை தாவரங்களினுடைய நல் வளர்ச்சிககு இன்றியமையாதவை. இச்சாம்பர் மூலகங்களுள் நல்வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதவை எவை என்பதனை

வளர்ப்புக்கரைசல்களிலே (அல்லது வளர்ப்புநீரிலே) தாவரங்களை வளர்த்துத் தெளிதல்கூடும். எனினும், எரிதலின்போது காபனோடு நைதரசன் எனப்படும் பிறிதொரு மூலகமும் வெளியிடப்படுமென்பதனை நாம் கருத்திற்கொள்ளல்வேண்டும்; ஆகையால் வளர்ப்புக் கரைசல்களைக்கொண்டு நாம் செய்யும் பரிசோதனைகளில், இம்மூலகத்தையுங் கூட்டிக் கொள்ளல் வேண்டும்.

தாவரங்களுக்கான வளர்ப்புக் கரைசல்கள்.

தம் வேர்கள் காய்ச்சிவடித்த நீரிலே மட்டுந் தோய்ந்திருப்பினும், பெரும்பாலான தாவரங்கள் சிறிதுகாலத்திற்கு வளரும்; ஏனெனில், அவற்றின் விதைகள் இன்றியமையாத, இரசாயன மூலகங்களைச் சிறுச்சிறு தொகைகளிற் கொண்டுள்ளனவென்க. எனினும், அவற்றின் வளர்ச்சி மிகக் குன்றியதாக இருக்கும். குறித்த சில கனிப்பொருளுப்புக்களைச் சிறிய அளவாக அந்நீரிலே நாம் கரைத்தாலன்றி, அவை பூக்கவும் மாட்டா; பழுக்கவும் மாட்டா. பொற்றாசியம், கல்சியம், இரும்பு, மகனீசியம், பொசுபரசு, கந்தகம், நைதரசனாகிய மூலகங்களை வழங்கக்கூடியவாறு அவ்வுப்புக்களைத் தெரிந்தெடுத்தல்வேண்டும். ஐதரசனும் ஒட்சிசனுமாகிய மற்றை இரண்டு மூலகங்களும் நீரினாலேயே வழங்கப்படும்; மேலும், காற்றிலுள்ள காபனீரொட்சைட்டிலிருக்குங் காபனானது, தாவரத்தின் இலைகளாற் பயன்படுத்தப்படுவதென நாம் அறிவோம். இவையே வழங்கப்படவேண்டிய பத்து மூலகங்களாம். இவற்றுள் ஒன்றாயினும் பலவாயினும் இல்லாக்கால் வளர்ச்சி குறையும். சிறிதுகாலத்திற்குப்பின்னர், விதையிலுள்ள கனிப்பொருளுப்புக்கள் யாவும் பயன்படுத்தப்பட்டதும், தாவரம் இயல்பான வளர்ச்சி அடையாது. காபன் தவிர்ந்த ஏனை மூலகங்கள் யாவற்றையும் வழங்குதற்கேற்ற எளிமையான வளர்ப்புக்கரைசலொன்று வருமாறு: கல்சியநைத்திரேற்று 1·3 கி; பொற்றாசியமைதரசன்பொசுபேற்று 2·4 கி. மகனீசியஞ் சல்பேற்று 3·7 கி; பெரிக்குக்குளோரைட்டு (மிகச் சொற்பம்); நீர் ஓரிலீற்றர். மேற்சொல்லிய உப்புக்களுள் ஒன்றினை, இன்றியமையாமூலகங்களுள் யாதுமொன்று அற்றதான, பிறிதோர் உப்பினால் மாற்றீடுசெய்து பரிசோதனைகள் சில நிகழ்த்தலாம். உதாரணமாக, கல்சியநைத்திரேற்றுக்குப் பதிலாகக் கல்சியஞ் சல்பேற்றைப் பயன்படுத்தலாம்; இதனால் நைதரசன் தவிர்க்கப்படும். இரும்பும் மகனீசியமும் நீக்கப்படின், தாவரம் பூரணமாகப் பச்சையாகமாட்டாது; எனவே, அத்தாவரம் தன் இலைகளிற் காபோவைதரேற்றுக்களை ஆக்குதல்முடியாது. நைதரசனும் பொசுபரசுங் கந்தகமும் இல்லாவிடின் தாவரம் புரதங்களை ஆக்குதல்முடியாது. கல்சியமும் பொற்றாசியமும் எங்ஙனம் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதவையென்பது இன்னும் அறியப்படவில்லை.

காற்றிலுள்ள ஐதரசன் வாயுவைப் பெரும்பான்மையான தாவரங்கள் உபயோகிக்கமுடியாதிருக்கின்றனவென்பதையும்; எனவே, கரையுமியல்புள்ள நைதரசன்சேர்வைகளை – வழக்கமாக, ஐநத்திரேற்றுக்களை – வழங்கல் வேண்டுமென்பதையும் இப்பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன. இன்றியமையாமூலகங்களுள் ஒன்றாய இரும்பு மிகச்சிறுதொகையாகவே தேவைப்படும்.

கடந்த ஆண்டுகளில் நடாத்திய பரிசோதனைகள், மேற்கூறிய இன்றியமையா மூலகங்களை அளிக்கும் உப்புக்களை மிக்க கவனமாய்த் தூய்தாக்கினால், குறித்த வேறு சில மூலகங்களை மிகச்சிறிதளவாக (உதாரணமாக, பத்துலட்சம் பங்கான நீரில் 1 பங்காக) சேர்த்தாலன்றி – வளர்ப்புக்கரைசல்களிலே தாவரவளர்ச்சி நிகழாதென்பதனையுங் காட்டியுள்ளன. பத்துப் பெருமூலகங்களோடு, மங்கனீசு, நாகம், போரன், செம்பெனும் மூலகங்களும் மிகச் சிறிதளவாகத் தாவரங்கட்குத் தேவைப்படும்.

மண்ணிலுள்ள தாவர உணவு.

இன்றியமையாமூலகங்களுள், நைதரசன் ஒழிந்த பிறயாவும் பாறைகள் வானிலையாலழிவதாற்பெறத்தக்கன. அவற்றுள்ளும் நைதரசன், பொசுபரசு, பொற்றாசியம், கல்சியமாகிய நான்கினையே (சிறப்புநோக்கிய இவ்வொழுங்கின்படி) பண்படுத்தப்பட்ட மண்ணிலே மீட்டிடுதல்வேண்டும்.

இயற்கைநிலைமைகளில், – உதாரணமாக, அயனமண்டலக்காடுகளில் மண்ணிலுள்ள தாவர உணவு முற்றாகப் பயன்படுத்தப்படுமெனும் அபாயம் பெறும்பாலும் இல்லையென்றே கொள்ளலாம். ஏனெனில், தாவரங்கள் இறந்து, சிதைவுற, அவற்றின் கனிப்பொருட்கூறுகள், புதிய தாவரங்களால் மீண்டும் பயன்படுத்தற் பொருட்டு, மண்ணிற்கு மீண்டுங் கொடுக்கப்படுமென்க; அஃது, இயற்கையின் இரசாயனமூலதனம் மீண்டும் பழக்கத்திற்கு வழங்கப்படுகின்றதென்பதே'. ஆகவே, இத்தகைய இயற்கை நிலைமைகளில், மண்ணினின்றுந் தாவரங்கள் உட்கொள்ளுகின்ற, கரையுமியல்புடைய உப்புக்களிற் பெரும்பான்மையானவை, அத்தாவரங்கள் இறந்து சிதைவுறும்போது, மண்ணிற்கே திருப்பிக்கொடுக்கப்படும். அற்பமான நட்டம்யாதும் கீழுள்ள பாறை வானிலையால் அழிவதன்மூலம் ஈடு செய்யப்படும். பாறைகள் வானிலையாலழிதலின்மூலம் மீட்டிடப்படாத, இன்றியமையா மூலகமொன்று உளது. அதுவே நைதரசன் ஆகும். பாறைகளிலே நைதரசன் சேர்வைகள் இல்லாமையே இதற்குக் காரணமாகும். எனினும், உயிருள்ள பொருட்கள் யாவற்றிலும் நைதரசன் சேர்வைகள் (புரதங்களாக) இருக்கின்றனமையால், தாவரங்களின் (விலங்குகளினதும்) சேதனவுறுப்பு மீதிகள் மண்ணில் மீட்டிடப்படும்போது, தக்க மாறுதல்களை அடைந்ததும் இந்நைதரசன் சேர்வைகள் பிறதாவரங்களாற் பயன்படுத்தப்படலாம்.

மண்ணிலுள்ள நுண்ணுயிர்கள்

தாவரங்களும் விலங்குகளும் இறந்ததற்பின் செம்மையாகப் பேணப்படுமாயின், அவற்றிலுள்ள '**இரசாயனமூலதனம்**' நிரந்தரமாய்ச் சேமிக்கப்பட்டுப் புழக்கத்திற்கு மீளக் கொண்டுவரப்படாது. தாவரங்களால் முதலில் ஆக்கப்பட்ட சிக்கலான உணவுப்பொருட்களை விலங்குகள் தின்பன; ஆயின், தாவரங்களுக்கு உணவாகத்தக்கவை எளிய அசேதனவுறுப்புக்கள் சிலவும், காபனீரொட்சைட்டும் நீருமாகிய, மிக்க எளிமையான பதார்த்தங்களுமே ஆகும். எனவே தாவரங்கள், விலங்குக ளென்பவற்றின் அழிந்த மீதிகள் தாவரங்களின் உணவிற்கு ஏற்றவையாதற்கு முன்னர்ச் சிதைவுறல் வேண்டும்; எனின், எளிமைமிக்க பதார்த்தங்களாகப் பிரிதல்வேண்டும். மிகச்சிறிய உயிர்ப்பொருள்களால் (அல்லது நுண்ணுயிர்களால்) ஏற்படும் ஒரு முறையே **சிதைவு** எனப்படும்; இந்நுண்ணுயிர்கள் ஆம்பிகளும் (பூவாத்தாவரங்கள், அல்லது பூஞ்சணங்கள்) நுண்கிருமிகளும் ஆகும். இவை (வித்திகளாக) வளிமண்டலத்திலும், மண்ணிலும்—சுருங்கச்சொல்லின், எவ்விடத்தும்—உள்ளவை.

அயனமண்டலநாடுகளில், பட்டமரத்தினைக் கறையான்கள் தாக்கி, இவ்வாம்பிகளுக்கும் நுண்கிருமிகளுக்குந் துணைசெய்யும்; ஆம்பிகளும் நுண்கிருமிகளும் பட்டமரத்தைப் பிரிகையுறச்செய்வது மெதுவாக நிகழ்வது.

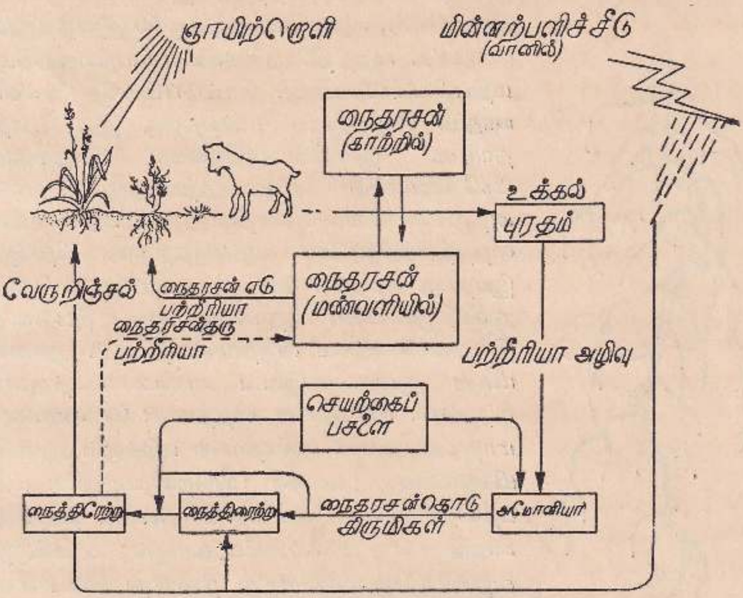
மண்புழுக்கள் மண்ணினூடாகக் குடைந்துசெல்லும்; செல்லும்போது, விலங்குப்பொருள் தாவரப்பொருளென்பவற்றின் துணிக்கைகளைக்கொண்ட மண்ணினைஅவை உறிஞ்சி, உட்கொள்ளும். உட்கொண்ட இத்துணிக்கைகள் எளிமைமிக்க பதார்த்தங்களாகப் புழுவின் உணவுப்பாதையிற் சிதைக்கப்படும்.

சிதைவிற்குக் காரணமாய, மண்ணிலுள்ள நுண்ணுயிர்கள் உயிருள்ளவை. ஆகவே, அவை தமது சொந்த முதலுருவை விருத்திசெய்தற்கும் சத்திக்கு உற்பத்தியாகப் பயன்படுத்தற்கும் இவ்வுணவை வழங்குகின்றன. அவை தாவரம் விலங்கென்பவற்றின்மீதிகளிலுள்ள காபோவைதரேற்றைத் தமக்கு வேண்டிய சத்திக்கு முதலாகப்பயன்படுத்தும். சுவாசத்தின்போது அவை காபனீரொட்சைட்டை வெளியிடும்; புரதங்களைப்பயன்படுத்தித் தம் உடல்களை விருத்தியாக்கும். புரதம் யாதும் எஞ்சியிருப்பின், அதனை அமோனியாவாக மாற்றும். மண்ணிலுள்ள ஆம்பிகள் பெரும்பாலுஞ் சிதைவின் தொடக்க நிலைகளுடனேயே தொடர்புடையவை; உதாரணமாக, காபோவைதரேற்றாகிய செலு லோசை மேலும் எளிமையான காபோவைதரேற்றுக்களாக மாற்றலைக் குறிப்பிடலாம். மண்ணிலுள்ள நுண்கிருமிகள், புரதங்களிலிருந்து அமோனியாவை ஆக்க, நைத்திரேற்றுக்கும் நுண்கிருமிகள் வேறுசில, இவ்வமோனியாவை இறுதியில, நைத்திரேற்றுக்களாக மாற்றும். நிறமில்லா இத்தாவரங்கள் **மூலகவட்டத்தை** முற்றுக்குவதாற் பசுந்தா

வரங்கட்கும் விலங்குகட்குமுள்ள இடைவெளியை நிரப்பும். இவை பசுந்தாவரங்கள் உட்கொள்வதிலுங்கூடிய சிக்கலானதும் விலங்குகள் உண்பதிலுங் குறைந்த சிக்கலானதுமாய உணவுப் பதார்த்தத்தையே உட்கொள்ளும்.

நைதரசன் சேர்வைகளை வழங்கல்.

மண்ணிலிருந்து தாவரம் உட்கொள்ளும் முக்கியமான மூலகம் நைதரசன் எனக் கண்டோம். இதனைத் தாவரம் நைத்திரேற்ருக உட்கொள்ளும். இந் நைத்திரேற்று வழங்கல் தடைப்படின், தாவரத்தின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படும். ஏனெனில், நைத்திரேற்றுக்களின்றி அது புரதங்களை ஆக்கல்

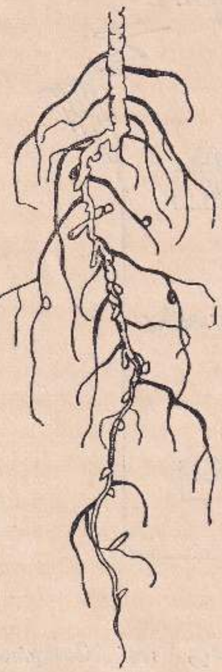


உருவம் 97. நைதரசன் வட்டம்.

முடியாதென்க. கொள்கையளவில், குறித்தவொரு பரப்பிலேயுள்ள தாவரங்கள் அனைத்தையும் அவை வளர்ந்த மண்ணுள்ளே மீண்டும் இட்டால்—அவை சிதைவுற்றதன்பின்—தாவர உணவிலே நிலையான நட்டம் ஏற்படாது. எனினும், செய்முறையில், நட்டங்கள் உள. உதாரணமாக மிகச்சிறிதளவான காற்றைக்கொண்ட மண்களில், நைதரசனை ஆக்கும் நுண்கிருமிகளின் செயலை நைதரசனை விடுவிக்கும் நுண்கிருமிகள் கெடுத்து, நைத்திரேற்றுக்களைக் கட்டில்லாத சேர்க்கையற்ற நைதரசனுக மாற்றும்.

இந்நைதரசன் தாவரங்களுக்குப் பயன்படாது. இன்னும், சில நைத்திரேற்றுக்கள் 'கனத்த' மழைவீழ்ச்சியினால், மண்ணினின்றுங் கழுவப்படும். இவை வானிலையால் அழிவதன் வழியாய் மீண்டுமிடப்படுவதில்லை.

எனவே, இந்நைத்திரேற்றுக்களை வேறுயாதும் முறையாக மீண்டுமிட்டாலன்றி, மண்ணிலுள்ள நைதரசன் சேர்வைகள் எத்துணையோ காலத்துக்கு முன்னர் அற்றிருக்கும். நற்பேறாக, நைத்திரேற்றுக்களுக்குரிய, இயற்கையான முதல்கள் இரண்டு உள. அயனமண்டல நாடுகளில், இடிமின்னற் புயலின்போது எற்படும் மின்னற் பளிச்சீட்டின் அயலில் நைதரசனும் ஒட்சிசனும் சேர்வதன்காரணமாக மழைநீரிற் சிறு தொகையான நைத்திரேற்றுக்கள் காணப்படும். இடிமின்னற் புயல்கள் பெரும்பான்மையாக எற்படும் அயனமண்டல நாடுகள் சிலவற்றில், இவ்வாறாக ஓரேக்கர் நிலமானது, ஆண்டொன்றுக்கு 50 இறுத்தலுக்கு மேற்பட்ட நைத்திரேற்றுக்களைப் பெறல்கூடுமென மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. காட்டுப்பிரதேசங்களில் யாதும் நட்டத்தை ஈடுசெய்தற்கு இது போதியதாகும். இடிமின்னற்புயல்கள் அரிதாயுள்ள பிரதேசங்களில் இந்நைத்திரேற்று முதல், அத்துணை முக்கியமானதன்று என்பது தெளிவு. நைத்திரேற்றுக்களை வழங்குதற்கான பிறிதோர் இயற்கை முதல், வேறொருவகுப்பைச் சேர்ந்த நுண்கிருமிகளின் தாக்கத்தால் எற்படுவது; இந் நுண்கிருமிகள் நைதரசன்பதிக்கும் நுண்கிருமிகள் ஆகும். இவை வளிமண்டலத்துள்ள, கட்டில்லா நைதரசனை நைதரசன் சேர்வைகளாக மாற்றவல்லவை. நைதரசன் பதிக்கும் நுண்கிருமிகளுட்சில, (அவரை, பயறென்பவற்றின் குடும்பத்தைச்சேர்ந்த) அவரைச்செடிகளின் வேர்களிற் காணுஞ் சிறு வீக்கங்களில் வாழும்; அவ்விருந்து வழங்கிச்செடிகளிலிருந்து நீரையுங் காபோவைதரேற்றையும் பெற்று, கைமாறாக நைதரசன் சேர்வைகளை வழங்கும்இப்பரிமாற்றம் இருதிறத்தவைக்கும் பயன்படுவதொன்று. (உருவம் 98 ஐக் காண்க). இத்தகைய தாவரங்களின் இறந்த மீதிகள் மண்ணிற் சிதைவுறும்போது, இந்நைதரசன் சேர்வைகள் பிற தாவரங்களாற் பயன்படுத்தத்தக்க நைத்திரேற்றுக்களைப் பயக்கும். விருந்து வழங்கிச்செடியொன்று இன்றி, கட்டில்லா நைதரசனைப் பயன்படுத்தக்கூடிய, நைதரசன் பதிக்கும் நுண்கிருமிகள் வேறுசில மண்ணில்



உருவம் 98.
கொம்புப்பயற்றின் வேரிலேயுள்ள வீக்கங்கள்.

வாழ்ந்து, சிதைகின்ற சேதனவுறுப்புப்பொருள்களிலுள்ள காபோவைத ரேற்றுக்களை உட்கொண்டு, கட்டில்லா நைதரசனைப் பதிக்கும்; பதிக்கப்பட்ட இந்நைதரசன் பிற்பாடு நைத்திரேற்றுக்களாக மாற்றப்படும்.

பசளையும் வளமாக்கிகளும்.

அயனமண்டலக்காடுகளில், மண்ணிலிருந்து வளர்கின்ற யாவும் பெரும் பாலும் அம்மண்ணிற்கே கடைசியாக மீளும்; இக்காடுகளிற் காணப்படுவன போன்ற இயற்கை நிலைமைகளில் மண்ணின் வளம் பேணப்படுவதுமன்றித் திருத்தமும் அடையுமென முன்னர் கண்டோம். எனினும், மனிதன் இயற் கையின் போக்கிற்குறுக்கிட்டு, பயிர்களை விளைவித்து, அறுவடைசெய்யுங் காலத் தில், தாவரப்பொருளிற் பெரும்பகுதியைப் பெரும்பாலும் அகற்றிவிடுகிறான்— இவ்வழி, மண்ணிலுள்ள உணவுப்பொருள்கள் சில கவரப்படும். இவ்வாறு மண்ணிற்கு ஒன்றையுந் திருப்பிக் கொடுக்காது, ஒன்றன்பின்னொன்றாகப் பன்முறை பயிர் அகற்றப்பட்டால், இன்றியமையாத கனிப்பொருளுப்புக்கள் சில அற்றுவிடும். எனவே, ஆண்டுதோறும் ஒரே மண்ணைப் பயிர்ச்செய் கைக்குப் பயன்படுத்துவதாயின், இக்கனிப் பொருளுப்புக்களை மீண்டும் இடல் வேண்டும். இன்றியமையாதனவாகிய நைதரசன், பொசுபரசு, பொற்ரு சியம், கல்சியஞ் சேர்ந்த சேர்வைகளைமீட்டு இடுவதற்கு ஒருவழி, விலங்குப் பசளையை மண்ணிற் சேர்த்தலே. சமிபாடுற்ற காபோவைதரேற்றுக்கள், கொழுப்புக்கள், புரதங்களாகியவற்றை விலங்கு தன்மயமாக்கியதற்பின், சமியாது எஞ்சியுள்ள உணவுப் பொருளைக்கொண்டதே விலங்குப்பசளையாகும். (காபோவைதரேற்றுக்களும் கொழுப்புஞ் சத்தியின் முதலாக, விலங்காற் பயன்படுத்தப்படும்; புரதங்கள் அதன் உடலைவளர்க்கும்).

விலங்கொன்று வேலைசெய்வதற்காகவோ, வளர்வதற்காகவோ, பால்தருவ தற்காகவோ இருப்பின், அதற்குக் கூடிய அளவான புரதங்களுங் கனிப்பொரு ளுப்புக்களுந் தேவைப்படும்; எனவே, அதன் எரு, மாட்டுப்பட்டியில் ஆறக் கட்டப்பட்டிருக்கும் வயதான விலங்கொன்றின் எருவிலும் வளங்குறைந் ததாக இருக்கும். பிற்கூறிய விலங்கு, தனது உடலிலேயுள்ள நைதரசன், பொற்ருசியம், பொசுபரசு, கல்சியமென்பவற்றின் சேர்வைகளுட் பெரும் பாகத்தைத் தனது எருவுடன் கழிக்கும். இத்தகைய பட்டியெரு மண்ணிற்கு உக்கலை அளிக்கும். இது தேவையான கனிப்பொருளுப்புக்கள் யாவற்றையுங் கொண்டதாகும்.

செயற்கைப் பசளை.

மாட்டெருவே சிறந்த வளமாக்கியாக இருப்பினும், தற்காலப் பயிர்ச்செய் கைத் தேவைகளுக்குப் போதுமான அளவில் அதனை ஆக்குதல் இயலாது. அதனால், செயற்கைப் பசளைகளும் (அல்லது செயற்கை வளமாக்கிகளும்)

பயன்படுத்தப்படும். வெவ்வேறுவகை நிலங்களை வெவ்வேறு வகையிற் பண்படுத்த வேண்டியிருத்தலால், வெவ்வேறு வகை மண்களுக்கு உகந்த செயற்கைப் பசளைவகையையும் அவற்றின் தொகையையுங் கவனமாய்ப் பரிசோதித்தே காணல்வேண்டும்.

வளமாக்கிகளாகப் பயன்படுத்தப்படும் அதிமுக்கியமான நைதரசன் கொண்ட சேர்வைகளாவன : (அ) அமோனியஞ் சல்பேற்றும் (ஆ) சோடிய நைத்திரேற்றுமே. இவற்றுள் முற்கூறியது மலிவானது ; மிக்க மழைவீழ்ச்சியுள்ள இடங்களிற் சிறந்த விளைவைத் தருவது.

வளமாக்கிகளாகப் பயன்படுத்தப்படும் அதிமுக்கியமான பொசுபரசுச் சேர்வைகளாவன : (அ) தூளாக்கிய பொசுபேற்றுப் பாறை (கல்சியம்பொசுபேற்று) (ஆ) மேற்பொசுபேற்று (சல்பூரிக்கமிலத்தின் தாக்கத்தால் எலும்புகளிலிருந்துங் கனிப்பொருட் பொசுபேற்றுக்களிலிருந்தும் பெறப்படுவது) (இ) உப்புமூலக்கழிவுப்பொருள். (உருக்கைப்பரும்படி செய்யும்போது உண்டாகும் பக்கவிளைவொன்று) என்பனவே.

பொற்றுசியங்குளோரைட்டாகவோ, பொற்றுசியஞ் சல்பேற்றாகவோ பொற்றுசியம் வழங்கப்படும்.

நீறிய சுண்ணாம்பானது இன்றியமையாத மூலகமாய கல்சியத்தை அளிப்பதோடு, களிமண்களின் பண்புகளைத் திருத்தும். மேலும், புளிப்புத்தன்மையான மண்ணிலுள்ள அமிலத்தன்மையையும் நடுநிலையாக்கும்.

பச்சைப்பசளைகள்.

பச்சைப்பசளைகளென்பவை பொதுமையில் விரைவாக வளருஞ் சில செடிகளாகும். மண்ணிற் சிதைவுற்று, உக்கலாகிய மண்ணை வளம்பெறச்செய்தற்காக இவை மண்ணுட் புதைக்கப்படும். இவ்வாறு உபயோகிக்கப்படும் பெரும்பாலான தாவரங்கள், தாம் மண்ணிலிருந்து உட்கொண்ட இன்றியமையாத மூலகங்களையே மண்ணிற்குத் திருப்பி அளிக்கவல்லவை. ஆயின், அவரைச் செடிகள் இவற்றிலுங் கூடிய தொழில்செய்யவல்லனவென்பதைக் கண்டோம். அவற்றின் வேர்வீக்கங்களிலேயுள்ள நைதரசன்பதிக்கு நுண்ணுயிருமிகளால், வளிமண்டலத்திலுள்ள கட்டில்லா நைதரசனை அதன் சேர்வைகளாக மாற்றக்கூடியவை. இத்தகைய அவரைப் பசும்பசளைகளை மண்ணுட் புதைத்தபின், அவை சிதைவுற்று, எல்லாவகை யாலும் இன்றியமையாத நைத்திரேற்றுக்களால் மண்ணை வளமுறச் செய்யும்.

செயற்கைப்பசளையாக்கல்.

மனிதனாற் குலைவுபடாத பழைய காடுகளிற் காணப்படுவனபோன்ற இயற்கை நிலைமைகளில் மண்ணினின்றும் எடுக்கப்படுந் தாவரவுணவு முழுவதுஞ் சிதைவின் பயனாக ஈற்றில், மண்ணிற்கே மீண்டுந் திரும்புகின்றபடி

யால், மண்ணின் வளம் பேணப்படும்; மேலும், இத்தகைய நிலைமைகளில் உக்கல் ஒருங்கு சேர்வதும் மண்ணின் வளம் நிலைபெறுதற்குக் காரண மாகும். மனிதன் மண்ணைப் பண்படுத்திப் பயிரை அதனின்றும் அகற்றும் போது, அம்மண்ணை வளம்பொருந்தியதாக்கி, சிறந்த பயிர்களை அதில் மீண்டும் விளைவிக்க வேண்டுமாயின், இன்றியமையாத கனிப்பொருளுப்புக் களை அதில் மீண்டும் இட்டுப் போதுமான உக்கலையும் வழங்கல்வேண்டும். செயற்கை வளமாக்கிகளை—எனின், அசேதனவுறுப்புப் புக்களை—உபயோகித்து, இன்றியமையாத கனிப்பொருளுப்புக்களை வழங்கலாமெனக் கண்டோம்; ஆயின், மண்ணின் வளத்தைப் பேணுதற்கு—சிறப்பாக, அயனமண்டல நாடுகளில்—இவற்றைமட்டும் பயன்படுத்தல் போதாது. உக்கலை வழங்குதற்கு அசேதனவுறுப்புப் பசளையும் வேண்டப்படும். இதனாலேயே மாட்டெரு தலை சிறந்தவொரு பசளையாகக் கொள்ளப்படும். அது கனிப்பொருளுப்புக்கள், உக்கலாகிய இரண்டினையும் அளிக்கும்.

இத்தகைய சேதனவுறுப்புப்பசளையைத் தாவரப்பொருளைக்கொண்டு—அப் பொருளை விலங்கொன்றின் உணவுக்கால்வாய் வழியாகச் செலுத்தாது—ஆக் கலாம். இம் முறையே செயற்கைப் பசளையாக்கல் எனப்படும். பயிர்ச் செய்கை, தோட்டவேலையாகிய யாவற்றிலும், கழிவான தாவரப்பொருட்கள் பெருந்தொகையாய் உள்ளன; உதாரணமாக, புல் வெட்டிய புதர்கள், உதிர்த்த இலைகள், பயிர்ச்செடிகளின் வேண்டப்படாத பாகங்களாகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். இத்தாவரமீதிகள் பெரும்பாலும் எரிக்கப்பட்டு, இவற்றின் சாம்பர் வளமாக்கியாக உபயோகிக்கப்படும். இத்தாவரச்சாம்பர் மூலதாவரப் பொருளிலுள்ள கனிப்பொருள்களுட் பெரும்பாலானவற்றைக் கொண்டிருப் பினும், அதிலுள்ள சேதனவுறுப்புப் பொருள் முழுவதும் நைதரசன் சேர் வைகளும் இழக்கப்பட்டுவிடும். இக்கழிவுப் பொருளை உபயோகித்தற்கு இதிலுஞ் சிறந்தவழி யாதெனின், ஏற்றவகையான ஆம்பியின், அல்லது நுண்ணிருமியின் பிரிக்கையினால் அதனைச் சேதனவுறுப்புப் பசளையாய் மாற்றுதலே; அஃது, அதனைச் செயற்கைப் பசளையாக்குதல் என்பதே.

செயற்கைப் பசளைக்கும்பியில் அல்லது உக்கற் குழியிலே தாவரமீதிகளை இடுதற்கு முன்னர், அவை வெய்யிலில் உலர்த்தப்படும். ஈரமான நாடு களில், பொதுவான நிலமட்டத்திற்கு மேல், அல்லது ஒரு சாய்விற் செயற் கைப்பசளைக் கும்பியை ஆக்கலாம்; வறட்சிகூடிய நாடுகளில் ஆழங்குறைந்த உக்கற்குழியில் அதனை உண்டாக்கலாம். கும்பி பெரும்பாலுஞ் செவ்வக வுரு வாயே உள்ளது; 9 அடி நீளமும் 6 அடி அகலமும் இசைவான பருமனும். முதலில், ஓரடி தடிப்பான படையாக உலர்ந்த தாவரப்பொருள் இடப்படும். பின்னர், 1 அங். வரை தடிப்பான மெல்லிய மாட்டெருப்படையொன்று அதன் மேற் பரவப்படும். அதன் மீது மெல்லிய மட்படையொன்று இடப் படும். மரச்சாம்பர் (உதாரணமாக, சமையல் அடுப்பிலுள்ள சாம்பல்) யாதும் அகப்படுமாயின், மண்ணின்மீது அது தூவப்பட்டுப் பின்னர் நீர் நனி

ஊற்றப்படும். இதேமுறையில் உலர்ந்த தாவரப் பொருள், விலங்கின்எரு, மண், மரச்சாம்பராதியவற்றுலாய படைகள், குவியலானது 3 அடிவரை உயரம் வரும்வரை மேன்மேலும் இடப்படும். ஒவ்வொரு முறையும் இட்ட பின்னர், நன்றாக நீர் ஊற்றப்படும். குவியலானது விரைவில் வெப்ப மடையத் தொடங்கும். இரண்டொரு நாட்களுக்குப்பின்னர், குவியலின் நடுப்பாகம் 60° ச.அ. ஆன (140° ப.அ.) வெப்பநிலையை அடைதல்கூடும். சிதைவுறச் செய்யும் நுண்ணுயிரிகள் பச்சிலையை உண்டு, தாவரமீதிகளை உக்கலாக மாற்றுந் தொழிலில் மும்முரமாய் ஈடுபட்டுள்ளனவென்பதை இது காட்டும். (இவ்வுயர்ந்த வெப்பநிலை செயற்கைப்பசளைக்கும்பியில் ஈக்கள் பெருகுதலையுந் தடுக்கும்).

செயற்கைப் பசளைக்கும்பியில் (மழையில்லாவிடின்) நாடோறும் நீர் ஊற்றி, அதனை ஈரமாய் வைத்திருத்தல்வேண்டும். இவ்வகையான சிதை விற்குக் காரணமாயுள்ள நுண்ணுயிரிகள், ஒட்சிசன் உள்ளவிடத்துமட்டும் வாழ்ந்து பெருகக் கூடியவையாதலின், குவியலினூட் காற்றுனது தடை யின்றிச் செல்லுதலை நிறுத்தக் கூடிய அளவிற்கு குவியலை ஈரமாக்காது (காற்று வழங்கல் போதாதிருப்பின், ஒட்சிசனில்லாவிடத்து வாழும் பிற வுயிர்கள் பயன்குறைந்த பிறிதொரு வகையான சிதைவை உண்டாக்கத்தலைப் படும்—இவ்வகைச் சிதைவு அதற்கே உரித்தான மணத்தால் அறியப்படும். செவ்வியமுறையில் ஆக்கிய செயற்கைப் பசளைக்குவியல் இத்தகைய தொந்தர வைக் கொடுக்காது.) மேற்கூறிய பருமன்கொண்ட செயற்கைப்பசளைக்குவிய லொன்று சுமார் 500 இரு. உலர்ந்த தாவரப் பொருளையும் 50 இரு. விலங்கெருவையும் 2 இரு மரச் சாம்பலையும் கொண்டதாகும். மழை யில்லாக்கால் 4 கலனளவான நீர், குவியலைப் போதுமான அளவு ஈரமுடைய தாய் வைத்திருக்கும்.

அடுத்தசில வாரங்களுக்கு, கும்பியின் வெப்பநிலை வளிமண்டலத்தின் வெப்ப நிலையினுஞ் சிலபாகைகளே கூடுதலாயிருக்கும்வரை, படிப்படியாக இறங்கும். இதனுல், ஒட்சிசனில்லாமைகாரணமாக, நுண்ணுயிரிகளின் தாக் கங் குறைகின்றதென்பது புலப்படும். ஆகவே, பழைய கும்பியின் வெளிப் பாகம் புதியகுவியலின் நடுப்பாகமாகும்வண்ணம், கும்பி புரட்டப்பட்டு மீண்டும் அமைக்கப்படும்.

செயற்கைப்பசளைக்கும்பி விரைவிலே மீண்டும் வெப்பமுற்று, மேலும் சில வாரங்கட்குத் தொடர்ந்து சிதைவுநிகழும். இவ்வாறு புதிதாக அமைக்கப் பட்ட கும்பியின் வெப்பநிலையில், இறுதியாக ஏற்படும் ஏற்றஞ் சிலபாகை களாக இருக்கும் வரை, கும்பி மறுபடியும் புரட்டப்பட்டு மீண்டும் அமைக் கப்படும். வெப்பநிலை சிறிதளவாக உயர்ந்திருத்தல் நுண்கிருமியால் உண் டாகும் பிரிகை முற்றுனமையைப் புலப்படுத்தும். கும்பியை மூன்று, அல்லது நான்குமுறை புரட்டியபின்னரே பெரும்பாலும் இந்நிலை எய்தப்படும்; அ—து, தொடக்கத்திலிருந்து இரண்டு, அல்லது மூன்று மாதங்களுக்குப்

பின்னரென்பதே. இறுதியிற்பெறப்படும் பொருள் மிருதுவாக 'இலேசாக' கருங்கபிலநிறமாக இருக்கும்; அதுவே செயற்கைப் பசளையாகும். அதனைக் காலந்தாழ்த்தாது மண்ணுட் புதைத்துவிடல்வேண்டும்—காலஞ்செல்லின், நைதரசனை விடுவிக்கும் நுண்கிருமிகளின் தாக்கத்தால், வளமாக்கியாகப் பயன்படுமாற்றலில் ஏராளவை அது இழந்துவிடும்.

அயனமண்டலப் பயிர்ச்செய்கை, தோட்டவேலையாதியவற்றில் ஏற்படுகின்ற தலையாய பிரச்சினைகளிலொன்று போதுமான அளவு சேதனவுறுப்புப் பொருளை எவ்வாறு மண்ணில் வைத்திருப்பது என்பதே. செயற்கைப்பசளைக் கும்பியை, அல்லது உக்கற் குழியைச் செவ்வைபாகப் பயன்படுத்தலே அப் பிரச்சினைக்குச்சிறந்த விடையாகும். ஏனெனில், மாட்டெருவிற்குப்பதிலாகச் செவ்வையாய் ஆக்கப்பட்ட செயற்கைப்பசளையை உபயோகிக்கலாமென்க.

பட்டிகளில் மாடுகளை வளர்க்கும் இடங்களில், பெருமளவான கழிவுத் தாவரப்பொருளை அப்பட்டிகளில் நாடோறும் இட்டால், சிறிதளவான எருவு டன் அது கலந்ததற்பின், அதனை அடிக்கொருகால் அகற்றி வெளியே செயற்கைப்பசளைக் கும்பியாக்கலாம். இவ்வழி, சிறிதளவான மாட்டெரு வைக் கொண்டு பெருமளவான சிறந்த செயற்கைப்பசளையை ஆக்கலாம்.

சுழற்சிமுறைப் பயிர்ச்செய்கை.

ஒரு நிலத்தில், ஆண்டாண்டுதோறும் ஒரேபயிரை மீண்டும் மீண்டும் நட்டால், பெறப்படும் விளைவுகள் சிறுகச்சிறுக அருகிக்கொண்டே வருமெனவும், ஆயின், தொடர்ந்து வரும் ஆண்டுகளில் வெவ்வேறுவகையான பயிர்களை நட்டால், கூடிய விளைவைப் பெறலாமெனவும் வேளாளர் கமத்தொழிலாளர் பல்லாண்டுகட்குமுன்னர் அறிந்தனர். **வட்டமுறையிற் பயிரிடுதலாகிய**—அல்லது விளைபயிர்களையும் மேய்ச்சற் பயிர்களையும் பயிரிடுதலாகிய—இத் தத்துவஞ் **சுழற்சிமுறைப்** பயிர்ச்செய்கை எனப்படும். இம்முறை பெரும்பாலும் இடைவெப்பக்காலநிலைகளிற் கையாளப்படும். அயனமண்டலப்பெருந் தோட்டப்பயிர்ச்செய்கையில், இத்தகைய சுழற்சிமுறை பொதுவாக இயலாதாகும். உதாரணமாக, இறப்பர், தென்னை, கோப்பி, தேயிலை கொக்கோ போன்ற விளைபயிர்கள் ஒரே நிலத்திற் பல்லாண்டுகளுக்குத் தொடர்ந்து நிலைத்து நிற்குமாதலால், யாதுமோர் எளிய சுழற்சிமுறைக்கு இவை ஏற்றனவல்ல. நெல், கரும்புபோன்ற பயிர்கள் தானும் ஆண்டுதோறும் ஒரேநிலத்தில்—ஒரோவழி அதனைத் தரிசாகவிட்டு (அடியிற்காண்க)—பயிரிடப்படும்.

ஓருதாரணமாகக்கொள்ளத்தக்க சுழற்சிமுறைப் பயிர்ச்செய்கையானது பின்வரும் பயிர்வகைகளைக்கொண்டதாகும்:

(அ) விளைபயிர்கள்: உதாரணமாக, பருத்தி, புகையிலை, சோளம், வேர்ப் பயிர்கள் (மரவள்ளி, வத்தாளை, வேறுகிழங்குவகைகள்) அல்லது காய்கறி வகைகளைக் கூறலாம். இங்கு, செடிகளுக்கிடையே உள்ள நிலம், தோண்டப்

8—J. N. B 67381 (8/57)

படும் அல்லது கொத்த 'படும். இவ்வழி, தானியப் பயிர்ச்செய்கையின்போது தப்பிப் பிழைக்கக்கூடிய களைகள் அழிக்கப்படும்—இனி, தானியத்துப்பயிர்ச்செய்கையில் இக்களைகள் எவ்வாறு தவறிவளருமெனில், களைபறித்தல் முடியாதவாறு செடிகள் நெருக்கமாக வளர்தலாலென்க. இன்னும், இத்தகைய விளைபயிர்கள் ஆழமாக வேர்செலுத்துபவை. எனவே, அவை ஆழமிக்க மட்படைகளிலிருந்து தமக்கு வேண்டிய கனிப்பொருளுப்புக்களைப் பெறும்.

(ஆ) சிறுதானியப்பயிர்கள்—உதாரணமாக, நெல், திணை, கோதுமை, வாற்கோதுமை, அல்லது ஆடுமாடுகளுக்கு உணவாகும் புல்வகைகளைக் குறிப்பிடலாம். இவை ஆழமாய்ச் செல்லாத வேர்த்தொகுதிகளைக் கொண்டவை; முந்திய பருவத்தில் வளர்க்கப்பட்ட விளைபயிரின் ஆழவேர்களாற் பெரும்பாலுந் தீண்டப்படாத மேற்படைமண்ணிலிருந்தே, இச்சிறுதானியப் பயிர்கள் தமக்குவேண்டிய உணவுப்பொருளை உறிஞ்சிக்கொள்ளும். இன்னும், முந்திய 'பருவத்துக் களைநீக்கத்தினாலும் இப்பயிர் நன்மைஅடையும்.

(இ) அவரைச்செடிகள்:—உதாரணமாக, பயறுவகைகள், அவரைகள், நிலக்கடலை, அல்லது துவரைகளைக் கொள்ளலாம். இத்தாவரங்களுட் சில, பச்சைப்பசளையாகவும் வளர்க்கப்படும். கொத்துவதனால், அல்லது உழுவதனால் அவை மண்ணுட் புதைக்கப்படும்; அவை சிதைவுறும்போது மண்ணிலுள்ள உக்கலின் வழங்கலை அதிகரிப்பதோடு, நைத்திரேற்றினால் மண்ணை வளமுறவுஞ் செய்யும்.

இடைவெப்பநாடுகளில், சுழல்முறைப்பயிர்ச்செய்கையுஞ் செவ்வையாய்ப் பசளையிடலும், மண்ணின் வளம் முற்றும் அற்றுப்போகாது தடுக்கும். ஆயின், பெரும்பாலான அயனமண்டல நாடுகளில், ஆண்டுப்பயிர்களை வளர்த்துத் தொடர்பாய் விளைவுகளைப் பெற்று, வளத்தைப் பேணுவதற்குப் போதிய அளவு பசளையை வழங்கல் முடியாது. ஆகவே, சிறுபருவப்பயிர்களை வளர்த்தற்குப் பயன்படும் நிலங்கள் தரிசாய் விடப்படும். அ—து, சில ஆண்டுகட்கு ஒருமுறைபயிர் யாதும் செய்யப்படாது நிலம் ஆறவிடப்படுமென்பதே. உதாரணமாக, நிலமொன்றில் மூன்று வருடங்களுக்கு ஆண்டுப்பயிர்களை வளர்த்த பின்னர், அடுத்த மூன்று வருடங்களுக்கு, அந்நிலத்திற் புல்வளர விடப்படுதலுண்டு; இவ்வழி, புல்லின் சிம்புவேர்கள் மண்ணின் அமைப்பைத் திருத்தி, அதன் வளத்தை மீண்டும் நன்னிலைப்படுத்தல்முடியும். இது **பெயர்த்தன்முறை வேளாண்மையின்** ஒரு திரிபே ஆகும். வீணான இப்பழையமுறை அயனமண்டல நாடுகள் சிலவற்றில், இன்றும் வழக்கில் உளது. இம்முறையின்படி, காட்டுநிலந்திருத்தப்பட்டு, மண்ணானது வறிதாகும்வரை சில ஆண்டுகளுக்குப் பயிர்கள் விளைவிக்கப்படும். பின்னர், திருத்திய இந் நிலத்திற் புதர்வளர, அல்லது காடுவளர விடுத்து, வேளாளன் புதியவொரு நிலந்தேடித் திருத்துவான். முதலில், திருத்திய நிலத்தை ஆடுமாடுகள்

மேய்தற்குரிய புல்லுத்தரிசாகச் சிலவருடங்களுக்கு விட்டபின்னர், மீண்டும் உணவுப் பயிர்களின் பொருட்டுப் பயன்படுத்தல் மேற்கூறிய முறையிற் போன்று, நிலமானது அத்துணை வீணாக்கப்படாதென்பது தெளிவு.

தாவரநோய்களையுந் தீங்குவிளைவிக்கும் பூச்சிகளையும் பட்டினிவாய்ப்படுத்தி யழித்தற்குஞ் சுழற்சிமுறைப்பயிர்ச்செய்கை பயன்படும். பெரும்பாலான தாவர நோய்களும் தீங்குவிளைவிக்கும் பூச்சிகளுங் குறித்தவொரு வகையான பயிர்ச்செடியைமட்டுமே தாக்குவன. உதாரணமாக ஓரினத்தாவரங்களாய தக்காளியுஞ் சீமையுருளைக் கிழங்கும், ஒரேவகையான ஆம்பி நோயினாலே தாக்கப்படும். ஆயின், பிறிதொரு குடும்பத்தைச் சார்ந்த தாவரங்களை இந்நோய்கள் தாக்கமாட்டா. எனவே, ஒரு தாவரநோயால் அல்லது தீங்கு விளைக்கும் பூச்சியொன்றால் ஒரு தாவரந் தாக்கப்படுமாயின், அடுத்த பருவத்தில் அப்பகைகளாலே தாக்கப்படாத வேறொரு பயிரை அதற்குப் பதிலாக விளைவித்தல் சிறந்தவொரு திட்டமாகும்.

ஆகவே, தொகுத்துக் கூறின், சிறந்த சுழற்சிமுறைப்பயிர்ச்செய்கையானது பின்வரும் பயன்களை உடையது:

(1) அது மண்ணின் எல்லாப் பாகங்களினின்றுந் தாவர உணவின் கனிப்பொருட்கூறுகளை ஒருசீராக நீக்கும்.

(2) அது களைகள் வளர்தலைக் கட்டுப்படுத்த உதவும்.

(3) அது மண்ணினது தன்மையைத் திருத்தமுறச் செய்யும்.

(4) தீங்கான பூச்சிகளையுந் தாவரநோய்களையும் நலியச்செய்து, அழிக்கும்.

அத்தியாயம் 6–இற்குரிய பயிற்சிகள் பொதுவிஞ்ஞானம் பயிற்சிநூல் 1–இல், 53—57 வரையான பக்கங்களிற் காணப்படும்.

அத்தியாயம் VII

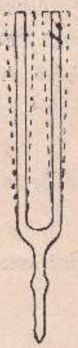
ஒலி

அசைவினால் ஒலி ஏற்படுவதெனை எவ்வாறு காட்டுவதென்பது.

(i) ஒலியுண்டாகும்வண்ணம் இசைக்கவரொன்றால் முழங்காற்சில்லின் மீது தட்டுக. சிறிது நீரின் மேற்பரப்பை, ஒலிக்குங் கவரின் ஒரு புயத்தின் முனையாற் சற்றே தொடுக.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

என்? ....



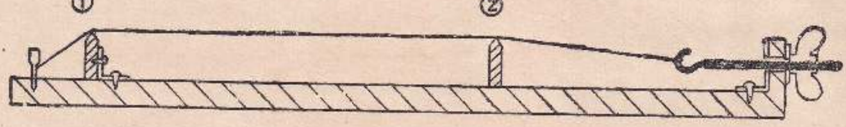
உருவம் 99. இசைக்கவரின் அதிர்வுகள்.

(ii) ஒரு பிம்பொம் பந்தை மெல்லிய நூலிலே தொங்க விடுக. ஒலிக்கும் இசைக்கவரின் ஒரு புயத்தின்முனையாற் பந்தை மென்மையாகத் தொடுக.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

என்? ....

(iii) உருவம் 100–இற் காட்டியாங்கு ஒரு சுரமானியில் மெல்லிய தந்தியை, அல்லது கம்பியை ஈர்த்துக் கட்டுக. ஒலி உண்டாகும்வண்ணந் தந்தியை ஒருபுறமிழுத்து விடுக. ஓய்ந்துளபோதிலும் ஒலிக்கும்போது தந்தியினது நடுப்பாகம் அகலங்கூடியது போலத்தோன்றுவதைக் கவனிக்க. தந்தி ஒலிக்கையில், மடித்த தாளாலாய 'ஏறி' யொன்றைத் தந்திக்குக் குறுக்கே மென்மையாகப் போடுக.



உருவம் 100. சுரமானி.
1. நிலையானபாலம்; 2. அசையக்கூடிய பாலம்.

யாது நிகழ்கின்றது? ....

என்? ....

யாதுமொன்று ஒலியை உண்டாக்கும்போது அது விரைவாய் அசையுமென்பதை எளிமையான இப்பரிசோதனைகள் காட்டும். அசையும்பொருளின் விளைவே ஒலி. அசைவின்றி ஒலியில்லை. இசைக்கவரொன்றை, அது ஒலிக்கையிலே தொடுவோமாயின் அதன் அசைவு நின்றுவிடும். அக்கணமே ஒலியும் நிற்கும். அன்றன்றை ஒலிகள் யாவும் அசைவோடு தொடர்புடையவை. உதாரணமாக, நுளம்பொன்றின் விரைவாய் அசையும் இறகுகள் ஓரொலியை உண்டாக்கும்; மேளத்தை அடிக்கும்போது மேளத்தோலானது, முன்னும் பின்னுமாக விரைவாய் அசைந்து, ஓரொலியை உண்டாக்கும்.

அதிர்வு.

முற்கூறிய பரிசோதனைகளில் ஒலியை உண்டாக்கிய பொருள்கள் முன்னும் பின்னுமாக விரைவாய் அசைந்தன—அல்லது அதிர்ந்தன. மெல்லதிர்விற்கு மிக்க எளிமையான ஒருதாரணந் தனியூசலே; மெல்லிய நூலொன்றின் முனையில் ஒரு புறத்திருந்து மறுபுறத்திற்கு ஊசலாடுஞ் சிறிய பாரமான குண்டே தனியூசலாம். (உருவம் 101—ஐக் காண்க). சென்றுமீள்வதாகிய முற்றுன ஊசலாட்டமொவ்வொன்றும் ஓர் அதிர்வு, அல்லது வட்டமெனப்படும். ஊசலது நூலானது நீள, அதன் அதிர்வுகளும் மெதுவாகும். உதாரணமாக 25 ச.மீ. ஊசலொன்று ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் முற்றுன ஊசலாட்டமிரண்டினை உடைத்தாகும்; அதன் அதிர்வெண் செக்கனுக்கு இரண்டு அதிர்வாகுமெனக் குறிக்கப்படும். இந்நீளத்தின் காற்பங்கான ஊசலொன்று ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் முழு ஊசலாட்டம் நான்கினைக் கொள்ளும்; எனின், அதன் அதிர்வெண் செக்கனுக்கு நான்காகும். தாழ்ந்த அதிர்வெண்ணையுடைய, இத்தகைய மெல்லதிர்வுகள் ஒலியை உண்டாக்கா; ஏனெனில், சராசரி மனிதனின் காது செக்கனுக்கு 16 முதல் 20,000 வரையான அதிர்வெண்ணைக் கொண்ட அதிர்வுகளைமட்டுமே உணரவல்லது.

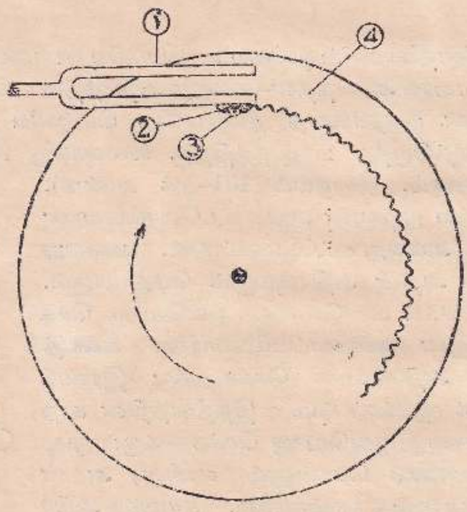
படம் 101.
தனியூசல்.

மரத்தினாலாய மீற்றர் வரைகோலை, அல்லது உலோகம் அரியும் வாளொன்றின் அலகை—அதன் ஒரு முனையைப் பிடிகருவியொன்றில் உறுதியாக இறுக்கி—முன்னும் பின்னுமாய் அதிரச்செய்தல் முடியும்; ஆனால், அவ்வதிர்வுகளின் அதிர்வெண் பொதுவாக ஒலியை உண்டாக்குதற்கேற்ற உயர்வினை உடையதன்று.

இசைக்கவரொன்றின் அதிர்வெண்ணை எவ்வாறு அளப்பதென்பது.

பதிவுப் பன்னிமோட்டரொன்றை அதன் உச்சக் கதிக்கு (பொதுவாக, நிமிடத்துக்கு 100 சுற்று முதல் 120 சுற்றுவரை)ச் சீராக்கி, நிமிடத்துக்கு எத்தனை சுற்றுக்களென, செக்கன் கடிகாரத்தை உபயோகித்து எண்ணுக.

வட்டமான (ஏறக்குறைய 12 அங். விட்டத்தையும் மையத்திலே தொளை யொன்றையுங் கொண்ட) ஒரு துண்டு தாளைச் சுழல்பீடத்தில் வைக்க. மிருதுவான மெழுகுத் துண்டினால் மிக நுண்ணியவொரு தூரிகையைப் (அல்லது பென்சில் ஈயத்துண்டொன்றை) பெரிய இசைக்கவரொன்றில் ஒரு புயத்துமுனையில் இணைத்து, தூரிகைக்கு மையூட்டுக. சுழல்பீடத்தை இயங்க வைத்து, அது உறுதியான கதியிற் சுற்றும்போது இசைக்கவரை (மெல்லிய வொரு தடியின்முனையிலுள்ள இறப்பர்த்தக்கையினால்) தட்டி, அசையுந்



உருவம் 102. இசைக்கவரின் அலை வரைவு.

1. இசைக்கவர்; 2. சிறுதூரிகை; 3. மெழுகு; 4. பதிவுப்பன்னி மேசை.

தாளிலே தொடுமாறு தூரிகையை விரைவாகப் பிடிக்க. அதிருந்தூரிகை அலையன்ன கோடொன்றைத் தாளில் வரையும். சுழல்பீடம் முழுச்சுற் றொன்றை முடிப்பதற்கு முன்னர், தூரிகையை மேலெடுக்க. இவ்வாறு பன்முறை செய்தபின், மோட்டரை நிறுத்தித் தாளை அகற்றுக. (உருவம் 102–ஐக் காண்க).

மிகச் சிறந்த அலை–வரைவைத் தெரிந்தெடுத்து, தாளைச் செவ்வையாக வடிதாளைப்போன்று நான்காக மடித்து, பின், அம்மடிப்பை விரித்து ஒரு சுற்றின்காற் கூற்றில் முழுவலைகள், அல்லது அதிர்வுகள் எத்தனை உள வென எண்ணிக்கொள்க.

நிமிடவீதம் சுற்றுதல்களின் எண்ணிக்கை..........................

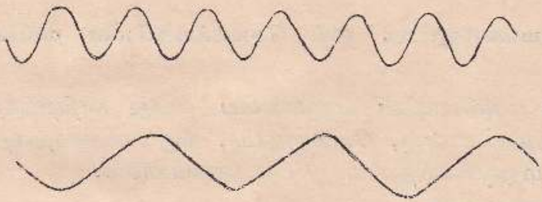
கடதாசியிற் 90 இல் முற்றான அலைகளின் எண்ணிக்கை..................

ஆகவே, நிமிடவீதம் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை = ...4........

= ....

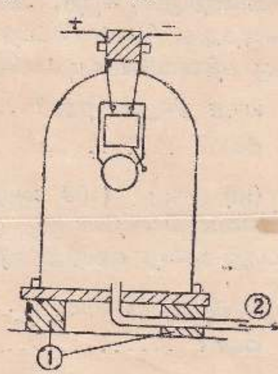
ஆகவே, செக்கன்வீதம் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை = ... ÷ 60

ஆகவே, இசைக்கவரின் அதிர்வெண் = ...செக்கன் வீதம்.



உருவம் 103. அலை வரைவுகள்.

உயர்ந்த சுரந்தரும் பிறிதொரு சிறிய இசைக்கவரைக்கொண்டு, இப்பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க. உருவம் 103 இவ்வாறு பெற்ற அலைவரைவுகளிரண்டினைக் காட்டுவது. இவற்றுள், பெரிய இசைக்கவரினால் வரையப்பட்டது யாது? உயர்சுரத்தினின்றுந் தாழ்சுரத்தை வேறு பிரித்துக் காட்டுவதே இசைச்சுருதியெனப்படும். மேலும், சுருதியிலுள்ள வித்தியாசங்கள் அதிர்வெண்ணிலுள்ள வித்தியாசங்களினால் ஏற்படுபவை.



உருவம் 104. வெற்றிடத்தில் மணியடித்தல்.

1. மென்மையான இறப்பர்;
2. வளிப்பம்பிக்கு.

ஒலி எவ்வாறு நகரும் ?

(அ) வெற்றிடத்தினூடாக ஒலி நகரமாட்டாதெனவும், ஆயின் காற்றினூடாக அது நகருமெனவும் எவ்வாறு காட்டுவதென்பது.

உருவம் 104–இற் காட்டியாங்கு, வளிபம்பியுடன் இணைக்கப்பெற்ற மணிச்சாடியினகத்து மின்மணியொன்றை வைத்து, காற்றை வெளியே பம்ப, மணியின் ஒலி மென்மையாகிக் கொண்டே வரும். வளிபம்பி வினைத்திறனுடைத்தாய், மணிச்சாடிக்குள்ளிருக்குங்காற்று முழுவதையும் அகற்றுமாயின், மணியின் நாக்குத்

தொடர்ந்து அதிர்வதைக் காணக்கூடியதாயிருப்பினும், ஒலி பெரும்பான்மையும் முற்றாக அற்றுப்போய்விடும்.[1] காற்றைமீண்டும் மணிச்சாடிக்குட் புகவிடின், ஒலிமேன்மேலும் பெரிதாகும். எனவே, ஒலி வெற்றிடத்தினூடாகச் செல்லமுடியாது. சடப்பொருள்களினூடாக மட்டுமே அது செலுத்தப்படும். ஒலியானது எங்காதுகளை அடைதற்குப் பொதுவாகக் காற்றினூடாகவே நகர்வதாயினும், ஒலி ஊடுசெல்லக்கூடியபொருள் காற்று மட்டுமன்று ; திண்மம், திரவம், வாயுவெண்பவற்றைச் சேர்ந்த எப்பொருளினூடாகவும் அது செல்லக்கூடியது.

(ஆ) திண்மங்களினூடாக ஒலி செல்லக்கூடுமென எவ்வாறு காட்டுவதென்பது.

(i) நெடிய மரக்கோலின் ஒருமுனையை உமது காதிற்கெதிரே உறுதியாகப் பிடித்துக்கொள்ள, வேறொருவர், ஒரு கடிகாரத்தையோ மணிக்கூட்டையோ மறுமுனையிற்படுமாறு பிடித்துக்கொள்க.

யாது நிகழ்கின்றது ? ....

ஏன் ? ....

(ii) ஏறத்தாழ 3 அடி நீளமுள்ள வன்மையான இழையொன்றை எடுத்து, இரும்புச் சட்டமொன்றின் ஒரு முனையை இழைநடுவிற் கட்டுக. இழையின் கட்டுப்படாத முனைகளைப் பன்முறைஉமது சுட்டு விரல்களொவ்வொன்றிலுஞ் சுற்றி, அவ்விரல்களின் நுனிகளை உமது காதில் வைத்து அழுத்துக. இரும்புச்சட்டந் தடையின்றி இழையிலே தொங்கிநிற்ப, அதனை ஒரு கதிரையில் அடிக்கவிடுக.

யாது நிகழ்கின்றது ? ....

ஏன் ? ....

(iii) ஒருவர் (100 அடி நீளமாயினுங் கொண்ட) நெடிய இரும்புச் சலாகையொன்றின் ஒரு முனையிற் சுத்தியலினல் அடிக்க, மறுமுனையில் உமது காதை வைத்து உற்றுக் கேட்க.

யாது நிகழ்கின்றது ? ....

ஏன் ? ....

(iv) நெடிய (ஏறக்குறைய 100 அடி நீளமான) இழைத்துண்டொன்றை எடுத்து உருளைவடிவமான (சிகரெட்டுக் குவளைபோன்ற) தகரக்குவளையொன்றின் அடித்தகட்டிலே சிறு துளையிட்டு, அத்துளையினூடாக, இழையின் ஒரு முனையைக் கோக்க. இவ்வாறே, இன்னொரு குவளையிலுந் துளையிட்டு, இழையின் மறுமுனையைக்கோக்க. உட்டுளைகளின் உட்புறுத்து அணையுமாறு

[1] மணியொடு தொடுக்கப்பட்ட கம்பிகளினூடே மெல்லிய ஒலிசெலுத்தப்படல்கூடும்.

ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒரு முடிச்சுப்போடுக. இப்பொழுது, ஒரு குவளையை உமது காதோடு வைத்து, நண்பரொருவரை மற்றைக் குவளைக்குட் பேசும் படி செய்க; இரு குவளைகளுக்குமிடையேயுள்ள இழை நேராய் இறுக்க மாக, இருத்தல் வேண்டும். இழையினூடாக ஒலி செல்கின்றதா; நூலைத் தளர்ந்து தொங்கச் செய்து, பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க. குவளையின் அடித்தகட்டின் மீது நூல் இறுக்கமாக இழுக்கப்பட்டிருக்கும்போது, வாங்கு முனையில் ஒலி பெரிதாகின்றதைக் கவனிக்க.

ஒலி திரவங்களினூடாகச் செல்லுமென்பதைக் காட்டுவதற்கு.

ஒலி திரவங்களினூடாகச் செல்கின்றதென்பதைக் காட்டுதல் எளிதன்று. ஏனெனில், சோதனைச் சாலையில், திரவமானது யாதுமொரு திண்மக் கலத்திலேயே இடப்பெறுமென்க; எனவே, ஒலி திரவத்தினூடாகச் செல்வ தோடு, திண்மத்தினூடாகவும் அது செல்லல்வேண்டும். ஆயினும், அடுத்த முறை நீருள் நீந்தும்போது, அல்லது உமது காதுகளை நீரிற்குக்கீழ் வைத்துக் கொண்டு மிதக்கும்போது, நீரினூடாகச் செல்லும் ஒலிகளை நீர் கேட்கலாம்.

ஒலியின் கதி.

ஒளியிலும் மிக மெதுவாக ஒலி செல்கின்றதென்பது தெளிவு. உதாரண மாக, தொலைவிலே நிகழும் இடிமின்னற் புயலின்போது, இடியைக் கேட் பதற்கு முன்னர் அதற்குக் காரணமாய மின்னல் காணப்படும். இவ்வாறே, தொலைவிலுள்ள கொதிநீராவிச் சீழ்க்கைக் குழலின் சுரத்தைக் கேட் பதற்கு நெடுநேரம் முன்னதாகவே, அதன் ஆவிப் போக்குக் காணப்படும். இன்னும், வானத்திலே வாணத்தின் வெடியொலியைக் கேட்பதற்கு முன்னர், அது வெடிக்குங் காட்சியை நாம் காணகிறோம். தொலைவிலுள்ள துவக்கின் பளிச்சீட்டிற்கும் ஒலிக்குமிடையேயுள்ள நேரத்தை அளப்பதனாற் காற்றிலே ஒலியின் கதியைக் கணக்கிடலாம். தொடக்ககாலத்திலே செய்த வொரு பரிசோதனையில் இரண்டு பெரும் பீரங்கிகள் அளவறிந்த தூரத்தில் (ஏறக்குறைய 11 மைல் தூரத்தில்) வைக்கப்பட்டன. ஒரு பீரங்கி சுடப் பட்டது; மற்றைக்கோடியிலுள்ள நோக்காளர் ஒருவர் பளிச்சீட்டுக்கும் ஒலிக்குமிடையேயுள்ள நேரத்தைக் குறித்தனர். பின்னர், மற்றைப்பீரங்கி சுடப்பட்டது; முதற் பீரங்கியடியிலிருந்த நோக்காளர் பளிச்சீட்டிற்கும் ஒலிக்குமிடையேயுள்ள நேரத்தைக் குறித்தனர். காற்று யாதும் வீசிக் கொண்டிருந்தால், அது ஓர் ஒலிக்கு உதவியாகவும் மற்றையதிற்குத் தடை யாகவும் இருக்கும். எனவே, அசையாக் காற்றில் ஒலியின் கதியைக் கணிக் கக்கூடியதாயிருந்தது. உலர்ந்த காற்றில் 0° ச. அ. இல் ஒலியின் கதி செக்கனுக்கு 1,087 அடியாகும். வெப்பநிலையின் ஒவ்வொரு சதமவளவைப் பாகையேற்றத்திற்கும், அதன் கதி செக்கனுக்கு ஏறக்குறைய 2 அடி வீதங் கூடும். உலர்ந்தகாற்றில் 30° ச. அ. இல் (=86° ப. அ.) ஒலியானது செக்

கனுக்கு 1,147 அடிவீதஞ்செல்லும், ஆயின், ஈரமான காற்றில் உலர்காற்றி னுஞ் சிறிது விரைவாக அது செல்லும். அன்றன்றை நோக்கங்களுக்காயின் அயன மண்டலநாடுகளில், ஈரமான காற்றில் ஒலியின் கதி செக்கனுக்கு 1,150 அடியாமெனை நாம் கொள்ளலாம். இது மணிக்கு 785 மைல்களா கும்; அல்லது செக்கனுக்கு ஐந்திலொரு மைலாகும். ஒளியின் கதியொடு ஒப்பிடின், ஒலியின் கதி மிகக்குறைந்ததே – ஒளியின் கதி செக்கனுக்கு 186,000 மைல் ஆகும். (எனின் ஒலியினும் பத்துலட்சம் மடங்கு விரை வானது ஒளியென்க.)

அடுத்தமுறை இடிமின்னற் புயல்நிகழும்போது, மின்னல் எத்துணை தொலைவிலுள்ள தென்பதைக் கணித்தற்கு ஒலியானது 5 செக்கனில் ஒரு மைல்வரை செல்லுமெனும் உண்மையைப் பயன்படுத்துக. மின்னல் பளிச் சிடலைக் கண்டவுடன் "ஒன்று இரண்டு மூன்று.............." என இடி யொலி கேட்கும் வரை செக்கன்களை எண்ணுக.

கடலிலுள்ள கப்பலிலிருந்து கலங்கரை விளக்கத்தின் தூரத்தைக் கணித் தற்கு, மேற்கூறிய உண்மையைப் பயன்படுத்தலாம். கலங்கரை விளக்க மானது ஒளிவீசுவதோடு (அல்லது கம்பியில்லாவறிகுறியொன்றை அனுப் புவதோடு), வீசிய அக்கணமே, கடுமொலிசெய்யுமாயின் அத்தூரத்தைக் கணக்கிடலாம். இவ்வழி, கப்பலில் இருக்கும் நோக்காளரொருவர் பளிச் சீட்டைக் காண்பதற்கும் ஒலியைக் கேட்பதற்குமிடையே 17·5 செக்கனள வான நேரத்தைக் குறித்தாராயின், கலங்கரைவிளக்கத்தினின்று கப்பல் எத்துணை தூரத்திலிருக்கின்றது? ....

....

ஒலியானது காற்றிற் செல்லுவதினும் ஐந்துமடங்கு வேகமாக நீரிற் செல் லும்; காற்றிற் செல்வதினும் ஏறத்தாழ இருபது மடங்குவேகமாகத் தரை யில், அல்லது பாறையிற் செல்லும்.

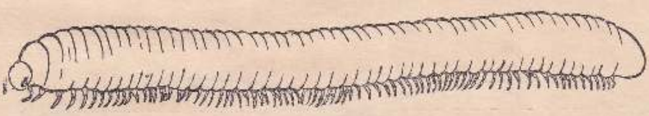
அலைகள்.

அதிரும்ஒரு பொருளிலிருந்து காதிற்கு ஒலி எவ்வாறு செல்லுமென்பதை விளங்கிக்கொள்வதற்கு, அலை இயக்கத்தைப் பற்றிச் சிறிது அறிதல் அவசிய மாகும்.

(i) **(செய்துகாட்டல்)** நெடியவொரு வில்லை நிலைக்குத்தாகத் தொங்கவிட்டு, அதன் கீழ்முனையில் ஒரு நிறையைக் கட்டுக. நிறையைக் கீழ்முகமாகச் சிறுதூரத்திற்கு இழுத்துப் பின் விடுக. முன்னுமாய் மாறிமாறி வில்லையி னூடாக ஓடிச்செல்லும் அமுக்கவிரிவு அலைகளைக் கவனிக்க, முன்னும் பின்னுமாய்ச் செல்லும் இவ்வலைகள் (சிலவேளைகளில் இவை உந்தலிழுப் பலைகள், அல்லது **நீளப்பக்கவலைகள்** எனவும் படும்) காற்றினூடாக ஒலி

செல்லுதற்கான அலையியக்கத்தின் வகையை விளக்கிக்காட்டும். ஒலியின் முதலினின்றும் ஒன்றுவிட்டொன்றான அமுக்கவிரிவு அலைகள் காற்றினூடாக எல்லாத்திசைகளிலும் வெளிமுகமாய்ச் செல்லும். (உருவம் 107–ஐக் காண்க).

(ii) செவ்வட்டையொன்று ஊரும்போது—சிறப்பாக ஒளிக்கெதிராக ஊரும் போது—ஏற்படும் அசைவுகளை உற்றுநோக்கினால், இவ்வகையான அலையியக்கம்பற்றித் தெளிவானவொரு கருத்தைக்கொள்ளலாம். (உருவம் 105–ஐக் காண்க). அப்பூச்சி அசைவற்றிருக்கும்போது அதன் கால்கள் ஒருசீரான இடைவெளிகொண்டனவாய்க் காணப்படும். அது ஊரத்தொடங்கும்போது அதன் கால்கள் இடையிடையே தொகுதிபடும்—ஓரிடத்திற் கால்கள் ஒன்றோ டொன்று நெருங்கியிருக்க, அடுத்து அவை ஒன்றற்கொன்று விலகியிருக்கும். அட்டையூரும்போது ஒன்றுவிட்டொன்றாகவுள்ள இவ்வமுக்க விரிவு வலயங் கள், தொடர்பாக முன்னோக்கி அசையும். இவ்வாறு, நீளப்பாடான, அசைவலை யொன்று வாலிலிருந்து தலைவரை செல்லும்.



உருவம் 105. செவ்வட்டை நடக்கையிலுள்ள அசைவுகள் ஒன்றுவிட்டொன்றான அமுக்க விரிவுவலயங்களைக் காட்டுவது.

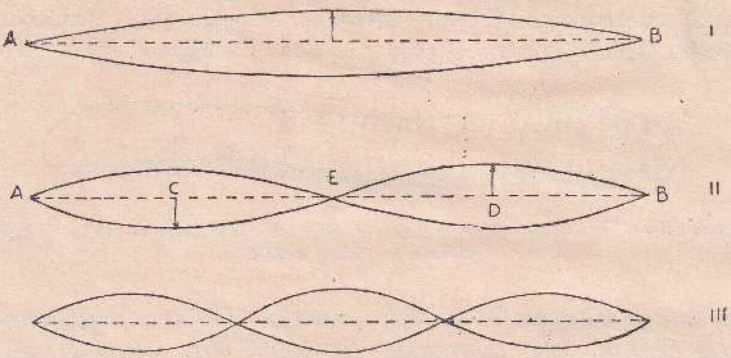
(iii) கழிநீர்த்தொட்டியொன்றை, அல்லது பெரிய தாழியொன்றை நீரினால் நிரப்புக. நீர் அசைவற்று இருக்கும்போது, அளவியொன்றை—அதன் கூர்நுனி நீரின்மேற் பரப்பிலிருந்து சில அங்குல உயரத்தில் இருக்கத் தக்கவாறு—ஒழுங்குசெய்க; செக்கனுக்கு ஒரு துளிவீதம் நீரை ஒழுகவிடுக. குழப்பம் ஏற்படும் இடத்திலிருந்து வட்டமான அலையொன்று எவ்வாறு வெளிமுகமாக நகருகின்றதென்பதைக் கவனிக்க. ஒலியலையும் இவ்வாறே, ஒலி முதலினின்று வெளிமுகமாகச் செல்லும்.

இனி, மரத்துண்டுகள், அல்லது தக்கைத்துண்டுகள் சிலவற்றை நீரின் மேற்பரப்பில் இட்டுப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க. மிதக்கும் பொருள் அலைகளுடன் வெளிமுகமாகச் செல்லாது, மேலுங்கீழுமாக மட்டும் அசைவதைக்காண்க, காற்றில் ஒலி எவ்வாறு செல்லுமென்பதை இப்பரி சோதனை ஒரு வாறு புலப்படுத்தும். எனின், காற்று வெளிமுகமாகப் பாயாதிருக்க, ஒலியலைகள் ஒலிமுதலினின்றும் வெளிமுகமாய்த் திசைக ளெங்கணுஞ் செல்லுமாற்றைப் புலப்படுத்தும் எனக.

(iv) **(செய்து காட்டல்)** அலையொன்று நீரின் மேற்பரப்பூடாகச் செல்லும் போது, நீர்த்துணிக்கைகள் மேலுங்கீழுமாக அசைதலை, 10 அடி நீளமா யினுங் கொண்ட இறப்பர்க்குழாயொன்றைக் கொண்டு செய்துகாட்டலாம்.

அவ்விறப்பர்க்குழாய் மண்ணிஞல் நிரப்பப்படும்; அதன் ஒரு முனை ஒரு சுவரில் மாட்டப்படும்; மற்றைமுனை இறுக்கமாகக் கையிஞல் இழுக்கப்படும். சடுதியாய்க் கையாற் குழாயைக் குலுக்க, இறப்பரினூடாக மேலுங்கீழுமாய் அலையொன்று சுவர்வரை செலுத்தப்படும். அலை இறப்பரினூடாக ஓடிச்செல்லினும், மணன்மணிகள் மேலுங்கீழுமாய் மட்டும் அசைவதைக் கவனிக்க (உருவம் 106–ஐக் காண்க).

இவ்விரு பரிசோதனைகளும் **'மேற்கீழலை'** என்பதாற் குறிக்கப்படுவது யாதெனை விளக்கிக்காட்டும். 'மேற்கீழலை பொதுவாக மேலுங்கீழுமாகச் செல்லும் குறுக்கலை (அல்லது **குறுக்காகச்செல்லும்** அலை) எனப்படும். அதிருந்திண்மங்களிடத்தவாயின், இத்தகைய அலைகள் சூழ்ந்துள்ள காற்றிலே ஒலியலைகளைத் தோற்றுவிக்கும்.

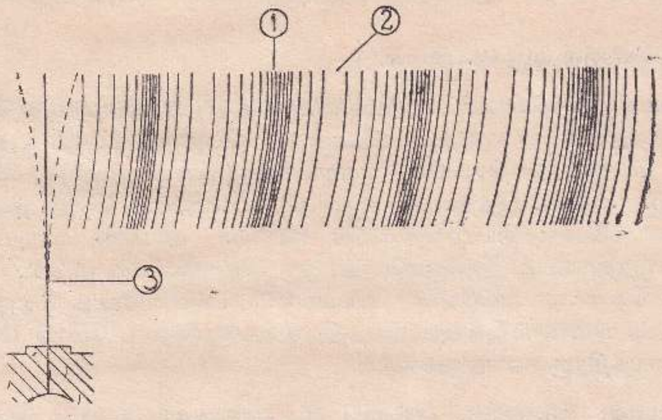


உருவம் 106. குறுக்கலைகள்.

ஒலியலைகள்.

அதிரும் உருக்குத் துண்டொன்று பிடிகருவியொன்றில் உறுதியாக மாட்டப் பட்டுளதாய்க் கருதிக்கொள்க. உருக்குத்துண்டிற்கு உதாரணமாக உலோக மரியும் வாளின் அலகைக் கொள்ளலாம். (உருவம் 107–ஐக் காண்க). உருக்கு இடம் வலமாக ஊசலாட, அதன் முன்னுள்ள காற்று மூலக்கூறுகள் தள்ளப்படும். இவ்வாறு அவை நெருக்கப்பட, காற்றுச் சற்றே அமுக்கப்படும். ஆயின், காற்றின் அதைக்குமியல்பு காரணமாக, அமுக்கப்பட்ட காற்ருனது உடனும் பழமைபோல விரிந்து, அதன் முன்னர்,அடுத்துள்ள காற்றுப் படையை மோதும். மோதவே அப்படையும் அமுக்கப்பெறும். இவ்வாறு, அதிரும் உருக்குத் துண்டிலிருந்து வெளிமுகமாய்ச் செல்லும் அமுக்கவலைத் தொடரொன்று தோன்றும். உருக்கு, வலமிருந்து இடமாக மீண்டு ஊசலாடும்போது, அயற்காற்றிலுள்ள அமுக்கங் குறைக்கப்படும். எனவே, ஒவ்வொரு அமுக்கவலையையும் ஒரு விரிவு (அல்லது ஐதாக்கல்) அலை

தொடரும். இவ்வாறு அதிரும் ஒரு பொருளானது காற்றினூடே வெளிமுகமாகச் செல்வதும், ஒன்றுவிட்டென்றாக நிகழ்வதுமான விரிவு ஐதாக்கல் வட்டமொன்றை ஏற்படுத்தும். இவ்வலைகள் செவிப்பறையை அடையும்போது அதுவும் அதே அதிர்வெண்ணுடன் அதிரும். இவ்வதிர்வெண் செக்கனுக்கு 16–இற்கும் 20,000–இற்கும் இடைப்பட்டதாயின், கேள்வி நரம்புகள் ஒலிப்புலனுணர்வை மூளைக்குக்கொண்டு செல்லும். வெளிமுகமாய்ச் செல்லும் அமுக்கவிரிவு அலைத்தொடர்ச்சியைத் தெளிவாய்க் காட்டவல்லது, 'குரோவாவின்றட்டு' ஆகும். இதனைச் செய்யுமாற்றை உம்மாசிரியர் விளக்குவர்.



உருவம் 107. நீளப்பக்க அலைகள்.

1. அமுக்கம்; 2. ஐதாக்கம்; 3. உருக்குத் துண்டின் அதிர்வு.

ஒலித்தெறிப்பு – எதிரொலி.

ஒளியலைகளைப் போன்று ஒலியலைகளையுந் தெறிக்கச்செய்தல்கூடும். இவ்வாறு தெறித்த ஒலி எதிரொலிஎனப்படும். ஒரு சுவர், கட்டடம், அல்லது குத்தானமலைச்சாரல் போன்ற பெரிய மேற்பரப்பு யாதும் ஒலியலைகளைத் தெறித்து, எதிரொலிகளை உண்டாக்கலாம். எனினும் மனிதனின் செவி இருவேறு ஒலிகளைப் பிரித்தறிதற்கு, அவ்வொலிகள் 0·1 செக்கனுக்கு மேற்பட்ட இடைவேளைகொண்டனவாய் இருத்தல்வேண்டும். ஆகவே, முதல் ஒலியினின்றும் எதிரொலியை வேறு படுத்தியறிதற்கு, சுவரிலிருந்து குறைந்தது 55 அடிதூரத்தில் ஒருவர் நிற்றல்வேண்டும். (எனவே, ஒலியலைகள் சுவர்நோக்கி 55 அடியும் சுவரிலிருந்து காதிற்குவிழும்போது 55 அடியுமாக, பத்திலொரு செக்கனில், 110 அடி செல்லும்.) சிறிய அறைகளில், தெறித்த ஒலி மிக்கவிரைவாய் மீள்கின்றமையால், அவ்வெதிரொலி முதலொலியின் ஒருகூறுபோலத் தோன்றும். ஆயின், 55 அடிக்கு

மேற்பட்ட நீளமுடைய எந்த அறையிலும் எதிரொலி மலைவிற்குக்காரணமாக லாம். உதாரணமாக, பேசுவோனொருவனுடைய கடைசிச்சொல்லின் எதிரொலி அவன்கூறும் அடுத்த சொல்லொடு ஒருங்குகேட்குமாயின், இத்தகைய மலைவு எற்படும். துலக்கப்பட்ட ஒரு மேற்பரப்பு ஒளியைத் தெறித்தற்குச் சிறந்த கருவியாதல்போல அழுத்தங்கொண்ட, வன்மையான மேற்பரப்புக்களே ஒலியைத் தெறித்தற்குச் சிறந்த கருவிகளாகும். எனவே, படமாளிகைகள்போன்ற அறைகளிலே தொந்தரவான எதிரொலிகளைத் தணித்தற்காக, அதிருங்காற்று மூலக்கூறுகளிலிருந்து சத்தியை உட்கொள்ளும் பொருட்டு, சுவர்கள் மிருதுவான தடிப்பான நுண்டுளையுள்ள பொருட்களாலே தீற்றப்படும். இவ்வழி, தெறித்த ஒலியின் உரப்புக்குறைக்கப்படும்.

எதிரொலியினுல் ஆழங்காண்டல்.

கப்பல்களிலும் விமானங்களிலும் ஒலியினுல் ஆழங்காண்டற்கு எதிரொலியினது தத்துவம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. விமானங்கள் தம் உயரத்தை அறிதற் பொருட்டுத் திரவமில் பாரமானிகளை (உயரமானிகளை)க் கொண்டு செல்லும். ஆயின், இத்தகைய கருவி தொடக்கநிலையிலிருந்து தரையின் மேலுள்ள நிலைக்குத்துயரத்தைமட்டுங் காட்டும். வானிலை புகார்மயமாக அல்லது மந்தாரமாக இருக்கும்போது, ஒரு விமானம் மலைநாட்டை அணுகுவதாகக் கொள்க; அவ்வேளை உயரமானி பல்லாயிரவடி உயரத்தைக் காட்டினும், விமானம் இவ்வுயர்நிலத்திற்கு அண்ணியதாய் மோதி நொருங்கும் அபாயத்திற்குள்ளாதலுங்கூடும்.

இடுக்கணுன நிலைகளில், ஒலியால் ஆழங்காணுதற்குக் கையாளக்கூடிய ஒரெளியமுறை வருமாறு. விமானத்திலிருந்து ஒரு வெடிதீர்க்கப்படும். அவ்வொலி நிலத்தையடைந்து மீளுவதற்குச் செல்லும் நேரம் அளவிடப்படும். விமானத்திற்கும் அதன் கீழுள்ள தரைக்குமிடையே உள்ள உயரத்தை இவ்வாறு கணித்தல் முடியும். உதாரணமாக, காற்றில் ஒரு செக்கனுக்கு ஏறக்குறைய 1,150 அடிவீதம் ஒலி செல்வதாதலின், வெடிதீர்ந்து ஒரு செக்கனுக்குப் பின் எதிரொலி கேட்கப்படின், 575 அடிக்குக்கீழ் நிலம் உளதென்க.

கப்பல்களிலும் இத்தகைய முறையொன்று கையாளப்பட்டுளது. நீரினது மேற்பரப்பின்கீழ் இடைபான ஒலியொன்று உண்டாக்கப்படும். அவ்வொலியலை கடலினடியிலே தெறித்துக் கப்பலுக்கு மீள்வதற்குச் செல்லும் நேரம்—அதாவது எதிரொலிகேட்கும்வரையுள்ள நேரம்—கணிக்கப்படும். உதாரணமாக, கடனீரில் ஒலியானது செக்கனுக்கு ஏறக்குறைய 5,000 அடிவீதம் செல்வதாதலின், முதலொலிக்குப்பின் ஒரு செக்கன்கழிந்து எதிரொலி கேட்கப்படின், அவ்விடத்துக் கடலின் ஆழம் 2,500 அடியாகும். இத்தகைய எதிரொலியாலாழங்காணுமுறையைக்கொண்டு, பாறைகள், கப்பற்சேதங்கள், பனிக்கட்டி முதலியவற்றையும் மீன்திரளையும் கண்டறியலாம்.

சத்தமும் இசையும்.

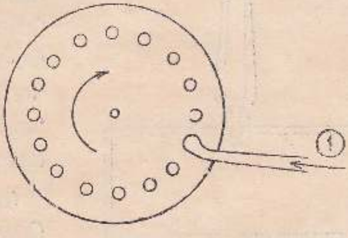
ஒலிகளை இரு வகுப்புக்களாய்ப் பிரிப்பது வழக்கம். அவை: சத்தங்களும் (அல்லது இசையல்லா ஒலிகளும்) சுரங்களும் (அல்லது இசையுள்ள ஒலிகளும்) ஆகும்.

(i) விரும்பத்தகாத முரட்டொலிகளே சத்தங்கள் எனப்படும். ஒழுங்கற்ற வகையில், இடையிட்டுநிகழும் அதிர்வுகளால் இவை ஏற்படும். அ-து, சத்தங்களுக்குத் திட்டமான சுருதியில்லை என்பதே. இடி, ஓடும் புகையிரதத்தின் ஓசை, துவக்கின் வெடியோசையாகியவை சத்தத்திற்கு உதாரணங்களாகும்.

(ii) **இசைச்சுரங்கள்**—ஒரே தன்மையான சலனங்களின் ஒழுங்கான தொடர்ச்சியினால் உண்டாகும் ஒருசீரான, இனிய ஒலிகளே இசைச்சுரங்கள் எனப்படும். அ-து ஒழுங்கான அதிர்வெண் கொண்ட அதிர்வுகளினால் அவை ஏற்படுமென்பதே. எனவே, இசைச்சுரங்கள் திட்டமான சுருதியுடையன—அவை, (அ) சுருதி (ஆ) உரப்பு (இ) பண்பாகியவற்றிலே தம்முள் வேறுபடும்.

ஒரு சுரத்தினது சுருதியானது ஒரு செக்கனுக்குரிய அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கையைமட்டும் பொறுத்துளது. எனின், சுரத்தை உண்டாக்கும் அதிர்வுகளின் அதிர்வெண்ணைப்பொறுத்துளது என்க. அதிர்வெண்கூட, சுரத்தினுடைய சுருதியும் உயரும். அதிர்வெண்ணிற்குஞ் சுருதிக்குமுள்ள இச்சார்பைக் கூவிளிக்கருவி எடுத்துக் காட்டும்.

கூவிளிக்கருவியென்பது, மிக்கவிரைவாகச் சுழற்றத்தக்கவாறு அச்சாணியொன்றில் மாட்டப்பெற்ற வட்டமான உலோகத்தட்டால் ஆயது. தட்டினூடாக, சமவிடைதூரம்விட்டு, தொளைகள் பல வட்டவொழுங்கில் இடப்படும். தட்டானது சுற்றும்போது, வட்டவொழுங்கிலுள்ள தொளைகளுக்கு எதிராகக் காற்றுத்தாரையொன்று செலுத்தப்படும். (உருவம் 108-ஐக் காண்க) காற்றுத்தாரைக்கெதிராய்த் தொளையொன்று வரும்போது, அதனூடாகக் காற்றுப் பறியும். இவ்வாறு, தட்டுச் சுற்றும்போது **ஒழுங்கான இடைவேளை விட்டுக்** காற்றுப் பறிவுகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக விரைந்து செல்லும். செல்லவே, இசைச்சுரமொன்று பிறக்கும். சுரத்தின் அதிர்வெண் யாதெனில், தட்டிலுள்ள தொளைகளின் எண்ணிக்கையை ஒரு செக்கனுக்குரிய சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கையாற் பெருக்கவருவதென்க. தட்டின் கதி மிக, காற்றுப் பறிவுகளின் அதிர்வெண் மிகுவதையும், அதனாற் சுரத்தினது சுருதி உயருவதையுங் கவனிக்க. மெல்லிய மட்டைத்தாளில் ஒரு துண்டை எடுத்துச் சுற்றுகின்ற,



படம் 108. எளிமையான கூவிளிக்கருவி.
1. காற்று.

பற்களைக் கொண்ட சில்லொன்றிற்கு எதிரே பிடித்தால், மேற்கூறியது போன்ற விளைவு ஏற்படும். சுற்றலின் கதி மிக, அதிருபட்டையானது உயருஞ் சுருதிகொண்ட சுரமொன்றை வெளியிடும்.

ஒலிக்கும் பொருளினது அதிர்வின் விரிவிலேயே ஓர் உரப்புத் தங்கியுள்ளது. உதாரணமாக, ஈர்க்கப்பட்டுள்ள ஒரு தந்தி எத்துணைதூரத்திற்கு இழுக்கப்பட்டுப்பின் விடப்படுகின்றதோ, அத்துணையாக அதன் அதிர்வுகளின் விரிவுங் கூடும்; கூடவே, அதன் சுரத்தின் உரப்பும் மிகும். இவ்வாறு நிகழ்வதற்குக் காரணம்யாதெனில், திட்டமான அமுக்கவிரிவலைகள் வாயிலாகக் கூடியசத்தி காற்றிற்கு வழங்கப்படும்; இவ்வலைகள் செவிப்பறையின் மீது கூடிய சத்தியைச் செலுத்துமென்க.

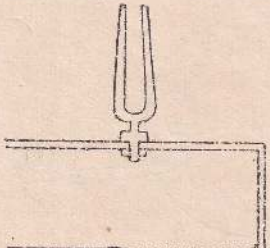
ஒரே சுரத்தைச் சமமான உரப்போடு பியானோ, புல்லாங்குழல் போன்ற இரு வேறு இசைக்கருவிகளில் எழுப்பினால், சுருதியும் உரப்பும் ஒரேயளவினவாயிருப்பினும், அவ்விரு சுரங்களும் இசைப்பண்பில் வித்தியாசப்படும். இசைக்கருவிகளினால் ஏற்படும் அதிர்வுகளின் சிக்கலான இயல்புகளினால் உண்டாகும் இரு ஒலியலைகளின் சிறப்பியல்புகளிலுள்ள வேற்றுமையே இவ்வித்தியாசத்திற்குக் காரணமாகும்.

பரிவு.

அதிரும் பொருளொன்று தன்னோடொத்த தன்னதிர்வெண்ணைக் கொண்ட பிறிதொரு பொருளிற்குத் தன்னுடைய அதிர்வுகளைச் செலுத்துவதாய முறையே பரிவு (அல்லது இணையதிர்வு) எனப்படும். குழாய்களினகத்துள்ள காற்று நிரல்கள், ஈர்க்கப்பட்ட தந்திகள், போன்ற அதிரக்கூடிய பொருள்களியாவும் தத்தமக்குரிய தன்னதிர்வெண்களை உடையவை.

பின்வரும் பரிசோதனைகளாற் பரிவினது தத்துவத்தை விளக்கலாம்;

(i) ஒலிக்கும் பெட்டி 'இ' இல் இசைக்கவர் 'அ' இனை நாட்டுக. (உருவம் 109—ஐக் காண்க). 'அ'இன் அதிர்வெண்ணையே உடைய பிறிதோர் இசைக்கவர் 'ஆ' இனை அதிருமாறு முழங்காற்சில்லிலேதட்டி, அதனுடைய தண்டை ஒலிக்கும் பெட்டியின்மேற் சிறிதுநேரம் பிடிக்க. பின், 'அ' இனை அகற்றி அதன் அதிர்வை நிறுத்துக. 'ஆ' வெளியிட்ட சுரத்தையே 'அ' இசைக்கவரும் அதிர்ந்து வெளியிடுவதைக் கவனிக்க.

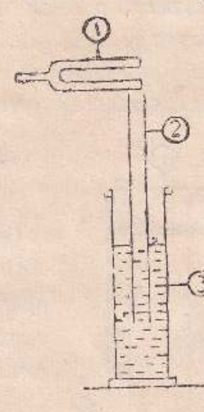


உருவம் 109. ஒலிக்கும்பெட்டி.

(ii) ஏறக்குறைய 25 ச.மீ. நீளமான தனியூசலொன்றைக் கையிற் பிடித்து வேறு அதிர்வெண்களைக் கொள்ளத்தக்கவாறு, கையை முன்னும் பின்னுமாக அசைத்து, அதனை ஆடச் செய்க. உமது கையின் மிகச்சிறிய அசைவினால் ஏற்படும் ஊசலின் மிக அகலமான ஆடல்களின் அதிர்வெண்ணைக் காண்க. மிகச் சிறிய

முயற்சியினால் மிகவகன்ற ஆடலை எப்போது பெறுவீரெனின், உமது கையின் அசைவுகள், ஊசலின் தன்னதிர்வெண்ணுடன் ஒத்த அதிர் வெண்ணை உடையதாயிருக்கும்போதெனக. உதாரணமாக, 25 ச.மீ. ஊசலொன்று நிலைத்த ஆதாரத்தினின்றுந் தொங்கும்போது, ஒரு செக்கனுக்கு இருமுறை ஆடும். உமது கையின் 'முன்பின்' அசைவுகள் ஊசலின் அதிர்வுகளுடன் ஒத்தியலுமாயின், மிகச்சிறிய விசைகள் அவ்வூசலை ஒரு பக்கத்தினின்றும் மற்றைப் பக்கத்திற்கு வெகுதூரம் ஆடச்செய்யும். இவ்வாறே, ஒரு குழந்தையின் ஊஞ்சல் முன்னும்பின்னுமாக ஆடிக்கொண்டிருக்கவேண்டுமாயின், அதைத் தக்கவாறு காலமறிந்து ஆட்டல் வேண்டும்.

(iii) உருவம் 110-இற் காட்டியாங்கு, நீர்கொண்ட, நெடிய சாடியொன்றில் அகலமான கண்ணாடிக்குழாயொன்றை நிறுத்துக. குழாயின்வாய்க்கு அணித்தாக இசைக்கவரொன்றை ஒலித்து, ஒலி மிக்க உரப்பாகும்வரை குழாயை மெதுவாக மேலுங் கீழுமாய் அசைக்க. இந்நிலை பெற்றதும் குழாயைப் பிடிகருவியில் வைத்து இறுக்கிவிடுக. இப்பொழுது, இசைக்கவருங் குழாயகத்துள்ள காற்று நிரலும் ஒன்றோடொன்று பரிவுற்றுள எனக்கூறப்படும். கண்ணாடிக் குழாயின் வாயிடத்து ஊதி, அதிலிருந்து பெறப்படுஞ் சுரமும் உமது இசைக்கவரின் சுரமும் ஒன்றாயிருத்தலைக் கவனிக்க; அஃது, காற்று நிரலின் தன்னதிர்வெண்ணுடன் இசைக்கவரின் அதிர்வுகள் ஒத்தியல்பவையென்பதே. வெவ்வேறு அதிர் வெண்களையுடைய இசைக்கவர்களைக்கொண்டு, பரிவு உண்டாகுமாறு காற்று நிரலினது நீளத்தைச் சீர்ப்படுத்திப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க. காற்று நிரல் எத்துணை குறுகியுள்ளதோ, அத்துணையாக அதன் அதிர்வெண்ணுங்கூடும். கூடவே சுரத்தின் சுருதியும் உயரும்.



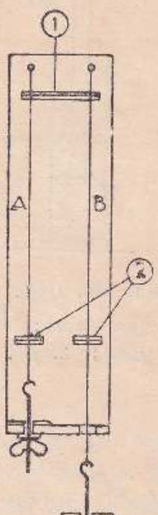
உருவம் 110. பரிவு.
1. இசைக்கவர்; 2. குழாய்; 3. நீர்.

பொதுவாகக் கூறுமிடத்து, குறித்தவோர் அதிர்வெண்ணொடு அதிரத்தக்க பொருள் யாதினையும் அயலிலுள்ள பிறிதொரு பொருளின் அதிர்வினால், விரைந்து அதிரச் செய்தல் இயலும். ஆயின், இவ்வாறு அதிரச்செய்தற்கு, பின்னைப் பொருளின் அதிர்வுகள் முன்னையதின் அதிர்வெண்ணொடு ஒத்திருத்தல், அல்லது ஒத்திசைத்தல் இன்றியமையாதது. கம்பியில்லாஅறிகுறிகள் அனுப்புதற்கு இப்பரிவுத்தத்துவம் மிக்க அவசியமானது. உண்டாக்கப்படும் அதிர்வுகளுடன் ஒரு கம்பியில்லா வாங்கியின் மின்னதிர்வுகள் ஒத்திருக்கும்வரை, அக் கம்பியில்லாவாங்கி இசைவாக்கப்படும். இவ்வாறு வெவ்வேறு அதிர்வெண்களையுடைய, கம்பியில்லா அலைகளைச் செலுத்தும் வெவ்வேறு நிலையங்களை வேறுபடுத்தலாம். சிலவேளை, இசைக்கவர்கள் ஒரு புறந் திறந்த மெல்லிய, மரப்பெட்டிகளின் மீது நாட்டப்படுதல் உண்டு. இப்

பெட்டிகளினகத்துள்ள காற்றுநிரல் இசைக்கவரின் அதிர்வோடு ஒத்தி சைத்து, உரப்புமிக்க சுரத்தை எழுப்புதற்கேற்றவாறு அப்பெட்டிகளின் பருமன் இருத்தல் வேண்டும். இப்பெட்டிகள் "**ஒலிக்கும் பெட்டிகள்**" அல்லது "**பரிவுப் பெட்டிகள்**" எனப்படும். (உருவம் 109 ஐக் காண்க). பல இசைக்கருவிகளில் இதே தத்துவம் பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளது.

அதிருந்தந்திகள்.

இரு நிலைத்த ஆதாரங்களுக்கிடையில் ஈர்க்கப்பட்டுள்ள ஒரு தந்தியை அல்லது கம்பியை ஒரு புறமாக இழுத்துப் பின் விட்டால், தந்தியிற் குறுக் கதிர்வுகள் ஏற்படும்; இக்குறுக்கதிர்வுகள் சூழ்ந்துள்ள காற்றிலே நீளப் பக்கவதிர்வுகளை உண்டாக்கும்; இவ்வதிர்வுகள் போதுமான அளவு, விரைவாயிருப்பின் (செக்கனுக்கு 16 இனும் மேற்படின்) இசைச் சுர மொன்று பிறக்கும், தந்தியுள்ள இசைக்கருவிகள் யாவும்—உதாரணமாக பியானோ, வயலின், மண்டலின், கித்தார் முதலியன—இத்தத்துவத்தையே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன.



உருவம் 111. சுரமானி.

1. நிலையான பாலம்; 2. அசையத்தக்க பாலம்.

அதிரும் ஒரு தந்தியிற் பிறக்குஞ் சுரத்தினது சுருதி மூன்று காரணிகளிலே தங்கியுள்ளது; அவை,

(i) தந்தியது நீளம் (ii) தந்தியின் இழுவிசை (iii) தந்தியின் ஒரு நீளவலகினது நிறை என்பனவாம். இக்காரணிகள் மூன்றினதும் விளைவை, சுரமானியொன்றினைக் கொண்டு உருவம் 111-இற் காட்டியாங்கு, பரிசோதனை வாயிலாகக் காட்டலாம்.

தந்தியினது நீளத்திலே சுருதி எவ்வாறு தங்கியுள்ளதென் பதைக் காட்டல்.

உருவம் 111–இற் காட்டியாங்கு, ஒரு சுரமானியின் இரண்டு முனைகளிலும் ஒரு மெல்லிய கம்பி 'A' இனை இறுக்கிக்கட்டுக. அதேகம்பியிற் பிறிதொரு துண்டு 'B' எடுத்துச்சுரமானியில் இறுக்கிக்கட்டி கீழ் முனையிலிருந்து 4 இரு. நிறையைத் தொங்கவிடுக°. 'B' இன்சுரத்தையே தரும்வண்ணம் 'A' கம்பியின் இழுவிசையைச் செம்மைப் படுத்துக. அசைக்கத்தக்க பாலமொன்றினால் 'B' இன் அதிரும் பாகத்தைக் குறுக்குக. சுரத்தின் சுருதி உயருவதைக் கவனிக்க. 'A' இன் அதிரும் பாகத்தினது நீளத்தின் அரைப்பங்காக 'B' இன் அதிரும் பாகத்தை ஆக்குக. 'B' இற் பிறக்குஞ் சுரமானது 'A' இற் பிறக்குஞ்சுரத்தின் அட்டம சுரமெனப்படும். எனவே, ஒரே இழுவிசைக்கண் ஒருவகைத் தந்தியில்

உண்டாகுஞ் சுரத்தின் சுருதி, கம்பியினது நீளத்திலே தங்கியுள்ளது. தந்தி குறுக, அதனின்று பிறக்குஞ் சுரம் உயரும்; மறுதலையாக, தந்தி நீளச் சுரந்தாழும்.

சுருதி எவ்வாறு இழுவிசையிலே தங்கியுள்ளதென்பதைக் காட்டல்.

'B' இலிருந்து 2–இரு. நிறையைத் தொங்கவிட்டு, இரு கம்பிகளும் ஒரே சுரத்தைத் தரும்வண்ணம், 'A' இன் இழுவிசையைச் செம்மைப்படுத்துக. பின், 'B' இலிருந்து 8 இரு. நிறையைத் தொங்கவிடுக. இவ்வழி, அதன் இழுவிசை நான்மடங்காகும். 'B' இற் பிறக்குஞ் சுரம் இப்பொழுது 'A' இற் பிறக்குஞ் சுரத்திலும் ஓர் அட்டமசுரம் உயர்ந்துள்ளது. அ–து, அதிர்வுவீதம், அல்லது அதிர்வெண் இரட்டித்துள்ளதென்பதே; எனவே, கம்பியின் இழுவிசை கூட அவ்வளவிற்கு (ஒரே தந்தியின் ஒரே நீளத்தை உபயோகிக்கும்போது) சுரமும் உயரும். உள்ளபடியாக, உமது பரிசோதனை உணர்த்துவதுபோன்று ஒரு சுரத்தின் அதிர்வெண்ணானது, இழுவிசையின் வருக்கமூலத்திற்கு விகிதசமமாயுள்ளது.)

தந்தியினது திணிவிற் சுருதியெவ்வாறு தங்கியுள்ளதெனக் காட்டல்.

வெவ்வேறு தடிப்பைக்கொண்ட இரண்டு கம்பிகளைச் சுரமானியின் மேல் முனையில் இறுக்கிக்கட்டி, அவற்றினுடைய நீளமும் இழுவிசையும் ஒரே யளவினதாய் இருக்கும்வண்ணம், கீழ்முனையிலிருந்து 4–இரு. நிறையொன்றைத் தொங்கவிடுக. பாரமிக்கதுந் தடிப்புக்கூடியதுமான கம்பி தாழ்ந்த சுரத்தைத் தருதல் கவனிக்க.

தந்தியுள்ள இசைக்கருவிகள்.

ஈர்க்கப்பட்ட தந்தியிற் பிறக்குஞ் சுரத்தினது சுருதியை ஆள்கின்ற காரணிகள் மூன்றினதும் பிரயோகத்தைத் தந்திபூட்டிய இசைக்கருவிகள் விளக்கும்.

(i) **வயலின்.**

வயலினானது வெவ்வேறு தடிப்புக்கொண்ட குடல்வாரினால் ஆக்கப்பெற்ற நான்கு தந்திகளைக்கொண்டது. (உருவம் 115–ஐக் காண்க). இத்தந்திகள் உள்ளீடற்ற ஒலிக்கும் பெட்டியொன்றின்மீது, முறுக்காணிகளிலிருந்து 'மரப்பாலத்திற்கு' மேலாக ஈர்க்கப்பட்டிருக்கும்.

அதிதடிப்பான தந்தி அதிதாழ்ந்த சுருதியைத் தரும் முறுக்காணிகளைத் திருகுவதனால், இழுவிசையைச் செம்மைப்படுத்தித் தகவான சுருதிக்குத் தந்திகள் இசைவாக்கப்படும். தந்திகளை அதிரச்செய்தற்கு ஒரு வில் பயன்

படுத்தப்படும். தடவுபீடத்தில் வெவ்வேறு இடங்களில், தந்தியின்மீது வெவ்வேறு விரனுனியை வைத்து அழுத்தி, அதிருந் தந்தியினது நீளத்தை மாற்றுவதனுல், வெவ்வேறு சுருதிகொண்ட சுரங்கள் உண்டாக்கப்படும்.

மேற்கூறியவாறு, உள்ளீடற்ற ஒலிக்கும்பெட்டியொன்றின்மீது தந்திகள் மாட்டப்படாவிடின், அவை அதிரும்போது மெல்லொலிகளே பிறக்கும்; (வயலினது 'உடலம்' என்று சொல்லத்தக்க) ஒலிக்கும் பெட்டியும், அதிருந்தந்திகளின் அதிர்வெண்ணைக்கொண்டு, பரிவின் காரணமாக அதிர்வுற்று, ஒலியின் உரப்பை உயர்த்தும்.

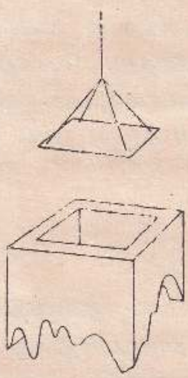
சிறப்பாகத் தேர்ந்தெடுத்த மரம், ஒலிக்கும் பெட்டியின் சிறப்பான வடிவம், வில்லினை உபயோகிக்குமுறை என்பவற்றுலேயே வயிலினிசையினது நற்பண்பு துணியப்படும். வியோலா, வயலின்செலோ, இரட்டை மந்தரமாதியவை வில்லிஞல் இசைக்கப்படும் வேறு இசைக்கருவிகளாகும். இத்தார் (6 தந்திகள்), மண்டலின் (4 சோடி தந்திகள்) என்பனவும் வயலின்போன்ற அமைப்பையேயுடையவை. ஆனல் இவற்றில் வில்லிஞலன்றி இழுப்பதனுலேயே ஒலிகள் பிறக்கும்.

(ii) பியானே.

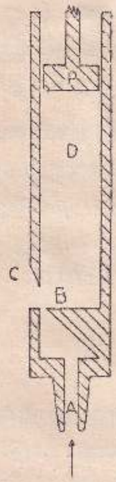
பியானேவின் சுரங்கள், இரும்புச் சட்டமொன்றின்மீது இறுக்கமாய் ஈர்க்கப்பெற்றுள்ள உருக்குக் கம்பிகளின் அதிர்விஞல் உண்டாகும். இக்கம்பிகள் வெவ்வெறுன நீளமும் தடிப்பும் இழுவிசையும் உடையவை. இவற்றின் தன்னதிர்வெண்கள் செக்கனுக்கு 27 வட்டந்தொடங்கி 4,096 வட்டம்வரை வேறுபடும். ஒவ்வொன்றும் 12 சுரங்கள்கொண்ட, ஏழிற்குச் சற்று மேற்பட்ட அட்டமசுரங்கள் கொண்டன. ஓர் அட்டமசுரத்தின் முதலாவது சுரத்திற்குந் தொடர்ந்து வரும் அடுத்த அட்டமசுரத்தின் முதலாவது சுரத்திற்குமிடை அதிர்வெண் இரட்டிக்கும். தற்காலப் பியானேவில், ஒரு சுரத்தினின்று அடுத்த சுரத்திற்கு இசைவரிசைப்படி செல்லும்போது, அதிர்வெண்ணனது ஏறக்குறைய 6 சதவீதமளவிற்கு உறுதியாகக் கூடும்.

கம்பிகள் (வயலினிற்போன்று) ஒரு பாலத்தின்மீது அழுத்த, அப்பாலமுந் தட்டையான, மரத்தாலாய ஒலிக்கும் பீடமொன்றில் அழுத்தும். பியானேவின் சாவிகளில் ஒன்றைக் கீழுற அழுத்தும்போது, கம்பியில் அடித்து, வேண்டிய சுரத்தை உண்டாக்குதற்கு ஏற்றவாறு சிறிய, மரத்தாலாய, துணியிஞல்மூடப்பெற்ற சுத்தியலொன்று அசைக்கப்படும். பெரும்பான்மையான சுரங்களுக்கென ஒரேவகையான மூன்று கம்பிகள் உண்டு. ஒரு 'தணிப்பா' ஞல், கம்பிகள் அதிர்தல் பொதுவாகத் தடுக்கப்படும் – சாவி அழுத்தப்பட, அத்தணிப்பான் உடனும் உயர்த்தப்படும். வேண்டியவிடத்து, உரப்பு மிதியை அழுத்துவதனுல், 'தணிப்பான்கள், யாவற்றையும் ஒருமுறையில் உயர்த்தலாம். சாவியானது அதற்குரிய நிலை

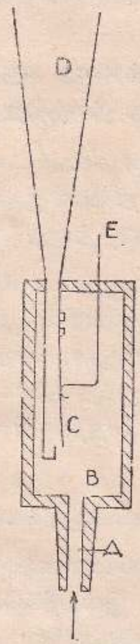
யில் அமர்ந்தபின்னரும், கம்பியைத் தொடர்ந்து அதிரச்செய்தற்கு மேற்கூறியமுறைஏதுவாகும். இன்னும், இம்முறையானது பியானோவிலுள்ள ஏனைக்கம்பிகளையும், அடிக்கப்பட்ட கம்பியொடு பரிவுற்று அதிரச்செய்யும். இவ்வழி, ஒலிகளின் பண்பும் சிறப்படையும். சுத்தியல்களைத் தொழிற்படுத்தும்பொறியமைப்பு நெம்புகோல்களாலாய சிக்கலான ஒரு முறையாகும். அது தணிப்பானை உயர்த்தும்; சுத்தியல் கம்பியில் அடித்தவுடனும், அச்சுத்தியலைக் கம்பியினின்றும் அகற்றும்; அடிக்கும் வினையை மிக்க விரைவாக மீண்டும் மீண்டுஞ் செய்தற்கு ஏதுவாகும்.



உருவம் 112. அதிரும் வளிநிரலைக் கொண்டு பரிசோதனை.



உருவம் 113. நாக்கில்லாத சுரமண்டலக் குழாய் வழுக்கும் அடைப்பினால் மூடப்பட்டுள்ளது.



உருவம் 114. நாக்குடைய சுரமண்டலக் குழாய்.
D = சுரமண்டலக்குழாய்.
C = நாக்கு. E = சுருதி.
கூட்டும்கம்பி. குழாய்.
'A' இனூடாக காற்று.
'B' இனையடைகிறது.

துளைக்கருவிகள்.

துளைக்கருவிகள் யாவும் தம்மகத்துள்ள காற்றுநிரலை அதிரச்செய்தற்கான உபாயம் யாதானுமொன்றைக் கொண்ட பரிவுக்குழாய்களே ஆகும். மிக்க எளிமையான துளைக்கருவி சுரமண்டலக்குழலெனப்படும். உருவம்

113–இற் காட்டியதைப்போன்ற திறந்த சுரமண்டலக்குழலொன்றை எடுக்க. அக்குழலின் குறுக்குவெட்டிலுஞ் சற்றே சிறிதாக, மெல்லிய ஒரு தாளிலிருந்து செவ்வகவடிவில் ஒரு துண்டை வெட்டி, அதனைக் குழலினது நுனிக்கு அண்மையாக, பஞ்சும் மெழுகுங்கொண்டு (உருவம் 112–இற் போல) தொங்கவிடுக. தாளைக் குழலினுள் இறக்குக.

சுரமண்டலக்குழலினூடாகக் காற்றை ஊதுக. குழலினகத்துள்ள காற்று நிரல் அதிர்கின்றமையால், தாளானது கடுமையாக நடுங்குதலைக் கவனிக்க.

ஒரு சுரத்தினது சுருதிக்கும் அதனை உண்டாக்கும் அதிருகின்ற காற்றுநிரலினது நீளத்திற்குமுள்ள சார்பைக் காட்டுதல்.

(i) ஒரு சுரமண்டலக்குழலுக்குள் (உருவம் 113) மென்மையாக ஊதுக. காற்று நிரலைக் குறுக்குவதற்காக 'ஈ' இற்குள் மரத்துண்டொன்றை நழுவவிடுக. சுரத்தினது சுருதி உயர்ந்துள்ளதா, அல்லது தாழ்ந்துள்ளதா?

(ii) உம்முடைய விரநுனிகளைத்தகர ஊதுகுழலொன்றின், அல்லது பதிகருவியொன்றின் துளைகளெல்லாவற்றின்மீதும் வைத்து, பேச்சுத்துண்டினுள் ஊதுக. காற்றுநிரலினது நீளங்குறையும்வண்ணம், விரல்களை ஒவ்வொன்றாய்த் துளைகளின்னின்றும் அகற்றுக. அதிருங் காற்று நிரல் குறுகக் குறுக, சுரத்தினது சுருதியும் உயரும்.

சுரமண்டலக்குழல்கள் :

சுரமண்டலக்குழலில், காற்றுநிரலுக்கு இயல்பான தன்னதிர்வெண் உண்டு; இவ்வதிர்வெண் கொண்ட அதிர்வுகளைக் காற்றுநிரலுக்கு அணித்தாய் உண்டாக்கின், அது பரிவினுல் அதிரும். சில சுரமண்டலக்குழல்களில் 'நாக்கு' எனப்படும் மெல்லிய உலோகத்துண்டின்மீது காற்றுத் தாரையை விசையாய்ச் செலுத்துவதனுல், அமைவான அதிர்வெண்கொண்ட அதிர்வுகள் உண்டாக்கப்படும். (உருவம் 114–ஐச் காண்க). நாக்கின் அதிர்வுகள் சுரமண்டலக் குழலிலுள்ள காற்றைத்தமது அதிர்வெண்ணுடன் அதிரச்செய்யும்; இவ்வழி ஒத்த இசைச்சுரம் பிறக்கும். இதனேடு இதுகாறுங் கூறியதிலும் எளிமையான, ஒரு வகைச் சுரமண்டலக்குழலில் நாக்கு இருக்காது ஆயின், ஒடுங்கிய பிளவொன்றின்மூலமாகக் (B) காற்று வெளிச்சென்று, குழாயினடியிலுள்ள வாயிலின் கூர்மையான விளிம்பைத் (C) தாக்கும். (உருவம் 113–ஐக் காண்க). இக்கூரிய விளிம்பு காற்றுத்தாரையைத் தொடர்ச்சியான சில பறிவுகளாய்ப் பிரிக்கும். காற்றின் பறிவொன்று குழ

லினுட்செல்ல, அடுத்ததொன்று குழலினின்று வெளிச்செல்லும். ஒன்றன் பின்னொன்றாக இவ்வாறு செல்ல, ஒன்றுவிட்டொன்றாய அமுக்க ஐதாக்கத் தொடர்ச்சியொன்று திட்டமான அதிர்வெண்ணோடு குழாய்க்குள் ஏற்படும் ஏற்படவே, இசைச் சுரமொன்று பிறக்கும். சுரமண்டலக்குழாய்களில், ஒவ்வொரு சுரத்திற்கும், வெவ்வேறு குழல் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்; உயர் சுரங்களுக்குக் குறுகிய குழல்களும், தாழ்சுரங்களுக்கு நெடிய (ஏறோவழி 30 அடிநீளமான) குழல்களும் அமைக்கப்படும்.

மரத்துளைக்கருவிகள்.

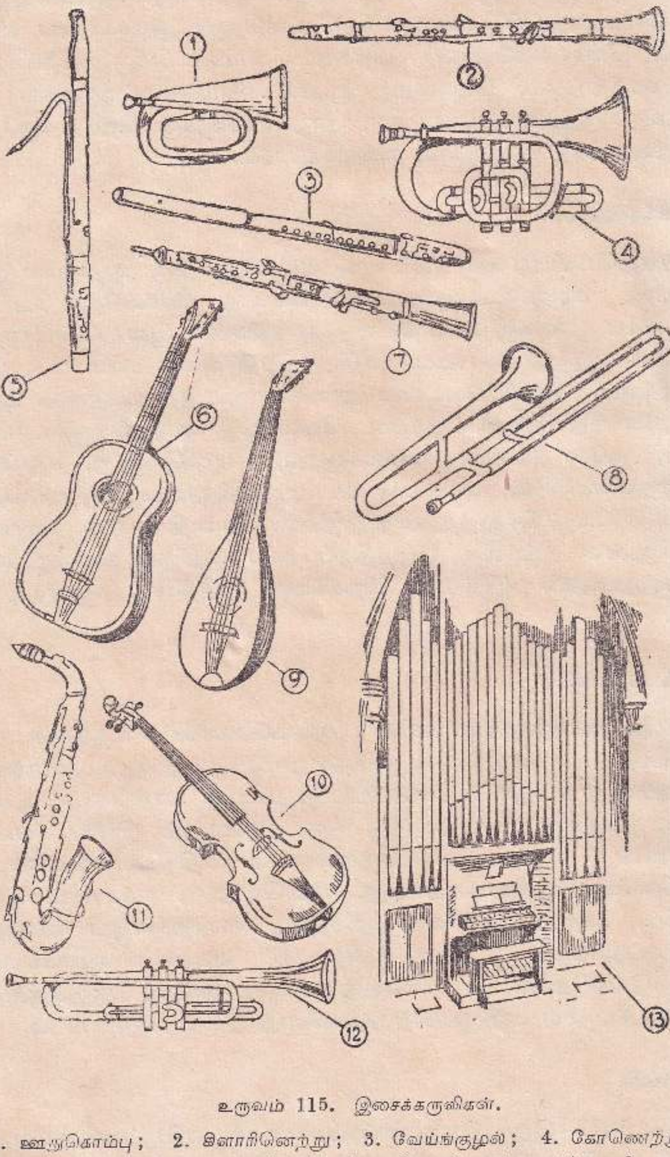
வேய்ங்குழலென்பது ஒரு முனையடைக்கப்பெற்ற ஒரு குழாயால் ஆயது. எளிமையான சுரமண்டலக்குழாயை இசைப்பது போன்றே, வேய்ங்குழலிலும் மூடிய முனைக்கு அணித்தாயுள்ள துளையில் இசைப்போனொருவன் தட்டையான காற்றுத்தாரையை ஊதி ஒலியதிர்வுகளை உண்டாக்க, இசைச் சுரம் பிறக்கும், கருவியிலேயுள்ள துளைகளை மூடித்திறப்பதால், அதிருங் காற்று நிரலினது நீளம் மாற்றப்பட, வெவ்வேறு சுருதிகொண்ட சுரங்கள் பிறக்கும், ஒபோ (உயர்தொனிமரக்குழல்) கிளாரினெற்று, சறசபோன், பசூன் முதலியவற்றில், கருவியின் மேன்முனையிலுள்ள ஒரு நாக்கின்மீது காற்றை விசையோடு செலுத்த, காற்று நிரலானது அதிர்வுறும். கருவியின் பக்கங்களிலுள்ள துளைகளை மூடித்திறப்பதால் அதிருங் காற்று நிரலினது நீளம் மாற்றப்படும், (இவ்வழி, பிறக்கின்ற சுரத்தினது சுருதியும் மாற்றப்படும்).

பித்தளைக் கருவிகள்.

பித்தளையாலாயதுளைக்கருவிகளில் இசைப்போனின் உதடுகள் 'நாக்காகப்' பயன்படும். காற்றின் அமுக்கத்தை மாற்றுவதனாலும், உதடுகளின் இழுவிசையினாலும் அதிர்வெண் கட்டுப்படுத்தப்படும். ஊதுகொம்பிற் காற்று நிரலினது நீளத்தை மாற்றுவதற்கு ஒரு சாதனமும் இல்லை. எனவே, ஒன்றற்கொன்று எளிமையான தொடர்புடைய அதிர்வெண்கொண்ட சில சுரங்களையே அது உண்டாக்கவல்லது. கோனெற்று, எக்காளம் போன்ற கருவிகளில், காற்று நிரலினது நீளத்தை மாற்றக்கூடிய வாயில்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. திரம்போனில் 'U' வடிவக் குழாயொன்றை உள்ளும் வெளியுமாக வழுக்கச்செய்து காற்று நிரலைக் குறுக்குவதால், அல்லது நீட்டுவதால் அதிருங்காற்றுநிரலினது நீளம் மாற்றப்படும்.

பதிவுப்பன்னி.

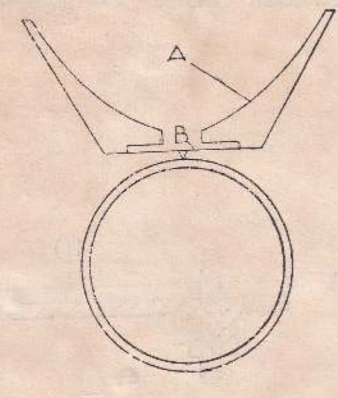
எடிசனால் 1877–இற் புதிதுகாணப்பட்ட முதற் பதிவுப்பன்னியில் ஒலியலைகள் மெல்லிய உலோகத்தகடு, 'B' இன்மீது, உட்குழிந்த கூம்பு 'A' இனூற் செலுத்தப்பட, அத்தகடு ஒலியலைகளுடன் ஒத்து அதிர்ந்தது. (உருவம்



உருவம் 115. இசைக்கருவிகள்.

1. ஊதுகொம்பு; 2. கிளாரினெற்று; 3. வேய்ங்குழல்; 4. கோனெற்று; 5. பசூன்; 6. இத்தார்; 7. ஒபோ (உயர்தொனி மரக் குழல்); 8. தூரம்போன்; 9. மண்டலின்; 10. வயலின்; 11. சற்சபோன்; 12. எக்காளம்; 13. தேவாலயச் சுரமண்டலக் குழல்கள்.

116 ஐக்காண்க). இம்மெல்லிய உலோகத்தகட்டின் மத்தியில் ஒரு கூர்நுனி இணைக்கப்பட்டிருந்தது. இக்கூர்நுனி மூலமாக, மெழுகுபூசப்பெற்ற, சுற்றும் உருளையொன்றின்மீது தட்டின் அதிர்வுகள் பதியப்பட்டன. மெழுகில் வெட்டப் பட்ட தவாளிப்பின் வடிவமும் ஆழமும் ஒலி அதிர்வுகளுக்கு ஏற்ப அமைந்தன. இப்பதிவுத்தட்டை, முன்னர் உபயோகித்த உபகரணத்தையே கொண்டு இசைத்த போது, கூர்நுனியானது அலைவடிவான தவாளிப்பின்வழிச்சென்றது. செல்லவே, மெல்லிய உலோகத்தகட்டின் பழைய அதிர்வுகள் மீண்டுந் தோன்றின. தோன்றலும், சூழ்ந்திருக்கும் காற்றில், முதல் ஒலியலைபோன்ற அமுக்கவலை களும், ஐதாக்கவலைகளும் உண்டாயின. இற்றைநாளில், தகடுபோன்ற தட்டுக் களில் மின்னியல் முறைகளினுற் பதிவுகள் எடுக்கப்படும்; ஊசிகளும் முன்னைய மாதிரிகளைப்போல மேலுங் கீழுமாக அதிராது ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றைப் பக்கத்திற்கு அதிருவன.



உருவம் 116.

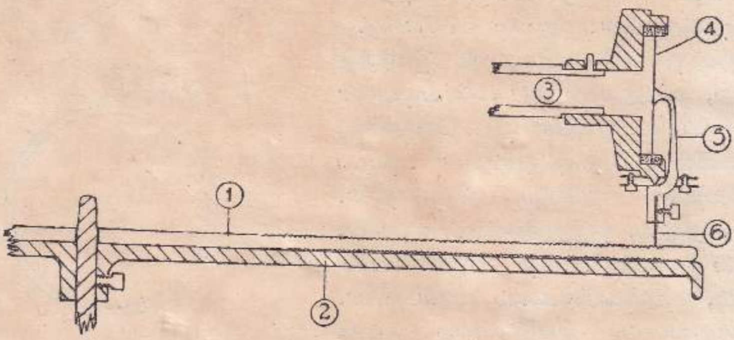
A. கூம்பு, அல்லது கொம்பு; B. மையத்திற் கூரிய ஊசி நுனியுள்ள உலோகமென் றகடு.

இன்று பொதுவாகப் பயன்படும் ஒலிப்பெட்டியொன்று மைக்காவினுலாய மெல்லியவொரு தகட்டையும் அத்தகட்டின்மத்தியில் இணைக்கப்பெற்ற ஓருசியையுங்கொண்டது. (உருவம் 117—ஐக்காண்க).பதிவுத்தட்டு சுற்றும் போது, அத்தட்டிலுள்ள தவாளிப்பின் வடிவத்திற்கேற்ப ஊசியானது அதிர்வுறும்; மைக்காவின் அதிர்வுகள் ஒத்த ஒலியலைகளைக் காற்றினிடத்து உண்டாக்க, ஒலி மீண்டும் பிறக்கும். முதலொலியின் சுருதியிலேயே பதிவுப்பன்னி மீட்டொலிக்கவேண்டுமெனில், அமைத்தபோது பதிவுத்தட்டு எக்கதியிற் சுற்றியதோ, அக்கதியிலேயே அது மீண்டுஞ் சுற்றல்வேண்டு மென்க.

மனிதர்க்குரல்.

'குரற்பெட்டி' அல்லது 'குரல்வளை' எனப்படுங் காற்றுக்கருவியினுலேயே மனிதனின் குரல் உண்டாகும். குரற்பெட்டிக்கு மேலாகக் காற்றுக்குழாயின் மேற்புறத்து ஈர்க்கப்பட்டுள்ள இரு குரனுண்களும் சுரமண்டலக்குழலினது நாக்கைப்போன்று தொழிற்படுவன. சுவாசப்பைகளிலிருந்து குரனுண் களுக்கிடையே காற்று விசையுடன் செலுத்தப்படும்போது அவை அதிர்ந்து,

ஒலியை உண்டாக்கும். குரனுண்களின் இழுவிசையையும் நீளத்தையும் வேறுபடுத்துகின்ற தசைகளினால், ஒலியின் சுருதி மாற்றப்படும். தொண்டை, வாய், மூக்காதியவற்றிலுள்ள காற்றின் பரிவிலேயே, உண்டாக்கப்படும் ஒலியின் உரப்பும் பண்புந்தங்கியுள்ளன.



உருவம் 117.—பதிவுப்பன்னி.

1. பதிவுத் தட்டு; 2. சுழல் பீடம்; 3. ஒலிப் பெட்டி; 4. மைக்கா மென்றகடு; 5. நெம்புகோல்; 6. ஊசி.

இப்பொதுவிஞ்ஞான நூற்ருெடரில் உமது உடல் தொழிற்படும் முறையைப் பற்றி நீர் மேலும் அறியும்போது நாம் குரற்பெட்டியின் அமைப்பைப்பற்றியும் (மனிதனின் காதைப்பற்றியும்) படிப்போம்.

அத்தியாயம் 7—இற்குரிய பயிற்சிகள் பொது விஞ்ஞானப் பயிற்சிநூல் 1–இல், 57—63 வரையான பக்கங்களிற் காணப்படும்.