

பௌதிகம்

3

க. மொ. த. (சாதாரண.)



க... க்களத்தாற் பிரசுரிக்கப்பட்டது.

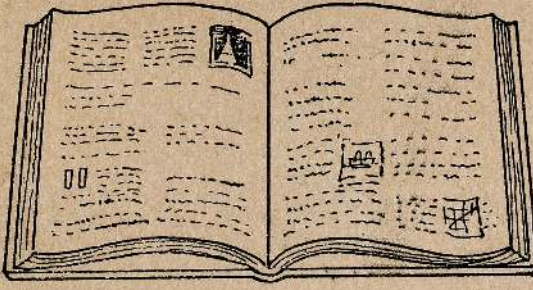
பதிப்புரிமை அரசினர்க்கே

முதலாம்பதிப்பு-1969

2-CP 4720 (11/68)

அரசாங்க அச்சகம், இலங்கை

Digitized by Noolaham Foundation.
noolaham.org | aavanaham.org



பொருளடக்கம்

1. விசைகளின் சமநிலை

புவியீர்ப்பு மையம்
வில்லின்மீது உசுற்றப்படும் விசை
சமநிலை
இரு விசைகளின் சமநிலை
புவியினது இழுப்பின் தாக்கக் கோடு
விசைகளை வரிப்பட முறையாய்க் குறித்தல்
ஒரு பொருள் மீது இன்னொரு பொருளின்
தாக்கம்
மூன்று விசைகளின் சமநிலை
புவியீர்ப்பு மையம்
ஒருச்சாய்தல், திரும்பல்
இணை

2. பொறிகள்

நெம்பு, பொறிமுறை நயம்
சில்லும் அச்சாணியும்
சாய்தளம்
சாய்தளத்தின் வேறு வடிவங்கள்
கப்பிகள்
வேக விசிதம்
வேலை
வலு
திறன்
உராய்வு
உராய்வும் வேலையும்
உராய்வைக் கட்டுப்படுத்தல்

3. இயக்கம்

கதி
சராசரிக் கதி
சீரான கதி
வேகம்
மாறும் கதிகள். ஆர்முடுகல்
விழும் பொருளின் ஆர்முடுகல்

4. மின்காந்தவியல்

காந்தக் கல், காந்தங்கள்
காந்தங்களை ஆக்கல்
தூண்டிய காந்தம்
மின்னிலிருந்து காந்தச் சக்தி
மின்மணி
காந்தப் புலம்
மின்னோட்டத்தின் வலிவை அளத்தல்
அம்பியர்மாணி, வோல்ட்ற்றுமாணி
இயங்கும் சுருட் கருவிகள்
இயங்கும் காந்தக் கருவிகள்
இயங்கும் இரும்புக் கருவிகள்
மின் மோட்டர்

5. மின்பகுப்பு

கலத் தாக்கம்
வோல்ட்ற்று கலம்
மின்னோட்டத்தின் இரசாயனத் தாக்கத்
தின் விளைபொருள்கள்
நீரின் மின்பகுப்பு
பரடேயின் விதிகள்
எளிய கலம்
கலங்களில் ஸ்ரீவைவாக்கம், இடத்தாக்கம்
டானியல் கலம்
லெக்னோஞ்சி கலம், உலர் கலம்
சேமிப்புக்கலங்கள்

6. இயக்க விதிகள்

இயக்கமீது சடத்துவத்தின் விளைவுகள்
நியூற்றனின் முதலாம் இயக்க விதி
நியூற்றனின் இரண்டாம் இயக்க விதி
ஒரு பொருளின் மீது உஞ்றற்படும்
சர்ப்பு இழுப்பு
உந்தம்

7. சர்ப்பும் வட்ட இயக்கமும்

புவியைச் சுற்றிச் சந்திரனின் இயக்கம்
அகில சர்ப்பு விதி
புவிக்கண்மையிலுள்ள பொருள் மீது
புவியின் சர்ப்பு
சந்திரனில் ஒரு பொருளின் நிறை
உபகோள் இயக்கம்

8. சக்தி

சர்ப்பு நிலைச் சக்தி
மீள்தன்மை நிலைச் சக்தி
இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி
மோதலிற் சக்தி நிலைமாற்றம்
வெப்பப் பொறிமுறைச் சமன்
சக்தி நிலைமாற்றமும் சக்திக் காப்பும்

9. ஒலி

ஒலியுணர்வும் ஒலியும்
ஒலியாக்கம்
செவிப்புலனெல்லைகள்
ஒலிக்கு ஊடகம் தேவை
ஒலியின் வேகம்
அலை இயக்கம்
செவிப்புலனெல்லைகள்
ஒலிக்கு ஊடகம் தேவை
ஒலியின் வேகம்
ஒலியின் ஊடுகடத்துகை
ஒலியின் கிறப்பியல்புகள்
ஒலிப்பதிவு

10. மின்னோட்டத்தின் வெப்ப விளைவுகள்

நேரம் சார்பாகத் தோன்றும் வெப்ப
இயக்கம்
மின்னோட்டச் சார்பாகத் தோன்றும்
வெப்ப இயக்கம்
எதிர் த்தடை சார்பாகத் தோன்றும்
வெப்ப இயக்கம்
மின்-திறன் அனைமும் வோற்றலகு,
கிலோ வோற்று
மின்வலு அளக்கப் பிரயோகிக்கும் அலகு
கிலோவோற்று-மணி.

11. மின்காந்தத் தூண்டல்

தூண்டிய மின்னோட்டம்
தூண்டிய மின்னூல் உண்டாகும் காந்த
முனைவுகள்-டைனமோ
சைக்கிள் டைனமோ
மோட்டர்க் கார் டைனமோ
மோட்டரின் பின் மி.இ.வி
தம்முள் தூண்டல்
தூண்டற் சுருள்
உருமாற்றி

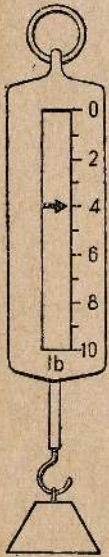
12. நவீன பெளதிகவியற் கொள்கை

ஒளி மின் விளைவு
வெப்பவயன் விளைவு
வாயுவினாடு மின்னிறக்கம்
X கதிர்
கதிர்களின் குணவியல்பு— α கதிர்— β
கதிர்— γ கதிர்—
கிளர்மீன் தேய்வு

புவியீர்ப்பு மையம் விசைகள். சமநிலை.



முன்னர் நாம் படித்தபோது, விசை எனப் படும் புதிய உருதுகோளொன்றை உருவாக்க ஆரம்பித்தோம். பொது அனுபவத்தில் நாம் எதிர்ப்படும் இழுப்புக்களையும் தள்ளுதல்களையும் எடுத்து நோக்கி இதனை ஆரம்பித்தோம். இதனால், புவியானது பொருள்கள் மீது ஓர் இழுப்பை உருற்றுக்கிறதெனவும், பொருளொன்றின் நிறையைக் காண ஒரு விற்றராசைப் பயன்படுத்தும் போது (பெளதிகம் 1, அத்தியாயம் 2 ஐப் பார்க்க) நாம் அளப்பது அப்பொருள் மீதான இவ்விசையையே எனவும் கண்டி கொண்டோம். அதாவது, பொருளின் “நிறை”யென்ப பொதுவாகக் குறிப்பிடப்படுவது இவ்வளவீடேயாகும். தராத தட்டில் வைக்கப்பட்டுள்ள (அல்லது கொளுக்கியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள) பொருள் மீது புவியீர்ப்பு இழுப்பை உருற்றுக்கிறது. மேல் நுனி நிலைப்பட்டுள்ளமையால், வில் நீளம் அதே வேகையில் வில்லுடன் இணைக்கப்பட்ட ஒரு



படம் 1.1

சிறு சுட்டியானது கீழ்நோக்கி நகர்ந்து, தராதிலே குறித்துள்ள வோர் அளவிடையின் யாதாயினுமொரு புள்ளியில் ஓய்வுக்கு வரும். சுமையேற்றாத வில்லிற்குச் சுட்டியின் வாசிப்பு பூச்சியமெனின், சுட்டியின் புதிய நிலைக்கு இசைவான வாசிப்பானது பொருளின் நிறையாகும். ஆரம்பத்திலே சுட்டியானது பூச்சியக் குறியில் இல்லாவிடின், இரு வாசிப்புக்களினாலும் வித்தியாசமே பொருளின் நிறையைத் தரும்.

வில்லானது பொருள் மீது ஒரு விசையை உருற்றுக்கிறது

வில் ஒரு குறித்த நீளத்திற்கு நீண்டு நிற்கின்றது. வில்லைக் கையாளுதலில் நாம் பெற்ற

அனுபவத்திலிருந்து, ஓர் ஈர்த்த வில் ஒரு விசையை உருற்றுக்கிறதெனவும் இவ்விசை ஓர் இழுப்புப் போன்றதெனவும் நாம் அறிவோம். உதாரணமாக, சுருளிவில் ஒன்றைப் பயன்படுத்தி ஒரு பொறியமைப்பின் யாதாயினுமொரு பகுதியை ஒரு குறித்த நிலைக்கு ஈர்ப்போம். ஆனால், போதியவளவு பெரிய விசையொன்று அதன் மீது தாக்குமிடத்துச் சுயாதீனமாய் அசையத்தக்கதாகவும், இவ்விசை தாக்காவிடத்து மீளுமாறும் செய்ய, அவ்வில்லினைப் பயன்படுத்துகிறோம். விற்றராசின் வில் அதனால் நிறுக்கப்பட வேண்டிய பொருள் மீது ஒரு விசையை உருற்றுக்கிறதென்பது தெளிவு. ஆகவே, பொருளானது இரு விசைகளால் தாக்கப்படக்கூடிய நிலையில் இப்போது உள்ளது. அவ்விசைகள் (1) புவியின் இழுப்பும் (2) வில்லின் இழுப்பும் ஆகும். ஆரம்பத்தில் வில்லும் பொருளும் கீழ்நோக்கி ஒரு குறிப்பிட்ட தூரம் சென்று, பின்னர் ஓய்வுக்கு வர்தன. அவை இந்நிலையிலிருந்து மீண்டும் மேல்நோக்கியோ, இன்னும் கீழ்நோக்கியோ செல்லுமாறு செய்தல் மிகவும் எளிதாகும். கையால் இழுத்து அல்லது தள்ளி, சுட்டி இன்னும் கீழே, அல்லது மீண்டும் மேலே செல்கின்றதாவென்ப பார்ச்சுமே. ஆகவே, வில் உருற்றும் இழுப்பானது புவியின் இழுப்பைச் சமனசெய்ய மட்டுமடடாய்ப் போதியதென்ற முடிவுக்கு வருகிறோம்.

வில் நீண்டு கொண்டு போகையில் அது உருற்றும் இழுப்பானது பொருளின் நிறையைச் சமன்செய்யும் அளவிற்குப் பெரியதாக இராவிடின், என்ன நிகழும்? ஒரு விற்றராசின் வீச்சு என்னால் என்ன? நாம் பொதுவாக விற்றராசுகள் பற்றிக் கூறுகையில் ‘0—100 டி’, ‘0—1000 டி’, ‘0—14 அவு’, ‘0—28 இற’ தராத எனக் கூறுகிறோம். இவ்விவரங்க ளின் கருத்தென்ன? வீற்கள், அவை

நீளுதல், அவை உஞற்றும் விசை என் பவற்றுடன் இவ்விசைக்கங்களின் தொடர்பு யாது ?

சமநிலை

இரு விசைகள் சமன்செய்கின்றன என்பதன் சுருத்து, அவ்விசைகள் தாக்கும் பொருளானது புவி உஞற்றும் கீழ்ப்புக இழுப்பின் திசையிலோ, வில் உஞற்றும் மேன்முடி இழுப் பின் திசையிலோ நகர்வதில்லை என்பதாகும். இவ்விசைகளில் எதுவும் எம்மாற்றத்திற்கும் உட்படின இந்நிபந்தனை குழம்பக் கூடியதென வும் நாம் உணர்வோம். பொருளானது விசை களால் தாக்கப்படும்போது ஓய்வு நிலையிலிருக் கும். பொருள் சமநிலை தானத்தில் உள்ள தென நாம் கூறுகிறோம். சிலவேளைகளில், தாக்கும் விசைகளை மட்டும் நாம் சுருதி, அவை தாக்கும் பொருள் பற்றிச் சிந்திக்காமல் விசைகள் சமநிலையில் உள்ளவெனக் கூறுகிறோம். நாம் இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட விசைகளின் சமநிலை பற்றிப் பெரும்பாலும் குறிப்பிடுகிறோம்.

இரு விசைகளின் சமநிலை

விற்பாசு கொண்டு நிறுக்கப்படும் ஒரு பொருளானது ஆரம்பத்தில் இரு விசைகளின் தாக்கத்தின் கீழ் சமநிலையில் இராமல், சுட்டி ஒரு குறித்த குறிக்கு நகர்ந்ததும் நிற்கும் கணத்திலிருந்து சமநிலையில் இருக்கும். இப்போதும் பொருள் மீது இரு விசைகள் தாக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மட்டும் வில்லானது நீண்டு நிற்பதையும், பொருள் இப்போது ஓய்விலுள்ளதென்னும் உண்மையைக் கொண்டு, இவ்விரு விசைகளும் சம மென்னும் முடிபுக்கு நாம் வரலாம். உதாரணமாக, வாசிப்பு 48 எனவும் அளவிடை "கி." எனக் குறிக்கப்படும் இருப்பின், பொருள் மீது புவி உஞற்றும் விசை 48 கி. நிறை ஆகும். இது, புவி உஞற்றும் விசை 48 அலகுகளெனக் குறிப்பிடுதற்கான சுருக்கமான வழியாகும். இவ்வலகு ஒவ்வொன்றும் ஒரு நிரவியத்தின் ஒரு நியமக் கட்டியினது ஆயிரத்திலொரு பகுதியாகவுள்ளதும் ஒரு கிலோகிராம் எனப்படுவதுமாகிய அத்திரவியத் தின் மீது புவி உஞற்றும் விசையாகும். வில் உஞற்றும் விசையும் இவ்வலகுகளில் 48 கி. நிறையாகும்.

ஒரு விற்பாசின் தாக்கத்தைப் பரிசீலித்து, இரு விசைகளினது தாக்கத்தின் கீழ் ஒரு பொருளின் சமநிலை பற்றி அறிந்தோம். அவ் விரு விசைகளும் பருமனிற் சமமென உணர் கின்றோம். பொருள் மீது இரு விசைகளும் தாக்குமிடத்து, அதன்மீது இவற்றுள் ஒரு விசை மட்டும் தாக்கும்போது அது அவ்வாறு இயங்குகின்றதோ, அவ்வாறு பொருள் இயங்குவதற்கு மற்றைய விசை விடாது ஆகலின் அவ்விசைகள் எதிர்த்திசைகளிலே தாக்குகின்றனவென அறிகிறோம்.

புவியின் இழுப்பானது நிலைக்குத்துத் திசையிலே தாக்குகின்றது. யாதாயினுமோர் இடத்திலே நிலைக்குத்தைக் குறித்துக் கொள் ளுதற்குக் குண்டு நூலைப் பயன்படுத்துகிறோம். குண்டு நூலின் தொழிற்பாடு மிகவும் எளி தானது. ஒரு மெல்லிய, உறுதியான இழையின் ஒரு நுனியில் ஒரு பாரமான ஈயக் கட்டி கட்டப்படு கின்றது. ஈயம் இழையிலே சுயாதீனமாய்த் தொங்கும் போது, இழை ஒரு குறித்த நிலையிலே தங்கும். இழை தங்குகின்ற திசையானது அவ் விடத்தின் நிலைக்குத்துத் திசையென வரையறுக்கப்படும். ஈயம் இழையை இழுக்கின்றது. ஈயத்தைப் புவி இழுக்கின்றது. ஓர் இழை உஞற்றும் இழுப்பு அவ்விழை வழியே தாக்கவேண்டுமெனக் கொள்கிறோம். ஈயமீதுள்ள புவியின் இழுப்பினால் இவ்விழை புச் சமன்செய்கிறது. இவ் விழைபுக்கள் இரண்டும் முரணானவை.



படம் 1.2

வேறு திசைகளிலே தாக்கும் இரு விசைகளின் சமநிலை

: ஒரு பொருள் மீது தாக்கும் இரு விசைகள் பற்றியவோர் உதாரணமாகக் குண்டு நூல் விளங்குகின்றது. ஒரு விசை, அ-து. இழையின் இழுப்பு ஒரு நேர்கோடு வழியே தாக்கு கின்றது. இதனைக் கற்பனை செய்ய இழையைப் பயன்படுத்தலாமாதலின், இது எமக்குத் தெரிந்ததொன்றென நாம் உணர்கிறோம். பொருள் மீது தாக்கும் இன்னொரு விசை

மட்டும் உள்ளது. இது பொருள் மீதான புவியின் இழுப்பாகும். இங்கு இவ்விசையைக் கற்பனை செய்ய அத்தகைய இழையேதுமில்லை. இவ்விசைகள் இரண்டும் இழையின் இழுப்புக்களாக இருப்பின், இவையிரண்டையும் ஒரே வழியிற் கற்பனை செய்யலாமாதலால் இவை எவ்வாறு தொடர்புபட்டுள்ளன என்பது பற்றிப் பரிசீலித்தல் எமக்கு எளிதாயிருக்கும்.

ஒரு விசைக்குப் பருமனும் திசையும் உண்டென ஏற்கெனவே (பொள்திசும் 1, அத்தியாயம் 2) கண்டோம். இங்கு நாம் சுருதும் விசைகள் பொருளை ஓய்விற பேணுகின்றன. ஆதலால், அவை சமமும் எதிருமாகுமென நாம் தீர்மானிக்கிறோம். புவியின் இழுப்பு ஒரு நேர்கோட்டிலே தாக்குகின்றதா இல்லையா வென்பதைத் துணிதற்கு வழிவகைகள் இல்லை யாதலால் முரண் எனக் கூறுவதன் கருத்துத் தெளிவற்றது. எனினும், இழையின் இழுப்புக்கு நாம் கற்பனை செய்த அதே நேர்கோட்டில் இவ்விழுப்பும் தாக்குவதாக நாம் எண்ண இடமுண்டு. இவ்வாறு நாம் எண்ணுவது, பொது அனுபவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இது சரியாவெனப் பரிசீலிப்பது எங்ஙனம்?

இழைகள் உஞற்றுமும் விசைகளால் மட்டும் பொருள் தாக்கப்படும் ஓர் ஒழுங்கில், இழைகளைக் கொண்டு விசைகளின் திசைகளைக் கற்பனை செய்யலாம். அத்தகைய இரு விசைகளால் மட்டும் ஒரு பொருள் தாக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். மேற் குறித்தவாறு இங்கேயும் நாம் எண்ணுவோமாயின், இரு இழைகளும் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கவேண்டும். இரு விசைகளிலொன்று புவியின் இழுப்பாகவுள்ள முல்லை வகையில் ஊகத்தை மேற்கொண்டதும் அது தாக்கும் திசைபற்றி நாம் கருதுவதில்லை. இவ்வகையிற் போலல்லாது இங்கு, இழைகள் இரு இழுப்புக்களையும் உஞற்றுதலால் பரிசோதனையைக் கொண்டு, எமது ஊகத்தைச் சோதிக்கலாம்.

இரு விசைகளால் மட்டும் ஒரு பொருள் தாக்கப்படும் ஒழுங்கொன்று பற்றி நாம் சிந்திக்க வேண்டும். நாம் தேர்ந்தெடுக்கும் இப்பொருளானது புவியின் இழுப்புக்கும் ஆளாகும். இங்கு நிறையற்றவொரு பொருளே எமக்குத் தேவைப்படுகின்றது. ஆனால் இத்தகைய பொருள்கள் இருப்பதாகத் தெரிய

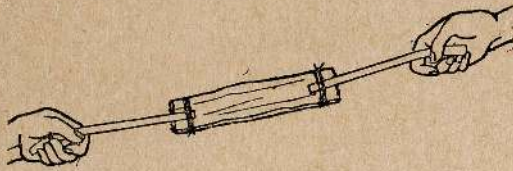
வில்லை. நாம் பெறக் கூடியது மிகவும் இலேசானவொரு பொருளே. எமக்குப் பொதுவாகக் கிடைக்கும் பொருளில் மிகவும் இலேசானவொன்றைத் தேர்ந்தெடுப்போம்.

அடுத்ததாக, பல்வேறு பருமன்கள் கொண்ட விசைகளை நாம் விரும்பும் எந்தத் திசையிலும் பிரயோகித்தற்கான ஒரு தகுந்த முறைபற்றித் தீர்மானிக்க வேண்டும். நாம் இழைகளைப் பயன்படுத்தின், இழுப்புக்கள் தாக்கும் திசையைக் கண்டுகொள்ள முடியுமெனினும், பின்னர் ஒவ்வொரு இழையும் இழுக்கும் வன்மை பற்றி அறியமுடியாதிருக்கும். விறகளைப் பயன்படுத்தும் போது இழுப்புக்களின் பருமன்களை மதிப்பிடக்கூடுமெனினும் இழுப்புக்கள் தாக்கும் திசைகளைப் பற்றி நாம் உறுதியாய் ஒன்றும் கூற முடியாது. மெல்லிய றப்பர்க் கிலங்கள் இவ்விரு குறைபாடுகளினின்றும் விடுபட்டவை. ஆகவே, நாம் செய்ய வேண்டிய பரிசோதனைகளில் றப்பர்க் கிலங்களைப் பயன்படுத்துவதாகத் தீர்மானிப்போம்.

றப்பர்ப் பட்டைகளை வெவ்வேறு அளவுகளில் எளிதாய்ப் பெறலாம். ஒரு பெரிய றப்பர்ப் பட்டையை எடுத்துச் சம நீளங் கொண்ட இரு துண்டுகளாக வெட்டுவோம். அவற்றை ஈர்க்கும் போது அவை உஞற்றும் விசைகளை அளத்தற்கு ஓர் அலகு தேவைப்படும். அது எதேச்சையாய் இருக்கலாம். ஆகவே, எமது தேவையைப் பொறுத்து, இந்த றப்பர்க் கிலங்களிலொன்று (P என்க) அதன் நீளம் 1 சமீ. ஆல் அதிகரிக்கும்போது உஞற்றும் விசையே அலகு விசையென வரையறுக்கலாம். மற்றைய கிலம் (Q) அதே யளவால் ஈர்க்கப்படும்போது அது உஞற்றும் விசை சமமாகுமெனவும் கொள்கிறோம்.

பரிசோதனை. ஓர் இலேசான மரத் துண்டைத் தேர்ந்தெடுக்க (இதன் வடிவம் கருத்திற் கொள்ளப்பட வேண்டியதில்லை). றப்பர்க் கிலங்களில் ஒன்றை அதிலே பொருத்துக. (பல வழிகளில் இதனைச் செய்யலாம். ஒரு ஸ்டீல்க் கொண்டு இதனை எளிதாய்ச் செய்யலாம்.) மற்றைய றப்பர்க் கிலத்தை மரத்தில் ஏதாவதொரு புள்ளியில் இணைக்க. றப்பர்க் கிலங்களை அவற்றின் சுயாதீன நுனிகளிற் பிடித்து

இழுக்க. இவற்றை வெவ்வேறு திசைகளிலே பிடித்து இழுத்து, இவை எவ்வளவால் நீள்கின்றன என்பதையும் ஒவ்வொரு கிலோமீட்டர் எடுக்கும் திசையையும் குறித்துக் கொள்க.



படம் 1.3

பின்னர், ஒரு நண்பனின் உதவியுடன் அளவீடுகளை எடுத்துக் கொள்க. அவர் ஒவ்வொரு றப்பர்க் கிலத்தினதும் ஈர்த்த நீளத்தை அளக்கட்டும். அடுத்ததாக அவர் தாம் விரும்பிய அளவிற்கு றப்பர்க் கிலங்களை இழுத்துப் பிடிக்கும்போது நீளங்களை நீங்கள் அளக்கலாம்.

ஒவ்வொரு முறையும் றப்பர்க் கிலங்களின் திசைகளை அவதானித்துக்கொள்க. இம் முன்வைதானிப்புக்களிலிருந்து, சில முடிபுகளுக்கு வரக்கூடிய நிலையில் இருப்பதாக உணர்வீர்கள். ஒருவேளை, ஒவ்வொரு முறையும் றப்பர்க் கிலங்களின் நீட்சிகள் சமம், அல்லது ஏறத்தாழச் சமமெனக் காணலாம். றப்பர்க் கிலங்கள் ஏறத்தாழ ஒரே நேர்கோட்டிலுள்ள திசைகளில் அமைவதாகத் தோற்றுவதையும் நீங்கள் உணர்வீர்கள்.

ஒரு றப்பர்க் கிலத்தின் (P) நீட்சிகளை 1 சமீ., 2 சமீ., இவ்வாறாக மாற்றி இப்பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்க. (P), (Q) இரண்டினதும் இழுப்புக்கள் தாக்கும் பொருளானது றப்பர்க் கிலங்களால் ஒய்விற் பேணப்பட, மாற்றைய றப்பர்க் கிலம் (Q) வின் ஒத்த நீளத்தை அளக்க. உமது நண்பர் மூலம் றப்பர்க் கிலங்களுக்கெதிரே ஓர் ஈர்த்த நூலைப் பிடித்து, அவை ஒரே நேர்கோட்டில் உள்ளனவாவெனச் சரிபார்க்க. பின்னைய அவதானிப்பை “ஒரே நேர்கோட்டிலன்றி”, “ஏறத்தாழ ஒரே நேர்கோட்டில் உள்ளன”, “பெரும்பாலும் ஒரே நேர்கோட்

டில் உள்ளன” என்ற விதமாக விவரமாய்ப் பதிக. இவ்விவரங்களை முறையே (a), (b), (c) என்பவற்றுற் குறிக்கலாம். கிலங்களை நிலைக்குத்தாகவும் நிலைக்குத்துடன் பல்வேறு கோணங்களிலும் பிடித்து பல அவதானிப்புக்கள் எடுக்கப்படுகின்றன.

இத்தகையவொரு பரிசோதனையின் பேறுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

P யின் நீட்சி,

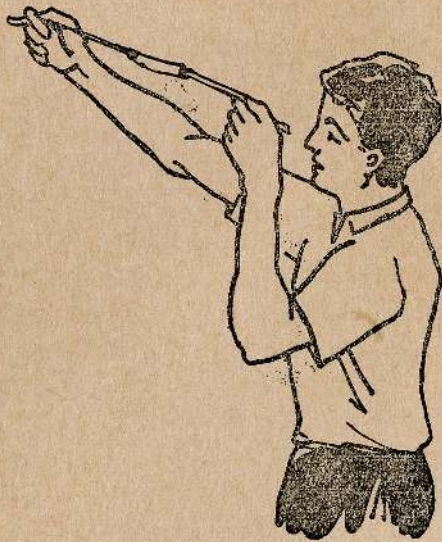
Q வின் நீட்சி,

குறியீட்டு முறைப்படி திசைகள்.

இம்மேலதிக செயலைச் செய்ததும் முன்னைய அதே முடிபுகளைக் கூடிய உறுதிப்பாட்டுடன் பெறமுடியுமென நீங்கள் உணர்வீர்கள். குறிப்பாக பெரிய நீட்சிகளுக்கு, றப்பர்க் கிலங்கள் இருக்கும் திசைகள் கிட்டத்தட்டச் சமமென இம்முடிபுகள் காட்டுகின்றன. அதாவது, அவை ஒரு நேர்கோட்டில் இருப்பதாகத் தோற்றுக்கின்றன. இழுப்புக்கள் சிறியனவாக இருக்கும் போது இது முற்றிலும் உண்மையாதென்று, நீங்கள் அவதானிப்புக்களை எடுக்கும்போது இழுப்புக்கள் பிரயோகிக்கப்படுகின்ற பொருள் முற்றிலும் நிறையற்றதன்றென்னும் உண்மையைக் கவனத்திற் கொள்ளவில்லை. றப்பர்க் கிலங்கள் ஒரே நேர்கோட்டில் இருத்தலைப் பொருளின் நிறை தடுக்கின்றதா? பொருளின் மீதுள்ள புவி யின் இழுப்பு அதனைக் கீழ்நோக்கி இழுக்க நான்கின்றது. றப்பர்க் கிலங்களின் நுனிகள் பொருளுடன் கீழ்நோக்கி நகருமென்பதே இதன் கருத்து. நீங்கள் இப்போது இதனைச் சோதிக்க முயல வேண்டும்.

றப்பர்க் கிலங்கள் இரண்டையும் பிடித்துக் கொண்டு, அவற்றை மெதுவாக இழுக்க. அப்பொழுது, அவற்றில் ஒன்றின் புற நுனியைக் கண்ணுக்குக் கிட்டப்பிடித்துக் கொண்டு அதன் வழியாகப்

பார்க்க. (ஒரு தடி அல்லது அதனைப் போன்ற பிற்தொரு பொருள் நேரான தாவெசைச் சோதிப்பதற்கு இவ்வாறே செய்கின்றோம்.) மற்றைய கீலம் இத



படம் 1.4

ஒரு தொடர்ச்சியாகத் தோற்றுவித்தா ? கடுமையாக இழுக்கும்போது இதன் தோற்றத்திலுள்ள மாற்றத்தைக் குறித்துக் கொள்க. கீலங்களைக் கிடைபுடன் பல்வேறு கோணங்களிற் பிடித்து, இதனை மறுபடியுஞ் செய்க. கீலங்களில் ஒன்றை ஈர்க்கும் போது அது இருக்கும் நேர்கோட்டிற்கு மேலே மற்றைய கீலம் அமையுமாறு பொருளின் நிறை பேணுகின்ற தென உங்கள் அவதானிப்புகள் உறுதிப்படுத்தும். நீங்கள் எவ்வளவுதான் முயன்றும் இரு கீலங்களையும் கிடைபாகவோ, கிடைக்குக் கீழேயோ வைத்திருக்கத் தவறுகிறீர்கள் என்பது இதனை மேலும் உறுதிப்படுத்துகின்றது. (இவ்வத்தியாயத்தின் பின்னைய பிரிவு இவ்வண்மையைத் தெளிவாக்கும்.) நாம் பயன்படுத்திய பொருள் நிறையற்றதாக இருப்பின் இவ்வீழ்ப்புக்கள் ஒரே நேர்கோட்டில் இருந்திருக்குமா ?

பொருள் நிறையற்றதாகவுள்ள இலட்சிய நிலையில் பேறுகளின் தன்மை பற்றிக் கற்பனை செய்ய முற்படுவோம். எமது

பரிசோதனைகள் மூலம் பெற்ற உண்மைகள் யாவும் அவ்விலட்சிய வகை பற்றிப் பின்வரும் முடிபுகளுக்கு வழிவகுக்கும்.

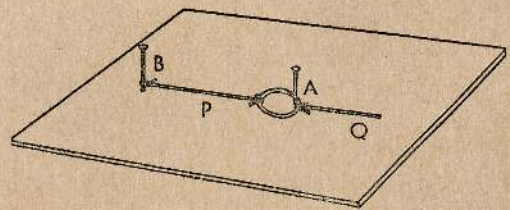
இரு விசைகளின் சமநிலைக்கான நிபந்தனைகள்

ஒரு பொருள் மீது தாக்கி அதனைச் சமநிலையிற் பேணும் விசைகள்

1. பருமனிற் சமம் ;
2. ஒரே நேர்கோட்டில் எதிர்ப் போக்கிலே தாக்கும்.

பயிற்சி. இவ்விதிகளின் உண்மையை மேலும் சோதித்தற்குப் பின்வரும் செயலை மறுபடியுஞ் செய்யவேண்டும். இது முன்னைய பரிசோதனைகளின் ஒரு சுவையான மாறுபாடாகும்.

இச்செயலுக்கு ஓர் இலேசான பிளவு வளையம் (1 அங்குல விட்டங் கொண்டதும் பழைய பொருள்களிலிருந்து பெற, அல்லது செய்யக் கூடியதுமான ஓர் அலுமினிய வளையம். நீடப்பட்டவொரு பெரிய கடதாசிக் கவலி இத்தேவைக்கு உகந்தது), ஒரு மரப்பலகைத் துண்டு (முக்காலியின் உச்சி), இரு றப்பர்க் கீலங்கள், ஒரு சேடி ஆணிகள் என்பன தேவைப்படும். இவற்றை ஏழுங்குபடுத்தும் விதம் பற்றிப் படம் 1.5 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.5

றப்பர்க் கீலம் P யை ஆணி B யுடன் இணைத்ததும் இக்கேத்தை இழுத்து வளையத்தை ஆணி A யிற்கெதிரே தாங்குக. வளையம் ஆணி A யிலிருந்து மட்டுமட்டாக வினிக்கப்படும் வரை றப்பர்க் கீலம் Q வை இழுக்க. Q வின் நீளத்தை அளக்க. P யின் நீளத்தையும் அளக்க. B யிற்குச் சற்றுத் தூரத்தில் ஆணி A யை இறுக்கி, மேற்கூறியவாறு மறுபடி

யுஞ் செய்க. அளவீடுகளைப் பதிந்து கொள்க. P, Q ஆகியவற்றின் ஈர்க்கா நீளங்களையும் அளக்க.

Q வின் இழுப்பைச் சீர்ப்படுத்தும்போது அதனை, தளத்திற்குச் சமாந்தரமான பல்வேறு திசைகளிலும் தளத்துடனான பல்வேறு சரிவுகளிலும் வைத்துக்கொள்ள முடியுமாவெனப் பார்க்க. வளையத்தைப் பல்கையிலிருந்து அதிக தூரத்திற்கு உயர்த்தாமல், அதனை A யிலிருந்து விடுவித்தல் எப்பொழுதும் சாத்தியமாகுமா? வளையமானது ஆணி A யிலிருந்து விடுவிக்கப்படுவதும் பல்கையிலிருந்து அதிக தூரத்திற்கு உயர்த்தப்படுவதும் எப்போது நிகழும்? (இது நிகழும்போது, இழுப்புத் தாக்கும் கோணத்தின் ஒரு பரும்படியான பெறுமதியைக் காண்க.)

வளையத்தின் வெவ்வேறு இடங்களில் றப்பர்க் கீலம் Q வைக் கட்டி என்ன நிகழ்கிறதென்பதைச் சோதிக்க.

எல்லா அவதானிப்புக்களையும் ஒழுங்காகப் பதிந்து, அவற்றிலிருந்து முடிபுகள் பெறுக. உமது செயலின் பேறுகளை ஆசிரியருக்கு அறிவிக்க.

புவிமினது இழுப்பின் தாக்கக் கோடு

ஒன்று புவியின் இழுப்பும் மற்றையது ஓர் இழையால் உஞ்றப்படும் இழுப்புமாகிய இரு விசைகள் ஒரு பொருள் மீது தாக்குதலை மீண்டும் நோக்குவோம். இழையின் இழுப்பை இழை வழியே தாக்கும் ஒரு விசையாகக் கருதலாம். இப்போது இழைகள் வழியே தாக்கும் இரு விசைகளுக்குப் பேறுகளைப் பெற்றுள்ளனாமாதலால் இவ்வசையையும் விவரிக்க இதே பேறுகளைக் கையாள்வோம். இங்கு ஒரு விசை ஓர் இழை வழியே தாக்குகின்றது. மற்றையது இடனுடன் சமநிலையை ஏற்படுத்துமாறு தாக்குகின்றது. ஆதலால் இவ்விசையானது இழை உஞ்றும் விசைக்கு எதிராக, இழையால் துணியப்படும் அதே கோடு வழியாகத் தாக்குகின்றதெனக் கொள்வோம். அதாவது, பொருளொன்றின் நிறையானது நிலைக்குத்தாகவுமுள்ள ஒரு கோட்டின் வழியே தாக்குகின்ற ஒரு விசையாகுமென நாம் முடிவு

செய்யலாம். இது, ஓர் இழையிலிருந்து தொங்க விடப்படும் பொருளின் நிறையுடன் அவ்விழையின் இழுப்புச் சமநிலையில் இருக்கும் தொகுதியைக் கற்பனை செய்யும் விதமாகும்.

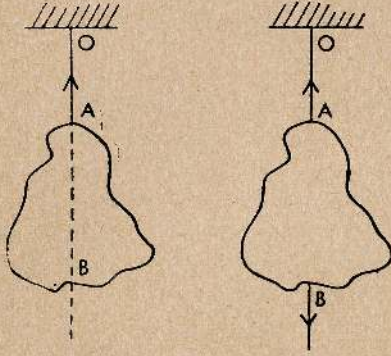
விசைகளை வரிப்படமுறையாகக் குறித்தல்

இப்படத்தை ஒரு கடதாசியிற் குறித்தற்கு மிகவும் நேர்த்தியானவொரு முறை உள்ளது. நேர்கோடுகள் (ஒரே கோட்டின் வழியாக, சந்தர்ப்பத்தைப் பொறுத்து மேன்முகமாக, அல்லது கீழ்முகமாக என்னும் எதிர்ப் போக்குக் களிலே தாக்குகின்ற) நிலைக்குத்து விசைகளைக் குறிப்பிடுகின்றனவெனப் பொருள்படும் விதத்தில் வரையப்பட்டுள்ளன. போக்கைக் காட்டுதற்குக் கோட்டிற்கு மேலே ஓர் அம்புக்குறியை இடுகின்றோம். பருமன்களைக் காட்டுதற்கு, இத்தேவைக்கு ஏற்றவோர் அளவிடையைப் பயன்படுத்தி இந்நேர்கோடுகளில் நீளங்களைக் குறிக்கின்றோம். பொருளைக் கூடப் புறவரை வடிவிற்காட்டக்கூடுமென்றும், விசைகள் தாக்குகின்ற பொருளின் புள்ளிகளை மட்டும் குறித்தல் பொதுவாகப் போதியதாகும்.

[கவனிப்பு. அம்புக் குறிகளுடன் கூடிய இக்கோடுகள் விசைகளல்ல. ஆனால், கடதாசியிற் படத்தைக் குறிப்பதற்கு நாம் இவ்வழியைக் கையாள்வோம். அம்புக்குறியுடன் கூடிய எந்த நேர்கோட்டையும் விசையாகக் கருதக் கூடாது. (ஓர் ஒளிக் கதிரைக் குறிப்பிடும் விதத்தைச் சிந்திக்க.)]

நாம் பொருளொன்றின் நிறையெனக் குறிப்பிட்ட விசையை ஒரு கற்பனை இழையால் உஞ்றப்படும் இழுப்பாகக் கருதக் கூடியவர்களாக இருக்கின்றோம். இக்கற்பனை இழைக்கு வேறு எதனை உடைமையாக்குவது? அது கீழ்முகமான நிலைக்குத்துத் திசையில் எப்பொழுதும் ஓர் இழுப்பினை உஞ்ற வேண்டுமென்றும் சிறப்பியல்பினைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும். அதன் தானம் பற்றி என்ன கூறலாம்? உதாரணமாக, விசைகளைக் குறித்தற்கு வரையப்படும் வரிப்படமொன்றிலே கற்பனை இழையை எங்கே குறிக்கலாம்?

ஒரு பொருள் அதன் A என்னும் புள்ளியிற் கட்டப்பட்ட ஓர் இழையாலே தொங்க விடப்பட்டுள்ளது (படம் 1.6). அப்பொருள் சமநிலையிலுள்ளது. ஆதலால் நீட்டப்பட்ட நேர்கோடு OA வழியே நிறையைக் குறிக்க



படம் 1.6

வேண்டும் (OA நீட்டப்பட்டுள்ளதைக் குறித்த கோடு காட்டுகின்றது). இது பொருளின் வரைப்பாட்டைப் புள்ளி B யிலே வெட்டுகின்றது. இப்போது B யுடான நிலைக்குத்தைக் கீழ் நோக்கிக் கீறி, இதன் வழியே பொருளின் நிறையைக் குறிப்பிடுவோம்.

இழையைப் பொருளின் வேறொரு புள்ளி A_1 இலே கட்டியுள்ளதாகக் கொள்க. எனின், கோடு OA_1 ஐ நீட்டி, அது வரைப்பாட்டை வெட்டும் B_1 ஐக் காண்போம். பின்னர், பொருளின் நிறையைக் குறித்தற்கு B_1 ஊடாக நிலைக்குத்துக் கோட்டைக் கீழ்புகமாக வரைகின்றோம். B_1 உம் B யும் ஒன்றென நாம் கருத இடமில்லை. இவை பொதுவாக ஒன்றல்லவென அனுபவத்திலிருந்து அறியலாம். பொருளை ஓர் இழையால் தொங்க விடும் வழியை நாடாமல் அதன் நிறையை வேறு வழியாற் குறிக்க முடியாதா? உதாரணமாக, புத்தகம்போன்றவொரு பொருளின் நிறையை, திசை, போக்கு, தானம் என்பவற்றில் நிறையைக் குறிக்கின்ற ஒரு நேர் கோட்டாற் குறிக்கக் கூடுமா? பல்வேறு தானங்களிற் கிடக்கின்ற வெவ்வேறு பொருள்கள் பற்றி நாம் சிந்திக்கலாம். ஒரு நிலத்தில் திற்கும் மேசை, மேசையிற் கிடக்கும் புத்தகம், நிலத்திலுள்ள கதிரை என்பன நிறையின் தாக்கத்திற்கும் வேறுசில விசைக்கும் உட்பட்

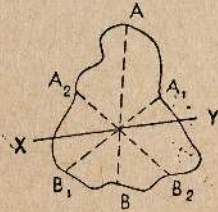
டுச் சமநிலையிலிருக்கும் பொதுவான பொருள்களாகும்.

முதலில் ஓர் எளிய வகையைப் பரிசீலிப்போம். ஓர் எளிய வகைக்கு நாம் உருவாக்கும் இம்முறையானது எல்லா வகைகளுக்கும் ஏற்றவொரு முறையை உருவாக்குதலில் உதவுமென நாம் நம்பலாம். விளக்குப் போன்றவொரு பொருளானது ஒரு மேசையில் உள்ளபோது, சிலிங்கிலிருந்து அல்லது சுயரிலே ஓர் ஆணியிலிருந்து தொங்க விடப்போது, அல்லது கையிலே தாங்கப்பட்டபோது உள்ள அதன் சமநிலைத் தானங்களுக்கு ஒத்ததாக ஓர் இழையாலே தொங்க விடாதவாறு அப்பொருளினது நிறையின் தாக்கக் கோட்டைக் கற்பனை செய்ய விரும்புகிறோம்.

இங்கு நாம் தேர்ந்தெடுக்கும் பொருளானது ஓர் இழையால் எளிதாய்த் தொங்க விடக்கூடியதாகவும் அதன் மேற்பரப்பிலே தொங்கற் புள்ளிகளையும் இப்புள்ளிகளுக்கு நிலைக்குத்தாக நேரே கீழே எல்லைக் கோட்டிலுள்ள புள்ளிகளையும் வரையத்தக்கதாகவும் இருத்தல் வேண்டும். ஓர் இழையால் தொங்க விடுதல் பற்றிய முறையை நாம் கைவிட விரும்பும் இவ்வேளையில் அம்முறையை நாம் பயன்படுத்த எண்ணுவதையிட்டு நீங்கள் வியப்படையலாம். உண்மையாக இம்முறையைக் கொண்டே, ஒரு பொருளின் நிறை பற்றி நாம் இப்போது ஏற்றுக் கொள்ளும் முடிபுகளைப் பெற்றோம். இப்போது, ஒரு பொருளின் நிறையினது தாக்கக் கோட்டின் தானம் பற்றிய உண்மையைக் காண நாம் விரும்புகின்றோம். நாம் ஒரு தனிப் பொருளுடன் ஆரம்பித்து, தொங்கல் முறையைக் கையாள்வோம். இங்கு தாக்கக் கோடானது பொருளுடன் தொடர்புபட்ட ஒரு தானத்தை உடைய தாவென்ப பார்க்க முயல்கின்றோம்.

பரிசீலனை. ஓர் அட்டைத் தாள் துண்டு (இதன் வடிவம் எவ்வாறுமிருக்கலாம்), ஊசி, ஆணி, ஓரளவு நூல் என்பவற்றைப் பெறுக. ஓர் ஏந்தானத்தில் (ஒரு பழைய கதிரையின் பின்புறம் அல்லது ஒரு பெட்டியின் பக்கம்) ஆணியை இறுக்கி, நூலை ஆணியிலே கட்டுக. நூலின் சுயாதீன நுணியில் ஊசியைக் கட்டுக. அட்டைத் தாளில் அதன் விளிம்புக்கண்மையில் எதேச்சையாய்த் தேர்ந்

தெடுத்தவொரு புள்ளியில் ஊசியைக் குத்தி, தூலிலே அட்டைத்தாள் சமாதீனமாய்த் தொங்கும்படி விடுக. ஊசிக்கருவில் ஒரு தூக்குக் குண்டை (நடுத் தாவளவுக் கல்லிக் கட்டிய ஒரு தூல்)ப் பிடித்துக் கொண்டு, அட்டைத் தாளின் வரைபாட்டைத் தூக்குக் குண்டு வெட்டும் புள்ளியைக் காட்டுமாறு அட்டைத் தாளில் ஒரு புள்ளியைக் குறித்துக் கொள்க. ஊசி குத்தப்படும் புள்ளியை A யாலும் ஆகவும் கீழ்ப்புள்ள புள்ளியை B யாலும் குறித்துக் கொள்க. இத்தகைய புள்ளிச் சோடிகளைப் பெற்றுக் கொள்ளதற்கும் பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்ய்க. இவை முறையே A_1-B_1 , A_2-B_2 , A_3-B_3 , ... ஆகுக.



புடல் 1.7

அட்டைத்தாளை A யிலிருந்து தொங்க விட்ட போது, நேர்கோடு AB நிலைக்குத்தாக இருந்தது. இதே போன்று A_1 இலிருந்து தொங்க விட்டபோது நேர்கோடு A_1B_1 நிலைக்குத்தாக இருந்தது. இதே போன்ற பெறுகளை A_2 , A_2B_2 , ... போன்றவற்றுக்கும் பெறலாம். அதாவது, அத்தகைய ஒவ்வொரு நேர்கோட்படிவதும் தானம் தெரிந்திருப்பின், யாதாயினுமொரு குறித்த புள்ளியிலிருந்து அட்டைத்தாள் தொங்கவிட்டபடுமிடத்து அதன் நிறையின் சரியான தாக்கக் கோட்டினைக் குறிக்கக் கூடியவர்களாக இருப்போம். AB, A_1B_1 , முதலிய நேர்கோடுகளை, குறிப்பாகப் புள்ளிகளை இணைத்து வரைந்ததும் அவதானிப்பின், நீங்கள் வரைந்துள்ள நாளை, அல்லது இந்து கோடுகள் ஒரே புள்ளி அல்லது கிட்டத்தட்ட ஒரே புள்ளியிற் சந்திக்குமென நீங்கள் உடையாய்க் காண்பீர்கள். இது தற்செயலான தன்றென நீங்கள் கட்டாயம் தீர்மானிப்பீர்கள். இப்புள்ளியின் சிறப்பியல்புகளை வெளிப்படுத்த ஆர்வம் கொண்டிருப்பீர்கள்.

இப்பொதுப் புள்ளியினூடாகச் செல்லாதக்கதாக யாதாயினுமொரு கோடு XY யை வரைவதாகவும் இக்கோடு XY யிலே உள்ள ஒரு புள்ளியில் ஊசியைக் குத்துவதாகவும் கொள்க. அட்டைத்தாள் சமாதீனமாய்த் தொங்கும்போதும் சமநிலையில் இருக்கும் போதும் X, Y என்பன நிலைக்குத்தாக வரமாட்டாவா ?

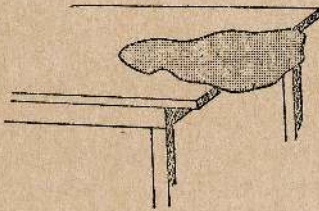
இச்சோதனையை மேற்கொண்டு, எழுந்த மானமாக, ஆனால் (AB, A_1B_1 முதலானவை சந்திப்பதாகத் தோற்றும்) பொதுப் புள்ளி யூடாகச் செல்லுமாறு வரையப்பட்ட XY போன்றவொரு கோடு நிலைக்குத்தாக அமைகிறதாவெனப் பார்க்க. இவ்வாறாக, இப்புள்ளியின், அ-து. அதனுடாகவுள்ள ஒரு நிலைக்குத்தானது அட்டைத்தாளின் நிறையினது தாக்கக் கோட்டைத் தரும் புள்ளியின முக்கியத்துவத்தை அறிந்துள்ளீர்கள். இப்புள்ளியானது அட்டைத்தாளின் புவிப்பீழ்மையை எண்ப்படும்.

உதாரணமாக, அட்டைத்தாள் ஒரு மேசையிற் கிடக்கும்போது நிறை இதே புள்ளியூடாகத் தாக்குமா? அட்டைத்தாளைக் கையிலே, அல்லது உமது விரலின் நுனியிலே தாங்கும் போது நிறை இதே புள்ளியூடாகத் தாக்குமா? இவற்றைச் சோதனையாற் சரிபார்க்க.

அட்டைத்தாளை மேசையீது வைக்க, அது புவியின் இழப்பு, அதன்மீது மேசை உருற்றும் விசை என்பவற்றின் தாக்கத்தின் கீழ் இப்போது சமநிலையிலுள்ளது. இங்கு, அட்டைத்தாளின் நிறை முன்னர்ப் போன்று அதே புள்ளியூடாகத் தாக்குகின்றதாவென நாம் தீர்மானிக்க முயல்வதானும் அதன்மீது மேசையின் தாக்கத்தின் தானத்தைப் பற்றி உறுதியாகக் கூற இயலாமையாலும் ஓரளவு இடப்பாட்டுக்கு ஆளாகின்றோம். இத்தாக்கம் பற்றி நாம் ஓரளவு உறுதியாய்க் கூறக்கூடியது யாதெனில் அது பெரும்பாலும் நிலைக்குத்தாயும் அட்டைத்தாளின் நிறைக்குச் சமமாயும் இருக்கும் என்பதாகும். அதன் தானம் பற்றி எமக்கு ஒன்றுமே தெரியாது. இதுவே எயது பிரச்சினை. எனினும், இந்நிலையில் எமது பொது அனுபவம் ஓரளவுக்கு உதவக்கூடும். உதாரணமாக, மேசைக்கு வெளியே அட்டைத்தாளின் அதிக நீளம் இருக்கும்படித்து அது சமநிலையில் இராதென்

ஓம் உண்மையை நாம் நினைவு கூரலாம். மேசையிலுள்ள ஒரு பொருள் மேசை விளிம்புக்கு அப்பால் தற்செயலாகத் தள்ளப்பட்டுக் கவிழ்ந்து வீழ்ந்த சந்தர்ப்பங்கள் பற்றியும் நாம் அறிவிவாம். நாம் எமது பிரச்சினை யைத் தீர்க்கும் வழிக்கு இது ஒரு மறை திறவாக உதவ மாட்டாது ?

மேசையின் விளிம்பிலிருந்து அட்டைத்தாளை வெளியே தள்ளி, மேசைக்கு வெளியே அதன் கூடிய பகுதி நீட்டப்பட்டிருக்கும் போது, நிகழ்வதை அவதானிக்க. மேசையின் விளிம்பிற்கு அப்பால் புவியீர்ப்பு மையம் (AB, A₁B₁, A₂B₂ முதலான கோடுகள் ஒன்றை பொன்று சந்திக்கும் புள்ளியாக இதனைப் பெற்றோம்) அமைகையில், அட்டைத்தாள் ஒருச்சாய்ந்து விழுமென விரைவில் அவதானிப்பீர். அட்டைத்தாளின் விளிம்புகளிலொன்று மேசைவிளிம்புடன் பல்வேறு கோணங்களிலே இருக்குமாறு அட்டைத்தாளை வைத்து இச்சோதனையைச் செய்க. ஒவ்வொரு முறையும் அதே விடயத்தை அவதானிப்பீர்கள். புவியீர்ப்பு மையம் விளிம்பிற்கு வெளியே அமைகின்றவிடத்து அட்டைத்தாள் ஒருச்சாயும்.



படம் 1.8

அதனை என்ன சாய்க்கின்றது ? அதனை என்ன விழச் செய்கின்றது ? அது விழும் போது புள்ளியின் இருப்பு மட்டுமே அதிலே தாக்குகின்றது. அது ஒருச்சாய்கையில் அட்டைத்தாள் பீது மேசையின் தாக்கமும் உள்ளது. இத்தாக்கம் இப்போது மேசையின் விளிம்பு வழியே எவ்விடத்திலாவது இருக்கும். ஆனால், அது விளிம்பிற்கு வெளியே புறமாக இராமு, நிறையின் தாக்கக் கோடானது விளிம்பிற்குச் சற்று வெளியே அமைந்திருக்கின்றது. ஆகவே, நிறையே ஒருச்சாய்வை ஏற்படுத்துகிறதென்ற முடிவுக்கு நாம்

வரலாம். இது, நிறையானது ஒரு நேர்கோடு வழியே தாக்கும் விசையாகுமெனவும் அது அட்டைத்தாளிலுள்ள ஒரு நிலைத்த புள்ளியினூடாகச் செல்கின்றதெனவும் நாம் கருதுவதைத் தற்செயலாக உறுதிப்படுத்துகின்றது. மேலும், அட்டைத்தாள் ஒருச்சாயமுன்னர் அது சமநிலையில் இருந்தது. ஆதலால் நிறையினது தாக்கக் கோட்டின் தானம் மாறாமலிருக்கும். நாம் அட்டைத்தாளின் புவியீர்ப்பு மையம் என அழைத்த புள்ளியூடாக அது செல்லும். அட்டைத்தாளானது மேசையின் உட்புறத்தில் இருக்கும் போது, புவியீர்ப்பு மையத்தினூடாக நிறை தாக்குவதாக நாம் கற்பனை செய்கின்றோம்.

இப்போது விரல் நுனியிலே அட்டைத்தாளைச் சமன்செய்ய முயன்று, உமது விரலுக்கு நிலைக்குத்தாக மேலே புவியீர்ப்பு மையம் இருக்கும்போது மட்டுமே சமன்செய்வது சாத்தியமாயிற்றெனக் காண்க.

ஓர் ஊசியின் கூரலே அட்டைத்தாளைச் சமன்செய்ய முடியுமெனக் கருதுகிறீர்களா ? (முயலுக்க.) அட்டைத்தாள்கொண்டு செய்யப்படும் பரிசோதனைகளிலிருந்து பெறப்படும் உண்மைகள் மற்றைய பொருள்களுக்கும் வலிதாகுமென இனிக் கொள்வோம். அடுத்ததாக, இக்கருத்தைச் சோதித்தற்கு ஏற்ற முறைகளைப் பிரயோகிப்போம். அத்துடன், நன்கு தெரிந்த பல்வேறு நிலைகளில் ஒரு பொருளின் புவியீர்ப்பு மையத்தினுடைய தானம் அதன் சமநிலைத் தானத்துடன் (அல்லது தானங்களுடன்) தொடர்புபட்டுள்ளதாவெனவும் சோதிப்போம்.

ஒரு குறித்த பொருளிலே புவியீர்ப்பு மையம் உள்ளதெனக் கொண்டு அதனை எவ்வாறு காண்பீர் ? இங்கு, பொருளை ஓர் இழையில் தொங்கவிடும் முறையைப் பிரயோகிக்கப் பார்க்கலாம். மிகப்பல இடங்களில் இது கடினமாகத் தோன்றுமெனினும், நிலைக்குத்தாயும் தொங்கற் புள்ளியூடாய்ச் செல்வதாயுமுள்ள நேர்கோடுகளைக் குறிப்பது ஒரு பெரும் பிரச்சினையாகும். சுர்த்த நூலைக் கொண்டு நேர்கோடுகளைக் குறிக்கலாம். அதன் நிறையினது தாக்கக் கோட்டின் தானத்தை நிலைப்படுத்தும் வழியைக் கண்டுபிடித்தற்கு ஓரளவு கூர்மதி வேண்டப்படும்.

இதனை முதலில் ஒரு வெறும் படச் சட்டத் திற்கும் பின்னர் கதிரைபோன்றவொரு பெரிய பொருளுக்கும் செய்து பார்க்க. ஒரு சைக்கிளின் புலியீர்ப்பு மையத்தைக் காண்பதற்கு இதே வழியிற் செல்க.

ஒரு பெட்டி அல்லது புத்தக அடுக்குப்பெட்டியின் புலியீர்ப்பு மையத்தின் நிலையத்தை எவ்வாறு குறிப்பீர்? ஒரு மோட்டர்க் கார் அல்லது தள்ளுவண்டிக்கு ஒரு முறையைத் தயாரிக்க. (a) ஒரு நூல், (b) மைககூடு, (c) மேசை விளக்கு, (d) போத்தல் (வெறி தானதும் அரைவாசிக்கு நீர் நிறைந்ததும்), (e), (f), (g), (h), (i), (j) என்பவற்றினிடத்து புலியீர்ப்புமைய நிலையங்களை ஊகித்துக் கொள்க.

ஒரு பொருள் மீது இன்னொரு பொருளின் தாக்கம்

மேசைமீதுள்ள ஒரு புத்தகத்தின் மீது புலியின் கவர்ச்சி விசை தாக்குகின்றது. புத்தகம் ஓய்வில் இருக்கின்றது. புத்தகமீது வேறொரு விசையும் தாக்குகிறது என்பது இதன் கருத்தா? பள்ளிக்கூடத்திலுள்ள சாய்வு மேசையில் அதனை வைக்கும் போது அது ஓய்விலிருக்குமா? சாய்வுமேசையில் வைக்கப்படும் புத்தகங்கள் வழக்கி விழ நாடுமென்பதை எப்போதாவது கண்டிருக்கிறீர்களா? எச்சந்தர்ப்பத்திலும் அம்மேசையின் சாய்வில் உமது பென்சில், அல்லது ஒரு பெட்டி பென்சிலை வைப்பதில் இடர்ப்பாடு ஏற்பட்டதில்லையா?

ஒரு சரிவான புத்தகம், அல்லது சரிவான கண்ணாடித் துண்டில் உமது பென்சிலை வைத்துப் பார்க்க. அப்புத்தகம், அல்லது கண்ணாடி மீது இன்னொரு புத்தகத்தை வைத்து அதனை ஒருச்சாய்க்கப் பார்க்க.

சாய்வுமேசையில் ஒரு புத்தகத்தை வைத்து, மேசையை மேலும் மேலும் சரிக்க. கிடையுடனான ஒரு குறிப்பிட்ட சரிவில் புத்தகம் வழுவ ஆரம்பிக்கின்றது. அப்புத்தகமீது முன்னர் தாக்கிய விசைகள் அதனைச் சமநிலையில் மேலும் வைத்திருக்க மாட்டாவெனத் தோற்று கிறது. இவற்றுள் ஒன்றுபற்றி நாம் அறிவோம். அது புத்தகத்தின் நிறையாகும். இது ஒரு நிலைக்குத்து விசை. சாய்வுமேசை

யின் உச்சி சரிந்துள்ளதென்றும் உண்மை புத்தகத்தின் நிறை தாக்குகின்ற திசையை மாற்றியிருக்க மாட்டாது. அன்றியும், நிறையானது பருமனில் மாறியிருக்காது. எனவே, புத்தகமீது வேறு விசைகள் தாக்குகின்றன வென நாம் எண்ண இடமுண்டு. இவைபற்றி இன்னும் எந்த விபரமும் தெரியாது. அதாவது, அத்தகைய விசைகளின் பருமன்களையோ திசைகளையோ நாம் அறியோம்.

எனினும், அதன் மீதுள்ள புத்தகமீது, சாய்வுமேசை ஒரு விசையை உருறுகிறதென்பது இங்கு தெளிவாகின்றது. சாய்வு மேசையிலிருந்து வரும் விசை இதுவேயெனின், இது நிலைக்குத்தாக இருத்தல் வேண்டும். எனெனில் பின்னருள்ள மற்றைய விசை புத்தகத்தின் நிறையாகும். ஆகவே, இரு விசைகளின் சமநிலைக்கான விதிகளின்படி இவை சமமாயும் முரணாயும் இருப்பதோடு ஒரேகோட்டிலும் தாக்க வேண்டும். சாய்வுமேசை போதிய வளவு சரிக்கப்படும்போது புத்தகம் அசையத் தொடங்குகிறதென்னும் உண்மையானது விசைகள் யாவும் நிலைக்குத்தானவையல்ல என்பதைத் தெரிவிக்கின்றது. சாய்வுமேசையின் உச்சி கிடையாக இருக்கும்போது புத்தகம் அசைய நாடாதெனவும் ஆனால் சாய்வுமேசையின் உச்சி கிடையுடன் சரிந்திருக்கும் போது அத்தகைய நாட்டம் இருக்குமெனவும் நாம் ஒப்புக்கொள்ளலாம். எனின், புத்தகம் ஒரு கிடை மேசைமீது சமநிலையில் இருக்கின்றதென்பது உண்மையாதலால் புத்தகத்தின் நிறைக்குச் சமனும் எதிருமானவொரு விசையைச் சாய்வுமேசை உருற்ற வேண்டியது அவசியம். அதன் சமநிலைக்கு வேண்டிய விசைகளின் ஆகக் குறைந்த எண்ணிக்கை இதுவே.

ஒன்றையொன்று நோக்கிச் சரிந்துள்ள இரு புறம்பான இழைகளால் தாங்கப்படும் ஒரு பொருளானது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட விசைகள் சமநிலையிலிருத்தற்கு ஓர் உதாரணமாகும். இங்கு, அப்பொருள் மீது தாக்கும் விசைகள் இரு இழைகளினதும் இழுப்புக்களும் பொருளின் நிறையுமாகும். இவ்விசைகள் பொருளைச் சமநிலையிற் பேணும்.

சட்டம்போட்ட படமொன்றின் சட்டத்தின் பக்கங்களில் ஓர் இழையைக் கட்டி, ஓர் ஆணியிலிருந்து இதனைத் தொங்கவிடுக.

இழையின் இரு பகுதிகளும் உஞற்றும் இழுப்புக்கள் படத்தின் நிறையைத் தாங்கும். இவ்விழைகள் நிலைக்குத்துடன் பொதுவாய்ச் சாய்ந்திருக்கும். இவை படத்தின் நிறையோடு சேர்ந்து அதனைச் சமநிலையிற் பேணும்.

செயல். உமது சூழலிலும் பள்ளிக் கூடத்திலுமிருந்து தேர்ந்தெடுத்த இத்தகைய உதாரணங்கள் பலவற்றைக் குறிப்பிடுக. மூன்று, நான்கு, அல்லது பல விசைகளுடன் கூடிய சந்தர்ப்பங்களையும் நீங்கள் எதிர்நோக்கலாம். இவற்றுட்கில இழுப்புக்களும் வலையை தள்ளுகைகளும் ஆகும். இவ்வுதாரணங்களில் புவியின் இழுப்பு பொதுவாக ஒரு விசையாக இருக்கும்.

மூன்று விசைகள் மட்டும் தாக்கும் வகைகளைப் படங்களாற் குறித்துக் கொள்க. இங்கு விசைகளை அம்புத்தலை களுடன் கூடிய நோகோடுகளால் திசையிலும் போக்கிலும் காட்டுக. அவை தம்மிடையே ஆக்கும் கோணங்களுக்கு ஊசிக்கக்கூடிய அண்ணளவுப் பெறுமதிகளால் அவற்றின் தொடர்புத் தானங்களைக் குறிக்கலாம்.

பயிற்சி 1. ஒரு தடி, அல்லது மரச்சட்டத்தின் ஒரு நுனியில் ஓர் இழையைக் கட்டி, இழையை இழுப்பதன் மூலம் தடியை அது கிடக்கின்ற நிலத்திலிருந்து உயர்த்துக. தடியானது நிலத்துடன் சாய்ந்து சமநிலையிலிருக்கும் போது அதன்மீது தாக்கும் விசைகளைக் குறிக்க ஒரு வரிப்படம் வரைக.

2. யாதாயினுமொரு மரத் துண்டில் இறுக்கிய ஆணிகளில் இரு நற்பர்க் கிலங்களைக் கட்டி, அதனை நற்பர்க் கிலங்களால் உயர்த்தப் பார்க்க. நிலைக்குத்துடன் நற்பர்க் கிலங்கள் சாய்ந்துள்ள கோணங்களைக் குறித்துக் கொள்க. நற்பர்க் கிலங்களின் திசைகளைப் பல்வேறு அளவுகளால் மாற்றி, அவை நிலைக்குத்துடன் ஆக்கும் கோணங்களையும் அவை ஆளாகும் நீட்சிகளையும் உமது நண்பரொருவரைக் கொண்டு அளக்க. இவை யாவற்றையும் தனித்தனிப் படங்களாற் குறிப்பிடுக.

மூன்று விசைகளின் சமநிலை

மூவிசைகள் தாக்கும் ஒரு பொருள் சமநிலையில் இருக்கக் கூடுமென இப்பரிசீலனைகளின்மீறும் காண்கிறோம். இவ்விடத்து விசைகளிடையே குறிப்பிட்ட தொடர்பேதும் உள்ளதா? இரு விசைகள் ஒரு பொருளைச் சமநிலையிற் பேணும் போது, இவ்விசைகளிடையே ஒருவிதத் தொடர்பு உண்டெனவும் சமநிலை இல்லாதபோது விசைகளிடையே அத்தகைய தொடர்பேதும் இல்லையெனவும் கண்டோம். மூன்று விசைகள் ஒரு பொருளைச் சமநிலையிற் பேணும் சந்தர்ப்பத்திலும் இவ்விசைகளிடையே ஒருவகைத் தொடர்பு உண்டெனத் தேர்ந்துகிறது. இத்தொடர்பைக் கண்டுபிடிக்க முற்படுவோம்.

மூன்றர் இரு விசைகளுக்குச் செய்த அதே வழியில் ஓர் இலேசான பொருள் மீது, கடதாசிக் கவ்விகள் இணைக்கப்பட்ட நற்பர்க் கிலங்களால் மூன்று விசைகளைப் பிரயோகிப்போம். அப்பொருள் மிகவும் இலேசானவொரு மரத் துண்டாயிருப்பின், அதன்மீது சிறிய ஊசிகளை இறுக்கி நற்பர்க் கிலங்களைத் தொடுக்கலாம். இங்கேயும், ஓர் இலேசான பொருளைத் தேர்ந்தெடுப்பதால் பொருளின் மீதுள்ள புவியின் இழுப்பைத் தவிர்த்து, பொருளின் சிறிய நிறையை ஒத்தவளவில் பெரிய இழுப்புக்களைப் பிரயோகிக்கின்றோம். முதலாவதாக, விசைகளின் திசைகளையும் அவற்றின் பருமன்களையும் பற்றிய தொடக்க அவதானிப்புக்களை எடுக்கின்றோம். பின்னர் பொருத்தமான அளவீடுகளை எடுக்கலாம்.

செயல். ஒரு நூலைப் பயன்படுத்தி நற்பர்க் கிலமொவ்வொன்றிற்கும் ஒரு கடதாசிக் கவ்வியைக் கட்டி, தேவையான பொருள்களைத் தேடிக்கொள்க. இப்பணியில் உமக்கு உதவ ஒரு நண்பனை வைத்துக் கொள்க. (இங்கு உதவி இன்றியமையாததன்று எனினும் பயனுள்ளது.)

மூன்று நற்பர்க் கிலங்களையும் மரத்துண்டுடன் இணைத்து, அவற்றை வெவ்வேறு திசைகளில் இழுக்க. இழுப்புக்களின் திசைகளையும் தானங்களையும் அத்துடன் அவற்றின் பருமன்களையும் மாற்ற என்ன நிகழுமென அவதானிக்க. இரு கிலங்களைப் பிடித்துக் கொண்டு அவற்றை

அதே திசைகளிற் பேண முயலும்போது, உமது நண்பரிடம் அவர் வைத்திருக்கும் கிலத்தைப் புதிய திசைகளிலும் தானைங்களிலும் அசைக்குமாறு கூறுக.

நண்பன் வைத்திருக்கும் மூன்றாவது கிலம் மற்றைய இரண்டும் இருக்கும் தளத்துக்கு வெளியே ஒருபோதும் விழா தென நீங்கள் இருவரும் எளிதாய்க் காண்டீர்கள். ஒரு கிலம் மற்றைய இரண்டினதும் தளத்திற்கு வெளியே ஓர் இடத்தை எடுக்கக் கூடியதாக நீங்கள் செய்ய வேண்டும்.

மூன்று கிலங்களும் என்றும் ஒரு பொதுப் புள்ளியூடாகச் செல்லுமென்னும் உண்மையையும் கண்டு கொள்ளீர்கள். இன்னொரு நண்பன் றப்பர்க் கிலங்களின் திசைகளைக் குறித்தற்கு நூல்களைப் பிடித்து இதனைச் சோதிக்கலாம். ஓர் அட்டைத் தாளுக்குச் சமாந்தரமாக றப்பர்க் கிலங்களை அமைத்து, அவற்றின் திசைகளை அட்டைத் தாளிற் குறித்து, இதனை நன்கு நிறைவேற்றலாம். பின்னர் கோடுகளைக் கீறி அவை ஒரு புள்ளியிற் சந்திக்கின்றனவாவெனப் பார்க்கலாம்.

ஒரு பெரிய, இலேசான பொருளைப் பயன்படுத்தி இவ்வவதானிப்புக்களை மறுபடியும் செய்யு. ஒரு பொதுப் புள்ளியினூடாகச் செல்வதாகத் தோற்றும் திசைகளை இக்கிலங்கள் இன்னும் எடுக்குமா? சிலவேளைகளில் இழுப்புக்கள் சமாந்தரமாக இருக்கையில் பொருள் சமநிலையில் இருக்குமென நீங்கள் காணக்கூறும். இப்போது கூட அவை அதே தளத்தில் இருப்பதாகத் தோற்றும். இவ்வுண்மைகள் முதற் சோதனையில் அவதானிக்கப்பட்டு, றப்பர்க் கிலங்களின் திசைகளையும் தானங்களையும் பின்வா மாற்றிநலால் உறுதிப்படுத்தப் படுகின்றன.

நீங்கள் வெளிக்கொணரும் இவ்வுண்மைகள் சுவை மிக்கவை. பெறப்படும் அவதானிப்புக்கள் நம்பத் தகுந்தவையாக இருக்குமாறு செய்ய மறுபடியும் செய்யப்படுகின்றன.

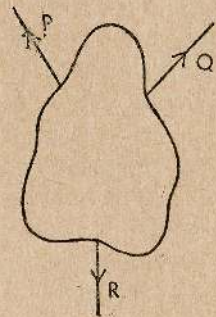
சமநிலையிலுள்ள மூன்று விசைகளின் தாக்கக் கோடுகள் ஒரே தளத்தில் உள்ளன

எமது அவதானிப்புக்கள் மிகவும் வரையறுத்த முடிபுகளுக்கு எம்மை இட்டுச் செல்லும். ஒரு பொருள் மீது தாக்கும் மூன்று விசைகள் அதனைச் சமநிலையிற் பேணின், அவற்றின்

தாக்கக் கோடுகள் ஒரே தளத்திலுள்ளன என்பதே அவை பற்றி நாம் அறியும் முதல் முடிபாகும். இரண்டாவதாக, இக்கோடுகள், ஒரு பொதுப் புள்ளியிற் சந்திக்கின்றன, அல்லது தமக்கிடையே சமாந்தரமாக உள்ளன வெனக் காண்கிறோம். மூன்றாவதாக, அவை சமாந்தரமாக இல்லாதபோது அவற்றில் எவையேனும் இரண்டிற்கிடையேயான கோணங்கள் சமமாயிராவெனக் காண்கிறோம். மேலும், விசைகளின் பருமன்களிலே கோணங்களின் பெறுமதிகள் தங்கக் காணப்படும். இக்கூட்டத்தில் விசைகளின் பருமன்கள் கோணங்களுடன் தொடர்புபட்டுள்ளனவாவெனப் பரிசீலிக்காமல் விடுவோம்.

இப்பரிசோதனையில் நீங்கள் பெற்ற தகவல்கள் பூரணமானவையல்ல. விசைகள் பற்றி நீங்கள் பெறக் கூடியதாக இருந்த தகவல்கள் அனைத்தையும் தரும் அளவீடுகளைப் பதிதல் பயன் தரத்தக்கது. றப்பர்க் கிலங்களை P, Q, R எனக் குறிக்க. இப்போது ஒவ்வொன்றினதும் நீளத்தை அளக்க. அடுத்ததாக ஒவ்வொன்றையும் சமநிலையை ஆக்குமாறு இழுத்து அவற்றின் நீட்சிகளை அளக்க. P யிற்கும் Q விற்கும், Q விற்கும் R இற்கும், R இற்கும் P யிற்குமிடையேயான கோணங்களை அளக்க; இங்கு, எதிர்க் கோணங்களை முறையே P, Q, R எனப் பெயரிடுக.

விசைகளை ஒரே அலகில் எடுத்ததரத்தலும் அவசியம். கிலம் P ஆனது 1 சமீ. ஆல் ஈர்க்கப்படும்போது அது உஞ்றும் விசையே அவ்வலகாகுக. Q, R இரண்டும் உஞ்றும் விசைகளை அதே அலகிற் காண்பதற்கு மேலும் சில அளவீடுகள் வேண்டப்படும்.



படம் 1.9

இரு விசைகள் சம நிலையில் இருக்கும் போது அவை பருமலிற் சமமென நாம் அறிவோம்.

மேலே அளந்த பெறுமதிகள் ஒவ்வொன்றும் Q வை நீட்டுப்போது அது உருற்றும் விசையை நாம் காணவேண்டும். சமநிலைமை ஆக்குதற்கு P உருற்றும் விசைக்கு எதிரே இவ்விசையைப் பிரயோகித்து, P யின் ஒத்த நீட்சியை சமீ. இல் அளப்போம். பின்னர் விசையை எமது எதேச்சை அலகில் எடுத்துரைப்போம். உதாரணமாக, Q வின் ஓர் அளந்த நீட்சி 3.5 சமீ. எனின், P, Q இரண்டையும் கடதாசிக் கவ்விகளால் தொடுத்து, Q வை 3.5 சமீ. ஆல் நீட்டிக் கிலங்களை இழுத்து வைத்திருக்கலாம். பின்னர் P யின் நீட்சியை அளப்போம். இது 2.5 சமீ. எனின், Q உருற்றும் விசை 2.5 அலகாகும்.

ஐந்து, அல்லது ஆறு கூட்டம் அளவீடுகளைப் பெற்றதும், ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் P, Q, R ஆவிய மூன்று விசைகளையும் குறிக்கப் படங்கள் வரைக. விசைகளினதும் கோணங்களினதும் பருமன்களைப் படங்களிற் குறிக்க.

சமநிலையிலுள்ள மூன்று விசைகள் பற்றித் தொடக்க முறையாய்ப் பரிசீலித்ததும் ஒரு பொருளின் சமநிலை பற்றிய மற்றைய வகைகளையும் பரிசீலிக்க நீங்கள் இயல்பாக விரும்புவீர்கள். நான்கு, ஐந்து, விசைகள் ஒரு பொருளைச் சமநிலையிற் பேணுதல் கூடுமா? கூடுமெனின், அத்தகைய தொகுதிகள் மூன்று விசைகள் பற்றிய சந்தர்ப்பத்திற் போன்று அமைந்து கொள்ளுமா? உதாரணமாக, அவற்றின் தாக்கக் கோடுகள் ஒரே தளத்தில் இருக்குமா? இக்கோடுகள் ஒரு பொதுப் புள்ளியுடாகச் செல்லுமா? நீங்கள் இக்கேள்விகளை வெவ்வேறு வழிகளிற் கேட்கலாம். 2, 3, 4 அல்லது அதற்குக் கூடிய விசைகள் சமநிலையிலிருத்தல் பற்றிய எல்லா வகைகளுக்கும் பிரயோகிக்கத்தக்கதான விதித் தொடை எதுவும் உள்ளதா? இது மிகவும் பயன்படத்தக்கதாக அமையும் என்பதற் சந்தேகமில்லை. இவைபற்றி உயர்ந்த அளவிற பின்னர் பரிசீலிப்போம்.

சமநிலையிலுள்ள மூன்று விசைகள் சமாந்தரமாக இருக்கலாம்

ஓர் இலேசான பொருள் மீது தாக்கும் மூன்று விசைகள் பற்றி நாம் பரிசீலிக்க ஆரம்பித்த போது, விசைகளின் தாக்கக் கோடுகள் சமாந்தரமாக இருப்பின், பொருள் சமநிலை

யில் இருக்கக்கூடுமெனக் கண்டோம். இத்தகைய விசைத் தொகுதிகள் பற்றி இப்போது மேலும் பரிசீலிப்போம். சமாந்தரமாகவில்லாத கோடுகள் வழியே விசைகள் தாக்கும் வகையையொத்த ஒரு பரிசோதனையைத் திட்டமிடுவோம். நாம் ஓர் இலேசான பொருளை (இது ஓர் அடி நீளமுள்ள மரக் கிலமாக இருத்தல் கூடும்) பயன்படுத்தி, றப்பார்க் கிலங்களைக் கொண்டு அதன் மீது மூன்று விசைகளைப் பிரயோகிக்க. இக்கிலங்களை P, Q, R எனக் குறிப்பிடுக. இவை, ஒரே நீளமுள்ளனவும் ஒரே நீளக் கிலத்திலிருந்து வெட்டப்பட்டனவுமான மூன்று றப்பார்க் கிலங்கள். றப்பார்க் கிலங்கள் எப்பொழுதும் தமக்கிடையே சமாந்தரமாயிருக்க அவற்றை இழுக்கும் (அதே) வேளையில் பொருளைச் சமநிலையிற் பேணவேண்டியதே எமது செயன்முறையாகும். (இப்பணியில் உங்களுக்கு உதவ ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நண்பர்கள் தேவைப்படுவர்.) ஒவ்வொரு றப்பார்க் கிலத்தினதும் நீட்சிகளை நீங்கள் அளக்க வேண்டும். கிலங்கள் சமாந்தரமானவையா என்பதைச் சோதிப்பது எங்ஙனம்?

ஒரு கடதாசியிலே சமாந்தரக் கோடுகளை வரைந்தமை உங்களுக்கு நினைவிருக்கிறதா? ஒரு மூலமட்டத்தையும் நேர்விளிம்பையும், பயன்படுத்தி இதனை விரைவாகச் செய்யலாம். கையால் அழுத்திப் பிடித்துள்ள அடிமட்டத்தின் வழியாக மூலமட்டத்தை நகர்த்துக. இதே போன்றவொரு முறையால் றப்பார்க் கிலங்களின் திசைகளை நீங்கள் சரிபார்க்கலாம். கோடிட்ட தாள்களில் அல்லது வரைபுத்தாள்களிலுள்ள கோடுகளைப் பயன்படுத்தல் இன்னும் எனினு. றப்பார்க் கிலங்கள் நிலையாயிருக்க, ஓர் உதவியாளன் றப்பார்க் கிலங்களுக்குப் பின் புறமாக ஒரு கோடிட்ட தாளை வைத்துக்கொள்ளலாம். றப்பார்க் கிலங்களைப் பிடித்துக்கொண்டு இருப்பவர்கள் தமது ஆற்றலால் கோடுகளுக்குச் சமாந்தரமாகக் கிலங்களை வைத்துக் கொள்ளலாம். வரைபுத் தாள் பயன்படுத்தப்படின, கடதாசியிலுள்ள பிரிவுகளைக் கொண்டு றப்பார்க் கிலங்களின் ஈர்த்த நீளங்களை அளக்கலாம். வரைபுத் தாளை ஓர் அட்டைத்தாள் துண்டில் ஊசியாற் குத்தியோ பொருத்தாணியாற் பொருத்தியோ பயன்படுத்தல் நன்று.

மூன்று கிலங்களும் உருற்றும் விசைகளை ஒரே எதேச்சை அலகில் எடுத்துரைத்தல்

அடுத்த கட்டமாகும். முன்னர்ப்போல, கீலம் P யிலுள்ள 1 சமீ. நீட்சி எமது விசையலகை வரையறுக்க. Q, R என்பவற்றின் நீட்சிகளை இவ்வலகுகளுக்கு மாற்றுவது எளிதாகும். மேலும், நாம் Q (அத்துடன் R) இற்கு அளக்கும் ஒவ்வொரு நீட்சியுடனும் Q (அல்லது R) தரும் அதே இழுப்பைத் தருகின்ற P யின் நீட்சியைக் காணலாம். இப்போது அளந்துள்ள பெறுமதிகள் அனைத்தும் ஒரே எதேச்சை அலகில் அளக்கப்பட்டுள்ளன.

நாம் றப்பர்க் கீலங்களைச் சமாந்தரமாகப் பேணினோம். அதாவது, அவை உஞற்றும் இழுப்புக்களும் சமாந்தரமாகும். இவ்விசைகள் ஒரே போக்கில் உள்ளனவா? பொருள் சமநிலையில் இருக்க வேண்டின், ஒரு விசை மற்றைய இரண்டிற்கும் எதிர்ப் போக்கில் அமைய வேண்டுமெனத் தீர்மானிப்பது கடின மாயிராது. இவ்வுண்மையை ஞாபகத்தில் வைத்திருக்க வேண்டும். விசைகள் தாக்கும் போக்கிற்குத்தக அவை நேரோ (+) மறையோ (-) எனக் கருதுதலே இதற்குச் சிறந்த வழி. நேர்ப் போக்கை வரையறுத்து, அதனைக் குறிக்க. இங்கு நீங்கள் தனி விசையின் விசை + எனத் தீர்மானிக்கிறீர்கள். நீங்கள் அளக்கும் ஒவ்வொரு நீட்சிக்கு முன்னாலும் + அல்லது - குறி இடப்படும்.

பரிசோதனை. மேலே குறிப்பிடவாறு அளவீடுகளை எடுத்து, அவற்றை ஓர் அட்டவணை வடிவிற்பதிக. இப்போது உங்கள் அட்டவணையில் மேலும் இரு கோடுகள் சேர்த்து, Q, R இரண்டும் உஞற்றும் விசைகளின் பெறுமதிகளைக் காட்டுக. P உஞற்றும் இழுப்புக்களை அளக்கும் அதே எதேச்சை அலகில் இப்பேறுகளும் இருத்தல் வேண்டும்.

மாற்றிய பெறுமதிகளை இப்போது பரிசீலிப்போம். மூன்று விசைகளினதும் பருமன்களிடையே தொடர்புகள் எவையேனும் உள்ளனவாவென நாம் எதிர்பார்க்கிறோம். அவற்றைச் சமாந்தரமாக ஒழுங்கு செய்துள்ளமையால் அவை சமாந்தரமென நாம் அறிவோம். அவற்றின் போக்கையும் அறிவோம். போக்குக்களை +, - என்பவற்றை குறித்துள்ளோம். இங்கு பருமன்கள் பெறப்பட்டுள்ளன; இவை பரிசீலிக்கப்பட வேண்டியுள்ளன. இரு விசை

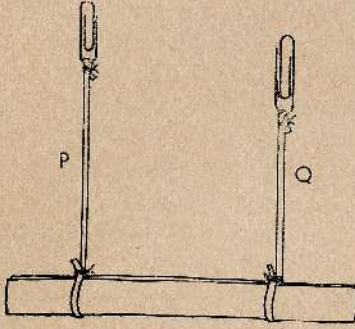
கள் மூன்றாவதற்கு எதிர்ப் போக்கிலுள்ளன என்னும் உண்மை அவை இரண்டும் மூன்றுவதைச் சமநிலைப்படுத்தக்கூடியவையாக உள்ளன எனக் கருதுகின்றது. இவை இரண்டினதும் கூட்டுத்தொகை மூன்றாவதற்குச் சமமும் எதிருமாகுமா என இது கருதுகின்றதா? பரிசோதனை முடிபுகளைப் பயன்படுத்தி இவ்வுகம் சரியானதாவெனப் பார்ப்போம்.

ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் மறை விசைகளின் கூட்டுத்தொகை மூன்றும் விசையுடன் ஒப்பிடப்படுகின்றது. மூன்று விசைகளையும் அவற்றிற்குரிய சரியான குறிகளுடன் கூட்டி இதனை நன்கு நிறைவேற்றலாம். அதாவது, மூன்று விசைகளினதும் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகையைக் கண்டு பெறுமதிகளின் ஒரே அட்டவணையில் இக்கூட்டுத்தொகைகளைப் பதிக்கின்றோம். பின்னர் இப்பெறுமதிகள் உண்மைப் பெறுமதிகளுடன் ஒப்பிடப்படுகின்றன. இவற்றின் கூட்டுத்தொகை மிகச் சிறியதெனின், அது ஏறத்தாழப் பூச்சியமெனக் கருதலாம். எமது ஊகம் மெய்யானதும் சரியானதுமாவென இவ்வாறுகச் சோதிப்போம்.

இரு மறை விசைகளின் கூட்டுத்தொகையானது நேர் விசைக்குச் சமமென்னும் முடிபுக்கு உமது பேறுகள் உம்மைப் பொதுவாக இட்டுச்செல்லும்.

புறக்கணிக்கத்தகாத நிறையுள்ளவொரு பொருளிற்கு மேற்கூறிய தற்காலிகத் தொடர்பு உண்மையானதாவெனச் சோதிப்பதற்கு இக்கட்டத்தில் ஒரு பரிசோதனையை உருவாக்குவது பொருத்தமாகும். நிலைக்குத்தகப் பேணப்படும் இரு றப்பர்க் கீலங்களால் ஒரு பொருள் தாங்கப்படுமாறு ஒழுங்குபடுத்தி, கீலங்களின் நிறைகளின் கூட்டுத்தொகையானது பொருளின் நிறைக்குச் சமமாவெனப் பரிசீலிப்போம். இக்கீலங்களில் ஒன்று மற்றையதனால் உஞற்றப்படும் விசைகளை அளத்தற்கு நியமமாகப் பயன்படுகிறது. அலகு விசையை முன்னர்ப் போன்று வரையறுப்போம். இதே கீலத்தை மட்டும் பயன்படுத்திப் பொருளின் நிறையையும் அளக்கலாம். இவ்வாறுக அளவீடுகள் யாவும் ஒரே றப்பர்க் கீலத்தின் நீட்சிகளாக எடுத்துரைக்கப்படுகின்றன.

றப்பர்க் கிலங்களை ஒரு மரக் கோலுடன் நூலால் இணைக்க; இங்கு மேல் நூலிகளிறு கட்டப் பெற்ற கடதாசிக் கவ்விகளைக்கொண்டு கிலங்களைத் தாங்கிக் கொள்க. றப்பர்க் கிலங்களை நிலைக்குத்தாகப் பேணுதல் மிகவும்



படம் 1.10

முக்கியமாகும். கோலானது கிடையாகவோ கிடையுடன் ஒரு கோணத்திற் சாய்ந்துள்ள தாகவோ இருக்கலாம்.

கோலின் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் றப்பர்க் கிலங்களை இணைத்து அளவீடுகளை மறுபடியும் எடுக்கலாம்.

(இச்செயலைச் செய்யும் போது கோலின் புவியீர்ப்பு மையத்தை அறிந்திருத்தல் அவசியம். இக்கோலை ஒரு கூரான விளிம்பிற் சமன்செய்தோ, கோல் கிடையாக இருக்குமாறு அதனை ஒரு நூலிலே தொங்க விட்டோ பு.மெ. ஐக் காணலாம்.) மேன் முக விசைகள் இரண்டும் கோலினது புவியீர்ப்பு மையத்தின் எதிர்ப் பக்கங்களிலே என்றும் தாக்குமென அவதானிப்பீர்கள்.

இவ்விரு விசைகளினதும் கூட்டுத்தொகையானது (ஒரே அலகில்) கோலின் நிறைக்குச் சமமென்றும் இரண்டாம் உண்மையையும் இங்கு அறிந்து கொள்வீர்கள். புவியீர்ப்பு மையத்திலிருந்து விசைகளின் தூரங்கள் விசைகளின் பருமன்களிடையேயான விசுத்தின் நேர்மாறுகத் தோற்றுக்கின்றன என்பது இங்கு அறிந்து கொள்ளப்படும் மூன்றாம் உண்மையாகும்.

[பின்னர் பள்ளிக்கூடத்தில் இரு விற்றராசகளைப் பயன்படுத்தி அளவீடுகளை மீண்டும் எடுக்கலாம். இங்கு விற்றராசகளையும்

தத்தமக்கெதிராகச் சோதிப்பது அவசியம். அவற்றின் கொளுக்கிகளை ஒருமிக்க இணைத்து வெளிப்புறமாக இழுக்க. அப்போது இரு விற்றர்களும் ஒரே அளவால் நீளமா? இழுப்புக்களை அதிகரித்து இதேவிதமாகச் சோதிக்க.]

சமநிலையிலுள்ள சமாந்தர விசைகளின் தொடர்பு பற்றிய எமது முடிபுகள் பெரிதும் இலகுவானவை. அவையாவன: (1) நிகர்த்த (அ - து. ஒரே போக்கிலுள்ள) இரு விசைகளின் கூட்டுத்தொகையானது பருமனில் ஆனால் எதிர்ப் போக்கில் மூன்றாம் விசைக்குச் சமம். இவ்விரு விசைகளினதும் தாக்கக் கோடுகள் மற்றைய விசையின் தாக்கக் கோட்டிலிருந்து இருக்கும் தூரங்கள் இவ்விசைகளின் பருமன்களுக்கு நேர்மாறு விசுத்த சமம். இத்தொடர்புகளை நோக்கும்போது சமாந்தரமாயுள்ள விசைகளைக் கூட்டுவது சாத்தியமா என்பதுபற்றி நீங்கள் சிந்திக்கத் தொடங்குவதில்லையா? ஒரு கடதாசிக் கவ்வியுடன் இரு றப்பர்க் கிலங்களை இணைத்து, இதே கடதாசிக் கவ்வியுடன் இணைக்கப்பட்ட இன்னொரு கிலத்தால் அவற்றை இழுப்பின், இரு கிலங்களும் ஒன்றுசேர்ந்து உன்றும் விசையானது ஒவ்வொன்றும் புறம்பாக உன்றும் இழுப்புக்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமென நாம் எண்ண இடமுண்டு. அவை இரண்டும் தனிக் கிலத்திலே புறம்பாக உண்டாக்கும் நீட்சியை அளந்து, இந்நீட்சிகளின் கூட்டுத்தொகையை அவையிரண்டும் ஒன்றுசேர்ந்து உண்டாக்கும் நீட்சியுடன் ஒப்பிட்டு மேற்கூறியது சரியாவெனச் சோதிக்கலாம்.

எனினும், ஒரே நேர்கோடு வழியாய்த் தாக்குகின்ற இரு விசைகளைக் கூட்டிப் பெறப்படும் முடிபுக்கும் இரு சமாந்தர விசைகளைக் கூட்டிப் பெறப்படும் முடிபுக்கும்மையே ஒரு பெரிய வேறுபாடு உண்டு. இரு விசைகள் சமாந்தரமாய் ஒரே போக்கிலே தாக்கும்போது, அவற்றை இரு விசைகளினதும் கூட்டுத்தொகையைப் பருமன்கைக் கொண்ட ஒரு தனிவிசையாற் பிரதியிடலாம்; ஆனால், இத்தனி விசையானது இரு விசைகளுக்கும்மையே சரியான நிலையிலே தாக்கிலொழிய, அவ்விரு விசைகளும் தாக்கும் பொருளின் சமநிலையைக் குழப்பாமல் அவற்றால் தனி விசையைப் பிரதியிடமுடியாது. அதாவது, தனி

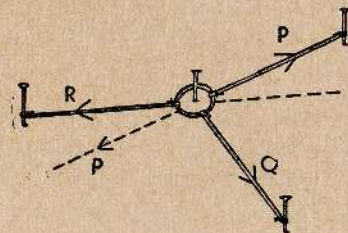
விசை பிரதியிடும் இரு விசைகளினதும் அதே தேவையைத் தனி விசை பூர்த்தி செய்தாலொழிய, சமாந்தர விசைகளின் பருமன்களைக் கூட்டிப் பெறப்படும் முடிபிற கருத்தேதும் இராது. மேற்கூறிய நிபந்தனைகளைப் பூர்த்தி செய்யும் இத்தனி விசையானது இரு விசைகளினதும் விளையுள் எனப்படும்.

இரு விசைகளும் மூன்றாம் விசையுடன் சமநிலையில் இருந்தவிடத்து இப்போது அவற்றின் விளையுள் அதே மூன்றாம் விசையுடன் சமநிலையில் இருக்குமென்பதை இரு சமாந்தர விசைகளினதும் விளையுள் பூர்த்தி செய்ய வேண்டும் என்பதை அச்சோதனையாகும். (நாம் தொடர்ந்து படிக்கும் போது விளையுள் என்னும் சொல் வெவ்வேறு கருத்துப் படலாம்.) எவையேனும் இரு நிகர்த்த சமாந்தர விசைகளுக்கு ஒரு விளையுள் உண்டா என்னும் வினா எழுகின்றது. உதாரணமாக, பல சமாந்தர விசைகள் தாக்கும் கோல் போன்றவொரு பொருளை நாம் கருதலாம். இத்தொகுதியிலிருந்து எவையேனும் இரு நிகர்த்த சமாந்தர விசைகளை எடுப்பின், அவற்றை ஒரு தனிச் சமாந்தர விசையாற் பிரதியிடலாகாதா? இத்தனை ஒரு பரிசோதனையாற் பரிசீலிக்கலாம்.

பரிசோதனை. முன்னைய பரிசோதனையிற் பயன்படுத்திய அதே கோலை இங்கும் ஒழுங்கு செய்க. ஆனால், கோலைத் தாங்க மூன்று அல்லது நான்கு றப்பர்க்கீலங்களைப் பயன்படுத்துக. இப்போது, நாம் கண்டுபிடித்த விதிகளால் 'அவ்விசைகளில் எவையேனும் இரண்டின் விளையுளைக் காண்க, இவ்விளையுள் தாக்க வேண்டிய புள்ளியில் ஒரு விசையைப் பிரயோகித்து, அகற்றப்படும் இரண்டினதும் கூட்டுத்தொகையாகிய ஒரு விசையை அது உண்டாக்குகிறதாவெனச் சோதிக்க. தனி விசை பிரயோகிக்கப்படும் போது கோல் சமநிலையிலே இருக்கக் காணப்பட வேண்டும்.

நாம் இரு சமாந்தர விசைகளின் விளையுளை வரையறுத்து, அதன் பருமன், திசை, தானம் என்பவற்றைக் காண முற்பட்டோம். விளையுளின் பருமன் இரு சமாந்தர விசைகளினதும் கூட்டுத்தொகையாகும். சமாந்தர மல்லாத இரு விசைகளினது விளையுளின்

பருமன் என்னவாக இருக்கும்? நாம் எமது வரைவிலக்கணத்தை இச்சந்தர்ப்பத்திற்கும் விரிவுபடுத்தலாமா? ஒரு வரையறு எழுவிசைகள் தாக்கி அதனைச் சமநிலையிற் பேணுமாறு ஒழுங்குபடுத்திய பரிசோதனையை இங்கு நீண்டுகூர்வோம். இவ்விரு விசைகளினது இடத்தை ஒரு தனி விசை எடுக்கும் போது, அதுவும் வரையறுத்த சமநிலையிற் பேணுமாயின் அத்தனி விசையை நாம் காணக் கூடுமா? இங்கு அவ்விசையைச் சோதனையாற் காண்பது கடினமன்றெனத் தோற்றுகிறது. மூன்றாம் விசைக்குச் சமனானதும் எதிரானதும் அதன் கோட்டிலே தாக்குநின்றதுமான ஒரு தனி விசையைப் பிரயோகிப்பின், வரையறு சமநிலையில் இருக்கும். இத்தனி விசை அவ்விரு சமாந்தரமல்லாத விசைகளினதும் விளையுளாகுக. இங்கு விளையுளின் பருமன் இரு விசைகளினதும் கூட்டுத்தொகையன்றெனக் காண்கிறோம். அதன் தாக்கக் கோற் அவ்விரு விசைகளினையே அவற்றிற் பெரியதற்கு அண்மையில் உள்ளது (படம் 1.11).

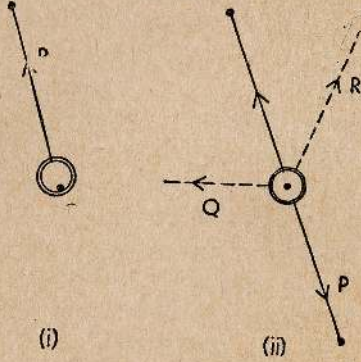


படம் 1.11

ஒரு புள்ளியிலே தாக்கும் இரு விசைகள் சம பருமன் உடையவையாய் ஒரே கோட்டின் வழியே எதிர்ப் போக்கில் தாக்கும்போது சமநிலையை ஏற்படுத்தும். அவை சமமற்றனவாய் ஒன்றுக்கொன்று சரிந்துள்ளபோது, சரியான பருமனும் திசையும் கொண்டவொரு மூன்றாம் விசையைப் பிரயோகிப்பின் மட்டும் அவை சமநிலையை ஏற்படுத்தக் கூடும். படம் 1.11 இலே நாம் P, Q ஆகிய விசைகளுடன் ஆரம்பித்ததாகக் கொள்வோம். எனின், P, Q, R ஆகிய மூன்று விசைகளும் வரையறு தாக்கும் போது அதனைச் சமநிலையிற் பேணும் விசை R ஐ முயல்வுவழு முறையாற் காண்போம். இப்போது R இற்குச் சமனும் எதிருமாய் R இன் அதே கோட்டிலே தாக்கும் விசைபற்றிக் கருதின, இது P, Q

இரண்டினதும் விளையுள்ளவைகளைக் காண்போம். அதாவது, இப்பரிசோதனை முறையைப் பயன்படுத்தி எவையேனும் இரு விசைகளை ஒரு தனி விசையாற் பிரதியிடலாம்.

அவ்வளையத்தை P என்னும் ஒரு விசையால் மட்டும் இழுப்பதாகக் கருதுக. P யை வேறொரு விசைகளாற் பிரதியிடுதல் சாத்தியமற்றதா? நாம் இரு விசைகளுடன் ஆரம்பித்து அவற்றை ஒரு தனி விசையாற் பிரதி



படம் 1.12

யிட்ட வகைக்கு இது மறுதலையாகும். இதே வழியிற் சென்று, இதே கோட்டில் ஆனால் எதிர்ப் போக்கில் ஒரு விசை P யை முதலிற் புகுத்தி, எமக்குத் தெரிந்த இழுப்புக்களால் வளையத்தைச் சமநிலையிற் பேணலாம். இப்போது P யைப் பிரதியிடுதற்கு எந்தத் திசையிலும் ஒரு விசை Q வைப் புகுத்துவோம். புகுத்தும் போது வளையத்தின் சமநிலை குழம்பும். சமநிலையை ஏற்படுத்த, சரியான பருமன் கொண்டவொரு விசை R ஐச் சரியான திசையிலே புகுத்துவோம். இதனை முயல்வதற்கு முறையாற் செய்யலாம். நாம் விசை Q வைப் புகுத்திய போது சோதனையெதனையும் செய்வது அவசியமற்று இருந்ததெனக் காண்கிறோம். ஆனால் Q வைப் புகுத்தியதும் சரியான மூன்றாம் விசை R ஐக் காண்பது அவசியமாயிற்று. Q, R இரண்டும் P யின் கூறுகளெனக் கூறுகிறோம். பல்வழிகளில் யாதாயினுமொன்றில் (பருமன், அல்லது திசை, அல்லது இரண்டும் மாற) Q வுடன் ஆரம்பிக்கலாமாதலால், P யிற்குப் பல சோடி கூறுகள் உண்டு.

கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக உள்ள ஒரு சிறப்பு வகை உண்டு. அதாவது,

நாம் விரும்பிய பெறுமதியெதனையும் Q விற்குக் கொடுத்து (படம் 1.12) ஆரம்பிக்க முடியாது; எனினில், பின்னர் R ஐ Q விற்குச் செங்குத்தாகக் கிடைக்க இயலாது. படம் 1.12 இலுள்ள ஒழுங்கைக் கொண்டு இதனைச் செய்ய முயலுவோமாயின் தவறாவோம். மறுசார் நாம் Q வின் திசையை மட்டும் நீடிப்படுத்தி அதன் பருமனை மாற்றக் கூடியவர்களாக இருப்பின், Q விற்குச் செங்குத்தான திசையிலே R தாக்குமாறு செய்யலாம்; அத்துடன் Q, R இரண்டினதும் பருமன்களை ஏற்றவாறு மாற்றி, வளையமானது நடு ஆணியைத் தொடாதவாறு சமநிலையில் இருக்கும் வண்ணம் செய்யலாம்.

செயல். வளையத்தையும் ஒரு நம்பர்ப் பட்டை P யையும் படம் 1.12 (i) இலுள்ளவாறு ஒழுங்கு செய்க; இங்கு நம்பர்ப் பட்டையின் புற நுனியை ஒரு நிலைத்த ஆணியுடன் இணைத்தல் வேண்டும். இப்போது இன்னொரு நம்பர்ப் பட்டை Q வை வளையத்துடனும் ஒரு நிலைத்த ஆணியுடனும் இணைக்க. விசை Q வின் பருமனும் திசையும் மாறாமலுள்ளன. இன்னொரு நம்பர்ப் பட்டை R ஐ வளையத்துடன் இணைத்து, R ஐ அதன் திசையானது Q விற்குச் செங்குத்தாக இருக்க இழுத்து வளையத்தை விடுவிக்க முயல்க.

இதில் வெற்றியடைந்தீர்களா?

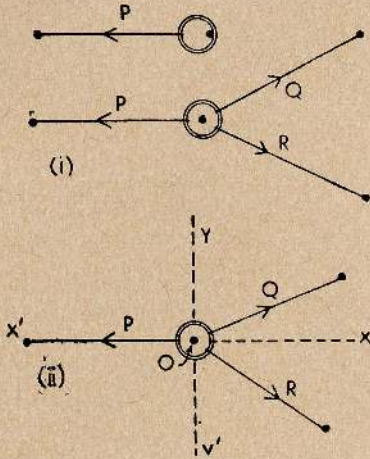
இப்போது ஆணியிலிருந்து Q வை விடுவிக்க; ஆனால், அதனை அதே கோட்டில் இழுத்து வைத்திருக்க வேண்டும். பின்னர், Q, R இரண்டும் செங்கோணங்களில் இருக்க அவற்றைச் செய்பாடுசெய்க.

இப்போது வளையத்தை விடுவித்து அதனைச் சமநிலையிற் பேண உங்களால் முடிகின்றதா?

பயிற்சி. படம் 1.13 இற் காட்டியவாறு ஒரு மரப் பலகையில் இறுக்கிய ஓர் ஆணிக் கெதிரோ ஓர் இலையான பிளவு வளையம் ஓர் சர்த்த நுடங்கக் கீழ்த்தால் தாங்கப் படுமாறு ஒழுங்கு படுத்துக. இக்கேள், வேண்டிய விசை P யைப் பிரயோகிக்கின்றது. (ரன்னதாக்கவே ஐந்து அல்லது ஆறு நம்பர்ப் பலகைகளைத் தயாரித்து வைத்திருத்தல் வலியானது. நம்பர்ப்

கீலத்தின் ஒவ்வொரு நுனியிலும் சிறிய கட்சாசிக் கவ்வினை நூலாற் கட்டுதலால் இணைத்து இதனைச் செய்யலாம்.)

இப்போது றப்பர்க் கீலங்களை இணைத்து நீங்கள் விரும்பிய திசைகளிலே Q, R என்னும் இரு இழுப்புக்களைப் பிரயோகித்து, வளையமானது ஆணியினின்றும் விடுவிக்கப்பட்டுத் தன் மையம் ஆணியில்



படம் 1.13

இருக்குமாறு கீலங்கள் ஈர்க்கப்படும் அளவுகளைச் செப்பஞ் செய்க. இப்போது சமநிலையிலிருக்கும் மூன்று விசைகள் கொண்டவொரு தொகுதியை P, Q, R என்பன உருவாக்கும்.

இனி P, Q, R ஆகிய விசைகள் ஒவ்வொன்றையும் நாம் விரும்பிய திசைகளில் அதன் துணித்த பகுதிகளாற் பிரதியிட முயல்வோம். இது கடினமன்று. இதனை நிறைவேற்றியதும், நீங்கள் ஆரம்பித்தபோது உள்ளதிலும் கூடுதலான விசைகள் எஞ்சியிருக்கும். ஆனால், அவை செங்குத்தான இரு திசைகளிலேயே அமையும். இவ்விசைகளை P, Q, R ஆகிய மூவிசைகளில் யாதாயினும் ஒன்றன் தாக்கக் கோடு வழியேயும் அதற்குச் செங்குத்தானவொரு கோடு வழியேயும் துணிக்க விரும்புவதாகக் கொள்வோம். பின்னரும் செங்குத்தான திசைகளில் இரு சோடி விசைகள் இருக்கும். ஒரு சோடி அத்திசைகளில் ஒன்றன் வழியே

தாக்கும். இச்சோடியிலுள்ள விசைகள் ஒரே நேர்கோட்டில் தாக்குவதனால் அதனை ஒரு தனி விசையாற் பிரதியிட முடியும். இக்கூட்டுத்தொகை என்னவாக இருக்கும்? இதே போன்று, இதற்குச் செங்குத்தான திசை வழியே தாக்கும் சோடியையும் ஒரு தனி விசையாற் பிரதியிடலாம். இவ்வாறாக, P, Q, R ஆகிய தொகுதியானது செங்கோணங்களிலுள்ள இரு விசைகளாக ஒடுக்கப்படுகின்றது. P, Q, R ஆகியன வளையத்தைச் சமநிலையிற் பேணுகின்றன. ஆதலால் அவற்றின் துணித்த பகுதிகளால் அவற்றைப் பிரதியிட்ட பின்னரும் வளையம் சமநிலையில் இருக்க வேண்டுமென எதிர்பார்க்கிறோம். ஆனால், மேலே விவாதித்தவாறு, செங்கோணங்களிலுள்ள இரு விசைகள் எஞ்சியுள்ளனவெனக் காண்கிறோம். இவற்றை இணைக்கச் செய்வது எங்ஙனம்? இதற்கான குறிப்பை ஒரு பரிசோதனை தரக்கூடும்.

பரிசோதனை. P யின் தாக்கக் கோடு X'OX உம் இதற்குச் செங்குத்தான கோடு YOY' உம் ஆகுக. இப்போது Q வை வேறிரு றப்பர்க் கீலங்களாற் பிரதியிடுக; Q தாக்கியபோது வளையம் இருந்த சமநிலைத் தானத்திலிருந்து குலையாமற் பேண இக்கீலங்களின் இழுவைகளைச் செப்பஞ்செய்க. OX, OY வழியே இக்கீலங்கள் இருக்குமாறு ஒழுங்குபடுத்துக. இதே மாதிரியாக, OX, OY' வழியே இருக்கும் இரு றப்பர்க் கீலங்களால் R ஐப் பிரதியிடுக.

இனி Q வின் துணித்த பகுதிகளில் ஒன்றை/பகுதிகள் இரண்டையும் மாற்ற முயல்க. வளையம் குலையாமலிருக்கக் காண்பீர்களா? (ஆம்/இல்லை.) X'OX, YOY' வழியே Q (அல்லது R) இன் துணித்த பகுதிகளுக்கு ஒரு சோடி பெறுமதிகளுக்கு மேற்பட்ட பெறுமதிகள் சாத்தியமாகுமா?

இப்போது X'OX வழியேயும் YOY வழியேயும் இரு விசைகள் தாக்குகின்றன. ஆனால், YOY வழியே இரு விசைகளும் எதிர்ப் போக்கில் உள்ளன. OY வழியேயுள்ள கீலத்தை அகற்றுக்க. வளை

யத்துக்கு என்ன நிகழும்? இனி OY' வழியேயான கிலத்தையும் அகற்று. இப்போது வளையத்துக்கு என்ன நிகழும்? இவை இரண்டையும் மீண்டும் அதே இடத்தில் வைத்து P யை அகற்று. வளையத்துக்கு என்ன நிகழும்? OX வழியேயுள்ள விசைகளையும் அகற்று. இப்போது வளையத்துக்கு என்ன நிகழும்?

உமது அவதானிப்புக்களிலிருந்து வரும் முடிபுகள் யாவை? ஒருவேளை முடிபுகள் எவற்றிற்கும் வருமுன், அவதானிப்புக்களின் பொழிப்பொன்று தேவைப்படலாம். இதனைப் பின்வரும் வழியிலும் செய்யலாம் :

1. Q வை OX, OY வழியேயுள்ள துணித்த பகுதிகளாற் பிரதியிடல்.

Q விற்கும் OX இற்கும் இடையேயான கோணம் = ...

OX வழியே றப்பர்க் கிலத்தின் நீளம் (a) = ...

அதன் இயற்கை நீளம் = ...

OY வழியே றப்பர்க் கிலத்தின் நீளம் = ...

அதன் இயற்கை நீளம் = ...

இக்கிலங்களை வேறு அளவுகளால் ஈர்க்கும்போது வளையம் ஆணியினின்றும் விரபட்டுவிடுபடாமல் இருக்கும்.

விசை Q ஆனது X'OX, { ஒரு சோடி }
Y'OY வழியே { பல சோடி }

துணித்த பகுதிகளை உடையது.

2. (R ஐ அதன் துணித்த பகுதிகளாற் பிரதியிடுவதன் விளைவு. மேற்கூறியவை யாவும் Q விற்கு மறுபடியும் செய்யப்படுகின்றன.)

3. (P யை அகற்றல். வளையம் குழம்பும்|குழம்பாது.) வளையத்தை அதன் சமநிலைத் தானத்திற்கு மீண்டும் கொண்டு வர... அகற்ற வேண்டும்.

4. OY வழியேயான துணித்த பகுதியை அகற்றல். வளையம் குழம்பும்|குழம்பாது.

வளையத்தை அதன் நிலைக்கு மீண்டும் கொண்டுவர... அகற்ற வேண்டும்.

முடிபு. செங்கோணங்களிலுள்ள (X'OX, YOY' என்னும்) இரு விசைகள் வழியே தாக்கும் இரு விசைகளின் கீழ், வளையம் சமநிலையில் இருக்கும்போது,

(i) X'OX வழியேயுள்ள விசைகளின் விளைவுள்...

(ii) YOY' வழியேயுள்ள விசைகளின் விளைவுள்...

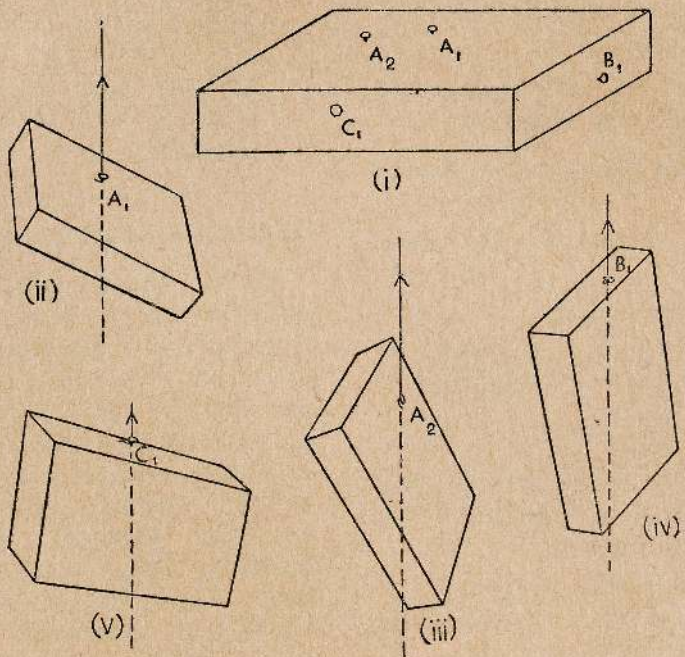
ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகத் தாக்கும் விசைகள் புறம்பாகச் சமநிலையை ஏற்படுத்துகின்றனவெனத் தோற்றுகிறது. இப்பேறு மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. பிரச்சினைகளைப் பாகுபடுத்தி ஆராயும்போது இது பெரிதும் பயன்படும். மேற்கூறிய பேற்றின் மறுதலையைக் கூற முடியுமா?

புவிப்பீர்ப்பு மையம் தொடர்ச்சி

புவியின் இழுப்பும் வேறொரு விசையும் தாக்குகின்றவொரு பொருளின் சமநிலையை நோக்கும்போது இவ்விழுப்பின் (அல்லது பொருளின் நிறையின்) தாக்கக் கோடு இருக்கும் தானம் பற்றி அறிய யாதாயினும் ஒரு வழிவகையைத் தேடினோம். ஓர் அட்டைத்தாள் தண்டின் நிறை தாக்கிய ஒரு நிலைத்த புள்ளியை நாம் கண்டுபிடிக்கக் கூடியதாக இருந்தது. யாதாயினுமொரு மெல்லிய, தட்டைப் பொருள், அல்லது அடருக்கு இம்முறையைப் பயன்படுத்தி அத்தகையவொரு புள்ளியைத் துணிதல் சாத்தியம். இந்நிலைத்த புள்ளியானது அடர் (அதன்மீதுள்ள ஒரு புள்ளியிற் கட்டிய ஒரு நூலால் தொங்க விடப்பட்டு, அல்லது ஒரு பரப்புமீது பாடாய்க் கிடைந்து) எவ்விதமாய்த் தாங்கப்படினும், அதன் நிறை இப்புள்ளியூடாகத் தாக்குமாறு அமைந்திருக்கும். இப்புள்ளியை அபின் புவிப்பீர்ப்புமையம் என அழைத்தோம். யாதாயினுமொரு பொருளின் வடிவம், அல்லது பருமன் எதுவாயினும் சரி, அதற்குப் புவிப்பீர்ப்பு மையம் உண்டா? உதாரணமாக, ஒரு செங்கல், கதிரை, புத்தகம், மேசை, பென்சில், கிறிக் கெற்றுப் பந்து, கிறிக்கெற்றுத் துடுப்பு போன்ற நன்கு தெரிந்த பொருள்களுக்கு அத்தகையவொரு புள்ளியைக் கண்டுபிடிக்க முடியுமா?

எப்பொருளிலும் அத்தகையவொரு புள்ளி உள்ளதெனக் கொண்டு, அதன் நிலையத்தைக் காண முற்படுவோம். முதலில் $8" \times 3" \times 2"$ அளவுள்ள மரத் துண்டு போன்றவொரு செவ்வகத் திண்மத்தை எடுத்து நோக்குக. அப்பொருளை ஒரு நூலிலே தொங்கவிடின், நூல் கீழ்நோக்கி சரக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கற்பனை செய்யும் போது நூல் செல்லத்தக்கதாக அப்பொருளில் யாதாயினுமொரு நிலைத்த புள்ளி உண்டா? அட்டைத்தாள் துண்டுக்கும் நாம் இம்முறையைப் பயன்படுத்தக்கூடியதாக இருந்தது.

அளவு மாற்றுவது அரிதெனக் கொள்வோம். நூலின் மேல் நுனியை ஒரு வலிய தாங்கியிற் கட்டியதும் நூலை ஆணியுடன் இணைக்க, நூலின் திசையை நீட்டக் குண்டு நூலைப் பயன்படுத்த முடியுமா? பொருள் தடிப்பாக இருப்பதனால் குண்டுநூலைச் சரி பிழைபார்க்கத்தக்க அளவிற்குக் கிட்டக் கொண்டு வருதல் சாத்தியமன்று. இதுவே இப்போதுள்ள பிரச்சினை. எனினும், குண்டு நூலைக் கிட்டக் கொண்டுவரும்போது அது பொருளினுள்ளும் அதற்கு வெளியேயும் இருக்கும் தானத்தைக் கற்பனை செய்யலாம்.



படம் 1.14

ஒரு குண்டுநூலைப் பிடித்து இந்நூலின் திசை கீழ்நோக்காய் நீட்டப்பட்டது. அதே செயல் முறையை இங்கும் ஏற்றுக் கொள்ளலாகாதா?

அதுபற்றிச் சிந்திக்கும்போது உடனடியாக ஒரு சிக்கல் ஏற்படுகின்றது. நூலைப் பொருளுடன் கட்டுவது எங்ஙனம்? பொருள் ஒரு மரத் துண்டாக இருப்பதனால், எங்கேயாவது ஒரு சிறிய ஆணியை இறுக்கி நூலை ஆணியிற் கட்டி இதனைச் செய்யலாம். பொருளை இப்படி மாற்றுவது சரியாகச் செய்யத்தக்கதொன்று அன்று; ஆனால் அது பொருளைக் கணிசமான

பரிசோதனை. திண்மத்தின் முகம் கணிலொன்றின்மீது A_1 (படம் 1.14) போன்றவொரு புள்ளியில் ஒரு சிறிய ஆணியை இறுக்குக. இவ்வாணியில் ஓர் இழையைக் கட்டி, பொருளை இழையால் உயர்த்துக. அத்திண்மத்தின் சமநிலைத் தானத்தைக் கவனமாய்க் குறித்து, இழையினதும் பொருளினதும் தானத்தை இயன்ற அளவு திருத்தமாய்க் குறிக்க ஒரு படம் வரைக. (இது படம் 1.14 (ii) இலுள்ளவாறு அடையும்.)

இனி ஆணியை A_2 இலும், பின்னர் B_1, C_1 போன்ற புள்ளிகளிலும் இருக்கி, பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்க.

இப்படங்களிலிருந்து நீங்கள் அறிவது யாது? புவியீர்ப்பு மையத்தின் நிலையம் பற்றி அவற்றிலிருந்து நீங்கள் குறிப்பெதையும் கண்டுகொள்ளக் கூடுமா?

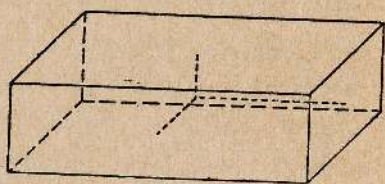
புவியீர்ப்பு மையம் பின்வரும் புள்ளிகளில் யாதாயினுமொன்றாக இருக்குமா :

A_1 ? (ஆம்/இல்லை.)

B_1 ? (ஆம்/இல்லை.)

C_1 ? (ஆம்/இல்லை.)

பொருளின் புவியீர்ப்பு மையம் அதன் உட்புறத்தில் இருப்பதாகத் தோன்றுகிறதா? (ஆம்/இல்லை.) பொருள் எடுப்பதாகத் தோற்றும் சமநிலையின் பல்வேறு தானங்களிலிருந்து, தொங்கற் புள்ளியுடான நிலைக்குத்தில் யாதாயினுமொரு நிலைத்த புள்ளி இருக்கவேண்டுமென நம்புகிறோம். அது திண்மப் பொருளினகத்தில் அமைந்துள்ள



படம் 1.15

மையால் அதன் நிலையத்தைக் காண்பது கடினமாகும். அது பொருளின் ஒவ்வொரு முகத்திலிருந்தும் எவ்வளவு தூரத்தில் உள்ளதென நாம் கூறின, அதனை ஒரு படத்திற்

குறிக்கலாம் (படம் 1.15). அது பெரும்பாலும் ஒவ்வொரு சோடி எதிர் முகங்களுக்கும்மையே சரி நடுவில் இருக்கும். இது ஓர் ஊகமெனினும், நாம் இதுவரை அவதானித்தவை இதனை எடுத்துக் காட்டுகின்றன. எமது ஊகத்தைச் சோதிப்பது எங்ஙனம்?

இதற்கு ஒரு வழி, ஒரு கத்தியோரமீது அப்பொருளைச் சமன்செய்ய முயல்வது. பின்னர் கத்தியோரத்தைத் தொடும் முகமீது ஒரு கோடு இருக்கும். புவியீர்ப்பு மையம் இக்கோட்டிற்கு நிலைக்குத்தாக மேலே இருக்கவேண்டுமாதலால் புவியீர்ப்பு மையத்தின் நிலையத்தைக் காண இக்கோடு உதவும்.

செயல். ஒரு பொருளை ஒரு மேசைக் கத்தியின் விளிம்புமீது, அல்லது இது கடினமெனின், ஒரு கிடை மேசையின் விளிம்புமீது சமன்செய்ய முயல்க. விளிம்புவழியே தொடுகைக் கோட்டை ஒரு பென்சிலால் வரைக. இவ்வகம் பெரும்பாலும் உண்மையானதென உங்கள் அவதானிப்புக்கள் காட்டுகின்றனவா?

பொருள் சமன்செய்யப்படுகின்ற கூரான விளிம்பினை முகமொவ்வொன்றும் தொட, பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்க.

செவ்வக மரக் குற்றியின் புவியீர்ப்புமையம் சோடி எதிர் முகங்களிடையே நடுவழியில் உள்ளதென்னும் எமது ஊகம் மெய்யென நிறுவப்படுகின்றது. இப்பேறு அனேகமாக ஒரு கேத்திரகணித உண்மை போன்று தோன்றுவதனால், வெவ்வேறு கேத்திரகணித உருவங்களின் புவியீர்ப்பு மையங்கள் பற்றி ஊகங்களை அமைக்க யோசிக்கின்றோம். நாம் அறிந்த கேத்திரகணித உருவங்களில் அரியம்

(உருளை), கூம்பகம் (கூம்பு), கோளம், வட்டம், முக்கோணி, செவ்வகம், இணைகரம், அடர் என்பன சில (அடரென்பது சிறிய தடிப்புள்ள ஒரு தட்டு).

முதலிலே அடரின் பல்வேறு வடிவங்களின் புவியீர்ப்பு மையத்தின் நிலையத்தை ஊகித்தறிவோம்.

பார்த்த கேத்திரகணிதப் புள்ளியும் ஒன்றாக இருக்குமா?

முக்கோணியைப் பொறுத்த அளவில் உறுதியற்றதாகவோ இல்லாமலோ தோன்றும். முக்கோணியுடன் ஓரளவில் கேத்திரகணிதத் தொடர்பு கொண்ட ஒரு புள்ளியை உங்கள் பரிசோதனை தருகின்றதா? புவியீர்ப்பு மையத்துடன் முக்

வடிவம்	பு. மை. இன் நிலையம்	
	ஊகித்தறியப்பட்டது	(குண்டு நூல் முறையாற்ற காணப்பட்டது) இதனை நீங்கள் செய்யவேண்டும்
1. வட்டம்	கேத்திரகணித மையம்
2. செவ்வகம்	பக்கங்களிலிருந்து சமதூரத்திலுள்ள புள்ளி அல்லது மூலைவிட்டங்கள் இடைவெட்டும் புள்ளி
3. இணைகரம்	பக்கங்களிலிருந்து சமதூரத்திலுள்ள புள்ளி அல்லது மூலைவிட்டங்கள் இடைவெட்டும் புள்ளி (அதிக நம்பிக்கையில்தான்)
4. முக்கோணி	(ஊகிப்பது கடினம், அல்லது நீங்கள் ஊகிக்கலாம்)






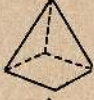

இனி இவ்வகங்களை எளிதாய்ச் சரிபார்க்கலாம். இங்கு நாம் செய்யவேண்டியது, அட்டைத்தாள் துண்டுடன் முன் செய்த பரிசோதனையை மறுபடியுள் செய்தலாகும்.

செயல். பல்வேறு கேத்திரகணித வடிவங் கொண்ட துண்டுகளை அட்டைத்தாளில் வெட்டி எடுக்க. அவற்றை அவற்றின் விளிம்பிற்குக் கிட்டவுள்ள வெவ்வேறு புள்ளிகளிலிருந்து தொங்கவிட்டு, குண்டுநூலைப் பயன்படுத்தி ஒவ்வொரு தொங்கற் புள்ளிக்கும் ஒவ்வொன்றாக, மூன்று கோடுகளைக் குறிக்க. இங்கு, இடைவெட்டும் புள்ளியும், நாம் எதிர்

கோணியின் எந்த இயல்பு தொடர்புபட்டதாகத் தோன்றுகிறது? (இவ்வினாவுக்கான விடை முதலில் ஓர் ஊகமாக இருக்கலாம். இதனைப் பரிசோதனையாற் சோதிக்க வேண்டும். இப்பரிசோதனையைத் திட்டமிடுதல் உங்களைப் பொறுத்தது. இது உங்கள் ஊகத்திலே தங்கியிருக்கும் என்பது தெளிவு.)

அடராகக் கருதக்கூடாத சில கேத்திரகணிதத் திண்மங்களின் புவியீர்ப்பு மையத்தைப் பொறுத்த அளவில் ஊகித்துச் சோதிக்கும் முறையை மறுபடியுள் செய்வோம்.

புவியீர்ப்பு மையத்தின் நிலையம்

பெயர்	வடிவம்	ஊகிக்கப்பட்டது	பரிசோதனை அல்லது நியாயத்தாற் சரிபார்க்கப்பட்டது
1. செவ்வக அரியம்		எதிர் முகங்களிலிருந்து சம தூரத்திலுள்ள புள்ளி
2. செவ்வட்ட உருளை		அச்சின் நடுப்புள்ளி
3. கோளம்		கேத்திரகணித மையம்
4. அறுகோணி அரியம்		அச்சின் நடுப்புள்ளி (?)
5. செங்கோணி அரியம்		?
6. கூம்பகம்		?
7. செவ்வட்டக் கூம்பு		அச்ச வழியே, உச்சியிலும் பார்க்க அடிக்குக் கிட்ட (?)

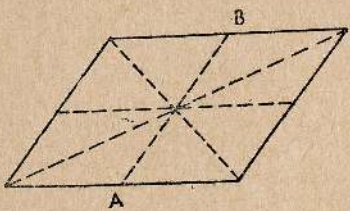
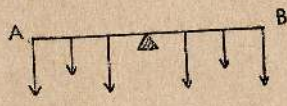
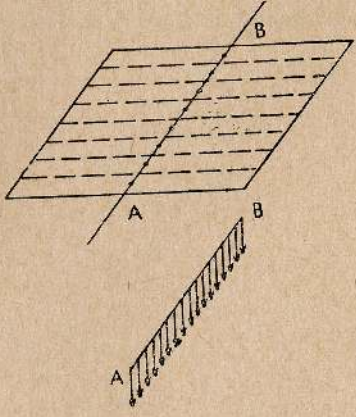
ஊகித்தலில் ஏற்படும் சிக்கல் காரணமாக இவற்றுட் சிலவற்றை விட்டுவிடுவோம். இவற்றைப் பரிசோதனை, அல்லது கொள்கையாற் காண்பதுபற்றிப் பின்னர் சிந்திப்போம்.

யாற் சோதிக்க. (சிலவேளைகளில் பரிசோதனை களைத் திட்டமிட்டு உபகரணத்தை அமைப்பது மிகவும் கடினமாகத் தோன்றும்.)

சில சந்தர்ப்பங்களில் ஊகிக்க நீர் தயங்குவதற்கு முதலாவதாக ஊகிக்கும் போது உம்மிடம் ஏற்கெனவேயுள்ள அறிவை அடிப்படையாய்க் கொண்டு அமைப்பதும், இரண்டாவதாக, ஊகிக்கும் போது; அல்லது ஊகிக்க மறுக்கும் போது உமது மனத்தில் யாதாயினுமொரு நியாயம் இருப்பதும் காரணங்களாகுமென நீர் உணருகிறீரா? சிலவேளைகளில் உமது நியாயம் தவறாக இருக்கலாமெனினும், இவ்வகத்திற்கு ஆதரவாக ஒரு சிந்தனை அமைய வேண்டும். எமது ஊகங்கள் அனைத்தையும் எப்பொழுதும் பரிசோதனை

மெல்லியவொரு நேரான ஒடுங்கிய அலுமினியக் கீலத்தின் புவியீர்ப்பு மையம் யாது? வடிவம் செவ்வக வடிவமெனின், பு. மை. அதன் நீளத்தின் வழியேயுள்ள நடுப் புள்ளியெனக் கூறுவீர்கள். ஒரு கத்தையாரமீது சமன் செய்து சோதித்து, ஊகம் சரியெனக் காண்பீர்கள். அகன்ற, தடித்த கீலங்கலிடத்து ஊகிக் காமல் புவியீர்ப்பு மையங்களைக் காண இவ்வண்மையை நாம் பயன்படுத்தலாகாதா? ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் ஊகித்துப் பின்னர் பரிசோதனையாற் சோதிப்பது சற்று இடைந் சலாயிருக்கும். ஊகித்துச் சோதிப்பதிலும் பார்க்க நியாயத்தால் நிறுவக்கூடியதாக இருத்

தல் நயமிக்கது. அடரானது பல ஒடுங்கிய கீலங்களாலாயதென நாம் ஒருவேளை கருதலாம்.



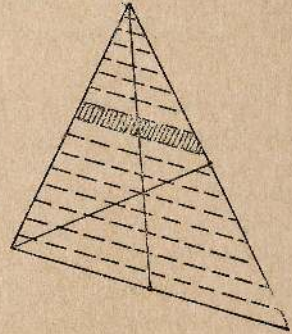
படம் 1.16

இணைகர வடிவ அடரை ஓர் உதாரணமாக எடுக்க. இவ்வடரானது, சமாந்தரமானவையும் இணைகரத்தின் நீளப்பக்கத்திற்குச் சமமானவையுமென நீளங்கள் கொண்ட எண்ணற்ற பல ஒடுங்கிய கீலங்களாலாயதெனக் கற்பனை செய்க. ஒவ்வொரு கீலமும் ரூண்ணிய அகலமுள்ள ஒரு செவ்வகமாகாதா? நுணிகள் சரிந்திருப்பதைத் தவிர, மற்றைப்படி அவை அவ்வாறே உள்ளன. அவை மிகவும் ஓடுக்கமாய் இருத்தலால் நுணிகளினுள்ள இவ்வடிவக் குறைபாட்டைப் புறக்கணிக்கலாம். எனின், ஒவ்வொரு கீலத்தினதும் நடுப் புள்ளி அதன் புவியீர்ப்பு மையமாகும். இது, முழு அடரினதும் புவியீர்ப்பு மையம் நடுப் புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடு AB யில் இருக்குமென்னும் முடிபுக்கு நாம் வர இடமளியாதா? (நடுப் புள்ளிகள் ஒரே நேர்கோட்டில் உள்ளனவென்பது ஒரு கேத்திரகணித உண்மை.)

பல்வேறு கீலங்களின் நிறைகளைக் கருதுமிடத்து இந்நியாயம் மிகப் பொருத்தமானது. கீலங்கள் அனைத்தும் சம நிறையுள்ளனவெனக் கொள்வோம். (இது அனுமதிக்கத்தக்கவோர் எடுகோளாகும்.) இந்நிறைகள் நிலைக்குத்து விசைகளாகும். ஆகவே இவை சமாந்தரம். இவற்றை முதலில் ஒவ்வொரு அந்தத்திலுமுள்ள கீலங்கள், பின்னர் இவற்றை அடுத்துள்ளன ... என்றவாறு சோடிசோடியாக எடுக்கலாம். அத்தகைய சோடி யாதாயினுமொன்றன் விளையுள்ளதாவம் அவ்விசைகளிடையே நடுவில் இருக்கும். இவ்வாறாக எல்லா நிறைகளையும் நடுப் புள்ளியில் ஒரு தனி நிறையாற் பிரதியிடலாம். இதுவே முழு இணைகரத்தினது புவியீர்ப்பு மையமாக இருத்தல் வேண்டும்.

AB யின் நடுப் புள்ளியானது மூலைவிட்டங்கள் ஒன்றையொன்று வெட்டும் புள்ளியுமாகும். இதுவும் எதிர்ப் பக்கங்களிலிருந்து சம தூரத்தில் உள்ளது.

ஒரு முககோணியிடத்துக் கீலங்கள், என்றும் நீளத்திற் சமமாக இருப்பதில்லையென்பதை விட மற்றைப்படி இவ்விலாதிப்பு முறை முற்றும் பொருந்தும். அதாவது, சம நிறையுள்ள கீலங்களை அந்தங்களிலிருந்து சோடியாக்கல் பற்றிச் சிந்திக்க முடியாது. ஆனால், முதலில் ஒரு பக்கத்துக்குச் சமாந்தரமாக எடுக்கப்படும் கீலங்கள் யாவற்றினதும் புவியீர்ப்பு மையம் முககோணியினது அப்பக்கத்தின் இடையத்தில் உள்ளதெனவும், இரண்டாவதாக புவியீர்ப்பு மையம் மூன்று இடையங்களுக்கும் பொதுவான புள்ளியெனவும் நாம் உய்த்தறியலாம்.

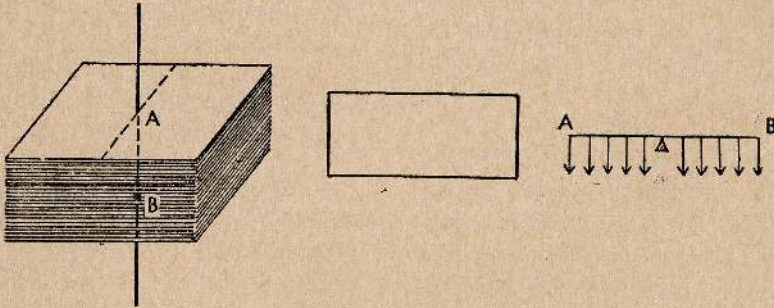


படம் 1.17

இந்நியாயத்தில் முக்கியம்வாய்ந்த எடுகோளேதும் உண்டா? அதை நீங்கள்

குறிப்பிட முடியுமா? இவ்வெடுகோள் நியாயமானதா?

ஒரு கேத்திரகணிதத் திண்மத்தின் புவி யீர்ப்பு மையத்தைத் துணிதலில், கேத்திர கணிதவடிவ அடரின் புவியீர்ப்பு மைய நிலையம் பற்றிய எமது அறிவு உதவுமா? செவ்வக அரியத்தை எடுத்து நோக்குக. அது பல செவ்வக அடர்களாலாயவொரு பொருள் போன்று இருக்கவில்லையா? தபாலட்டைகளை ஒன்றன் மீதொன்றாக அடுக்கின், ஒரு செவ்வக அரியத்தின் வடிவத்தைப் பெற இயலாதா? குறைந்த அளவு பசை பூசி அவற்றை ஒருமிக்க ஒட்டினால், அது ஒரு மரக் குற்றி போன்று விறைப்பாக இருக்காதா? இப்போது முழுக் கட்டினதும் புவியீர்ப்பு மையம் எங்கே இருக்கும்? அது கட்டின் முதல், இறுதி அட்டைகளின் புவியீர்ப்பு மையங்களுக்கு இடையே நடு வழியிலுள்ள புள்ளியாக இராதா? புவியீர்ப்பு மையம் எதிர் முகங்களிலிருந்து சம தூரத்திலுள்ள ஒரு புள்ளியென எளிதாக நிறுவலாம்.



படம் 1.18

ஒழுங்கற்ற திண்மங்கள்கூட உள்ளன. இத்தகைய வகைகளைப் பரிசீலித்தற்குப் பொது முறையெதுவும் உள்ளதா? இதுபற்றி நாம் அறியோம். ஆனால், நாம் படித்த இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட கேத்திரகணித வடிவங்களின் சேர்க்கையாகக் கருத்தக்க பொருள்களுமுள். இத்தகைய பொருள்களின் புவியீர்ப்பு மையங்களை அனுசூல முறையில் ஊகித்துக் கொள்ளலாம். உதாரணமாக, செவ்வகவடிவக் கால்களுடன் கூடிய மேசை, பெட்டிகள், வளையங்கள் போன்றவற்றை எடுத்து நோக்குக.

ஒரு (வெற்றுப்) போத்தல், அரைவாசி நிரப்பப்பட்ட அதே போத்தல், முகவை (வெற்றினதும் நிரப்பப்பட்டதும்), குடுவைகள், கண்ணாடிச் சாடிகள், முக்காலித் தாள்கள் போன்ற பொருள்களின் புவியீர்ப்பு மைய நிலையத்தை உங்களால் ஊகிக்க முடியுமா? (இவற்றுட் சிலவற்றை ஓர் எளிய சோதனையாற் சரிபார்க்க.) ஒவ்வொன்றிற்கும் ஏற்ற படம் வரைக.

இவ்வாதிப்பு முறையைச் செவ்வட்ட உருளை பற்றிய வகைக்கும் பிரயோகிக்க முடியுமா? உருளையை நீங்கள் நோக்கும் விதத்திற்கு ஆதரவாகப் படங்கள் வரைக.

இப்பிறையை ஒரு செவ்வட்டக் கூம்பிற்குப் பிரயோகிக்க. இங்கு நீங்கள் அளாகும் முக்கிய இடர்ப்பாடுகள் யாவை? (இத்தீர்வு கடினமானது. கணிதத்தின் மேலதிக பகுதிகளைப் படித்ததும் அது எளிதாக இருக்கும்.)

கூம்புகள், கூம்பகங்கள், அரைக்கோளங்கள், அரைவட்ட அடர் என்பவைற்றிப் பின்னர் படிப்போம்.

ஒருச்சாய்தல். திரும்பல்

யாதாயினுமொரு பரப்பில் வைக்கப்பட்ட ஒரு பொருள் ஒரு குறித்த வழியில் ஓய்விலே இருக்க நாடுகின்றது. பொருளை இத்திலையின்னறு ஒருச்சாய்த்து விட, அது முன்னர் இருந்த சமநிலைத் தானத்துக்கு மீண்டும் வரும். அதாவது, அதனை அந்நிலைக்குத் திரும்புமாறு செய்ய ஒரு காரணம் இருக்க வேண்டும். புவியின் இழுப்பு என்பது அப்பொருள் மீது எப்போதும் தாக்குகின்றவொரு புற விசையென நாம் அறிவோம். ஒரு பொருளை ஓர் இழையிலே தொங்க விடும் போது இழையின் இழுப்பும் அதன்மீது தாக்க

கும், மேசைமேலுள்ள ஒரு பொருள் மீது, அம்மேசை உட்கொண்டுவிட்டு விசை தாக்குக. இவ்விசைகளில் எது பொருளைத் திரும்பி வருமாறு செய்கின்றது?

மேசைமீது தங்கியிருக்கும் ஒரு செவ்வகவடிவப்பொருளை எடுத்து நோக்குக. ஒரு விளிம்பு பற்றி இதனைச் சுற்று ஒருச்சாய்த்துப் பின்னர் விடுக. அது மீண்டும் வந்து, முன்னர் போன்று அதே பரப்புமீது தங்கும். புவியின் இழுப்பு அதனை மீண்டும் கொணர்வதாக இருக்கலாம். புவியின் இழுப்பும் மேசையின் தாக்கமும் சேர்ந்து அதனை மீண்டும் கொண்டு வருகின்றனவா? பொருளை மேலும் ஒருச்சாய்த்து, விரும்போது அது மீண்டும் திரும்பி வராது. இப்போது கூட அதே விசைகள் தாக்குகின்றன. அவை என்றும் சமமாகுமா? இவ்வுதாரணங்கள் யாவற்றிலும் மேசையின் தாக்கம் நிலைக்குத்தாக இருக்குமா?

பொருளானது ஒருச்சாய்த்த நிலையிலே தாங்கப்பட்டாலொழிய சமநிலையில் இரா தென்பது தெளிவு. இரு விசைகள் மட்டும் தாக்கும் போது ஒருச்சாய்ந்த நிலையிலே அது ஓய்விலிருப்பதில்லையாதலால் நாம் இவ்வாறு கூறுகிறோம். பொருள் ஒருச்சாய்ந்த நிலையில் அவ்விரு விசைகளும் ஒரே நேர்கோட்டில் இராவெனவும் நாம் அறிவோம். சுயாதீனமாக இருக்கும்போது அது முன்னைய அதே நிலைக்கு மீளமாறு அதனை ஒருச்சாய்த்தல் சாத்தியம். அது முன்னைய அதே ஓய்வு நிலைக்கு மீளாதபடி அதனை ஒருச்சாய்ப்பதுவும் சாத்தியம். இவை எதுவும் நிகழாத ஒருச்சாய்வொன்று உள்ளதெனத் தோற்று கிறது. பின்னர் விசைகள் தாக்குவது எங்ஙனம்?

பொருளை ஒருச்சாய்க்கும் போது அதன் புவியீர்ப்புமையம் அதனோடு சேர்ந்து நகர்கின்றது. பொருள் ஒருச்சாய்க்கப்படும் விளிம்புக்கு நிலைக்குத்தாக மேலே புவியீர்ப்பு மையம் அமைகின்றவொரு சந்தர்ப்பம் உண்டு. இது மேலே குறிப்பிட்ட ஒருச்சாய்வுக்கு இசைவாகப் பொருளின் சமநிலைத் தானமாகும். விசையெதுவும் விளிம்புபற்றிப் பொருளைத் திருப்புவதில்லை. இங்கு, பொருள் ஒருச்சாய்க்கப்படும் கோட்டிலுடாக அப்பொருளின் நிறை தாக்குவதில்லையென்னும் உண்மை இத்திரும்பு தலுக்கான காரணமாகத் தோற்றுகிறது. இது உண்மையானதெனப் பரிசீலிப்பது எங்ஙனம்?

வீட்டைச் சுற்றிப் பார்க்கையில், நீங்கள் பல பொருள்களை வேண்டுமென்றோ, தற்செயலாகவோ ஒருச்சாய்த்திருப்பதாக உணர்வீர்கள். அங்கு, ஒரு கோடு, அல்லது அரகப் பற்றிச் சுயாதீனமாய்த் திரும்புமாறு ஆக்கப்பட்ட பொருத்திகளையும் காண்பீர்கள். பின்னையவை புதிய உண்மைகளல்லவென்றும், அவற்றின் தொழிற்பாடுகளை ஒரு புதிய வழியிற் பரிசீலிப்போம். அதாவது, அவை திரும்புமாறு செய்ய நாம் பிரயோகிக்கும் விசைகள் பற்றி அவற்றைப் பரிசீலிப்போம்.

ஒரு கதவு திற்பட, அல்லது பூட்டப்பட்ட வேண்டியுள்ளது. நாம் பொதுவாக ஒரு கதவை இழுத்துத் திறக்கிறோம்; தள்ளி மூடுகிறோம். அலுமாரிக் கதவுகளிலும் இவ்வாறே செய்கிறோம். விசைகளைப் பிரயோகித்தே யன்னல்கள் மூட அல்லது திறக்கப்படுகின்றன. ஒரு மரப் பெட்டி அல்லது “ திறங்குப் ” பெட்டியைத் திறக்கும்போது அதன் மூடியை உயர்த்தி, அதனை மூடும்போது மூடியைக் கையாற்றிப் பிடித்து இறக்குதல் வேண்டும். இவ்வுதாரணங்கள் யாவற்றிலும் கதவை நிலைப்படுத்தப் பிணையல்கள் உள்ளன. பிணையல்களின் பொது அச்சாகிய கோட்டைக் குறித்தே கதவு திரும்புகிறது. ஒரு பொது அச்சமீது பிணையல்கள் யாவும் திரும்புவதன் முக்கியத்துவத்தைத் தச்சன் நன்கு அறிவான்.

கதவு உண்மையாகத் திரும்பத் தவறும் வண்ணம் அதன்மீது இழுப்பு, அல்லது தள்ளு கையைப் பிரயோகிக்க முடியுமா? ஒரு விளிம்பு பற்றி ஒரு பொருளை ஒருச்சாய்த்தல் பற்றி நாம் முன்னர் ஆராய்ந்தபோது, பொருளின் நிறையானது விளிம்பிலுடாகத் தாக்குகையில் அந் நிறையானது பொருளை எவ்விதத்திலேனும் திரும்புமாறு செய்யாதென்னும் முடிவைப் பெற்றமையால் இவ்வினாவை இங்கு எழுப்பியுள்ளோம். இதற்கான இன்னொரு காரணம், நாம் விரும்பிய பேற்றைப் பெறும் நோக்குடனேயே கதவை வழக்கமாகத் தள்ளுகிறோம், அல்லது இழுக்கிறோம் என்பதாகும். கதவை மூட, அல்லது திறக்கத் தேவைப்படும் விசையைப் பிரயோகிக்க ஒரு குறித்த வழியை நாம் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டுமென்பது எமக்கு ஞாபகமாயிராது. இவ்வினாவுக்கான விடையைக் காண்பதற்குச் செயலே எனிய வழி.

செயல். ஒரு கதவின் புற விளிம்பிலே உமது கையை வைத்து அதனைத்

தள்ளுக. நீர் தள்ளும் திசையை மாற்றி, என்ன நிகழ்கிறதென அவதானிக்க.

உமது சுட்டு விரலால் கதவைத் தள்ளி அதனை மூடப் பார்க்க. கதவின் அதே விளிம்புபிது பல்வேறு திசைகளில் விசையைப் பிரயோகிக்க. கதவைத் திருப்ப முயல்கையில் நீர் தவறுகின்ற ஒரு குறிப்பிட்ட திசை உள்ளதா? நீர் கடுமையாகத் தள்ளாதிருப்பது இதற்குக் காரணமாகுமா? ஒரே திசையில் முழுக் கையாலும் இரண்டு கைகளாலும் தள்ளப் பார்க்க. இப்போது கதவைத் திருப்ப தலில் வெற்றியடைவீரா?

கதவு என்றும் திரும்பக்கூடியதாக விசையானது பிணையல்களின் கோட்டினூடாகச் செல்லாத ஒரு கோடு வழியே தாக்க வேண்டுமெனத் தோற்றுகிறது. இது, விசையானது பிணையல்களின் கோட்டிலிருந்து அப்பால் தாக்கவேண்டியது மட்டுமன்றி பிணையல்களின் கோட்டிலிருந்து இயன்றளவு தொலைவில் விசையைப் பிரயோகிக்க வேண்டியதும் விரும்பத்தக்கதெனக் கருதுகின்றதா?

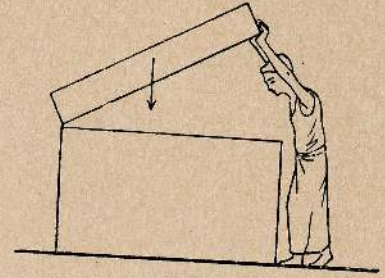
செயல் (தொடர்ச்சி). உமது சுட்டு விரலால் முன்னர்ப் போன்று கதவைத் தள்ளி, கதவை மூடுவதில் நீங்கள் வெற்றியடைகிறீர்களாவென முதலில் அவதானிக்க. இக்கதவு இசைந்து வராவிடின், இன்னொன்றைப் பயன்படுத்துக. கதவின் பல்வேறு இடங்களில் சுட்டு விரலால் தள்ளுக. அடுத்து, பிணையற் கோட்டிற்குக் கிட்டவுள்ள புள்ளிகளில் தள்ளுக.

உமது விரலை முதலிலே கதவில் வைத்த இடத்திலிருந்து எடுக்காமல், தள்ளுகையினது தாக்கக் கோட்டின் தானத்தை மாற்ற, இன்னொரு வழி தோன்றுமென்பதை உணர்வீர்களா?

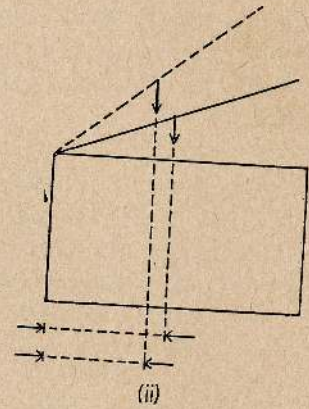
பிணையலினை கோட்டிலிருந்து (அச்சு) முகத்தினது தாக்கக் கோட்டின் தூரத்தை (1) விரலை மட்டும் நகர்த்தலால்; (2) விரலை நகர்த்தாமல் தள்ளுகையின் திசையை மாற்றுவதால் படிப்படியாகக் குறைத்தல் பற்றிய இரு சந்தர்ப்பங்களையும் ஒரு படத்திற் காட்ட முடியுமா?

ஒரு சோடி பிணையல்களின் கோடு போன்ற வோர் அச்சைப் பற்றி ஒரு பொருளை ஒரு விசை

திருப்பும்போது பிணையல்களிலுள்ள விசைகளை நாம் மேற்கொள்ளவேண்டும். கதவுகள், யன்றை கதவுகள், பெட்டி மூடிகள் என்ப



(i)



படம் 1.19

வற்றில் நாம் பெற்ற அனுபவம் அவற்றுட் சிலவற்றை மூடுவதும் திறப்பதும் இலகுவானதெனவும் மற்றையவற்றை அவ்வாறு செய்தல் இடையிடையே கடினமானதெனவும் நாம் பொதுவாக எடுத்துரைத்தலால் இதனை நன்கு விளங்கிக் கொள்ளலாம். மிகப்பல வீடுகளிற் காணப்படும் சாதாரண மரப் பலகைகளின் மூடிகளிடத்தும் இது உண்மையா?

இப்பெட்டிகளிற்கிசை பாரமான மூடிகளை உடையன. இத்தகையவொரு பெட்டியைத் திறக்க ஓரளவு பெரிய விசையை நாம் பிரயோகிக்க வேண்டும். மூடியின் நிறை எப்பொழுதும் அதனைத் திரும்பச் செய்கிறது. இவ்விசையானது பிணையலினை கோட்டிற்குப் புறத்தேயுள்ளவொரு கோட்டிலே தாக்குகிறது. மூடி கிடையாயிருக்கையில் (படம் 1.19) இது அதன் ஆக்கக்கூடிய தூரத்தில் உள்ளது. ஒரு வீட்டுக் கதவு, அல்லது யன்றை கதவின்

நிறை நிலைக்குத்தானது ; பிணையலிணைக் கோடும் நிலைக்குத்தானது. அதனைத் திருப்பும் எமது முயற்சியில் நிறை தடையாக உணரப் படாமைக்கு இதுவே காரணமாக இருக்கலாம்.

இவ்வவதானிப்புக்கள் யாவற்றிலிருந்தும், எல்லா நிலைமைகளுக்கும் பொருத்தமான, முக்கியம் வாய்ந்த இரு முடிபுகளைப் பெறுகிறோம். அவையாவன :—

(1) ஓர் அச்சுப்பற்றி ஒரு பொருளைத் திருப்புதற்கு, தனது தாக்கக் கோடானது சுழற்சியச்சிலொடாகச் செல்லாதவாறு ஒரு விசையைப் பிரயோகிக்க வேண்டும் ;

அத்துடன் (2) தேவைப்படும் விசையின் தாக்கக் கோடானது சுழற்சியச்சிலிருந்து தள்ளியிருக்க அதன் பருமன் சிறிதாய் இருக்கும்.

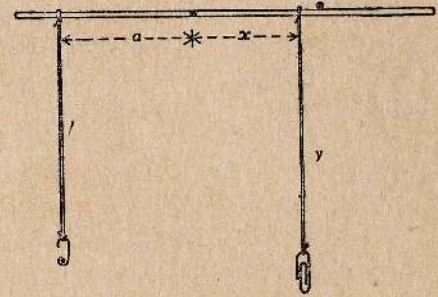
முதலாவதுபற்றி முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம். இரண்டாவதை, அதனுடன் சம்பந்தப்பட்ட இரு கணியங்களான (1) விசையின் பருமன், (2) சுழற்சியச்சிலிருந்து அதன் தாக்கக் கோட்டின் தூரம் என்பவற்றை அளவிடுதலால் மேலும் பரிசீலிப்போம். நாம் ஓர் எளிய ஒழுங்கைப் பயன்படுத்தி, சிறிய விசைகளைப் பிரயோகிக்க விரும்புகிறோம். ஏனெனில், பின்னர் இவ்வொழுங்கிற்குப் பாரிய உபகரணங்கள் தேவைப்படா. மிகவும் இலேசானவொரு தட்டையான மரக் கோலையும் சில றப்பர்ப் பட்டைகளையும் தேர்ந்தெடுத்து, விசைகளையும் சுழற்சியச்சிலிருந்துள்ள தூரங்களையும் மாற்றுவதன் மூலம் இவை தொடர்புபட்டிருக்கும் முறையைப் பரிசீலிக்க. இங்கு, சுழற்சியச்சாக ஒரு சாதாரண ஆணியைப் பயன்படுத்தலாம். மரக் கிலத்திலுள்ள ஒரு தகுந்த தூளையினொடாக இவ்வாணியை நாம் செலுத்துகிறோம் ; இங்கு, ஆணியைப் பற்றிக் கோல் சுயாதீனமாய்த் திரும்பக்கூடியதாக இத்துளை சுற்றுப் பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும். இங்கே யுள்ள ஒழுங்கு, கிலத்தை வலஞ்சுழியான போக்கிலே திருப்ப, ஒரு விசையைப் பிரயோகித்து, மற்றைய பக்கத்துடன் இணைத்த இன்னொரு றப்பர்ப் பட்டையால் அதனை வலஞ்சுழியாகத் திரும்பாமல் தடுத்துள்ள அதே வேளையில் அதன் தூரங்களை மாற்றுவதற்கும். இவ்விறப்பர்ப் பட்டை எப்பொழுதும் ஒரே

விசையை உற்றுமாறு செய்யப்படுகின்றது. இதனை உறுதிப்படுத்தற்கு, அதனை ஒரு கோலுடனும் அதே மரப்பலகையில் இறுக்கிய ஓர் ஆணியுடனும் இணைக்கிறோம் ; இங்கு, பலகை திரும்ப வேண்டிய இடத்தில் ஆணியை இறுக்குகிறோம். பலகையின் மற்றைய பக்கத்தில் கோல் வழியே யாதாயினுமோர் இடத்தில் இன்னொர் ஆணியை இறுக்குக (படம் 1.20). அப்பக்கத்திற் பிரயோகிக்கப்படும் விசையானது அக்கோலை இத்தடையின்னறும் விடுவிக்கத்தக்க அளவு பெரிதாகப்படுகின்றது.

செயல். அப்பொருள்களைப் படம் 1.20 இற் காட்டியவாறு ஒழுங்குபடுத்துக. இப்போது, நிலைப்படுத்திய றப்பர்ப் பட்டையின் நீளத்தையும் அதன் இயற்கை நீளம் l ஐயும் அளக்க. தூரம் a யையும் அளக்க.

(எச்சரிக்கை. மரக் கோல் வலதுபுறமாகச் சுயாதீனமாய்த் திரும்பக் கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும்.)

x ஐ மாற்றி, x ஐயும் ஒத்த y யையும் அளக்க. இவ்விறப்பர்ப் கிலத்தின்

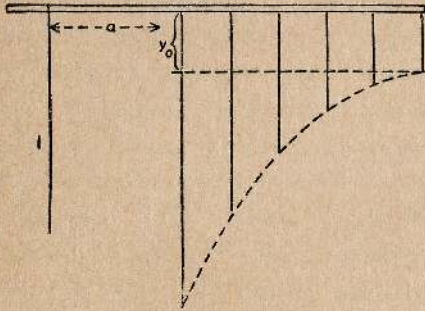


படம் 1.20

இயற்கை நீளம் y_0 ஐயும் அளக்க. கடதாசித் தாள் குத்தப்பட்டவொரு வரைவுப் பலகையில் இவ்வொழுங்கை அமைப்பின், x இன் வெவ்வேறு பெறுமதிக்கு இசைவாக இரண்டாம் றப்பர்ப் பட்டையினது நுனியின் நிலையத்தை இக்கடதாசியிற் குறிக்கலாம். பின்னர் இக்குறிக்களைப் பயன்படுத்தி x ஐயும் y யையும் அளக்கலாம்.

இக்குறிகளைப் பயன்படுத்தி x இற்கு ஒத்ததாய் y அமைய ஒரு வரைபு வரைய முடியுமா? முடியுமெனின், என்ன வகை வரைபைப் பெறுவீர்கள்? இத்தகையவொரு வரைபினின்றும் நீங்கள் பெறக்கூடிய அனுமானங்கள் யாவை?

அதாவது, இரண்டாம் றப்பர்ப் பட்டை உருற்றும் இவ்விசையானது சுழற்சியச்சி லிருந்து அதன் தாக்கக் கோட்டின் தூரத் துடன் மாறுவது எங்ஙனம்?



படம் 1,21

மிக விரைவாகச் செய்யப்படுங் உண்மைப் பரிசோதனை யொன்றிலிருந்து பெற்ற படம்

உங்களுடைய பரிசோதனைகளினதும் மற்றைய யோர் செய்யும் இவை போன்ற பரிசோதனை களினதும் பெறுகளை நோக்குவோம். இவை, ஓர் அச்சப் பற்றிச் சுயாதீனமாய்த் திரும்பக் கூடியவொரு பொருள் இரு விசைகளின் தாக்கத்தின்கீழ் சமநிலையில் இருப்பதற்கு, இவற்றுளொரு விசையினதும், அச்சிலிருந்து இதன் தாக்கக் கோட்டின் தூரத்தினதும் பெருக்கமானது மற்றைய விசையினிடத்து இது போன்ற பெருக்கத்துக்குச் சமமாதல் வேண்டுமென அறிவுறுத்தும். மேலும், விசை களின் திரும்பல் தாக்கங்கள் போக்கில் எதி ராக இருத்தல் வேண்டும். மேலே வரையறுத்தபடி, விசையினதும் தூரத்தினதும் பெருக்கமானது அச்சப் பற்றி விசையின் திரும் பம் எனப்படும். திரும்பலை உண்டாக்குகிற விசையின் திரும்பத்துடன் திரும்பலியக்கம் தொடர்புபட்டுள்ளது.

நாம் ஒரு கதவைத் திறக்க, அல்லது மூட விரும்பின, அதனை வெறுமனே தள்ள (அ-து. அதன்மீது ஒரு விசையைப் பிரயோகி

க்க)த் தொடங்குவதுடன், நாம் பிரயோகிக்கும் விசையானது கதவின் சுழற்சியச்சப் பற்றி (அ-து. பிணையலிணை கோடு பற்றி) ஒரு திரும்பத்தை உடையதாக இருத்தலையும் உறு திப்படுத்த வேண்டும். நாம் அனுபவத்தைக் கொண்டு இதனைத் திறையாகச் செய்யும் பழக்கத்தைப் பெற்றுள்ளோம். நாம் பிர யோகிக்கும் விசையானது அச்சினூடாகச் செல் கின்றவொரு கோடு வழியே தாக்கக்கூடாது என்பதே மேலே குறிப்பிட்ட நிபந்தனையாகும். விசையின் தாக்கக் கோடு அச்சிற்கு அப்பால் இருக்க வேண்டியது அவசியம். விசையின் தாக்கக் கோடு அச்சிலிருந்து எவ்வளவு தூரத் தில் இருத்தல் வேண்டும்? பிரயோகிக்க வேண்டிய விசை எவ்வளவு பெரிதாக இருத் தல் வேண்டும்?

நாம் பிரயோகிக்கவுள்ள விசை எவ்வளவு பெரிதாக உள்ளதோ அதைப் பொறுத்துத் தூரமும், நாம் விசையைப் பிரயோகிக்கத் தேர்ந் தெடுத்த தூரத்தைப் பொறுத்து விசையின் பருமனும் அமையுமெனச் சரியாகச் சொல்ல லாம். கதவைத் திறக்கையில், அல்லது மூடு கையில் நாம் முக்கியமாகப் பிணையல்களி லுள்ள உராய்வு விசைகளை வெல்லல் வேண் டும். இவ்விசைகள் பிணையல்களின் சுழற்சி யச்சப் பற்றித் திரும்பங்களை உடையன. அத் துடன், கதவு திரும்புதற்கு, பிரயோக விசை யின் திரும்பமானது உராய்வு விசைகளின் திரும்பங்களின் கூட்டுத்தொகையிலும் பெரி தாக இருக்க வேண்டும். இத்திரும்பம் சற்றுப் பெரிதாக இருந்தாலொழிய கதவு திரும்ப மாட்டாது. கதவைத் திரும்பச் செய்யும் அதி சிறிய விசையானது சுழற்சியச்சிலிருந்து இயன்றவளவு கூடிய தூரத்தில் நாம் பிரயோ கிக்க வேண்டிய விசையாகும். இத்தூரம் கதவின் அகலத்திலும் பெரிதாக இருக்கமாட் டாது என்பது தெளிவு. ஒரு குறிப்பிட்ட வகையில் வேண்டப்படும் அதிசிறிய விசையை நாம் பரிசோதனையால் மதிப்பிடக்கூடியதாக இருக்க வேண்டும்.

உங்களுடைய வீட்டின் கதவுகளையும் யன்னற் கதவுகளையும் திறக்கப் பிரயோ கிக்கவேண்டிய அதிசிறிய விசையை அளத் தற்கு ஒரு முறையை உங்களால் உரு வாக்க முடியுமா? இவ்வளவீடுகளை எடுத்து, வகுப்பில் இப்பேறுகள் பற்றிக் குறிப்பிடுக.

ஒரு விசையின் திருப்பம் அவ்விசையின் பருமனினைதும் ஒரு நீளத்தினதும் பெருக்கமாகும். இங்கு சம்பந்தப்பட்டுள்ள நீளமானது, வரைவிலக்கணப்படி, ஓர் அச்சுக்கும் ஒரு நேர்கோட்டுக்கும் இடைப்பட்ட தூரமாகும். இவ்வச்சு பொருள் திரும்புகின்ற அல்லது திரும்ப நாடுகின்ற ஒரு நேர்கோடாகும். இங்கு “கோடு” என்பது விசையின் தாக்கக் கோடாகும். “தூரம்” என்பது சுழற்சியச்சிலுள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து விசையின் தாக்கக் கோட்டிற்கு வரையப்படுகின்ற, அல்லது வரையப்படுவதாகக் கற்பனைசெய்யப்படுகின்ற செங்குத்தின் நீளமாகும். வேறெந்தத் தூரமும் பொருளின் சமநிலை அல்லது சுழற்சிக்குப் பொருத்தமாகாது. கீழே தந்துள்ள செயலானது மேலே குறிப்பிட்ட கூற்றுக்களின் கருத்தையும் சிறப்பையும் எடுத்துக்காட்டுவதற்குப் பயன்படும்.

செயல். ஓர் இலேசான மரக் கோலானது ஓர் அச்சாணி (ஒரு மரக் குற்றியில் இறுக்கப்பெற்ற ஆணி) பற்றிச் சுயாதீனமாய்ச் சுழலக் கூடியதாக ஒழுங்கு செய்க. அச்சாணியின் இடதுபுறமாயுள்ள ஒரு புள்ளியில் ஒரு றப்பர்ப் பட்டையையும், வலது புறமாயுள்ள ஒரு புள்ளியில் இன்னொன்றையும் இணைக்க. றப்பர்ப் பட்டைகளை இழுக்கும்போது கோலைச் சமநிலையிலே பேணுக.

ஒவ்வொரு றப்பர்ப் பட்டையும் கோலுடன் ஆக்கும் கோணம் யாது? ஒவ்வொரு றப்பர்ப் பட்டைக்கும் அச்சாணியின் செங்குத்துத் தூரம் என்ன?

இங்கு தூரங்களை மாற்றுகுது கோணங்களை மாற்ற முடியுமா? (ஆம்/இல்லை.)

கோணங்களை மாற்றுகுது தூரங்களை மாற்றமுடியுமா? (ஆம்/இல்லை.)

(a) கோணங்களை, (b) செங்குத்துத் தூரங்களை, அல்லது (c) இரண்டையும் நீங்கள் மாற்ற முயலும்போது இழுப்புக்கள் மாறுதிருக்குமா? [(a) ஆம்/இல்லை (b) ஆம்/இல்லை (c) ஆம்/இல்லை.]

மரக்குற்றியில் நீங்கள் இறுக்கியுள்ளனவும் றப்பர்ப் பட்டைகளை இணைப்பனவுமான ஆணிகளைப் பயன்படுத்த

றப்பர்ப் பட்டைகளை இழுக்கப்பட்ட விதத்தில் உரிய நிலையிற் பேணுமாறு ஒழுங்கு செய்ததும் விசைகள், அவற்றின் தூரங்கள் பற்றிய அளவீடுகளை எடுக்க.

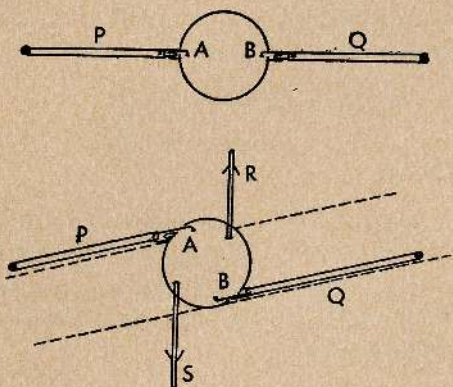
இணை

இரு விசைகளின் தாக்கத்தின்கீழ் ஒரு பொருள் சமநிலையிலிருத்தல் பற்றி இவ்வத்தியாயத்தின் தொடக்கத்திலே படித்தபோது அவ்விரு விசைகளும் சமனும் எதிருமாவதோடு ஒரே கோட்டிலே தாக்குகின்றனவெனவும் அறிந்தோம். பருமனிற் சமனும் போக்கில் எதிருமாயுள்ள இரு சமாந்தர விசைகள் ஒரு பொருளைச் சமநிலையிலே பேணுமா? அவ்விசைகள் சமாந்தரமெனக்கூறும்போது அவற்றின் தாக்கக் கோடுகள் சமாந்தரமென்பதையே கருதுகிறோம். அவை ஒரே கோட்டிலே தாக்குவதில்லை. இரு சம, எதிர், சமாந்தர விசைகள் ஒரு பொருள் மீது தாக்கும்போது அதற்கு என்ன நிகழுமென்பதே இங்குள்ள பிரச்சினை.

ஓர் இலேசான பொருள் மீது றப்பர்ப் பட்டைகளைக்கொண்டு இரு இழுப்புக்களைப் பிரயோகித்தபோது, குறிப்பாக இவ்விழுப்புக்கள் பெரிதாக இருக்கையில் றப்பர்ப் பட்டைகள் எப்பொழுதும் ஒரே நேர்கோட்டில் இருந்தனவென்பது உங்களுக்கு ஞாயசமாக இருக்கும். சமமாயும் எதிராயும் சமாந்தரமாயும் இருக்கத்தக்கதாக இரு விசைகளைப் பிரயோகிப்பது உண்மையில் சாத்தியமன்றென இவ்வனுபவம் எடுத்துரைக்கின்றது. நீங்கள் இழுப்புக்களைச் சமாந்தரமாகப் பேண எவ்வளவு முயன்றும், பொருள் திரும்புவதுடன் றப்பர்ப் பட்டைகள் ஒரே கோட்டில் அமையும். இவ்வாறு நிகழ்வதை நாம் தடுக்கலாகாதா? அதாவது, றப்பர்ப் பட்டைகள் ஒரே கோட்டிற்கு வருமாறு செய்யப் பொருள் திரும்புவதை நாம் தடுத்தற்கு எவ்வழியும் இல்லையா?

செயல். (எறத்தாழ 3 அங்குல விட்டமுள்ள) ஓர் அட்டைத் தாள் துண்டானது அதன் விளிம்புக்கு அண்மையிலுள்ள எவையேனும் இரு புள்ளிகளுக்கும் ஒரு

கிடை மரப் பலகையில் இறுக்கிய இரு ஆணிகளுடனும் இணைத்த P, Q என்னும் இரு றப்பர்ப் பட்டைகளால் இழுக



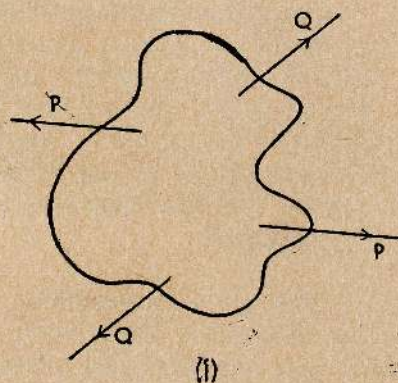
படம் 1.22

கப்படுமாறு ஒழுங்குசெய்க (படம் 1.22). ஒரு தூலை இவற்றின் வழியே நீட்டிப்பிக்க. இவ்விறப்பர்ப் பட்டைகள் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்குமா? இப்போது, சமாந்தரமான நேர்கோடுகள் வழியே P யும் Q வும் இருக்குமாறு R, S என்னும் வேறிரு இழப்புகளைப் பிரயோகிக்க (பலகையில் வரைந்துள்ள சமாந்தரக் கோடுகளைக் குற்றிட்ட கோடுகள் காட்டுகின்றன). R, அல்லது S ஐ மட்டும் பயன்படுத்தி, இதனை உங்களாற் செய்ய முடியுமா?

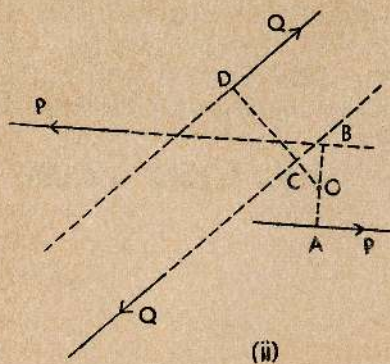
P, Q ஆகிய இழப்புகளின் பருமன்களை நீங்கள் எவ்வாறு ஒப்பிடுவீர்கள்? நாம் P யையும் Q யையும் சமமாயும் சமாந்தரமாயும் பேண முயல்கிறோம். நாம் P, Q இரண்டையும் சமாந்தரமாய்ப் பேணுவதில் வெற்றியீட்டியுள்ளோம். அவை சமமுமாகுமா? இதனைச் சோதிப்பதற்கு இரு றப்பர்ப் பட்டைகள் ஒவ்வொன்றினதும் நீளங்களை அளக்கிறோம் (இப்பட்டைகளையும் P, Q என அழைப்போம்). இனி R, S ஆகியவற்றை விடுவித்து, P, Q ஆகியன மாத்திரம் தாக்கும்போது பொருளைச் சமநிலையிலே பேணுக. நாம் முன்னர் அளந்த நீளத்திற்கு P யை ஈர்த்து, Q வின் ஒத்த நீளத்தைக் காண்க. இங்கு R, S என்பன பற்றிய உண்மைகளையும் அறிய நாம்

விரும்புகிறோம். ஆகவே அவற்றின் நீளங்களை அளந்து அவற்றின் திசைகளைப் பரிசீலிக்க. பின்னர் R, S ஆகிய விசைகள் மாத்திரம் தாக்குமாறு செய்து R இன் நீளத்தை நாம் அளந்த பெறுமதிக்குச் சமனாக்குவோம். அதே பொருள் சமநிலையில் இருக்கும் போது S இன் நீளத்தைக் காண்போம்.

இரு சோடி, சம எதிர், சமாந்தர விசைகள் ஒரு பொருள் மீது தாக்கும்போது அப்பொருளை என்றும் சமநிலையிற் பேணுவது சாத்தியம். அத்தகையவொரு சோடியைத் தனியாகச் சமாந்தரமாகப் பேண முடியாத அதே வேளையில், இரு சோடிகளைக் கொண்டு ஒவ்வொரு சோடியினதும் விசைகளைச் சமாந்தரமாயும் பொருளைச் சமநிலையிலும் பேண முடிந்தது. இங்கு, புறக்கணிக்கக் கூடாத இன்றோர் உண்மை உள்ளது. P, P என்னும் சோடியானது பொருளை இடஞ்சுழியாகத் திருப்புதலைத் தடுப்பதற்கு, Q, Q ஆகிய மற்றைய சோடி



(i)



(ii)

படம் 1.23

பொருளை எதிர்ப் போக்கிலே திருப்ப நாட வேண்டும். சமந்நாமும் சமமும் எதிருமான ஒரு சோடி விசைகள் ஒரூர்க்க இணை எைப் படும். படம் 1.23 இலே P, P ஓர் இணை; அது இடஞ்சுழியானது எனக் கூறுகிறோம். Q, Q இன்னோர் இணை; அது வலஞ்சுழியானது.

ஓர் அச்சப்பற்றி ஒரு விசையின் திருப்பம் சூறித்து முன்னர்ப் படித்தோம். இவ்விசையொழுங்கில் ஒவ்வோர் இணையும் திருப்பும் நாட்டத்தை ஏற்படுத்துகிறதெனினும் பொருள் எவ்வழியிலும் திரும்புவதில்லை. இவ்விசைகளின் திருப்பங்கள் சமமாயும் எதிராயும் இருக்குமென நாம் எதிர்பார்க்கக்கூடாதா? ஒரு விசையின் திருப்பத்தைக் காண்பதற்கு அவ்விசையின் பருமனும், பொருள் திரும்புகின்ற, அல்லது திருப்பச் சுயாதீனமாயுள்ள அச்சிலிருந்து விசையின் தாக்கக்கோட்டின் தூரமும் தேவைப்படுகின்றன. இங்கு அச்ச யாது?

அட்டைத்தாள் பற்றிய ஒழுங்கிலே, அச்சாட்சியாகப் பயன்படும் ஓர் உட்சியாற் பொருள் தாங்கப்படவில்லை. அதில் ஒரு நிலைத்த அச்சின் அவசியம் ஏற்படவில்லை. விசைகளைக் கொண்டுள்ள தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ள எந்தக் கோடும் ஓர் அச்சாகச் செயற்படுமென்பது இதன் கருத்தாகுமா?

நாம் விரும்பிய யாதாயினுமோர் அச்சை எடுத்து, விசைகளின் திருப்பங்களை அதன் மீதுள்ள ஓர் புள்ளியிலிருந்து அளக்கப்படும் தூரங்களில் எடுத்துரைப்போம். படம் 1.23 இல் இப்புள்ளி O வும், O பற்றி P, P ஆகிய விசைகளின் திருப்பங்கள் P. OA, P. OB யும் ஆகும். இத்திருப்பங்கள் இரண்டும் இடஞ்சுழியானவை. ஆகவே, அவற்றைக் கூட்டுவோம். கூட்ட,

$$P. OA + P. OB = P. AB.$$

Q, Q ஆகிய விசைகளுக்குத் தூரங்கள் OC, OD யும் திருப்பங்கள் Q. OC, Q. OD யும் ஆகும். முன்னையது இடஞ்சுழியானது; பின்னையது வலஞ்சுழியானது. ஆகவே, அவற்றின் கூட்டுத்தொகை = Q. OD - Q. OC (வலஞ்சுழியாக). அன்றியும்,

$$Q. OD - Q. OC = Q. CD.$$

$$P. AB = Q. CD.$$

சமநிலைக்கு

திருப்பங்களைக் கணித்தற்கு முன்னைய செயலிலுள்ள விசைகளின் அலந்த பெறுமதிகளைப் பயன்படுத்துக. அவை மேலுள்ள தொடர்பைத் திருப்தியாக்குகின்றனவா?

மேலே ஆராய்ந்தபோது ஓர் இணைக்கு P. AB எனவும் மற்றையதற்கு Q. CD எனவும் பெற்றோம். ஒவ்வொன்றும் அவ்விணையிலுள்ள இரு விசைகளினதும் திருப்பமாகும். புள்ளி O வின் தானத்திற்கேற்ப இப்பெறுமதிகள் மாறுவென்பது தெளிவு. அதாவது, விசையெதனதும், சமமான சமந்நாமமான இரு விசைகளினையேயுள்ள செங்குத்துத் தூரத்தினதும் பெருக்கம் திருப்பங்களின் கூட்டுத்தொகையைத் தரும். இப்பெருக்கமானது விசையெதனதும்பருமனோடு அவற்றின் இடைத் தூரத்துடன் மாறுகின்றது. இப்பெருக்கமானது இணையின் திருப்பம் எனப்படும். இரு இணைகள் ஒரு பொருளைச் சமநிலையிற் பேணும் போது ஓர் இணையின் திருப்பம் மற்றைய இணையின் திருப்பத்திற்குச் சமமும் எதிருமாகும் என்னும் முக்கிய முடிவை இங்கு பெறுகிறோம்.

முன்னர்ப் பயன்படுத்திய றப்பர்ப் பட்டைகளையும் அட்டைத்தாள் தட்டையும் பயன்படுத்தி இத்தொடர்பு சரியாவென்ப பார்க்க. அட்டைத்தாளைச் சமநிலையிலே தாங்குகையில், விசைகளோடு தூரங்களையும் மாற்றுவதால் P. AB, Q. CD ஆகிய வற்றை மாற்றுவதே உங்கள் நோக்கு.

பயிற்சி 1

1. ஒரு மரக் கம்பத்தில் இறுக்கிய ஓர் ஊசி (அல்லது ஆணி) மீது ஓர் அட்டைத்தாள் துண்டைத் தாங்குக. அது ஊசிமீது சுயாதீனமாய்த் திரும்பக்கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். ஊசியினூடாகச் செல்லும் நிலைக்குத்துக் கோட்டினை அதன்மீது குறிக்க (இதற்குக் குண்டுநூலைப் பயன்படுத்துக). ஊசிக்குச் சற்று அப்பால் அட்டைத்தாளைத் திருப்பி, அதிசிறிய கிடைத் தள்ளுகை விசையால், அதனை இவ்வாறு ஒருச்சாய்த்துப் பேணுக. இப்போது அதனை விடுவிக்க. இங்கு நீங்கள் என்ன அவதானிப்பீர்கள்? அவதானிப்புக்களை மறுபடியும் எடுக்க. இங்கு என்ன நிகழுகிறதென உங்களாற் கூற முடியுமா? உதாரணமாக, (a) ஆரம்பத்தில் அட்டைத்தாள் ஓய்வில் இருந்த போது, (b) அதனைச் சற்று ஒருச்சாய்த்த போது, (c) அதனை விடுவித்த போது அதன்மீது தாக்கிய விசைகள் யாவை? (இயன்றவிடமெல்லாம் தானங்கள், திசைகள், பருமன் களை ஊசித்துத் தருக.)

2. ஒரு சிறிய பெட்டி (தீப்பெட்டி என்க) போன்றவொரு செவ்வகவடிவப் பொருளை ஒரு கிடை மேசைமீது வைக்க. அதனை ஓர் ஓரம்பற்றிச் சற்று ஒருச்சாய்த்து இயன்றவளவு சிறிய கிடையான தள்ளு விசையைப் பிரயோகித்து இவ்வாறு பிடித்துக்கொள்க. இப்போது அதனை விடுவிக்க.

அது (a) ஆரம்பத்திலே ஓய்வில் இருந்த போது, (b) ஒருச்சாய்த்துப் பேணப்பட்டபோது, (c) விடுவிக்கப்பட்ட போது அதன்மீது தாக்கிய விசைகள் யாவை? இங்கு திசைகள், தாக்கக் கோடுகள் ஆகியவற்றுடன் பருமன்களையும் தருக.

இவ்வகைகளில் எதனிடத்துப் பொருள் மீது ஓர் இணை (விசை) தாக்குவதாக நீங்கள் ஊகிக்கலாம்? இங்கு, இணையினது திருப்பத்தின் போக்கு யாது? இரு சம, எதிர், சமாந்தர விசைகளுள்ளனவென எவ்வாறு அறிவீர்கள்?

3. நீர் 1 இறுத்தல் சீனியை வீட்டுக்குக் கொண்டுவந்தீர் என வைத்துக்கொள்க. நீர் எமாற்றப் பட்டுவிட்டீரோ என்பதை அறிய விரும்புகிறீர். ஆனால் உம்மிடம் விற்றாராசீசா, அன்னை சாதாரண தராசோ இல்லை. எனினும் உம்மிடம் திறக்கப்படாத ஓர் இறுத்தல் தேயிலைப் பைச்சற்று உண்டு உமக்கு உடனடியாகக் கிடைக்கக்கூடிய சாதாரண பொருட்களை மாத்திரம் உபயோகித்து நிறையைச் சரிபிழை பார்க்கும் இரண்டு வெவ்வேறு முறைகளைக் குறிப்பிடுக. ஒவ்வொரு முறைக்கும் நீர் அமைக்கும் ஆய்கருவியின் பகுதிகளுக்குப் பெயரிட்ட ஒரு படம் வரைக.

[க.பொ.த. (சா.) திசெம்பர் 1965]

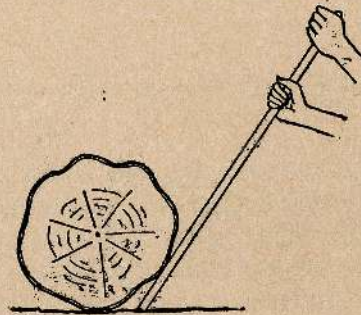
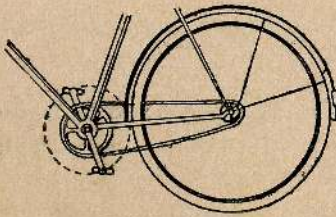
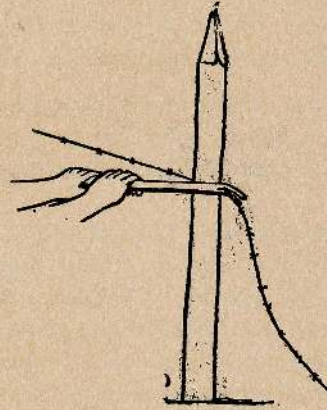
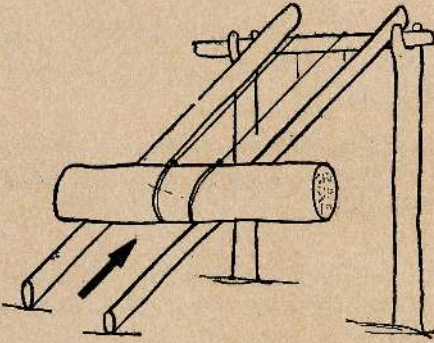
ந.க. இதற்காக மரக் கீலம் ஒன்றைப் பயன்படுத்தும் முறைகளைக் குறிப்பிடமுடியுமா எனப் பார்க்க.

4. இருவர், நடுத்தர அளவான ஒரு மீன் வாங்கி அதைச் சமமாகப் பகிர்ந்து கொள்ள உடன் பட்டனர். ஒரு கத்தியின் மொட்டை விளிம்பில் மீனைச் சமநிலையிலிருக்கும்படி வைத்து அந்த இடத்தில் மீனை இருகூறாக வெட்டலாமென்ற கருத்துத் தெரிவிக்கப்பட்டது. (நீன் இவ்வாறு பிரிக்கலாமென்றால்) இம்முறையால் சம நிறையுள்ள இரு பாகங்கள் கிடைக்கமாட்டா என்பதை எடுத்துக் காட்டக் காரணங்கள் தருக.

[க.பொ.த. (சா.) திசெம்பர் 1966.]

பல்வேறு வேலைகளைச் செய்தற்கு நாம் வெவ்வேறு உபாயங்களைப் பயன்படுத்துகிறோம். பலவிடங்களில் வேலையை எஸ்தாய்ச் செய்வதற்கும் இவற்றையே பயன்படுத்திக் கொள்கிறோம். மரமரிபவர்கள் பெரிய மரங்களைப் பட்டடைகளுக்குக் கொண்டு டோகவேண்டியதாக இருக்கும். இரும்பு அல்லது மரத்தண்டுகளைச் செருவி மரங்களைப் பட்டடைக்கு உருட்டிக் கொண்டுபோவதை நீங்கள் தினமும் கண்டிருப்பீர்கள். மரங்கள், இரண்டு பலகைகள் மீது வைத்து மேலே தள்ளப்பட்டு, பட்டடைக்கு உயர்த்தப்படுகின்றன. ஏழு எட்டு மணி

தர்கூட நேரடியாகப் பட்டடைக்கு உயர்த்த முடியாத மரங்களை இரண்டு மூன்று மனிதரே உயர்த்தப் பயன்படுவதெப்படி? நிலத்திலே மரங்களைத் தள்ளுதற்கு மரமரிபவர்கள் பயன்படுத்தும் உபாயம் யாது? முள்ளூக் கம்பி கொண்டு வேலி அடைக்கும்போது கொளுவி ஆணிகளை அடித்து இறுக்குமுன் கம்பியை ஊன்றி இழுத்தற்கு இரு கவர்கள் கொண்டவோர் இரும்புக் கோல் பயன்படுகின்றது. சைக் ஈனொன்றின் கதியை அதிகரிக்க வெவ்வேறு ஆரைகள் கொண்ட சில்லுகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். நாலு ஐந்து மனிதர்கள் நிறுத்த முடியாத மரத்தை, சில கப்பிகளைப்பயன்படுத்தி இழுத்து நிறுத்தற்கு ஒரு தனி மனிதனால் முடியும் (பபம் 2 1).



படம் 2.1

வேலையை எளிதாக்கச் செய்யப் பயன்படும் சில உபாயங்கள் பற்றி மேலே குறிப்பிட்டோம். இவை பொதுவாகப் பொறிகளென அழைக்கப்படும். பொறி என்பது யாது? பொறி என்பது வேலையை எளிதாக்கச் செய்யப் பயன்படும் ஓர் உபாயமென இப்போது கொள்வோம். எண்ணும், இவ்வத்தியாயத்தின் ஈற்றிலே பொறிகள் பற்றி மேலும் படிப்போம்.

பொறிகள் பற்றி ஓர் ஒழுங்கான முறையிலே அடித்தற்கு, நாம் தினமும் காணும் எளிய பொறிகள் அனைத்தையும்,

- (i) அச்சொன்றைப் பற்றிச் சுற்றக்கூடிய வொரு கோல் பயன்படுத்தப்படும் உபாயம்,
- (ii) சரிவு பயன்படுத்தப்படும் உபாயம்,
- (iii) கப்பிகள் பயன்படுத்தப்படும் உபாயம்,
- (iv) வெவ்வேறு ஆரைகள் கொண்ட சில்லுகள் பயன்படுத்தப்படும் உபாயம்

என்றவாறு நான்கு வகைகளாக வகைப்படுத்தல் நன்று.

பாரமான கல்லொன்றை அதன் ஒரு பக்கத்தில் உயர்த்திப் புரட்டுதற்கு ஒரு மரக்கோல் பயன்படும் முறையைப் படம் 2.2 காட்டுகிறது. கல்லுக்குப் பதிலாகப் புத்தகமொன்றையும், மரக்கோலுக்குப் பதிலாக அடிமட்டமொன்றை



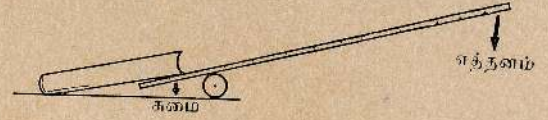
படம் 2.2

யும் பயன்படுத்தும்போது மரக்கோலால் கல்லைய உயர்த்துகையில் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகளைத் தெளிவாக அறிந்து கொள்ள முடியும். இங்கு தேவைப்படுகின்ற ஆப்பாக ஒரு பென்சிலைப் பயன்படுத்தல் கூடும்.

செயல். புத்தகம், அடிமட்டம், பென்சில் ஆகியவற்றைப் படம் 2.3 இற் காட்டியவாறு ஒழுங்குபடுத்துக.

அடிமட்டத்தின் மேல் நுனியைக் கீழே தள்ளுமாறு ஒரு விசையைப் பிரயோகிக்க. அடிமட்டத்தின் கீழ் நுனி எத்திசையிலே இயக்கும் ?

அடிமட்டத்தின் கீழ் நுனியானது புத்தகத்தை உயர்த்த நாடுமெனக் காண்பீர்கள். இதற்காக அடிமட்டத்தால் புத்தகமீது விசையொன்று உஞ்றற்படுகிறதென நாம் கருத முடியும். அடிமட்டத்தின் மேல் நுனியைச் சுற்றுப் பதித்துப் புத்த



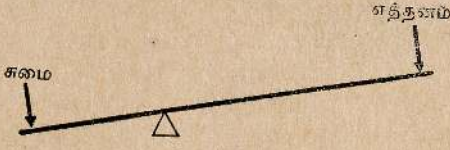
படம் 2.3

கத்தை உயர்த்துக. புத்தகம் உயர்ந்த பின்னர், அடிமட்டத்தின் மேல் நுனியில் உஞ்றறிய விசையை அகற்றுக்க. அப்போது புத்தகம் பதிந்துவரக் காண்பீர்கள். புத்தகம் பதியும்போது அதனால் அடிமட்டம் தள்ளப்படுமென நீங்கள் அறிவீர்களா? இதனை மறுபடியும் செய்து பார்க்க.

புத்தகத்தை உயர்த்தும்போது நீங்கள் புத்தகமீது நேரடியாக விசையெதனையும் உஞ்றறுவதில்லை. அடிமட்டத்தின் மேல் நுனியிலே விசையொன்றை உஞ்றறும்போது புத்தகத்துடன் அடிமட்டம் மோதும் இடத்திலே புத்தகமீது விசையொன்று உஞ்றற்படும். புத்தகமீது தாக்கும் இவ்விசையானது புத்தகத்தை உயர்த்த நாடுகின்றது. அடிமட்டத்தால் புத்தகமீது ஒரு விசையை உஞ்றறியதும், புத்தகத்தால் அடிமட்டமீது சமமான, முரணான விசையொன்று உஞ்றற்படும்.

நாம் இங்கு அடிமட்டமீது தாக்கும் விசையை மட்டும் நோக்குவோம். அடிமட்டத்தைப் பயன்படுத்தி அந்தப் புத்தகத்தை உயர்த்த முயலுகையில், அடிமட்டமீது உங்கள் கையால் ஒரு விசையும் புத்தகத்தால் ஒரு விசையும் உஞ்றற்படும். கீழ் நுனியிலே புத்தகத்தால் அடிமட்டமீது உஞ்றற்படும் விசையைச் **சுமை (L)** எனவும், புத்தகத்தை உயர்த்த மேல் நுனியிலே கையால் அடிமட்டமீது உஞ்றற்படும் விசையை **எத்தனம் (W)** எனவும் அழைப்போம். புத்தகத்தை உயர்த்தும்போது அடிமட்டமானது பென்சிலுடன் மோதும் இடத்தைச் சுற்றிச் சுழலக் காண்பீர்கள். இத்தானத்தைப் பொறுதி என அழைப்போம்.

அடிமட்டத்தின் மேல்நுனியிற் பிரயோகித்த எத்தனத்தால் அடிமட்டம் வலஞ்சுழியாகச் சுழல் நாடுகின்றது. அடிமட்டத்தின் கீழ்நுனியிலே புத்தகம் உருற்றும் விசையால் (சுமையால்) அடிமட்டம் இடஞ்சுழியாகச் சுழல் நாடுகின்றது. அடிமட்டம் ஆப்பு மீது



படம் 2.4

வைக்கப்பட்டுள்ள முறைக்கேற்ப அடிமட்டத்தின் நிறையும் அது வலஞ்சுழியாகச் சுழல் உதவுகின்றது. புத்தகத்தை அகற்றி இதனை அவதானிக்க முடியும்.

புத்தகத்தை உயர்த்த அடிமட்டம் வலஞ்சுழியாகச் சுழல் வேண்டும். இதற்காகப் பொறுதியைப் பற்றி எத்தனத்தினதும் கோலின் நிறையினதும் வலஞ்சுழித் திருப்பம் சுமையின் இடஞ்சுழித் திருப்பத்திலும் அதிகமாதல் வேண்டும். எனினும், எத்தனத்தைப் படிப்படியாக அதிகரிக்கும்போது புத்தகம் உயரத் தொடங்கும் தறுவாயில் இத்திருப்பக் கூட்டங்கள் சமமாகும்.

அதாவது, பொறுதியைப் பற்றி

$$\text{சுமையின் திருப்பம்} = \text{எத்தனத்தின் திருப்பம்} + \text{அடிமட்டத்தின் நிறையின் திருப்பம்.}$$

அடிமட்டத்தின் புவிவீர்ப்பு மையம் பொறுதி மீது இருக்கும் போது பொறுதியைப் பற்றி அடிமட்டத்தினது நிறையின் திருப்பம் பூச்சியமாகும். அதே மாதிரியாக, சுமையுடனும் எத்தனத்துடனும் ஒப்பிடும் போது அடிமட்டத்தின் நிறை சொற்பமெனின், பொறுதியைப் பற்றி அடிமட்டத்தினது நிறையின் திருப்பத்

தைக் கருதாது விட முடியும். அப்போது, பொறுதியைப் பற்றி

$$\text{சுமையின் திருப்பம்} = \text{எத்தனத்தின் திருப்பம்,}$$

அ-து.

சுமை X பொறுதியிலிருந்து சுமைக் குள்ள செங்குத்துத் தூரம்

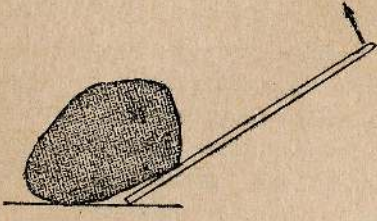
$$= \text{எத்தனம்} \times \text{பொறுதியிலிருந்து எத்தனத்திற்குள்ள செங்குத்துத் தூரம்.}$$

எமது கவலைத்தை ஈர்த்துள்ள இவ்வகையிலே பொறுதியிலிருந்து எத்தனத்திற்குள்ள செங்குத்துத் தூரமானது பொறுதியிலிருந்து சுமைக்குள்ள செங்குத்துத் தூரத்திலும் குறைவாகும் (படம் 2.4 பார்க்க). எனவே, சுமையிலும் பார்க்க எத்தனம் குறைவாதல் வேண்டும். பொறுதியிலிருந்து சுமைக்கும் எத்தனத்துக்குமுள்ள தூரத்திற்கேற்ப ஒரு பொருளை உயர்த்தப் பிரயோகிக்க வேண்டிய எத்தனம் வேறுபடுதல் வேண்டுமென்று விளங்குகின்றது. இது சரியாவென்ப பரிசோதனை மூலம் அறிதல் நன்று.

இங்கு, ஓர் அலவாங்கைக் கொண்டு ஒரு கல்லை உயர்த்துதல் போன்ற உண்மையான வகையொன்றுக்குப் பதிலாக ஓர் எவ்விய வகையை எடுத்து நோக்கினோம்.

கல்லை அதன் ஒரு பக்கத்தில் உயர்த்த அலவாங்கைத் திருப்பத் தேவைப்படும் திருப்பத்தில் ஒரு பகுதியானது அலவாங்கின் நிறையின் திருப்பத்தால் வழங்கப்படுகிறதெனத் தெரிவின்றது. ஆகவே, பொறுதிபற்றி எத்தனத்தின் திருப்பமானது பொறுதிபற்றிச் சுமையின் திருப்பத்திலும் குறைவாகும். பொதுவாக, பொறுதியிலிருந்து எத்தனத்திற்குள்ள செங்குத்துத் தூரமானது பொறுதியிலிருந்து சுமைக்குள்ள செங்குத்துத் தூரத்திலும் அதிகமாகும். ஆதலால் அலவாங்குமீது உருற்றப்படும் விசையினத்தையும் நோக்கும்போது, கல்லை உயர்த்தத் தேவைப்படும் எத்தனமானது சுமையிலும் குறைவாதல் வேண்டுமென முடிபுகொள்ள முடியும்.

கல்லை அதன் ஒரு பக்கத்தில் உயர்த்தும் பொருட்டு ஓர் அலவாங்கை வேறொரு முறையாகவும் பயன்படுத்த முடியும். இம்முறையைப்

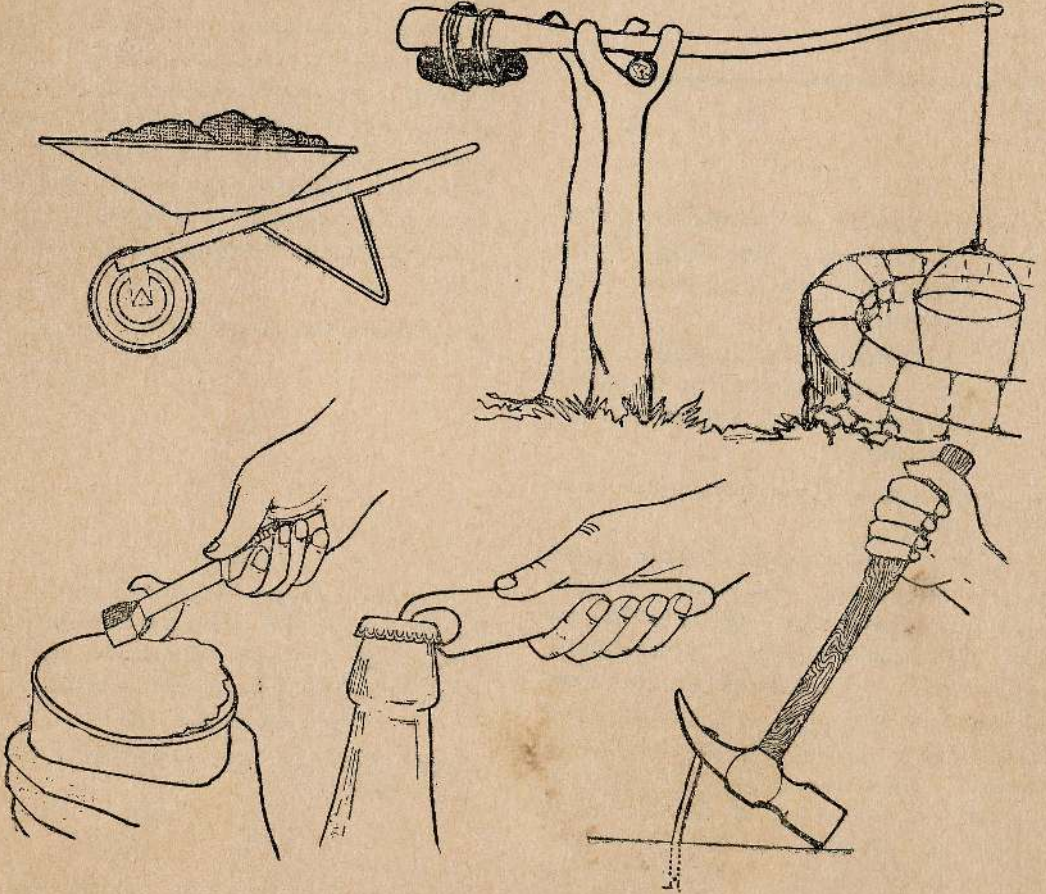


படம் 2.5

படம் 2.5 காட்டுகின்றது. இங்கு சுமையையும் பொறுதியையும் அப்படத்திலே குறிக்க முடியுமா?

வேலை செய்யப் பயன்படும் எளிய உபகரணங்கள் சில படம் 2.6 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு உபகரணத்திலும் சுமையும் எத்தனை முடி தாக்கும் இடங்களையும் பொறுதியையும் குறிக்க முடியுமாவெனப் பார்க்க.

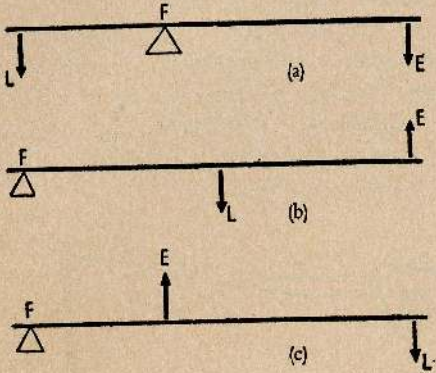
பொறுதியிலிருந்து சுமைக்கும் எத்தனை திற்குமுள்ள தூரத்திற்கேற்பப் பொருளொன்றை உயர்த்தப் பிரயோகிக்க வேண்டிய எத்தனை வேறுபடக் கண்டோம். இங்கும் பொறுதியிலிருந்து எத்தனை திற்குள்ள செங்குத்துத் தூரத்தையும் பொறுதியிலிருந்து சுமைக்குள்ள செங்குத்துத் தூரத்தையும் எடுத்து நோக்கி, ஒவ்வொருபோதும் பிரயோகிக்க வேண்டிய எத்தனைமானது சுமையிலும் பார்க்கக் குறைவோ கூடுவோ, அதற்குச் சமமாவெனப் பார்க்க.



படம் 2.6

இதுவரை நாம் படித்த உபகரணங்களிலே சமமையும் எத்தனத்தையும் பொறுதியையும் குறிக்கும் போது சமமக்கும் எத்தனத்துக்குமேற்ப, பொறுதியின் தானத்தைக் கண்டு அவ்வுபகரணங்களை மூன்று பிரிவுகளாக வகுக்க முடியுமென அறிவீர்கள்.

- (i) பொறுதியின் ஒரு பக்கத்திற் சமமையும் மற்றைய பக்கத்தில் எத்தனமும் உள்ள உபகரணங்கள்,



படம் 2.7

- (ii) பொறுதியின் ஒரே பக்கத்திற் சமமையும் எத்தனமும் உள்ளபோதிலும் பொறுதிக்குக் கிட்டச் சமம இருக்கும் உபகரணங்கள்,
 (iii) பொறுதியின் ஒரே பக்கத்தில் சமமையும் எத்தனமும் உள்ள போதிலும் பொறுதிக்குக் கிட்ட எத்தனம் உள்ள உபகரணங்கள்

என்பனவே அம்மூன்று பிரிவுகளாகும் (படம் 2.7 பார்க்க).

நிலைத்த அச்சொன்றைப் பற்றிச் சுழலக் கூடிய விறைப்பான கோலொன்றை இவ்வுபகரணம் கொண்டது. இக்கோலிலே ஒரு புள்ளியில் விசையொன்று தாக்குவதனால் அதில் வேறொரு புள்ளியில் தாக்கும் விசையொன்றைப் பெறலாம். இத்தகையவொர் உபகரணத்தை நாம் நெம்பு என அழைக்கின்றோம். வசதிக்காக வகுப்பு (i) இற்குரிய நெம்பை முதலாம் வகுப்பு நெம்பெனவும், வகுப்பு (ii) இற்குரிய நெம்பை இரண்டாம் வகுப்பு நெம்பெனவும், வகுப்பு (iii) இற்குரிய நெம்பை மூன்றாம் வகுப்பு நெம்பெனவும் அழைப்போம்.

நெம்பாகப் பயன்படுத்தப்படும் கோல் பொதுவாக நேராக இருப்பதில்லை. அதிலே பயன்படுத்தப்படும் ஆப்பானது தட்டையாகவோ, கத்தி விளிம்பு போன்ற கூரிய விளிம்பாகவோ, கல்லாகவோ இருக்கலாம்.

நெம்பொன்றின் பொறுதியிலிருந்து சமமயின் தாக்கக் கோட்டுக்குள்ள செங்குத்துத் தூரமானது சமமபுயம் எனவும், பொறுதியிலிருந்து எத்தனத்தின் தாக்கக் கோட்டுக்குள்ள செங்குத்துத் தூரமானது எத்தனபுயம் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றது.

நாம் எடுத்துநோக்கிய உபகரணங்களிற் சிலவற்றிலே சமமயிலும் பார்க்க எத்தனம் குறைவெனவும், வேறு சிலவற்றிலே சமமக்கு எத்தனம் சமமெனவும் அறியப்பட்டுள்ளது. பொறியொன்றிலே சமமக்கும் எத்தனத்துக்கு மிடையேயுள்ள விசை அப்பொறி பற்றி அறிய உதவுகின்றது. பொறியொன்றால் யாதாயினுமொரு சமமையை உயர்த்தத் தேவையான எத்தனம் சமமயிலும் பார்க்கக் குறைவெனின், சமமக்கும் எத்தனத்துக்குமுள்ள விசைமானது 1 இலும் அதிகமாகும்; சமமயிலும் பார்க்க எத்தனம் அதிகமெனின், அவ்விசை 1 இலும் குறைவாகும்; சமமக்கு எத்தனம் சமமெனின் அவ்விசை 1 ஆகும். இவ்விசைமானது பொறிமுறை நயம் எனப்படும்.

$$\text{பொறியொன்றின் பொறிமுறை நயம்} = \frac{\text{சமம}}{\text{எத்தனம்}}$$

படம் 2.8

முதலாம் வகுப்பு நெம்பொன்றின் ஒரு தோற்றம் படம் 2.8 இலே காட்டப்பட்டுள்ளது. நெம்பினது கோலின் நிறையைக் கருதாது விட்டு, O பற்றிய திருப்பங்களைக் கணிக்க.

$$L \times OA = E \times OB$$

ஆகும். இத்தொடர்பை அத்தியாயம் 1 இல் நாம் கண்டோம்.

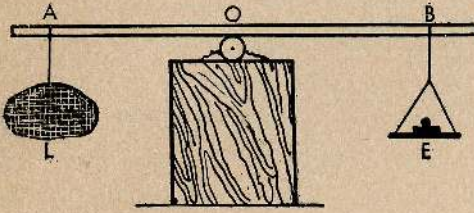
$$\therefore \frac{L}{E} = \frac{OB}{OA}$$

ஆனால், L/E என்னும் விசைத் பொறிமுறை நயமாகுமென நாம் ஏற்கெனவே

அறிந்தோம். பொறியின் உராய்வு விசையையும் நிறையையும் கருதாது விட்டு, எத்தனப் புயத்தையும் சமைப் புயத்தையும் அளந்து காணப்படும் பொறிமுறை நயமானது போதனைப் பொறிமுறை நயம் என அழைக்கப்படும்.

இங்கும், போதனைப் பொறிமுறை நயமானது OB/OA என்னும் விகிதத்திற்குச் சமம்.

OA யிலும் OB நீளமெனின், போதனைப் பொறிமுறை நயம் 1 இலும் கூடவாகும்; OA ஆனது நீளத்தில் OB யிற்குச் சமமெனின், போதனைப் பொறிமுறை நயம் 1 இற்குச் சமமாகும்; OA யிலும் OB குறுகியதெனின், போதனைப் பொறிமுறை நயம் 1 இலும் குறைவாகும்.



படம் 2.9

மற்றை நெம்பு வகுப்புகளிடத்தும் புயங்களின் நீளங்களுக்கேற்பப் போதனைப் பொறிமுறை நயம் வேறுபடுகின்றதாவெனப் பார்க்க.

(1) இரண்டாம் வகுப்பு நெம்பொன்றின் போதனைப் பொறிமுறை நயம் எப்போதும் 1 இலும்/இற்கு...ஆகும்.

(2) மூன்றாம் வகுப்பு நெம்பொன்றின் போதனைப் பொறிமுறை நயம் எப்போதும் 1 இலும்/இற்கு... ஆகும்.

பொறுதியின் ஒரு பக்கத்தில் சமையும் மற்றைப் பக்கத்தில் எத்தனமும் இருக்கு

மிடத்து, சமைக்கும் எத்தனத்துக்குமுள்ள தொடர்பைப் பரிசோதனையாற் காண முடியும்.

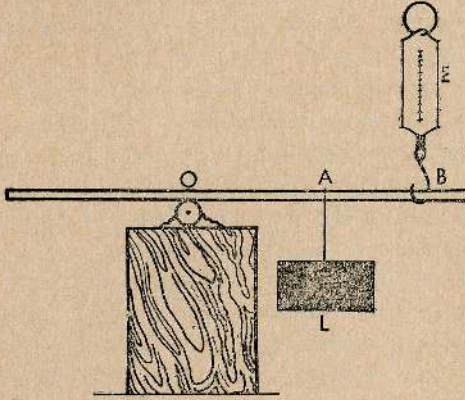
பரிசோதனை. நெம்பின் கோலாக மீற்றர்க் கோலொன்று பயன்படுத்தப்படலாம். முதலில், மீற்றர்க் கோலை அதன் புவிபீர்ப்பு மையம் பெறுதி (இங்கு பென்சில்) மீது இருக்கும்படி சமன்செய்யும் தானமொன்றில் வைத்து அதன் நிறையைக் கருதாது விட முடியும். இப்போது, மீற்றர்க் கோலின் ஒரு பக்கத்தில் ஒரு பாரமான பொருளை நூலிலே தொங்கவிடுக. அக்கோலின் மற்றைய பக்கத்தில், தெரிந்த நிறை கொண்ட தராசுத் தட்டொன்றைத் தொங்கவிட்டு, மீற்றர்க் கோல் சமநிலைத் தானத்திற்கு வரும்வரை, தராசுத் தட்டிலே படிசீளை அதிகரிக்க. சமநிலையிலே மீற்றர்க்கோல் கிடையானதெனக் கருத முடியும். அப்போது எத்தனமும் சமையும் மீற்றர்க் கோலிற்குச் செங்குத்தாகத் தாக்கும். இவ்வாறு மீற்றர்க் கோலைப் பயன்படுத்தி, சமையும் எத்தனமும் கோல் மீது தாக்கும் இடங்களை எளிதாய்க் காணலாம். அதுபோன்று எத்தனப் புயத்தையும் சமைப்புயத்தையும் எளிதாய் அளக்கலாம். சமநிலைத் தானத்திற் பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனமானது தராசுத் தட்டினதும் அதிலுள்ள படிகளினதும் நிறைக்குச் சமமெனக் கருத முடியும். விற்றராசொன்றால் நிறுத்து, சமையின் நிறையைக் காண்க. எத்தனப் புயத்தினதும் சமைப் புயத்தினதும் நீளங்களை அளக்க (படம் 2.9).

எத்தனப் புயத்தின் நீளமானது சமைப் புயத்தின் நீளத்திற் கூடவும் குறையவும் இருக்குமாறு மாற்றிப் பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. கிடைக்கும் முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவலைப் படுத்திக்.

சமைப் புயத்தின் நீளம்	எத்தனப் புயத்தின் நீளம்	சமை	எத்தனம்	பொறிமுறை நயம் சமை = ————— எத்தனம்	போதனைப் பொறிமுறை நயம் $\frac{OB}{OA}$

இவ்வட்டவீணையைப் பூர்த்தியாக்குமிடத்து, விசையை அளந்து கிடைக்கும் பொறிமுறை நயம் எப்போதும் போது பொறிமுறை நயத்திலும் குறைவாக இருக்கக் காண்பீர்கள்.

விசையை அளந்து பெறப்படும் பொறிமுறை நயமானது நெம்புப் புயத்திற்கேற்ப எவ்வாறு வேறுபடுகின்றதென, நீங்கள் பெற்ற முடிபுகளைக் கொண்டு துணியுங்கள்.



படம் 2.10

சுமைப் புயத்திலும் பார்க்க எத்தனப் புயம் அதிகமாக இருக்கும் போது பொறிமுறை நயம் 1 இலும்/இற்கு ... ஆகும்.

சுமைப் புயத்திலும் பார்க்க எத்தனப் புயம் குறைவாக இருக்கும் போது பொறிமுறை நயம் 1 இலும்/இற்கு ... ஆகும்.

இரண்டாம் வகுப்பு நெம்பொன்றின் எத்தனப் புயம் வேறுபடும் போது எத்தனமும் பொறிமுறை நயமும் எவ்வளவு மாறும்? கீழ்க் குறித்த பரிசோதனையைச் செய்து இவ் வினாவுக்கு விடை காண்போம்.

பரிசோதனை. மீற்றர்க் கோலொன்றை ஒரு பென்சில் மீது சமன்செய்க. பொறுதியிலிருந்து எறத்தாழ 10 சமீ. தூரத்தில் ஒரு பாரமான பொருளை அந்தக் கோலிலே தொங்க விட்க. படம் 2.10 இற் காட்டியவாறு மீற்றர்க் கோலின் நுனியொன்றில் விற்றராசொன்றைத் தொடுத்து அதனைக் கொண்டு ஓர் எத்தனத்தைப் பிரயோகிக்க. அக்கோல் கிளையாக இருக்கும்போது, விற்றராசின் வாசிபடைக் குறித்துக் சொள்க. விற்றராசிலிருந்து கிடைக்கும் இப்பெறுமதி, பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனமாகக் கருதப்பட முடியும். சுமைப் புயத்தின் நீளத்தையும் எத்தனப் புயத்தின் நீளத்தையும் அளந்து கொள்க. எத்தனப் புயத்தின் நீளத்தைக் குறைத்துக் கொண்டு ஒரு கூட்டம் வாசிப்புக்களைப் பெறுக. இம்முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவீணைப்படுத்துக. பிரயோகிக்கப்படும் சுமையின் நிறையை விற்றராசிலிருந்து கண்டு கொள்க.

சுமைப் புயத்தின் நீளம்	எத்தனப் புயத்தின் நீளம்	சுமை	எத்தனம்	பொறிமுறை நயம் = $\frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}}$	போதனைப் பொறிமுறை நயம் = OB/OA

இவ்வட்டவணையைப் பூர்த்தியாக்குமிடத்து, இரண்டாம் வரிசை நெம்பொன்றிற்குப் பொறிமுறை நயம் 1 இலும் அதிகமாயிருக்கக் காண்பீர்கள்.

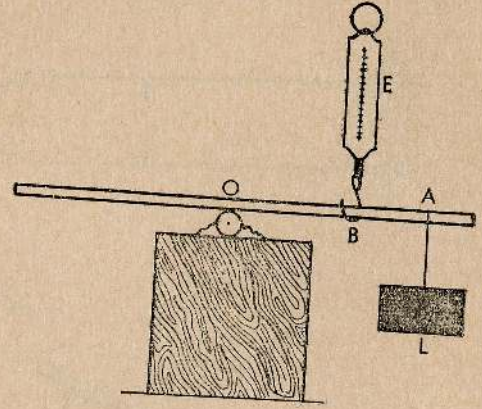
போதனைப் பொறிமுறை நயத்திற்கும், விசையை அளந்து பெறும் பொறிமுறை நயத்திற்குமிடையே தொடர்பேனும் உள்ளதாவெனப் பார்க்க.

அது போதனைப் பொறிமுறை நயத்திலுங் கூடவாகவோ, அதற்குச் சமமாகவோ இல்லையெனின் அதிலுங் குறைவாகவோ இருக்கும்?

மூன்றாம் வகுப்பு நெம்பொன்றின் எத்தனப் புயம் வேறுபடும்போது, எத்தனமும் பொறிமுறை நயமும் வேறுபடும் விதத்தையும் ஒரு பரிசோதனையைக் கொண்டு காண முடியும்.

பரிசோதனை. மீற்றர்க் கோலொன்றை ஒரு பென்சில் மீது சமன்செய்க. படம் 2.11 இற் காட்டியவாறு மீற்றர்க் கோலின் நுணியொன்றில் பாங்கமான பொருளொன்றைத் தொங்கவிட்டு, பொறுதிக்கும் சமைக்குமிடையே ஒரு விற்றராசைக் கொண்டு எத்தனமொன்றைப் பிரயோசிக்க. இவ்விற்றராசின் வாசிப்பை எத்தனமாகக் கொள்க. சமைப் புயத்தினதும் எத்தனப் புயத்தினதும் நீளங்களை அளக்க. எத்தனப் புயத்தின் நீளத்தை மாற்றிக் கொண்டு, இப்பரிசோதனையைப் பன்முறை செய்து வாசிப்புக்களை எடுக்க. முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக. விற்றராசைக் கொண்டு சமையின் நிறையைக் காண்க.

இவ்வட்டவணையைப் பூர்த்தியாக்குமிடத்து, மூன்றாம் வகுப்பு நெம்பொன்றின் பொறிமுறை நயம் 1 இலுங் குறைவாயிருக்கக் காண்பீர்கள்.



படம் 2.11

இங்கும் போதனைப் பொறிமுறை நயத்திற்கும் விசையை அளந்து பெறும் பொறிமுறை நயத்திற்குமிடையே தொடர்பேனும் உள்ளதாவெனப் பார்க்க.

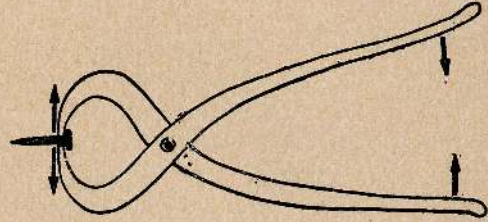
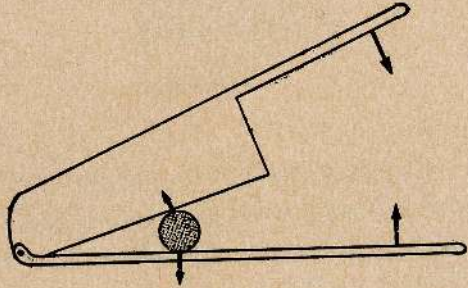
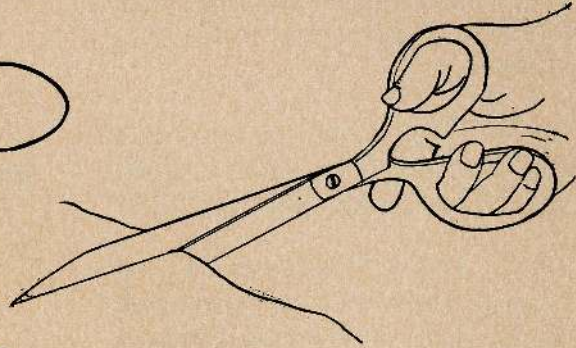
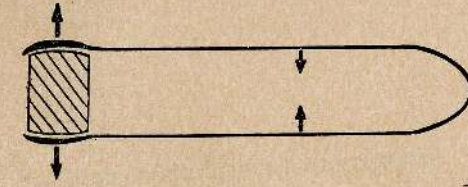
பயிற்சி 1. இதுவரை படித்த நெம்புகளில் விசை தாக்குந் திசையாவது நெம்புவகுப்புக்கேற்ப எங்ஙனம் மாறுகிறதெனக் குறிப்பிடுக.

முதலாம் வகுப்பு நெம்பொன்றிலே சமையும எத்தனமும் (ஒரே/முரண்) திசையில்/திசைகளில் தாக்கும்.

சமைப் புயத்தின் நீளம்	எத்தனப் புயத்தின் நீளம்	சமை	எத்தனம்	பொறிமுறை நயம் = $\frac{\text{சமை}}{\text{எத்தனம்}}$	போதனைப் பொறிமுறைநயம் = OB/OA

இரண்டாம் வகுப்பு நெம்பொன்றிலே சுமையும் எத்தனமும் (ஒரே/முரண்) திசையில்/திசைகளில் தாக்கும்.

மூன்றாம் வகுப்பு நெம்பொன்றிலே சுமையும் எத்தனமும் (ஒரே/முரண்) திசையில்/திசைகளில் தாக்கும்.



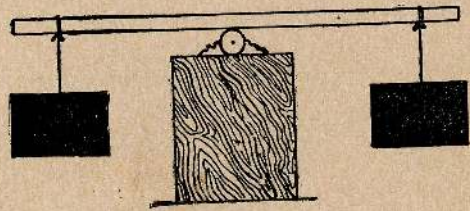
படம் 2.12

2. எளிய பொறிகள் சில ஒரு சோடி நெம்புகள் கொண்டன. இவைகளிற் சில படம் 2.12 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவையொவ்வொன்றிலும் சுமையையும் எத்தனத்தையும் பொறுதியையும் அடையாளமிட்டு, இவையொவ்வொன்றும் எவ்வகுப்பைச் சேர்த்தவெனக் குறிப்பிடுக.

நிறையான படியொன்றைத் தொங்க விடுக. அதற்குச் சமமான படியொன்றை மற்றைப் புயத்திலும் தொங்க விடுக. மீற்றர்க் கோல் கிடையாகும் வரை படியொன்றைப் பொறுதியை நோக்கியோ, அதற்கு அப்பாலோ வழக்குக. அக்கோல்

தராசு

“பௌதிகம் 1” இல் தராசு பற்றிப் படித்தோம். நிறுக்கப்படும் பொருளைச் சுமையாகவும் பயன்படுத்தப்படும் படியை எத்தனமாகவும் கொள்ளும் போது தராசு முதலாம் வகுப்பு நெம்பென விளங்கும். எத்தனைப் புயமும் சுமைப் புயமும் சமமெனின், தராசுக் கோல் கிடையாய் இருக்கும் போது சுமைக்கு எத்தனைச் சமமாகுமெனத் தராசு பற்றிப்



படம் 2.13

கிடையாகச் சமநிலைத் தானத்தில் இருக்கும்போது புயங்களின் நீளங்களைக் கண்டு கொள்க.

அப்புயங்கனின் வெவ்வேறு நீளங் களுக்கு இப்பரிசோதனையைப் பன்முறை செய்து, கீழ்க்காட்டியாவறு முடிபுகளை அட்டவணைப்படுத்துக.

யிற் சமமற்றனவா ? அவ்வாறில்லாவிடின, இதுவரை நாம் கருத்திற் கொள்ளாத விசையேதும் மீற்றர்க் கோல் மீது தாக்குகின்றதா ?

சுமை	எத்தனம்	சுமைப் புயம்	எத்தனப் புயம்	பொறுதிபற்றி	
				சுமையின் திருப்பம்	எத்தனத்தின் திருப்பம்

ஒவ்வொருபோதும் எத்தனப் புயமும் சுமைப் புயமும் சமமாவெனப் பார்க்க.

மீற்றர்க் கோல் மீது பிரயோகிக்கப்படும் சுமை, எத்தனம் ஆகிய விசைகள் இரண்டும் கோலை முரண் திசைகளிற் சுழற்ற நாடுகின்றன. எனினும், பொருள் (இங்கு மீற்றர்க் கோல்) சமநிலையில் இருக்கும்போது பொறுதி பற்றிய எத்தனத்தின் திருப்பமானது, பொறுதி பற்றிய சுமையின் திருப்பத்திற்குச் சமமாதல் வேண்டுமென, அத்தியாயம் 1 இற் படித்த கோட்பாடிற்கேற்ப அறிகிறோம்.

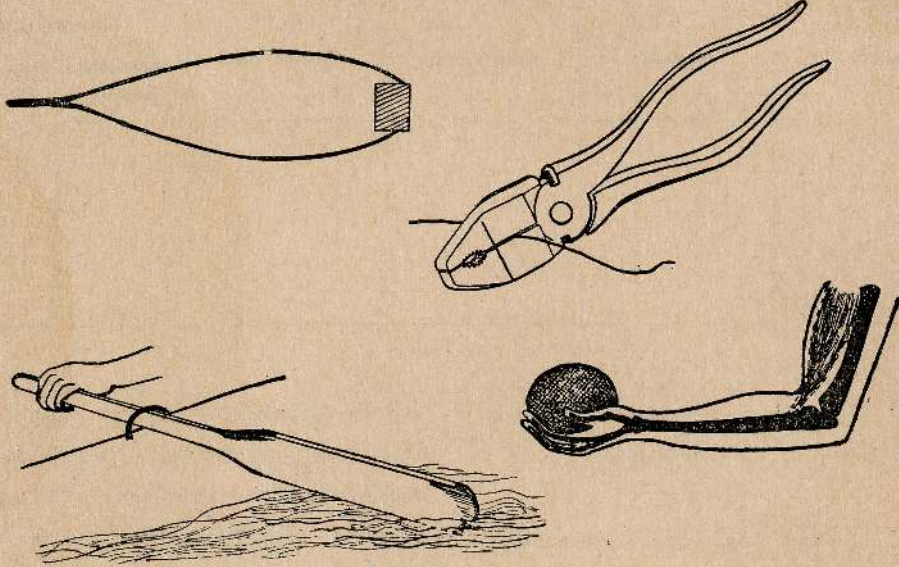
மேற்குறித்த அட்டவணையைப் பூர்த்திசெய்து நாம் கொண்ட முடிபு சரியாவெனப் பார்க்க.

பொறுதி பற்றிய எத்தனத்தினதும் சுமையினதும் திருப்பங்கள் சமமற்றிருத்தல் கூடும். அத்திருப்பங்கள் சமமல்லவெனின், அதற்குக் காரணம் யாது ? நாம் படித்த கோட்பாடு சரியா ? நாம் எடுத்த அளவுகள் சரியா ? இல்லையெனின், பயன்படுத்திய படிக்கள் நிறை

நாம் இதுவரை படித்த நெம்புகளிலே பொறிமுறை நயமானது 1 இலுங் குறையோ கூடவோவெனக் கண்டோம். பொறிமுறை நயம் 1 இலுங் கூடவென்பதால் நீங்கள் பொறிபற்றி மேலும் ஒரு கருத்தைப் பெறுகிறீர்களா ? நெம்பொன்றிலே பிரயோகிக்கப்படும் சிறிதளவான எத்தனமொன்றைக் கொண்டு பெரிய சுமையொன்றை உயர்த்த முடியுமெனின், அந்நெம்பு மூலம் அப்பெரிய சுமைமீது பெரிய விசையொன்றை உசுற்றலாமென்பது தெளிவு. இச்சந்தர்ப்பத்திலே சுமையை வெல்ல நெம்பில் ஓர் இடத்திற் பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனம் காரணமாக அதன் வேரோர் இடத்தில் பெரிய விசையொன்று ஏற்படுத்தப்படுமெனக் கூற முடியும். இல்லையெனின், நெம்பைப் பயன்படுத்திச் சிறிய விசையொன்று பெரியவொரு விசையாக மாற்றப்பட்டதெனக் கூறமுடியும். நெம்பின் பொறிமுறை நயம் 1 இலுங் குறையாக உள்ளபோது அதனை ஒரு பொறியாகப் பயன்படுத்துவதாற் பயனென்ன ?

பயிற்சி 1. நெம்பு வகையைச் சார்ந்த எளிய பொறிகள் சில கீழுள்ள படம் 2.14 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவற்றிலே சுமையையும் எத்தனத்தையும்

கனிடையே வைக்கப்பட்ட தகரத்தகடொன்றை வெட்டுதற்கு, அப்பொறுதியிலிருந்து 9 அங்குல தூரத்தில் கத்தரிக்கோற் கைப்பிடிகள் மீது விசைகள் பிரயோஜிக்கப்



படம் 2.14

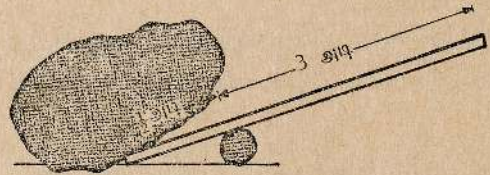
பொறுதியையும் குறிக்க. ஒவ்வொரு நெம்பும் எந்த வகுப்பைச் சார்ந்ததெனக் குறிப்பிடுக.

படுமெனின், கத்தரிக்கோலின் போதனைப் பொறிமுறை நயம் எவ்வளவு?

2. பெரிய கல்லொன்றை உயர்த்த, படம் 2.15 இலுள்ள முறையில் நெம்பாக ஓர் அலவாங்கு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் போதனைப் பொறிமுறை நயம் என்ன?

இப்பொறிமுறை நயத்தை எங்ஙனம் அதிகரிக்கலாம்?

[விடை : 6.]



படம் 2.15

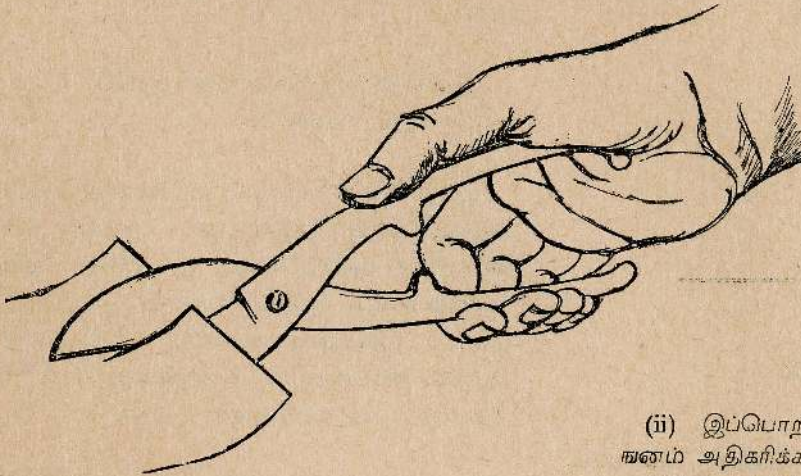
3. தகரம் வெட்டும் கத்தரிக்கோலொன்றின் கைப்பிடிகள் பொறுதியிலிருந்து 10 அங்குல நீளமானவை. பொறுதியிலிருந்து 0.5 அங்குல தூரத்திலே அவரு

ஒவ்வொரு எத்தனத்தாலும் உருற்றப்படும் விசை 5 இரா நிறையெனின், கம்பிமீது ஒவ்வொரு கத்தரிக்கோல்

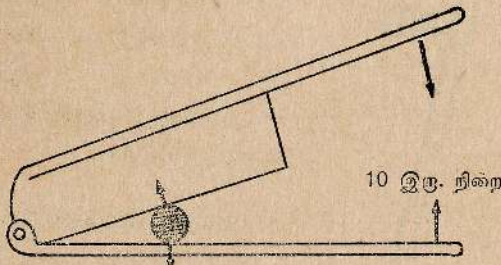
அலகும் உஞற்றும் விசை எவ்வளவு ?
(படம் 2.16.)

[விடை : (i) 18, (ii) 90 இரூ நிறை.]

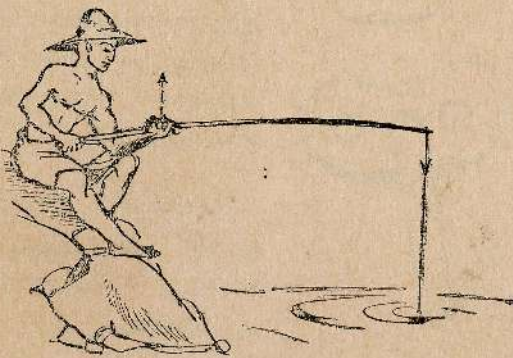
4. பாக்குவெட்டியொன்றின் பொறுதியிலிருந்து 2 அங்குல தூரத்தில் வைக்கப்பட்ட பாக்கொன்றை வெட்ட, பொறுதியிலிருந்து 8 அங்குல தூரத்திலே



படம் 2.16



படம் 2.17



படம் 2.18

பாக்குவெட்டி அலகுமீது 10 இரூ நிறை விசையொன்றை உஞற்றும் போது பாக்குமீது உஞற்றப்படும் விசை எவ்வளவு ? (படம் 2.17.)

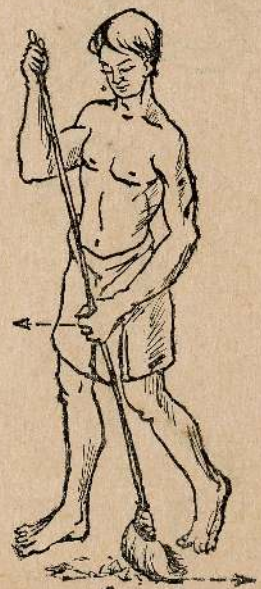
[விடை : 40 இரூ நிறை.]

5. மனிதனொருவன் 8 அடி நீளமான தூண்டிற் கோலொன்றைக் கொண்டு மீன் பிடிக்கிறான். அக்கோலைப் பிடித்துக் கொண்டிருக்கும் போது அவனுடைய கைகள் இரண்டுக்கும் இடையே யான தூரம் 1 அடி. i தூண்டிற் கோலை இவ்வாறு பயன்படுத்தும் போது அதன் போதனைப் பொறிமுறை நயம் எவ்வளவு ? (படம் 2.18.)

(ii) இப்பொறிமுறை நயத்தை எங்ஙனம் அதிகரிக்கலாம் ?

(iii) அவன் உஞற்றக்கூடிய அதியுயர் விசை 25 இரூ எனின், கீழ் நுனியிலுள்ள கையை அசைக்காமல் வைத்துக் கொண்டு தூண்டிற் கோலால் உயர்த்தக் கூடிய மீனொன்றின் அதியுயர் நிறை எவ்வளவு ? [விடை : (i) 8, (ii) 200 இரூ.]

6. $4\frac{1}{2}$ அடி நீளமுள்ள தும்புக்கட்டையால் நிலத்தைக்கூட்டும் போது கைகள் இரண்டுக்கு மிடையே யான தூரம் 18 அங்குலம். நிலத்தைக்கூட்டும்போது தும்புக்கட்டையின் மேல் நுனி அசையாமல் இருப்பின், கையாற் பிரயோகிக்க வேண்டிய எத்தனாம் 5 நியூற்றன் ஆகும். (i) தும்புக்கட்டையின் போதனைப் பொறிமுறை நயத்தைக் காண்க. (ii) தும்புக்கட்டைமீது பிரயோகிக்

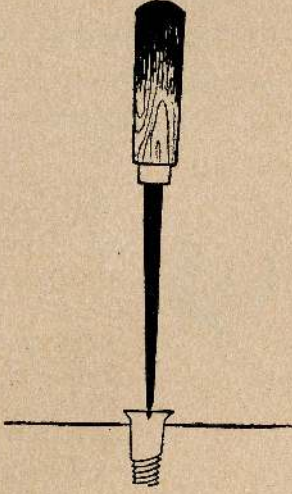


படம் 2.19

கப்படும் சுமை எவ்வளவு ?

(படம் 2.19.)

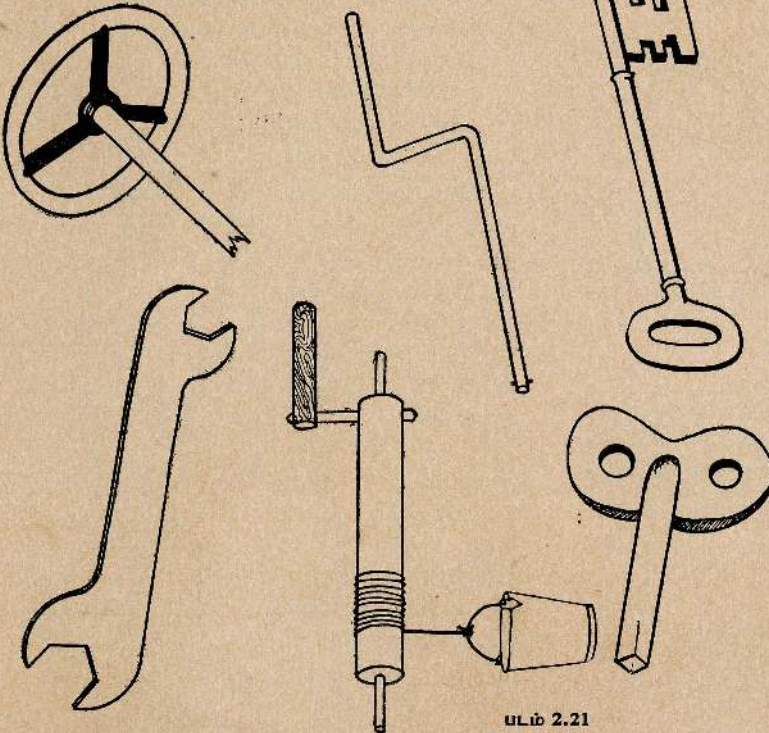
[விடை : (i) $2\frac{2}{3}$, (ii) $13\frac{1}{3}$ நியூற்றன்.]



படம் 2.20

சில்லும் அச்சானியும்

வேலையை எளிதாகச் செய்யப் பயன்படும் உபகரணங்களுள் இன்னொன்றொன்று திருகு



படம் 2.21

செலுத்தியாகும். (படம் 2.20) திருகு செலுத்தி யொன்றால் ஓர் ஆணியைக் கழற்றும்போது திருகுசெலுத்தியின் கைப்பிடியிற் பிரயோகிக்கும் எத்தனத்தின் விளைவாகச் சுழற்சி ஏற்படுகின்றது. எத்தனமொன்றைப் பிரயோகிக்கும் போது சுழற்சி விளைவை ஏற்படும் வேறு உபகரணங்கள் சில படம் 2.21 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இதுபோன்ற உபகரணங்கள் பற்றிய பட்டியலொன்றை அமைக்க.

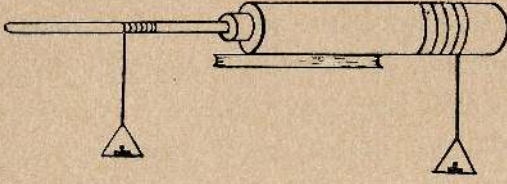
இப்பொறிகள் யாவும் அச்சொன்று பற்றிச் சுழலும்மெனத் தெரிகின்றது. ஆகவே, இப்பொறிகள் அனைத்தையும் ஓர் அச்சுப்பற்றிச் சுழலக் கூடிய நெம்பு போன்று கருத முடியும். இவ்வுபகரணங்களிலே எத்தனத்தையும் சுமையையும் பொறுதியையும் கண்டு கொள்ள முடியுமாவென்ப பார்க்க.

வகுப்பிலே நீங்கள் திருகு செலுத்தியொன்றின் போதனைப் பொறிமுறை நயத்தையும் விசையை அளந்து பெறும் பொறிமுறை நயத்தையும் பெற்றிருப்பீர்கள்.

திருகு செலுத்தியின் சுமைப் புயம் யாது? எத்தனப் புயம் யாது? இந்த அளவுகளிலிருந்து பொறிமுறை நயத்தை எங்ஙனம் பெற்றுக் கொள்ளலாம்?

போதனைப் பொறிமுறை நயத்திற்கும், பல்வேறு சுமைகளைச் சமன்செய்யப் பிரயோகிக்க வேண்டிய எத்த

னத்தை அளந்து கணித்த பொறிமுறை நயத்திற்குமிடையே தொடர்பேதும் உள்ள தாவெனப் பார்க்க (படம் 2.22.) விசையை அளந்து கணித்த பொறிமுறை நயத்

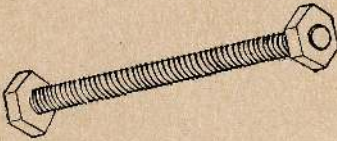


படம் 2.22

திலும் பார்க்க/நயத்திற்குப் போதனைப் பொறிமுறை நயம் குறைவு/கூட/சமம் ஆகும்.

படம் 2.23 இலே ஓர் அச்சாணியும் சுரையும் காட்டப்பட்டுள்ளன. சுரையை அச்சாணியில் இறுக்க நீங்கள் பிரயோகிக்கும் எத்தனம் சுரையின் மேற் பரப்பிலே தாக்குமென நீங்கள் அறிவீர்கள்.

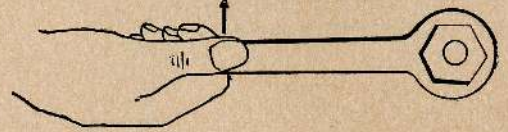
சுரை எந்த அச்சைப் பற்றிச் சுழலும்? அதில் எத்தனப் புயம் யாது?



படம் 2.23

எத்தனப் புயத்தின் நீளம் அதிகரிக்கும் போது, பொறிமுறை நயம் அதிகரிக்கக் காண்பீர்கள். ஆனால், சுரையை யாதாயினுமோர் அளவிற்கு அப்பால் பெருப்பிக்க முடியாதாகையால், எத்தனப் புயத்தின் நீளத்தை இந்த அளவிற்கு அப்பால் : அதிகரிக்க முடியாது. எனினும், எத்தனப் புயத்தின் நீளத்தை அதிகரித்தற்குச் சுரைச் சாவியைப் பயன்படுத்தல் கூடும். அச்சாணியை இறுக்க, சுரைச் சாவியைப் பயன்படுத்தும் விதம் படம் 2.24 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. (படங்கள் 2.25, 2.26 லும் பார்க்க.)

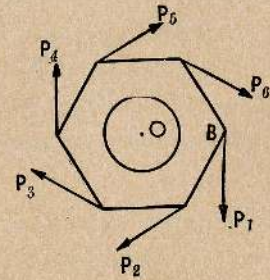
0 அச்சைச் சுற்றிச் சுரைச்சாவி சுழல்கிற தெனக் காண்பீர்கள். A யிலே எத்தனம் தாக்கின், எத்தனப் புயத்தின் உயர்வுப் பெறுமதி OA ஆகும். சுரையானது வலஞ் சுழியாகச் சுழலும்போது அதன்மீது சுரைச் சாவியால் விசை உஞ்றற்படும். இவ்விசைகள் சுரையின் நுனிகளுநு தாக்கமுடியும். நாம் இங்கே சுரையின் நுனிகளினுநு தாக்கும் விசை களைமட்டும் கருத்திற் கொள்வோம். சுரை சுழல்வதற்கு விசைகள் உஞ்றற்படக்கூடிய



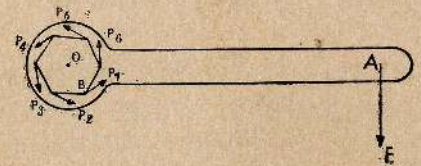
படம் 2.24

உகந்த திசையானது படம் 2.25 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. அப்போது 0 விலிருந்து விசைகளுக்குள்ள செங்குத்துத் தூரம் d அதிகமாகும்.

சுரையால் சாவியின் தாடையின்மீது உஞ்றற்படும் விசை என்னவெனக் கூறமுடியுமா? நியூற்றனின் மூன்றும் விதியின்படி, சாவியின் தாடைகளைமீது சுரை உஞ்றறும் விசைகள் சமமும் முரணுமாகும் (படம் 2.26 பார்க்க.)

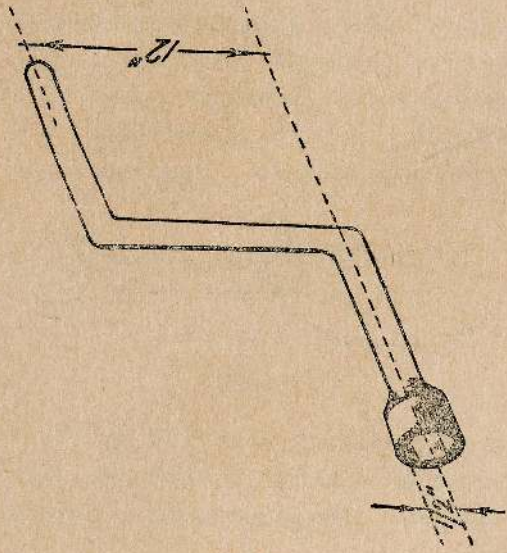


படம் 2.25



படம் 2.26

O பற்றிய இவ்விசைகளின் திருப்பங்களின் கூட்டுத்தொகை $d(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6)$ ஆகும். ஆகவே சுரைச்சாவிடீது உருற்றப்படும் சுமை $(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6)$ எனவும்,



படம் 2.27

சுமைப் புயம் OB எனவும் கருதப்படும். இவ் விசைகளின் திசைக்கீற்ப சுமைப் புயத்தின் அதியுயர் பெறுமதி OB ஆகும்.

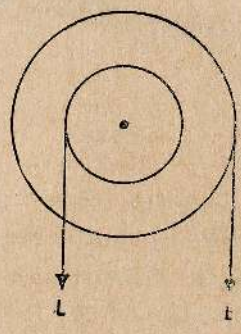
சுரைச்சாவியைப் பொறியாகக் கருதும்போது, OB அதன் சுமைப் புயமும், OA அதன் எத்தனைப் புயமுமாகும். OB, OA ஆகிய வற்றின் நீளங்களை அளந்து சுரைச்சாவியின் போதனைப் பொறிமுறை நயத்தைக் கணிக்க.

படம் 2.27 இலே சிறுவர்க்கான சைக்கி லொன்று காட்டப்பட்டுள்ளது. அதன் முற்சில் லானது எத்தனைத்தைப் பிரயோகிக்கும் பகுதி யொன்றுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

எத்தனைப் புயத்தினதும் சுமைப் புயத்தி னதும் நீளங்களை அளந்து இச்சைக்கிளின் போதனைப் பொறிமுறை நயத்தைக் காண்க. முழுச் சுழற்சியொன்றின்போது எத்தனைம்

செல்லுந் தூரத்தையும் சுமை செல்லுந் தூரத்தையும் காண்க. இப்பொறியின் பயன் என்ன?

மேற்குறிப்பிட்ட உபகரணங்கள் அனைத் தையும், ஓர் அச்சுப்பற்றிச் சுழலும் நெம் புகளாக நாம் கருத இயலும். அவற்றின் எத்தனைப் புயமும் சுமைப் புயமும் வெவ் வேறானவை. இத்தகைய உபகரணமானது லோடு அச்சாணி எனப்படும். விளக்கமுறையாக, சில்லோடு அச்சாணியைப் படம் 2.28 இலுள்ள வாறு காட்ட முடியும். இங்கு, எத்தனைம் E யும் சுமை L உம் சில்லுமீது பிரயோகிக்கப் படுவதற்குப் பதிலாக, கோலொன்றின்மீது பிர யோகிக்கப்படலாமென நீங்கள் விளங்கியிருப் பீர்கள். இங்கு, நாம் படித்த பொது இயல் புகளை நோக்குமிடத்து, விசையையோ வேகத் தையோ அதிகரிக்கும் ஓர் உபாயமாகச் சில் லோடு அச்சாணியைப் பயன்படுத்தலாமென காண்பீர்கள். சில சந்தர்ப்பங்களில், சில்லு



படம் 2.28

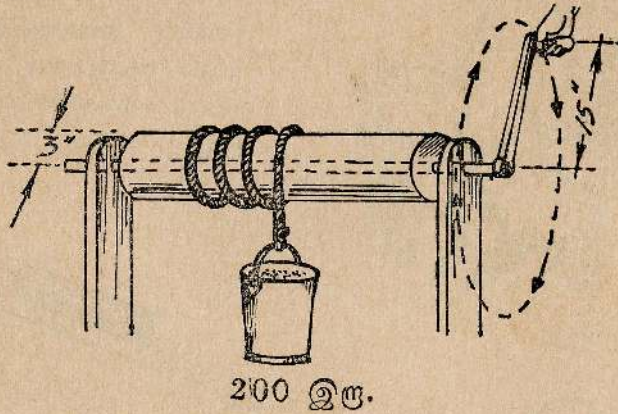
களையோ பட்டைகளையோ கொண்டு சில்லோடு அச்சாணிமீது சுமையும் எத்தனைமும் பிரயோ கிக்கப்படும். அத்தகைய சந்தர்ப்பங்கள் சில வற்றை நீங்கள் குறிப்பிட முடியுமா?

பயிற்சி 1. எளிய சில்லோடு அச்சாணியா
கிய பாரஞ்சாம்பியொன்று, கீழுள்ள படம்
2.29 இலே காட்டப்பட்டுள்ளது.

(i) அதன் போதனைப் பொறிமுறை
நயம் எவ்வளவு ?

சாய்தளம்

சிறிய எத்தனமொன்றை பெரிய சுமை
யொன்றை உயர்த்த ஒரு நெம்பைப் பயன்
படுத்தலாமெனக் கண்டோம். இதனைவிட,



படம் 2.29

(ii) 200 இரூ. பாரமொன்றை உயர்த்தப்
பிரயோகிக்க வேண்டிய விசை என்ன?
[விடை : (i) 3, (ii) 66%.]

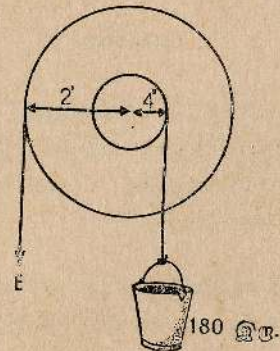
சிறிய எத்தனமொன்றை பெரிய சுமை
யொன்றை உயர்த்தப் பயன்படும் வேறு
முறைகளையும் நீங்கள் கண்டீர்கள். எண்
னையப் பீப்பாக்களை லொறிகளில் எங்ங

2. முறையே 2 அடி, 4 அங்குல ஆரை
கள் கொண்டவொரு சில்லோடு அச்சாணி
யால் 180 இரூ. நிறையொன்று உயர்த்
தப்படுகிறது (படம் 2.30 பார்க்க).

(i) இப்பொறியின் போதனைப் பொறி
முறை நயம் எவ்வளவு ?

(ii) இங்கு பிரயோகிக்க வேண்டிய
எத்தனம் எவ்வளவு ?

[விடை : (i) 6, (ii) 30 இரூ. நிறை.

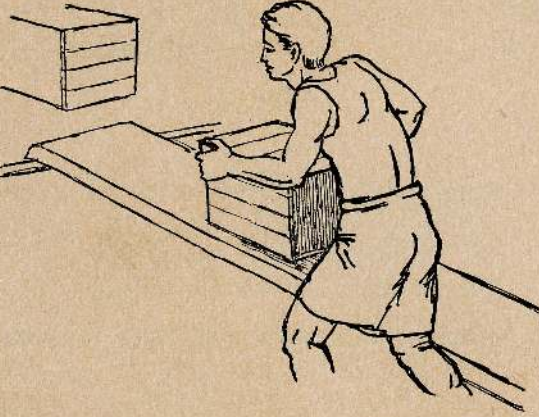


படம் 2.30

னம் ஏற்றலாம்? படம் 2.31 இலே இத்தகைய சந்தர்ப்பமொன்று காட்டப்பட்டுள்ளது. பாரமான பொருளொன்றை உயர்த்த நீளமான பலகையொன்றைப் பயன்படுத்தும் முறைபற்றிப் படம் 2.32 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இங்கு, ஒரு சாய்தளம் ஆக அப்



படம் 2.31



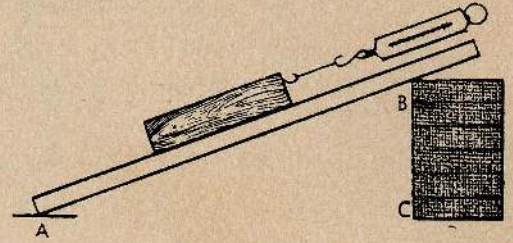
படம் 2.32

பலகை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பலகையின் சாய்வுக்கேற்ப எத்தனம் எங்ஙனம் வேறுபடும்? பரிசோதனையொன்றைக் கொண்டு இதற்கு விடை காணமுடியும்.

பரிசோதனை. ஏறத்தாழ 8 அங்குல அகலமும் $2\frac{1}{2}$ அடி நீளமும் கொண்ட பலகையொன்றைச் சாய்தளமாகக் கொள்க. இங்கு, $6 \times 4 \times 1$ அங்குல அளவு கொண்ட

ஒரு மரக்குற்றியையோ (கணிதக்) கருவிப் பெட்டியையோ பொருளாகக் கொள்க. படம் 2.33 இற் காட்டியவாறு இப்பலகையைச் சாய்த்து வைக்க. இதற்காகச் செங்கல் துண்டு பயன்படுத்தப்படலாம்.

நீளம் AB யை மாற்றாது வைத்திருக்கையில், அப்பலகையின் சாய்வானது செங்கல் துண்டுகளின் தொகையுடன் மாறக் காண்பீர்கள். உயரம் BC யிற்கேற்ப, பலகையின் சாய்வு மாறுமெனக் கருத முடியும்.



படம் 2.33

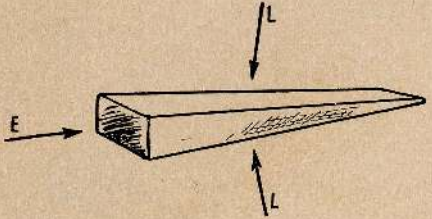
விற்பாசொன்றைக் கொண்டு பொருளைச் சாய்தள வழியாக இழுத்தற்குத் தளவழியே பிரயோகிக்க வேண்டிய எத்தனத்தின் பெறுமதியை அளந்து கொள்க. எத்தனத்தைச் சாய்தளத்திற்கு வெவ்வேறு திசைகளிலே சாய்வாகப் பிரயோகித்து, பொருளை மேல்நோக்கி இழுக்கப் பிரயோகிக்க வேண்டிய எத்தனம் வேறுபடும் விதத்தை அவதானிக்க. எத்தனம் சாய்தளத்திற்குச் சமாந்தரமாய்ப் பிரயோகிக்கப்படும் போதே இழிவாகுமெனக் காண்பீர்கள். விற்பாசொன்றைக் கொண்டு பொருளின் நிறையை நிறுத்து, பொறிமுறை நயத்தைக் கண்டு கொள்க.

வெவ்வேறு சாய்வுகளுக்கு எத்தனம் எங்ஙனம் வேறுபடுகின்றதெனச் சோதி

ஒவ்வொரு போதும் பொறிமுறை நயத்தைக் கணிக்க. நீங்கள் பெறும் முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக :

சாய்தளத்தின் பொறிமுறை நயம் 1 இலும் அதிகமெனவும், தளத்தின் சாய்வு அதிகரிக்கப் பொறிமுறை நயம் குறையுமெனவும்,

பயன்படுத்திய செங்கல் துண்டுகளின் தொகை	கமை	பிரயோகிக்க வேண்டிய அதிருறைவான எத்தனம்	பொறிமுறை நயம் = $\frac{\text{கமை}}{\text{எத்தனம்}}$



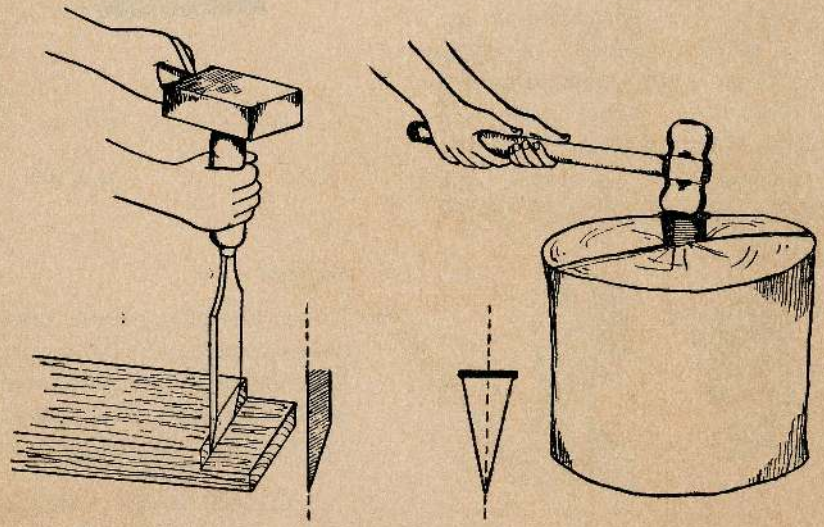
படம் 2.34

மேலுள்ள அட்டவணையைப் பூர்த்தியாக்கியதும் காண்பீர்கள்.

சாய்தளத்தின் வேறு வடிவங்களாகக் கருதக்கூடிய பொறிகள்

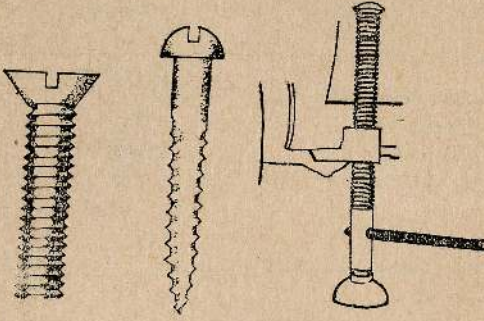
பொருளை இழுக்கப் பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனம் எப்பொழுதும் பொருளின் நிறையிலுங் குறைவெனக் காண்பீர்கள்.

ஆப்பு. ஆப்பு இருசாய்தளங்களைக் கொண்டது. (படங்கள் 2.34 ஐயும் 2.35 ஐயும் பார்க்க.)

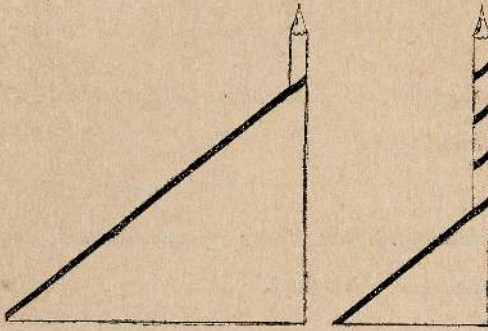


படம் 2.35

திருகு. (படம் 2.36) திருகும் ஒருவிதத்தில் ஒரு சாய்தளமென நாம் உணர்வதற்குக் கீழ்க்குறிப்பிட செயல் உதவும் (படம் 2.37).



படம் 2.36

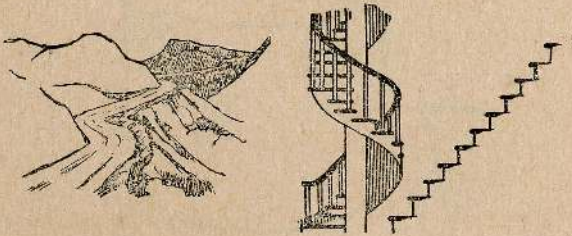


(i)

(ii)

படம் 2.37

செயல். படம் 2.37 (i) இற் காட்டியுள்ளவாறு முக்கோணியொன்றைக் கடதாசித் தானொன்றிலே வரைந்து வெட்டிக் கொள்க. சரிவுகளைக் காட்டுதற்கு அம்முக்கோணியின் நீண்ட பக்கத்தில் நிறந்தீடுக. இதனைப் படம் 2.37 (ii) இற் காட்டப்பட்டுள்ள முறையில் ஒரு பென்சிலிலே சுற்றுக்க. இப்போது பென்சி

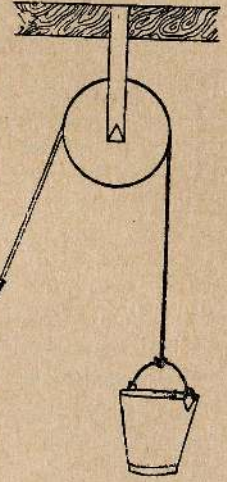


படம் 2.38

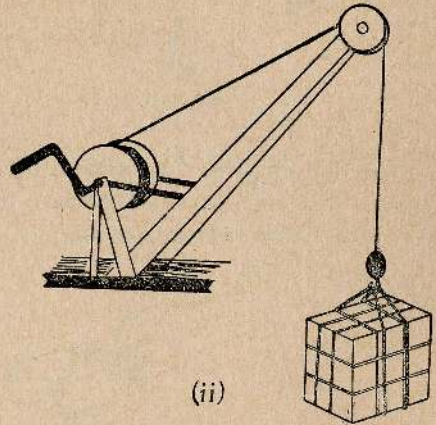
லைப் பற்றித் திருகொன்றின் மாதிரியானது இக்கடதாசியின் விளிம்பினின்றும் பெறப்படும்.

திருகானது உருளை யொன்றைச் சுற்றிச் சுற்றப்பட்ட மிகவும் ஒடுங்கிய, நீளமான சாய்தளமாகுமெனக் கருதமுடியும்.

ஏணிகள், வட்டமான, அல்லது நேரான படிக்கட்டு, உயர்ந்த மலைகளில் ஏறவுதவும் வளைவான தெருக்கள் என்பவற்றையும் சாய்தளங்களாகக் கருத முடியும் (படம் 2.38).



(i)



(ii)

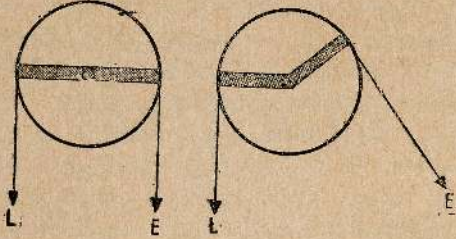
படம் 2.39

கப்பிகள்

பாரமான பொருளொன்றை எளிதாக உயர்த்துதற்குக் கப்பிகள் பயன்படுத்தப்படும் சந்தர்ப்பங்களை நீங்கள் தினமும் காண்பீர்கள். படம் 2.39 இலே அத்தகைய இரு சந்தர்ப்பங்கள் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

படம் 2.39 (i) இற் காட்டியுள்ள கப்பியானது கிடையான தாங்கியொன்றிலே இறுக்க

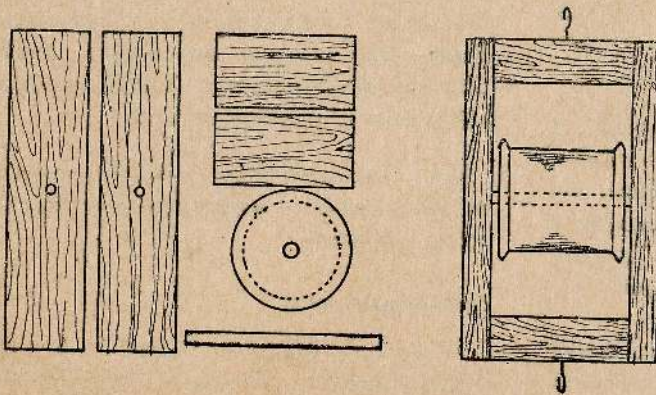
கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு இறுக்கியுள்ள கப்பி யானது நிலைத்த கப்பி எனப்படும். கப்பி யொன்றின் தாக்கம் அச்சொன்றைப் பற்றிச் சுழலக் கூடிய நெம்பொன்றின் தாக்கமாகக் கருதப்படலாமெனப் படம் 2.40 இனிதரும் காண்பீர்கள்.



படம் 2.40

கப்பியின் எத்தனப் புயம் யாது? சுமைப் புயம் யாது? கப்பியின் போதனைப் பொறிமுறை நயம் 1 இற்குச் சமமென உங்கனாற் காட்ட முடியுமா? இல்லை யெனின், போதனைமுறையாய் எத்தனத் திற்குச் சுமை சமமெனக் காட்ட முடியுமா?

இங்கு நீங்கள் கொண்ட முடிபு உண்மை யானதாவெனத் தீர அறிதற்குச் செய்யத் தக்க செயலொன்று கீழே தரப்பட்டுள்ளது. இச்செயலுக்குத் தேவைப்படும் கப்பியை நீங்கள் எளிதாக அமைத்துக் கொள்ளலாம்.



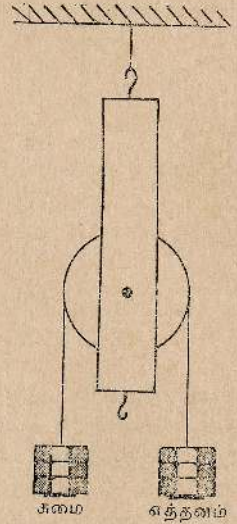
படம் 2.41

இதற்குத் தேவையான பொருள்களும் அப் பொருள்கள் ஒழுங்குபடுத்தப்படும் முறையும் படம் 2.41 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன.

தேவைப்படும் பொருள்கள். (1) ஒரு நூற் கட்டை, (2) நூற்கட்டையுள் நுழைய வல்ல ஒரு துண்டு பென்சில், (3) $1 \times 4 \times \frac{1}{4}$ அங்குல மரக் கிலங்கள் இரண்டு, (4) $1 \times 1 \times 1\frac{1}{2}$ அங்குல மரத் துண்டொன்று, (5) 3 அங்குல இரும்பாணி, (6) கொளுக்கிகள் இரண்டு.

செயல். படம்

2.42 இற் காட்டியுள்ள விதமாகக் கப்பியைச் சுற்றி ஒரு நூல், அல்லது சீலைத்துண்டை வைத்து இதன் ஒரு நுணியில் ஏறத்தாழ 10, அல்லது 15 அச்சாணிச் சுரைகளைத் தொங்கவிடுக. (அச்சாணிச் சுரைகளுக்குப் பதிலாகக் கம்பியாணிகளையும் பயன்படுத்தலாம்.) இவ்வச்சாணிச் சுரைகளை



படம் 2.42

சமன்செய்ய அந்நூலின் மற்றைய நுணியி

லும் அச்சாணிச் சுரைகளைத் தொங்கவிடுக. கப்பிசமநிலையில் இருக்கும்போது எத்தனமாகப் பிரயோகிக்கப்பட்ட அச்சாணிச் சுரைகளின் தொகையானது, சுமையாகப் பிரயோகிக்கப்பட்ட அச்சாணிச் சுரைகளின் தொகைக்குச் சமமா, அதிலுங்குறையவா கூடவாவென அறிந்து குறித்துக் கொள்க. சுமையை வேறுபடுத்தி எத்தனம் வேறு படுமுறை

யைக் காண்க. முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டி யாவறு அட்டவணைப்படுத்துக.

கமையிலே அச் சாணிச் சுரை களின் தொகை	எத்தனத்திலே அச்சாணிச் சுரை களின் தொகை	பொறிமுறை நயம்
		சுமை = எத்தனம்
10	(i)	
	(ii)	
	(iii)	
15	(i)	
	(ii)	
	(iii)	
20	(i)	
	(ii)	
	(iii)	

சுமையிலுள்ள அச்சாணிச் சுரைகளின் தொகைக்குக் குறைந்த அல்லது சமமான, அல்லது கூடிய அச்சாணிச் சுரைகளின் தொகையாற் சுமையைச் சமன்செய்ய முடியுமென, இப் பரிசோதனையைச் செய்யும்போது காண்பீர்கள். அதாவது, கப்பியின் இருமருங்கிலும் உள்ள நூல்களின் சாய்வு சமமாகவோ வித்தியாசமாகவோ இருந்தல் கூடுமெனக் காண்பீர்கள். இங்கு, விசையை அளந்து பெற்ற பொறிமுறை நயமானது போதனைப் பொறிமுறை நயத்திற்குக் கூட, அல்லது சமமாக, அல்லது குறைவாக இருக்க முடியுமெனவும் காண்பீர்கள்.

இதற்குக் காரணம் என்னவாக இருக்கும்? நாம் இங்கு மேற்கொண்ட எடுகோள் சரியா? நாம் பயன்படுத்திய அச்சாணிச் சுரைகள் சமமானவையெனக் கொள்ள முடியுமா? சுமை, எத்தனம் ஆகிய விசைகள் மட்டுமா கப்பியின் சுழற்சியைத் துண்டுகின்றன.

ஆய்கூடத்திலே சரியான நிறையைப் பயன்படுத்திப் பரிசோதனையைச் செய்து, அச்சாணிச் சுரைகளின் சமமான தன்மை பற்றிய பிரச்

னையைத் தீர்க்க முடியுமாவென்ப பார்க்க. நீங்கள் பரிசோதனையைச் செய்யும்போது எமக்கு முதலிலே கிடைத்த முடிபுக்குச் சமமான முடிபொன்றைப் பெறுவீர்கள். அப்படியெனின், எத்தனத்திற்கும் சுமைக்கும் மேல்திகமாகக் கப்பியின் சுழற்சியைத் தூண்டும் விசையேதும் தாக்குகின்றதா? நெம்பு பற்றிய விதி சரியாவென்ப பார்த்தலிலும் இவ்வாறே யாதாயினுமொரு விசை தாக்குகிறதென நாம் சந்தேகப்பட்டோம். முதற் பரிசோதனையில் மீற்றர்க் கோலானது பென்சில் மீது வழக்கப் படுவதை நீங்கள் கண்டீர்கள். இங்கு, கப்பியானது அச்சாணிமீது வழுக்குகின்றது. அப்படியெனின், பொருளொன்று இன்னொரு பொருள் மீது வழுக்கும்போது விசையேதும் தாக்குகிறதா? சுமையாயும் எத்தனமாயும் பிரயோகிக்கப்படும் அச்சாணிச் சுரைகளின் தொகைகளிடையேயான வித்தியாசம் மாறிலியாக உள்ளதா? உங்கள் முடிபுகளைச் சோதிக்கும் போது, சுமை அதிகரிக்கச் சுமையாயும் எத்தனமாயும் பிரயோகிக்கப்படும் அச்சாணிச் சுரைகளின் தொகைகளிடையேயான வித்தியாசமும் அதிகரிக்கக் காண்பீர்கள். கப்பியின் அச்சாணி மீது உகுற்றப்படும் உதைப்பு அதிகரித்தல் இதற்குக் காரணமாகுமா? இல்லையெனின், பொருளொன்று இன்னொரு பொருள் மீது வழுக்கும்போது, தாக்குவதாகச் சந்தேகிக்கப்படும் விசையானது உதைப்புக்கேற்ப மாறுவது இதற்குக் காரணமாகுமா? பின்னர் இதுபற்றி மேலும் ஆராய்வோம்.

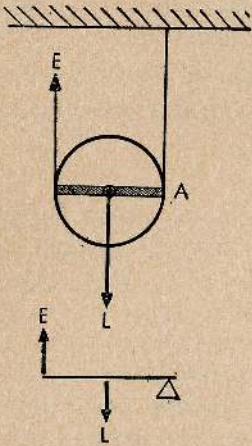
இப்பரிசோதனையைச் செய்யும்போது, சுமையை உயர்த்தப் பிரயோகிக்க வேண்டிய எத்தனம் எப்போதும் சுமையிலும் பார்க்க அதிகமாயிருக்கக் காண்பீர்கள். ஆகவே, பொருளொன்றை உயர்த்துகையில் கப்பியின் பொறிமுறை நயம் 1 இலுங் குறைவாகும். அப்படியெனின், கப்பியொன்றைப் பொறியாகப் பயன்படுத்துவதாற் பயனென்ன?

ஒரு கிணற்றிலிருந்து தண்ணீர் அள்ளக் கப்பியொன்றைப் பயன்படுத்துவதன் சிறப்புப் பயன் என்ன?

இயங்கத்தக்க கப்பி

படம் 2.39 இலுள்ள கிரேனின் புயத்தில் இருக்கப்பட்டுள்ள நிலைத்த கப்பிக்கு மேலதிகமாக வடத்தைச் சுற்றிச் சுழன்று கொண்டு

மேலும் கீழும் செல்லின்ற கப்பியொன்றும் இருக்கக் கண்டிருப்பீர்கள். இவ்வாறு வடத்தைச் சுற்றிச் சுழன்று கொண்டு அதனுடன் மேலும் கீழும் செல்லும் கப்பியானது இங்கு கத்தக்க கப்பி எனப்படும்.



படம் 2.43

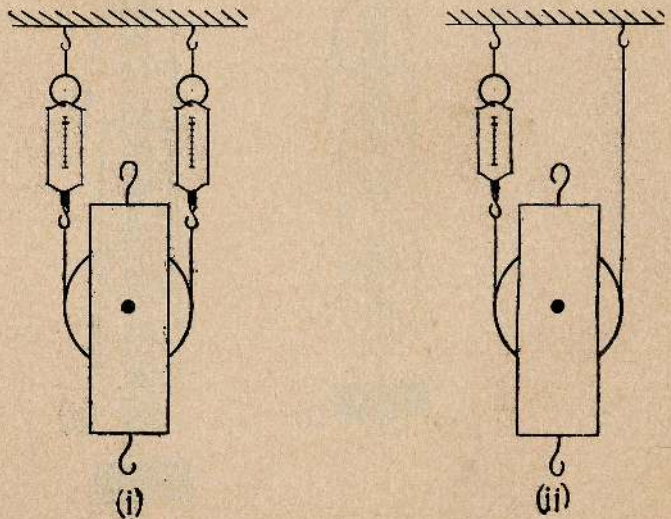
நிலைத்த கப்பியொன்றின் போதனைப் பொறிமுறை நயம் 1 எனப் படித்தோம். நிலைக்குத்தான இழைகள் கொண்ட இயங்கத்தக்க கப்பியொன்றை ஒரு நெம்பாகக் கருதும்போது அதன் போதனைப் பொறிமுறை நயம் எவ்வளவு? (படம் 2.43 பார்க்க.) கப்பியை உயரத் தொடங்குந் தறுவாயில் அது அதன் புள்ளி A யைச் சுற்றிச் சுழல்வெனப் நாடுகின்றதாபார்க்க.

இயங்கத்தக்க கப்பியின் கமைப் புயம் யாது? எத்தனப் புயம் யாது? இத்தகைய கப்பியொன்றின் பொறிமுறை நயம் 2 எனக் காட்ட முடியுமா?

பரிசோதனை. படம் 2.44
(i) இற் காட்டியுள்ளவாறு விற்றராசுகள் இரண்டைக் கப்பியொன்றிலிருந்து தொங்கவிடுக. இழைகள் நிலைக்குத்தாக இருக்கும்போது விற்றராசுகளின் வாசிப்புக்களைக் குறித்துக் கொள்க. இவ்வாசிப்புகள் மிகவும் அண்ணள

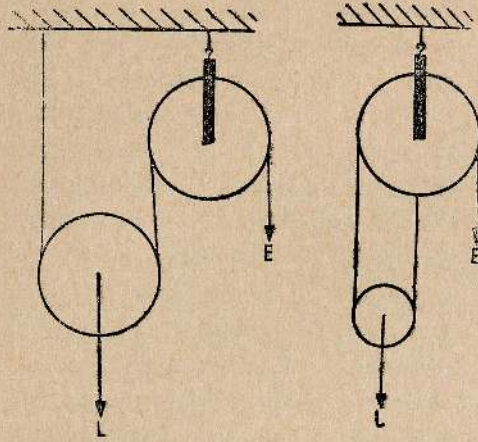
வாய்ச் சமமாயிருக்க காண்பீர்கள். கப்பிமீது உருற்றப்படும் விசைகளின் பெறுமதி களை இவற்றிலிருந்து காண்க. இப்போது ஒரு பக்கத்திலுள்ள விற்றராசை அகற்றி, படம் 2.44 (ii) இற் காட்டியுள்ளவாறு ஒழுங்குபடுத்தி விற்றராசின் வாசிப்பைக் குறித்துக் கொள்க. இவ்வாசிப்பானது இரண்டு விற்றராசுகள் பயன்படுத்தப்பட்டபோது ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் பெறப்பட்ட வாசிப்புக்குச் சமமெனக் காண்பீர்கள். கப்பி சமநிலைத்தானத்தில் இருக்கும்போது அதனை இருமருங்கிலும் தாங்கிக்கொண்டு இருக்கும் இழைப் பாகங்கள் உருற்றுசின்ற விசைகள் சமமெனக் கருத முடியும். அதாவது, ஒவ்வொரு இழைப் பாகமும் உருற்றும் நிலைக்குத்து விசையானது கப்பியின் நிறையின் அரைவாசியெனக் கொள்ள முடியும். இவ்வாறு, கப்பியின் நிறை 1000 கி. நிறை எனின் இழையின் இழுவை 500 கி. நிறை ஆகும் ஆகவே, எத்தனம் = 500 கி. நிறை.

இவ்வாறாக, இயங்கத்தக்க கப்பியின் பொறிமுறை நயம் 2 எனக் கருத முடியும்.



படம் 2.44

இழைகள் சாய்வாக இருக்கும்போது விற்றராசுகளின் வாசிப்புக்கள் எங்ஙனம் வேறுபடும்? இங்கு, பொறிமுறை நயம் என்ன?

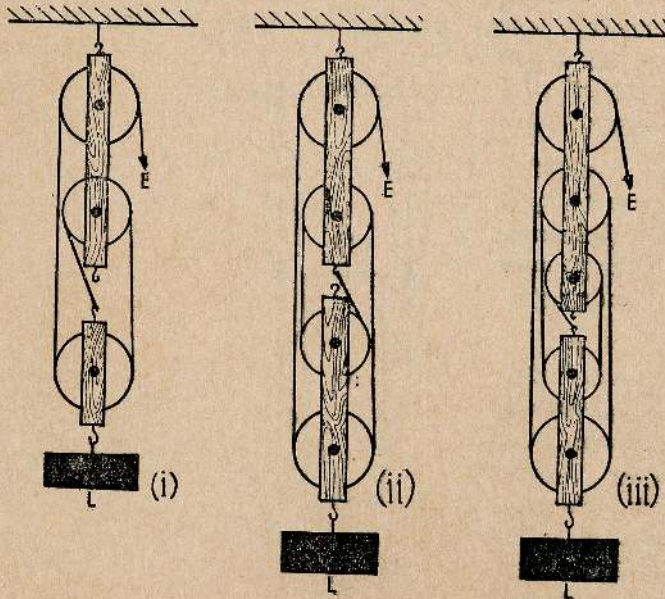


படம் 2.45

இயங்கத்தக்க கப்பியொன்றில் எத்தனை எளிதாகப் பிரயோகித்தற்கு, நிலைத்த கப்பியொன்றைப் பயன்படுத்தக்கூடிய முறைகளிரண்டு படம் 2.45 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. இங்கு, எத்தனை எளிய திசையொன்றினின்றும் பிரயோகிப்பதே

நிலைத்த கப்பியின் நோக்கமாகும். கப்பியொன்றின் இருமருங்கிலும் இழைப் பாகங்களின் இழுவைகள் மிகவும் அண்ணளவாகச் சமமாதலின், நிலைத்த கப்பியைச் சுற்றிச் செல்வதால், இழையின் இழுவையின் பெறுமதி வேறுபடுவதில்லையெனக் கொள்ளலாம். இங்கு இழையிலே எத்தனைமெதனையும் பிரயோகிக்கும் போது அவ்வெத்தனத்திற்குச் சமமான விசைகளிரண்டு சுமையீது தாக்குமென விளங்கும்.

இயங்கத்தக்க கப்பிகளின் தொகையை அதிகரித்துப் பொறிமுறை நயத்தை அதிகரிக்கும் முறையானது படம் 2.46 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதில் ஒவ்வொரு படத்திலுமுள்ள கப்பித் தொகுதியின் சுமை எவ்வளவு? பொருளைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கும் இழைப் பாகங்களின் தொகை எவ்வளவு? இழையின் இழுவை எல்லா இடங்களிலும் சமமென எடுத்துக் கொண்டால், ஒவ்வொரு இழைப் பாகமும் எத்தனைத்திற்குச் சமமான விசையொன்றை உகூற்றுகிறதெனக் கூற முடியும். இயங்கத்தக்க கப்பித் தொகுதியானது (கப்பி) தாங்கி எனவும், அதனைச் சுற்றியுள்ள இழையானது **நூற்கயிறு** எனவும் பொதுவாக வழங்கப்படும்.



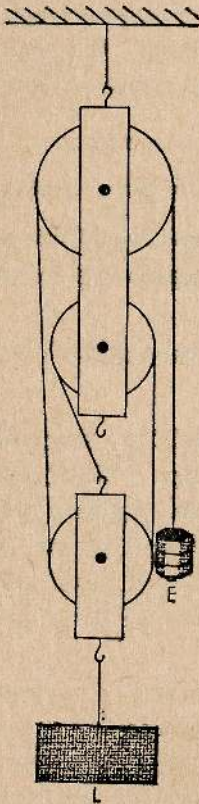
படம் 2.46

மேற்குறித்த கப்பித் தொகுதியினிடத்துப் போதனைப் பொறிமுறை நயம் கப்பிகளின் தொகைக்கேற்ப வேறுபடுமா? இங்கு, கப்பிகள் இலேசானவையெனவும், உயர்த்தப்படும் சுமை L எனவும், பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனம் E எனவும் கொள்வோம்.

(i) என்னும் தொகுதியின் கீழ்த் தாங்கியுடன் இணைக்கப்பட்ட மூன்று இழைகள் உள்ளன. ஆகவே கீழ்த் தாங்கியீது உருற்றப்படும் விசைகளின் கூட்டுத்தொகை $3E$ ஆகும். தாங்கியும் சுமையும் சமநிலைத் தானத்தில் இடும் போது $3E = L$ ஆகும்.

ஆனால்,

$$\text{பொறிமுறை நயம்} = \frac{\text{சுமை (L)}}{\text{எத்தனம் (E)}} = \frac{3E}{E} = 3.$$



படம் 2.47

எனவே, இக்கப்பித் தொகுதிக்கு, போதனைப் பொறிமுறை நயம் 3 ஆகும்.

இவ்வாறாக, (ii), (iii) ஆகிய கப்பித் தொகுதிகளுக்கும் போதனைப் பொறிமுறை நயத்தைக் கணிக்க. போதனைப் பொறிமுறை நயத்திற்கும், கீழ்த் தாங்கியுடன் இணைக்கப்பட்ட இழைகளின் தொகைக்குமிடையே தொடர்புள்ளதாவெனப் பார்க்க.

செயல். படம் 2.47 இற் காட்டியுள்ள வாறு கப்பித் தொகுதியொன்றின் பொறிமுறை நயத்தை, விசையை அளந்து எளிதாய்க் காண முடியும். இதனை விளங்கிக் கொள்வதற்கு (வெவ்வேறு அளவு விட்டங்கள் கொண்ட) நூற் கட்டைகள் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட கப்பித் தொகுதியைப் பயன்படுத்துவோம். படம் 2.48 இற் காட்டியபடி உபகரணங்களை ஒழுங்குபடுத்துக. சுமையாக அச்சாணிச் சுரைகள் சிலவற்றைத் தொங்க விடுக. (அச்சாணிச் சுரைகளுக்குப் பதிலாகக் கம்பியாணிகளையும் பயன்படுத்தலாம்.) இழையின் சுயாதீன நுனியைக் கீழே இழுத்து, சுமையை எளிதாக உயர்த்த முடியுமாவெனப் பார்க்க. சுமையை மெதுவாக உயர்த்தத் தேவையான எத்தனைத்தை (அச்சாணிச் சுரைகளின் தொகையை)க் கண்டு கொள்க. சுமையை வேறுபடுத்தி இப்பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக. அச்சாணிச் சுரையொன்றின் நிறையை, விசை அளக்கப்படும் எதேச்சை அலகாகக் கருதுக.

	சுமை (அச்சாணிச் சுரைகளின் தொகை)	எத்தனம் (அச்சாணிச் சுரைகளின் தொகை)	பொறிமுறை நயம் $= \frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}}$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

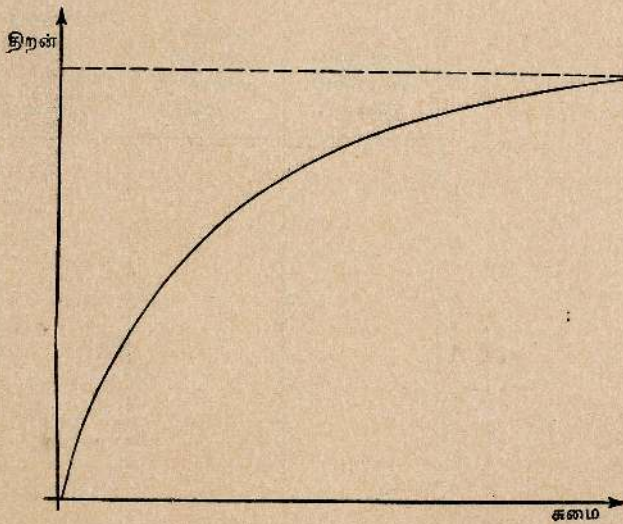
இவ்வட்டவணையைப் பூர்த்தியாக்கியதும், கப்பித் தொகுதியின் பொறிமுறை நயம்பற்றி நீங்கள் முடிபு கொள்ளத்தக்க விடயங்கள் யாவையென நோக்குக. சுமை வேறுபடுவதுடன் எத்தனம் மாறுகிறதெனக் கூறினால் அது எதிர்பாராத முடிவன்று. எனினும் சுமைக்கும் எத்தனத்துக்குரியடையே மாறாத் தொடர்பொன்றுள்ளதாவென, பரிசோதனை முடிபுகளுக்கேற்பவே அறிந்து கொள்ள முடியும். இத்தொடர்பானது பொறிமுறை நயம் எனப்படும் விதித்திலிருந்து காணப்படுகிறதெனக் கருத முடியும். ஆனால், அவ்விதிதம் மாறுமா மாறாதா என்பதை இம்முடிபுகள் மூலம் துணிய முடியுமாவெனப் பார்த்தல் வேண்டும். அது மாறுவதாகக் காணப்படின், எம்முறையில் மாறுமெனக் காணுதல் வேண்டும். இதற்கு மிகவும் உகந்த முறை, சுமைக்கு எதிராகப் பொறிமுறை நயத்தைக் குறித்து ஒரு வரைபு வரைதலாகும்.

இத்தகைய பரிசோதனையொன்றின் முடிபுகளைக் கொண்டு பெற்ற வரைபொன்று படம் 2.48 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. நீங்கள் பெறும் வரைபும் இதனை ஒத்ததா? அப்படியெனின், சுமை அதிகரிக்கப் பொறிமுறை நயமும் அதிகரித்து மாறும் பெறுமதியொன்றை அடை

யுமெனக் கூற முடியும். சுமையின் பெறுமதி ஓர் எல்லையைக் கடக்குமெனின், பொறிமுறை நயம் மாறிலியாகும். யாதாயினுமொரு முறைப்படி நீங்கள் வரைந்த வரைபினின்றும் இதனை முடிபு கொள்ள முடியாவிடின், சுமையை மேலும் அதிகரித்து இப்பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்தல் வேண்டும். ஏற்றுக் கொள்ளக் கூடிய முடிபொன்று இருக்குமெனின், அது சுமையின் பெறுமதியானது பூச்சியத்திலிருந்து யாதாயினுமொரு பெறுமதிக்குள் எல்லேப்பட்டிருக்குமெனக் கூறுதல் வேண்டும். படம் 2.48 போன்ற ஒரு படத்தினின்றும், இதிலும் பொதுவான முடிபொன்றுக்கு வர முடியுமென நினைவு கூர்தல் வேண்டும். எந்தவோர் எளிய பொறியினிடத்தும் இத்தகைய உறுதியான முடிபொன்றுக்கு வர முடியுமாவென்னும் வினா இப்போது எழுகின்றது. பொறிமுறை நயம் இவ்வாறு வேறுபடுதற்குக் காரணம் உள்ளதா?

இதற்கான காரணங்களாக,

- (i) கப்பியின் நிறை கணிக்கப்படாமை,
- (ii) கப்பிக்கும் அதன் அச்சாணிக்குமிடையே யாதாயினுமொரு மாறும் விசை தாக்குதல் என்பவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.



படம் 2.48

கப்பியின் நிறையைச் சுமையுடன் சேர்த்து, பொறிமுறை நயத்தின் மாறலை இந்நிறை எங்கனம் தூண்டுகிறதெனப் பார்க்க. கப்பியின் நிறையும் பொறிமுறை நயத்தைத் தூண்டாமென அப்போது காண்பீர்கள்.

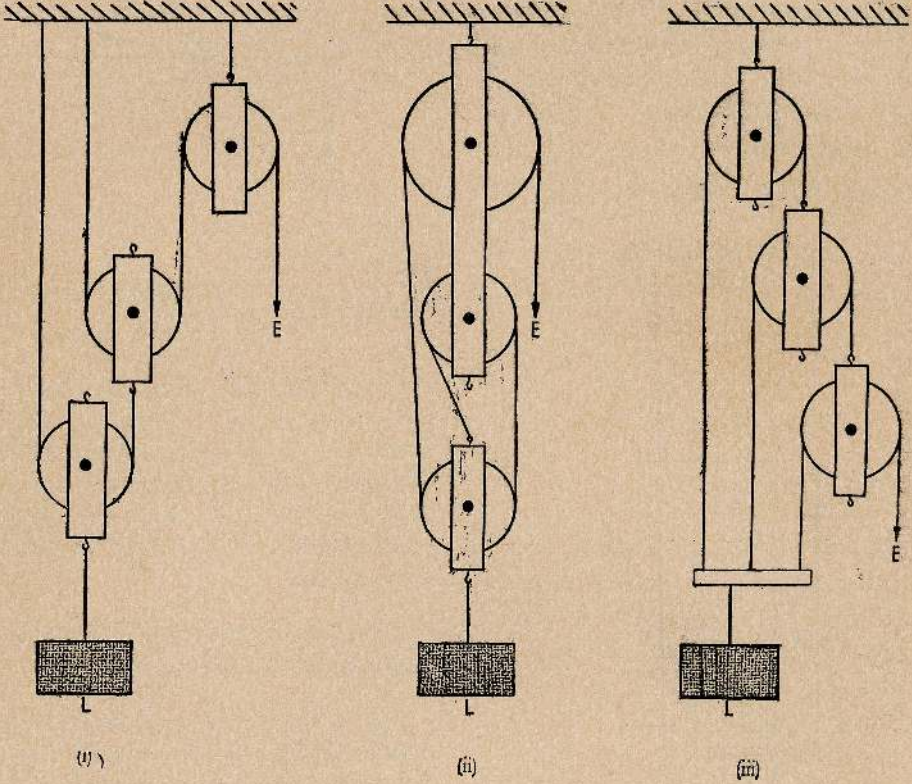
கப்பிக்கும் அச்சாணிக்குமிடையே தாக்குவதாகச் சந்தேகிக்கப்படும் மாறும் விசையானது பொறிமுறை நயத்தைத் தூண்டும் முறையைக் காண்பதற்கு, முதலில் இவ்விசைபற்றிய மெய்ம்மைகளை அறிதல் வேண்டும். இதுபற்றி நாம் பின்னர் ஆராய்வோம்.

ஏனைய கப்பித் தொகுதிகள்

பொறிமுறை நயத்தைப் பெற்றுக் கொள்ளு தற்கு மூன்று கப்பிகளை ஒழுங்குபடுத்தக்கூடிய வேறு மூன்று முறைகள் படம் 2.49 இல் நேரடியாய்க் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இரண்டிலுமுள்ள கப்பிகளின் சமநிலையின் பொருட்டு,

- (1) கப்பிகள் இலேசானவையெனவும்,
- (2) ஒவ்வொரு இழையினதும் இழுவை வேறுபடுகிறதெனவும்,



படம் 2.49

இக்கப்பித் தொகுதிகளை எளிதாக வேறு படுத்தி அறிவதற்கு (i) இற் காட்டப்பட்டுள்ள தொகுதியை முதலாம் தொகுதியாகவும், (ii) இற் காட்டப்பட்டுள்ள தொகுதியை இரண்டாம் தொகுதியாகவும், (iii) இற் காட்டப்பட்டுள்ள தொகுதியை மூன்றாம் தொகுதியாகவும் அழைப்போம்.

இதற்குமுன் செய்யப்பட்ட பரிசோதனையில் இந்த இரண்டாம் கப்பித் தொகுதியின் பொறிமுறை நயத்தை, விசையை அளந்து கண்டோம். எஞ்சிய கப்பித் தொகுதிகள்

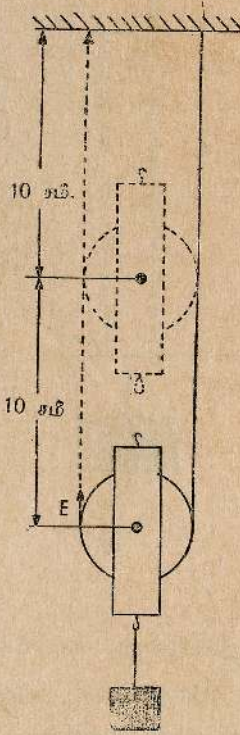
(3) இழையொன்று கப்பியொன்றைச் சுற்றிப் போகும்போது அதன் இழுவை மாறுவதில்லையெனவும்,

(4) இழைகள் நிலைக்குத்தானவையெனவும்

எடுத்துக்கொண்டு, அக்கப்பித் தொகுதிகளின் பிரயோகிக்கப்படும் சுமைக்கும் எத்தனத்துக்கு மிடையே தொடர்பைக் காண்க. அதன் மூலம் ஒவ்வொரு தொகுதியினதும் போதனைப் பொறிமுறை நயத்தைக் கணிக்க முயலுக.

வேக விகிதம்

கப்பித் தொகுதியொன்றைக் கொண்டு சமையொன்றை உயர்த்தும் போது சமை இடம்பெயருவதிலும் பார்க்க அதிக தூரம் எத்தனம் இடம்பெயருமென நீங்கள் கண்டீர்கள். இயங்கத்தக்க தனிக் கப்பியொன்றை எடுத்து நோக்கினால், சமை 10 சமீ. தூரம் செல்லும்போது எத்தனம் எவ்வளவு தூரம் செல்லும்மெனக் கூற முடியுமா? கப்பி உயர்த்தப் படுகிறதெனக் கொள்வோம். அப்போது கப்பியின் இருமருங்கிலும் இழை 10 சமீ. நீளம் தளரும். இழை மீண்டும் முதலிலுள்ள

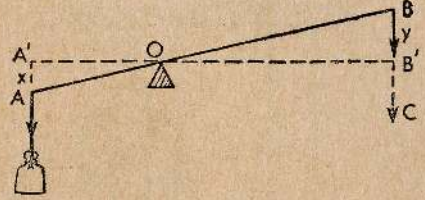


படம் 2.50

வாறு கப்பிமீது இறுகுதற்கு அதனை நுனி E லியிருந்து இழுத்தல் வேண்டும். கப்பி நிலைக்குத்தாக 10 சமீ. தூரம் இடம்பெயரும்போது, இழையின் நுனி E ஆனது நிலைக்குத்தாக 20 சமீ. இடம்பெயர்தல் வேண்டுமெனப் படம் 2.50 இனின்றும் தெளிவாகின்றது. இவ்வாறு சமை யாதாயினுமொரு தூரம் இடம்பெயரும்போது எத்

தனம் அதனிலும் இருமடங்கு தூரம் இடம்பெயரக் காண்பீர்கள்.

எத்தனம் சென்ற தூரத்துக்கும் சமை சென்ற தூரத்துக்குமுள்ள விகிதமானது வேக விகிதம் எனப்படும். அதாவது,



படம் 2.51

$$\text{வேக விகிதம்} = \frac{\text{எத்தனம் சென்ற தூரம்}}{\text{சமை சென்ற தூரம்}}$$

படம் 2.49 இற் காட்டப்பட்டுள்ள கப்பித் தொகுதிகளுக்கும் வேக விகிதத்தைக் கணிக்க. ஒவ்வொரு தொகுதியினதும் வேக விகிதத்தை அதன் போதனைப் பொறிமுறை நயத்துடன் ஒப்பிடுக. அப்போது பொறிமுறை நயம் வேக விகிதத்திற்குச் சமமாயிருக்கக் காண்பீர்கள்.

நெம்பிற்கும் இம்முடிபு உண்மையாவென இப்போது பரிசீலிப்போம்.

படம் 2.51 இற் காட்டியுள்ளவாறு முதலாம் வகுப்பு நெம்பொன்றினால் யாதாயினுமொரு பொருளை x தூரம் உயர்த்தும் போது, பொருள் மீது உருற்றப்படும் விசை x தூரம் இடம்பெயரும். அப்போது எத்தனம் இடம்பெயரும் தூரம் y எனின்,

$$\text{பொறியின் வேக விகிதம்} = \frac{\text{எத்தனம் சென்ற தூரம்}}{\text{சமை சென்ற தூரம்}}$$

$$= \frac{y}{x}$$

நெம்புகள் பற்றிப் படித்தபோது, நெம்பின் போதனைப் பொறிமுறை நயம் $= L/E = OB/OA$ எனக் கண்டோம். இங்கு, L என்பது சமையும, E என்பது எத்தனமுமாகும்.

OAA', OBB' ஆகிய முக்கோணிகளை எடுத்து நோக்கி,

நெம்பின் வேக விசைத் தம் = போதனைப் பொறிமுறை நயம் எனக் காட்டுக.

பொறியின் வேக விசைத் தம் பொறியின் நிறைக்கேற்ப வேறுபடுமா ?

இரண்டாம், மூன்றாம் வகுப்பு நெம்பு களுக்கும் மேற்குறித்த முடிபுகள் உண்மையாவென்ப பார்க்க.

சாய்தளமொன்றினிடத்தும் எத்தனம் செல்லும் தூரத்தையும் சமை செல்லும் தூரத்தையும் கண்டு, அதன் மூலம் சாய்தளத்தின் வேக விசைத்ததைக் கணிக்க, அதன் போதனைப் பொறிமுறை நயத்தையும் துணிக.

வேலை

பொறியொன்றின் மீது எத்தனமொன்றைப் பிரயோகித்து, அதனால் உயர்த்தப்படும் பொருள் மீது எத்தனத்தினால் கூடிய, அல்லது குறைந்த விசையொன்றை உடூற்ற இயல்மென இப்போது அறிவோம். எத்தனத்திலும் பார்க்கச் சமை குறைவாகும்போது சமை செல்லும் தூரமானது எத்தனம் செல்லும் தூரத்திலும் கூடுமெனவும், எத்தனத்திலும் பார்க்கச் சமை கூடும்போது, சமை செல்லும் தூரமானது எத்தனம் செல்லும் தூரத்திலும் குறையுமெனவும் கண்டோம்.

அதுபோலவே,

போதனைப் பொறிமுறை நயம்

$$\frac{\text{சமை (L)}}{\text{எத்தனம் (E)}} = \frac{\text{எத்தனம் சென்ற தூரம்}}{\text{சமை சென்ற தூரம்}}$$

எனவும் துணிந்தோம்.

இதன்றும் பொறியொன்றிற்கு, போதனை முறையாக, (அறிமுறையாக) சமை X சமை சென்ற தூரம் = எத்தனம் X எத்தனம் சென்ற தூரம், அ-து. விசை X விசை சென்ற தூரம் = விசை X விசை சென்ற தூரம் எனக் காண்கிறோம். பொறிகள் பற்றிப் பாடிக்கும் போது நாம் எதிர்ப்படும் இக்கணியம், அ-து. விசையினதும் விசை தாக்கும் திசையில் ஏற்படும் இப்பெயர்ச்சியினதும் பெருக்கம் மிகவும் பயனுள்ளவொரு கணியமென விளங்கும். இக்கணியமானது வேலை எனப்படும். விஞ்ஞானத்தில் வேலை என்னுஞ் சொல் இக்கருத்திலேயே கையாளப்படுகின்றது.

செயல்.

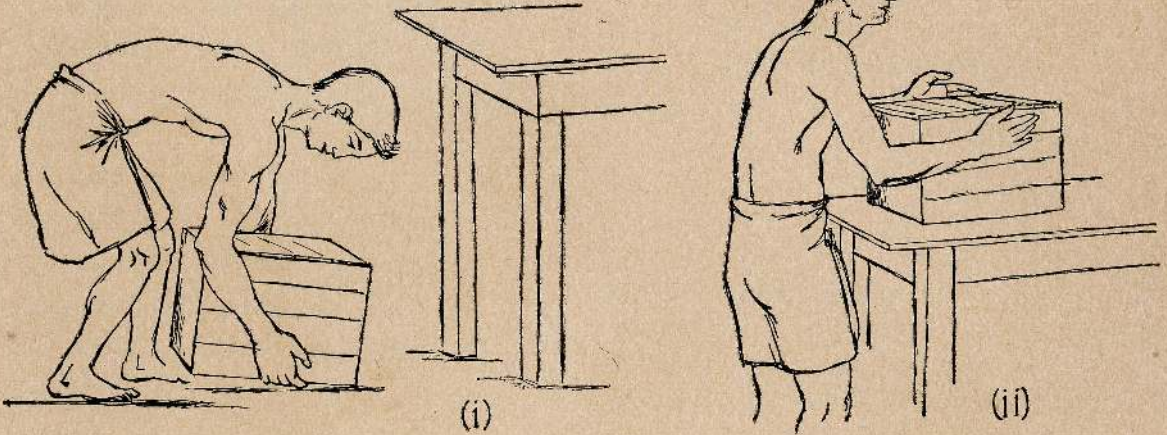
பொருளொன்றை விற்றரா சொன்றின் ஒரு கொளுக்கியிலிருந்து தொங்கவிட்டு, அதன் நிறையைக் காண்க. அதன் பின்னர் அப்பொருளை மெதுவாக உயர்த்தி, விற்றராசு பிரயோகிக்கும் எத்தனத்தைக் காண்க. பொருளை விரைவாக உயர்த்தும் போதும் விற்றராசு பிரயோகிக்கும் எத்தனத்தைக் காண்க. ஒவ்வொரு போதும் பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனத்தைப் பொருளின் நிறையுடன் ஒப்பிடுக.

பொருளை உயர்த்தும்போது பொருள் மீது பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனம் அப்பொருளின் நிறையிலும் பார்க்கக் கூட உள்ளபோதிலும், பொருளை மெதுவாக உயர்த்தும்போது, பொருள் மீது பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனம் மிகவும் அண்ணளவாக அப்பொருளின் நிறைக்குச் சமமென மேற்குறித்த செயலைச் செய்யுமிடத்துக் காண்பீர்கள்.

படம் 2.52(i) இல், மனிதனொருவன் 7 இரூ. பொருளொன்றை உயர்த்த எத்தனமொன்றைப் பிரயோகிக்கிறான். ஆனால், அவ்வெத்தனங் காரணமாகப் பொருள் உயர்வதில்லை. ஆகவே, எத்தனம் இடம்பெயருவதில்லை. எனவே, அவன் செய்த வேலையின் அளவானது பூச்சியமென இங்கு கருதுவோம். படம் 2.52(ii) இல் அம்மனிதன் 7 இரூ. பொருள் மீது எத்தனமொன்றைப் பிரயோகித்து அதனை ஓரளவு உயர்த்தியுள்ளான். இங்கு, எத்தனத்தின் திசையிலே எத்தனம் இடம்பெயர்ந்துள்

உதாரணம். 100 இரூ. நிறையான பையனொருவன் 3 அடி உயரமான மேசையொன்றில் ஏறுகிறான். அவன் செய்யும் வேலையின் அளவு என்ன?

மேசைமீது ஏறப் பையன் தனது தசைகளால் மேல்தோக்கிப் பிரயோகிக்க வேண்டிய நிலைக்குத்தான எத்தனமானது 100 இரூ. நிறைக்கு அண்ணளவாகச் சமமெனக் கருத முடியும். எத்தனம் சென்ற தூரம் = 3 அடி.



படம் 2.52

ளமையால் அவன் ஓரளவு வேலையைச் செய்திருக்கிறான். செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவானது விசையினதும் விசையின் இடம்பெயர்ச்சியினதும் பெருக்கமாகையால், வேலையை அளத்தற்கு அடி இரூ. நிறை அல்லது சமீசி நிறையை அலகாக எடுப்போம். 7 இரூ. நிறைப் பொருளொன்றை உயர்த்த வேண்டின், அதில் 7 இரூத்தலிலும் சுற்றுக் கூடியவிசையொன்றை மேல்தோக்கி உஞற்றுதல் வேண்டும். ஆகவே அப்பொருளை மெதுவாக உயர்த்தப் பிரயோகிக்கவேண்டிய எத்தனம் 7 இரூத்தலிலும் பார்க்கக் குறையாத போதிலும் அண்ணளவாகச் சமமெனக் கருத முடியும்.

பொருளை 4 அடி உயர்த்தினால், சமையை வென்று செய்யும் வேலை

$$\begin{aligned}
 &= \text{எத்தனம்} \times \text{எத்தனம் சென்ற தூரம்} \\
 &= 7 \times 4 \text{ அடி இரூ நிறை} \\
 &= 28 \text{ அடி இரூ. நிறை.}
 \end{aligned}$$

ஆகவே பையன் செய்த வேலையின் அளவு

$$\begin{aligned}
 &= 3 \times 100 \text{ அடி இரூ நிறை} \\
 &= 300 \text{ அடி இரூ நிறை.}
 \end{aligned}$$

பயிற்சி 1. மனிதனொருவன் 20 இரூ நிறையான பெட்டியொன்றை உயர்த்துகிறான். அவன் செய்யும் வேலையின் அளவு என்ன?

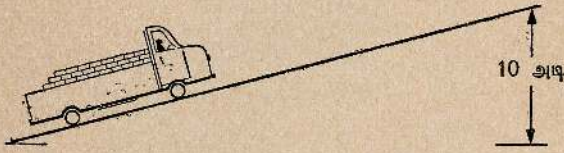
[விடை : 0.]

2. முரடான கிடை நிலமொன்றின் மீதுள்ள மேசைமேல் 20 இரூ நிறை என்னும் மாறு விசையொன்றை உஞற்றும் போது அவ்விசையின் திசையிலே மேசை மெதுவாக 4 அடி தள்ளப்படும். மேசையைத் தள்ளுகையிற் செய்யப்படும் வேலை எவ்வளவு?

[விடை : 80 இரூ நிறை.]

வலு

மலைச் சரிவொன்றிலே லொறியொன்றில் ஏற்றப்பட்டுள்ள 4,000 இரூ நிறையான செங்கல்லின் அளவைப் படம் 2.53 காட்டுகின்றது. லொறி இவ்வளவு செங்கற்களை மலையுச்சிக்குக் கொண்டு செல்ல 15 செக்கன் எடுக்கின்றது. ஒரு மனிதன் ஒருமுறை 80 இரூ செங்கல் வீதம், 50 முறை கொண்டு செல்வதால் 4,000 இரூ செங்கற்களை உச்சிக்குக் கொண்டு செல்ல முடியும். ஆனால், அவன் இதற்காக ஏறத்தாழ 1 மணி நேரம் எடுக்கிறான். இங்கு லொறியும் மனிதனும் செய்யும் வேலையின் அளவு $10 \times 4,000$ அடி இரூ நிறை ஆகும். ஆனால், இவ்வேலையைச் செய்ய எடுக்கும் நேரம் வேறுபடுதலால் வேலை செய்யும் வீதம் வேறுபடும்.



படம் 2.53

பொறியொன்றினின்றும் பெறும் பயன் பெற்றி விளங்கிக்கொள்வதற்கு அப்பொறி என்ன வீதத்தில் வேலை செய்கின்றதென்பதை அறிதல் உதவியாயிருக்கும். பொறியொன்று வேலை செய்யும் வீதமானது வலு எனப்படும். பொறியொன்றின் வலுவை அளத்தற்கு “அடி இரூ நிறை/செக்கன்” என்னும் அலகையோ, “நியூற்றன் மீற்றர்/செக்கன், சதமமீற்றர் கிராம் நிறை/செக்கன்” என்னும் அலகையோ பயன்படுத்தலாம். இதனைவிட, வலுவை அளத்தற்கு வேறு அலகுகளும் பயன்படும். பரிவலு அவற்றுள்ளொன்று. 550 அடி இரூ நிறை/செக்கன் என்னும் அளவு வேலையைச் செய்யக்கூடிய பொறியொன்றின் பரிவலு 1 ஆகும்.

படிகளில், அல்லது சரிவொன்றில் ஏறும் போது செய்யும் வேலையின் அளவை நீங்கள் அளந்துள்ளீர்கள். இங்கு நீங்கள் பெற்ற அளவுகள் யாவை? ஏறும் கதி மாற்றப்படும் போது படிகள் அல்லது சரிவில் ஏற எடுக்கும் நேரம் வேறுபட்டது. ஒவ்வொரு போதும் செய்த வேலையின் அளவு யாது? வேலை

செய்யும் வீதம் எவ்வளவு? இது எத்தனை பரிவலு?

4,000 இரூ. நிறையான செங்கற்களை உயர்த்தும் போது லொறியினதும் மனிதனினதும் வலு எவ்வளவுவெனக் காண்போம். லொறியும் மனிதனும் வேலை செய்யும் வீதங்கள் சீராணவையெனக் கொள்க.

செய்யும் வேலையின் அளவு = $10 \times 4,000$
அடி இரூ நிறை.

லொறி வேலை செய்யும்

$$\text{வீதம்} = 10 \times 4,000 \times \frac{1}{15}$$

அடி இரூ. நிறை/செக்.

$$\text{லொறியின் வலு} = \frac{10 \times 4,000}{15 \times 550} \text{ பவ}$$

$$= 4.9 \text{ பவ.}$$

$$\text{மனிதன் வேலை செய்யும் வீதம்} = \frac{10 \times 4,000}{60 \times 60}$$

$$\text{அடி இரூ நிறை/செக்.}$$

$$\text{மனிதனின் வலு} = \frac{10 \times 4,000}{60 \times 60 \times 550} \text{ பவ.}$$

$$= 0.02 \text{ பவ.}$$

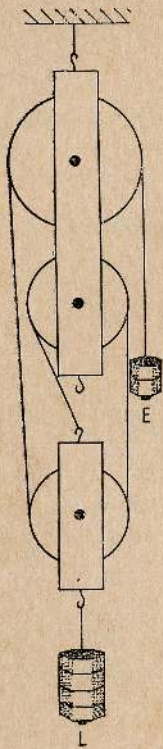
பொறியொன்றின் வலுவைத் தொடர்ச்சியாக மாறிலியாய்ப் பேணமுடியும். மனிதனுக்கும் அவ்வாறு மாற வலுவிலே வேலை செய்ய முடியுமா?

திறன்

இதற்கு முன்னர் பொறிமுறை நயத்தைக் காணச் செய்த செயலிலே பயன்படுத்தியமாதிரி

யிற் கப்பித்தொகுதியொன்று படம் 2.54 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது (படம் 2.47 பார்க்க).

இப்போது இப்பொறிபற்றி முக்கியத்துவம் வாய்ந்த உண்மையொன்றை விளங்கிக் கொள்வதற்குக் கீழ்க்குறித்த செயலைச் செய்வோம்.



படம் 2.54

செயல். படம் 2.54 இற் காட்டியுள்ளவாறு இக்கப்பித் தொகுதியை நிலைநிறுத்துக. எத்தனமாக 3, அல்லது 4 அச்சாணிச் சுரைகளைத் தொங்க விடுக. இதனின்றும் சமன்செய்யத்தக்க சமையைக் காண்பதற்குக் கீழ்த் தாங்கியிலே அச்சாணிச் சுரைகளைத் தொங்க விட்டு இவ்வச்சாணிச் சுரைகளின் தொகையைக் காண்க. இங்கு கீழ்த் தாங்கியிலே தொங்க விட்ட இவ்வச்சாணிச் சுரைகளின் தொகையைச் சமையாகக் கருதுக. அச்சாணிச் சுரையொன்றின் நிறை காணப்பட விடத்து, நியம அலகுகளால் கமையினதும் எத்தனத்தினதும் பெறுமதிகளைத் குணிய முடியும்.

சமையை 5 சமீ., அல்லது 6 சமீ. உயர்த்தி எத்தனம் செல்லும் தூரத்தைக் காண்க.

எத்தனத்தாற் செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவு என்ன? சமையை உயர்த்தும் போது செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவு என்ன?

இவ்வேலையின் அளவைக் காணிக் கும் போது, எத்தனத்தாற் செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவானது சமை உயர்த்தப்படுகையிற் செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவிலும் அதிகமாயிருக்கக் காண்பீர்கள். எத்தனம் செய்யும் வேலையின் அளவைப் பொறிக்குழைக்கப்படுவோயின் அளவு எனவும், பொறி செய்யும் வேலையின் அளவைப் பவித வேலையின் அளவு எனவும் அழைக்க முடியும். எத்தனம் செய்யும் வேலையானது ஊட்ட வேலை எனவும், சமையை உயர்த்துகையிற் செய்யப்படும் வேலையானது பயப்பு வேலை எனவும் அழைக்கப்படும். நாம் இதுகொரு படித்த பொறிகளிடத்து, ஊட்ட வேலையின் அளவானது பயப்பு வேலையின் அளவிலும் குறைவாயிருக்கக் காண்பீர்கள். ஒவ்வொரு பொறியினிடத்தும் பயப்பு வேலையின் அளவுக்கும் ஊட்ட வேலையின் அளவுக்கும் இடையேயான விசிதம் வேறுபடவும் காண்பீர்கள்.

பொறியொன்றின் வலு அப்பொறிபற்றி விளங்க உதவுகிறதென நாம் முன்னர்ப் படித்தோம். அதுபோலவே, பொறியின் பயப்பு வேலையின் அளவுக்கும் ஊட்ட வேலையின் அளவுக்கும் இடையேயுள்ள விசிதத்தைக் கொண்டும் பொறிபற்றி அறிந்து கொள்ளலாம். இவ்விசிதமானது திறன் எனப்படும். திறன் பொதுவாக ஒரு நூற்றுவிதமாக எடுத்துரைக்கப்படும்.

$$\text{திறன்} = \frac{\text{பயப்பு வேலை}}{\text{ஊட்ட வேலை}} \times 100,$$

: அ-ஆ.

$$\text{திறன்} = \frac{\text{சமை} \times \text{சமை சென்ற தூரம்}}{\text{எத்தனம்} \times \text{எத்தனம் சென்ற தூரம்}} \times 100.$$

சமை என்னும் விசிதம் பொறிமுறை எத்தனம் நயமெனவும்,

எத்தனம் சென்ற தூரம் எனலும் விசுதம் சுமை சென்ற தூரம் வேக விசுதமெனவுய் வழங்கப்படுதலால், பொறியொன்றின் திறனைப் பின்வருமாறு எடுத்துரைக்கலாம் :

$$\text{திறன்} = \frac{\text{பொறிமுறை நயம்}}{\text{வேக விசுதம்}} \times 100.$$

பொறியொன்றின் வேக விசுதமானது பொறியின் நிறைக்கேற்ப வேறுபடுவதில்லையென நாம் கண்டோம். அது பொறியின் வடிவ அமைப்பிலே தங்கியுள்ளது. எனினும் பொறிமுறை நயமானது பொறிமீது பிரயோகிக்கப்படும் சுமைக்கேற்ப வேறுபடுதலை நீங்கள் கண்டீர்கள். இதனின்றும், பத் திறன் வேறுபடக் காணலாம்.

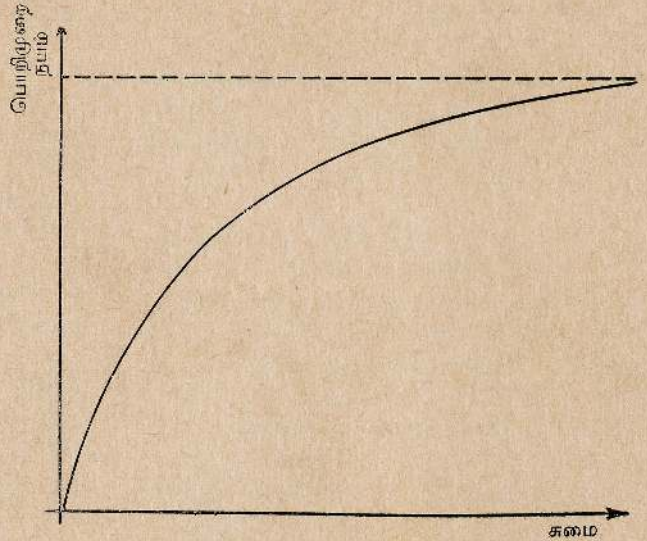
பொறியொன்றின் திறன் அப் பொறி மீது பிரயோகிக்கப்படும் சுமைக்கேற்ப எங்ஙனம் யேறுபடும்? இதற்காகத் கப்பித் தொகுதிவொன்றின் பொறிமுறை நயத்தைக்காணும் போது நீங்கள் பெற்ற முடிபுகளைப் பயன்படுத்த முடியும். அக்கப்பித் தொகுதியின் வேக விசுதம் எவ்வளவு?

அப் பரிசோதனை யினின்றும் கிடைத்த முடிபு சுமைக்கேற்புகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக :

சுமை அதிகரிக்கத் திறனும் தொடக்கத்தில் அதிகரிக்குமென, இவ்வட்டவணையைப் பூர்த்தியாக்குமிடத்துக் காண்பீர்கள். சுமைக்கு எதிராகத் திறனைக் குறிக்கும் போது படம் 2.55 இலுள்ளது போன்ற வரைபொன்று பெறப்படும்.

பொறியின் திறன் எல்லைப்பட்டதென இவ்வரைபினின்றும் தெரிகின்றது. அது போன்று அது நூறுவீதமன்று.

பொறியென்றால் என்ன என்னும் வினா இவ்வத்தியாயத் தொடக்கத்திலேயே எழுந்தது. இதற்காக ஒரு முழுமையான விடையை அளித்தலை அப்போது பின்போட்டோம். இப்போது இவ்வினாவை மறுபடியும் எடுத்து நோக்குவோம்.



படம் 2.55

சுமை	எத்தனம்	பொறிமுறை நயம் = $\frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}}$	வேக விசுதம்	திறன் = $\frac{\text{பொறிமுறை நயம்}}{\text{வேக விசுதம்}} \times 100$

பொறியென்பது எளிதாக வேலை செய்யப் பயன்படும் உபாயமென இவ்வத்தியாயத் தொடக்கத்திற் குறிப்பிட்டோம். நாம் படித்த எளிய பொறிகள் எளிதாக வேலை செய்தற்கு மூன்று முறைகளில், அ-து.

- (1) எத்தனத்தை எளிய திசையிலிருந்து பிரயோகிக்க உதவுதல் (உ-ம். நிலைத்த கப்பி),
- (2) சிறிய விசையைப் பெரிதாக்கல் (உ-ம். நெம்பு),
- (3) வேகத்தை அதிகரித்தல் (உ-ம். சில்லோடு அச்சாணி)

என்னும் மூன்று வழிகளில் உதவுக் காண்பீர்கள்.

எந்தப் பொறியினதும் தொழிற்பாட்டை மிகக் கவனமாகப் பரிசீலித்தால், அப்பொறியானது நாம் இதுவரை படித்த நெம்பு, சாய்தளம், சில்லோடு அச்சாணி, கப்பி என்னும் எளிய பொறிகளுள் ஒன்றாகவோ பலவாகவோ அமைந்திருக்கக் காண்பீர்கள்.

எளிய பொறியொன்றைத் தொழிற்படுத்தியே அதனைக் கொண்டு ஓரளவு வேலை செய்யப்படுகிறது. உதாரணமாக, இயங்கத்தக்க கப்பியொன்றைக் கருதுக. வசதிக்காக நாம் அதனைக் கொண்டு பொருளொன்றை உயர்த்தின், பொருளை உயர்த்துகையில் வேலை செய்வது இயங்கத்தக்க கப்பியன்று, கப்பியைத் தொழிற்படுத்துபவனேயாம். இதனைத் தொழிற்படுத்துபவன் மனிதனாக இருக்க முடியும்; இல்லையெனின், யாதாயினுமோர் எஞ்சினாக இருக்க முடியும். அதாவது, வேலை செய்யும் ஆற்றலானது மனிதன் அல்லது எஞ்சினிடம் உள்ளது. இயங்கத்தக்க கப்பி என்பது வேலை செய்ய உதவுகின்றவோர் உபாயமாகும். அதனினும் கிடைக்கும் முக்கிய உதவி விசையைப் பெருப்பித்தலாகும். கப்பி மீது உருற்றப்படுகின்ற எத்தனம் எனப்படும் விசை தாக்கும் புள்ளியின் இடப்பெயர்ச்சி அளவானது சமை எனப்படும் விசையின் இடப்பெயர்ச்சியின் இருமடங்காகும். இதற்கேற்பப் பொறி பயன்படுத்தப்படுவதனால், வேலையின் அளவு அதிகரிப்பதில்லையென்பது தெளிவு. உண்மையாக, ஊட்ட வேலையிலும் பார்க்கப் பயப்பு வேலை குறைதலானது பொறியைப்

பயன்படுத்துவதன் விளைவாகும். ஆனால், உருற்றப்பட வேண்டிய விசையை இங்கு அரைவாசியாக்கக் கூடியதாக இருத்தல் நயமாகும்.

எஞ்சினைக் கொண்டு வேலை செய்து கொள்ளலாமென்பது தெளிவு. எஞ்சினின் தொழிற்பாடும் அவசியமென்பதை ஞாபகத்தில் வைத்தல் வேண்டும். மோட்டர்க் காரொன்றின் எஞ்சின், டீசல் என்சின், நீராவி எஞ்சின் என்னும் பல்வேறு எஞ்சின்களை நோக்குமிடத்து அவற்றிற்கு எரிபொருள் வழங்கல் அவசியமெனத் தெரிகின்றது. மோட்டர்க் கார்பெற்றோலின்றி ஓடுமா? டீசல் எஞ்சினுக்கு டீசல் எண்ணெய் இல்லாவிடின், அதன் எஞ்சின் தொழிற்படுமா? கொதிகலத்திலுள்ள நீர் ஆவியாக மாற விரைவு, அல்லது கரி இல்லாவிடின், நீராவி எஞ்சினைக்கொண்டு வேலை செய்க்க முடியுமா?

மனிதனுக்கு உணவு கிடைக்காவிடின், வேலை செய்யும் ஆற்றல் அவனுக்கு இருக்குமா? உணவு கிடைக்காவிடின், நாட்கழியக்கூடிய அவனுடைய உடல் இளைத்து உயிரற்றுவிடும். எஞ்சினிடத்தும் இவ்வாறே. மனிதனின் உயிரைக் காத்தற்கு உணவு தேவை. மனிதனின் உடலினுள்ளும் பல்வேறு பகுதிகள் தொழிற்படுவதை நாம் அறிவோம். இதற்கு மேற்பட, புற வேலை செய்தற்கும் உணவு தேவைப்படும். எஞ்சின் வெறுமனே தொழிற்படும் போதும் அதனைத் தொழிற்படுத்துவிக்கும் போதும் எரிபொருள் விரயமாகும். ஆனால், வேலை செய்க்கும் போது எரிபொருள் அதிக அளவில் விரயமாகும்.

வேலை செய்யும் ஆற்றலைப் பல்வேறு திரவியங்கள் அளிக்கின்றன என்பதை நீங்கள் தெளிவாக அறிவீர்கள். இத்திரவியங்கள் விலங்குகளின் தீனியாயினும் சரி, எஞ்சின்களுக்கேற்ற எரிபொருள்களாயினும் சரி அவையெல்லாம் வேலை செய்யப் பயன்படும் போது அவற்றில் இரசாயன மாற்றங்கள் நிகழும். உணவு வகைகள், எரிபொருள் வகைகள் என்னும் இவற்றிலே மாற்றம் ஏற்படும்போது அவையனைத்துக்கும் பொதுவான ஒன்றல்லவா வேலை செய்ய உதவுவது? இக்கருத்தை விவரமாக ஆராய்தல் நல்லதல்லவா? எனினும், நாம் இதனைப் பின்போடுவோம்.

1. சில்லோடு அச்சாணியொன்றின் போதனைப் பொறிமுறை நயம் 20 ஆகும். 60 இரா. நிறையொன்றை உயர்த்த 4 இரா நிறை விசையொன்று உதற்றப்பட வேண்டுமாயின், அப்பொறியின் திறனைக் கணிக்க.

[விடை : 75%.]

2. 800 இரா நிறையான பொருளொன்றை 20 அடி உயர்த்துதற்கு, மேல் தாங்கியிலே நிலைத்த கப்பிகள் மூன்றையும் கீழ்த் தாங்கியிலே இயங்கத்தக்க கப்பிகள் இரண்டையும் கொண்ட கப்பித் தொகுதியொன்று பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

(i) இக்கப்பித் தொகுதியின் போதனைப் பொறிமுறை நயம் எவ்வளவு ?

(ii) 800 இரா. நிறையான பொருளை 20 அடி உயர்த்தும் போது எத்தனம் எவ்வளவு தூரம் செல்லும் ?

(iii) அப்பொருளை உயர்த்தப் பிரயோசிக்க வேண்டிய எத்தனம் 200 இரா. நிறையெனின், பொறியின் திறன் எவ்வளவு ?

[விடை : (i) 5,

(ii) 100 அடி,

(iii) 80%.]

3. 400 இரா. நிறையான பெட்டியொன்றை 4 அடி உயரமும் 10 அடி நீளமுள்ள சாய்தளமொன்றின் மேலே தள்ள 20 இரா நிறை விசையொன்று தேவைப்படுகின்றது.

(i) சாய்தளத்தின் வேக விசை என்ன ?

(ii) அதன் திறன் எவ்வளவு ?

[விடை : (i) 5/2,

(ii) 80%.]

உராய்வு :

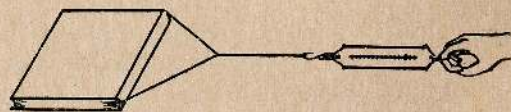
பொருளொன்றின் பரப்பின் தன்மையை அப்பரப்பு முரடானதா ஒப்பமானதாவெனக் குறிப்பிட்டே பொதுவாக விவரிக்கிறோம். மிகப்பல இடங்களில் யாதாயினுமொரு பரப்பை முரடாக வைத்திருப்பது பயனுடைத்து. சில்வேனைகளில் யாதாயினுமொரு பரப்பை முரடாக வைத்திருப்பது விரும்பத்தக்கதன்று. ஒப்பமான சிமந்து நிலம் எளிதாக வழக்கக் கூடியது. ஆகவே, நிலத்திற் சிமந்து பூசும் போது சிமந்தை நன்றாகத் தேய்த்து ஒப்பமாக்காமல் சற்று முரடாக விடுவது வழக்கம். சிமந்து நிலம் மிகவும் முரடாக இருப்பின், அதில் நடந்து திரிவது சுடினமாயிருக்கும். செருப்புக்கள் விரைவாகத் தேய்ந்து விடும். மரச் சாமான்களில் மைபூசும் போது அவற்றை முதலில் நன்றாக ஒப்பமாக்குதல் வேண்டும். முரடான பரப்பொன்றை ஒப்பமாக்க அரசுதான், முரடான கல் போன்ற முரடான பரப்பைக் கொண்டதொன்று என்பவற்றைப் பயன்படுத்துகிறோம். இவ்வாறாக முரடான பரப்பொன்றை ஒப்பமாக்கும் போது ஒன்றோடொன்று மோதும் பரப்புகள் இரண்டும் தேய்ந்து போகக் காண்பீர்கள். மோதும் பரப்புகள் ஒப்பமாயோ முரடாயோ இருத்தற்கேற்பப் பொறிகளில் அசையும் பகுதிகள் குறைந்த, அல்லது கூடிய அளவில் தேய்ந்து போகும். மோதும் பரப்புகளினிடையே எண்ணெய் விரும்போது அப்பகுதிகள் குறைந்த அளவிலே தேய்வதுடன் எளிதாகவும் சுழலும். மோட்டர்க் காரொன்றின் தயர் ஒப்பமாயின், கார் ஓடும்போது அதன் தடைகளைப் போட்டு அதனை நிறுத்த தல் சுடினம். மிகப்பல இடங்களில், தயர்கள் ஒப்பமாக இருப்பதனால் காரை ஏற்றவாறு கட்டுப்படுத்த முடியாததன் விளைவாக, கர்கள் விபத்துக்குள்ளாகின்றன. தயர் ஒப்பமாதலைக் குறைக்க ஒரு வழி அதிலே தவாளிப்புக்கள் வெட்டுதலாகும்.

ஒரு பொருள் மீது இன்னொரு பொருள் அசையும்போது அப்பொருள்களின் பரப்புகள் முரடாயோ ஒப்பமாயோ இருப்பது இவ்வாறு பல்வேறு முறையாகப் பாதிக்கும். எந்தவொரு பொருளும் ஒப்பமானதா முரடானதா என்பதை, அதனைக் கையால் தொட்டு அறிந்து கொள்ளலாம். எனினும், யாதாயின்மொரு பொருள் ஒப்பமானதா முரடான

தா என்பதை உறுதியாக முடிபுசெய்யத் தொடுதல் மட்டும் போதியதன்று. பொதுவாகக் கூட ஒரு பொருள் முரடானதா ஒப்பமானதா என்பதை அறிவது, அப்பொருளைப் பரப்பிலே விரல் நுனியாலோ கைகளாலோ மெதுவாக இயக்கி அப்பரப்பைத் தேய்ப்பதாலாம். ஆகவே, எந்தவொரு பரப்பும் முரடானதா ஒப்பமானதா என்பதை ஆராய இயக்கம் உதவுமெனக் கூறுவது சரியாகும்.

பொருளொன்றின் இயக்கமோ இயங்குதற்கு அதன் நாட்டமோ முரடான பரப்பொன்றின் மூலம் குறைபடுமென மேற்குறித்த உதாரணங்களினின்றும் தெளிவாயிற்று. ஒரு பொருள் மீது இன்னொரு பொருள் அசைய நாளும்போது முரடான பரப்பொன்றால் இத்தகைய விளைவேற்படுமென நீங்கள் அறிந்த சந்தர்ப்பங்கள் சிலவற்றைக் குறிப்பிட உங்களால் முடியுமா? அச்சந்தர்ப்பங்களில் இயக்கத்தைத் தடுக்கவோ, குறைக்கவோ பரப்பின் தன்மை (முரடுமை)யானது விளைவை ஏற்படுத்தும் விதத்தை நீங்கள் கண்டீர்களா? சிலவேளைகளில் நீங்கள் அலுமாரி அல்லது பெட்டகமொன்றை நிலத்திலே தள்ள முயன்றிருப்பீர்கள். பொருள்கள் நிறைந்த அலுமாரியொன்றை ஒருவரோ, ஒருசிலரோ தள்ள முடிவதை அத்தகைய சந்தர்ப்பங்களுக்குக் கண்டிருப்பீர்கள். சீமந்து நிலம் முரடாகவுள்ள இடமொன்றிலே தள்ளுவது மிகவும் கடினமென நீங்கள் அனுபவப் பட்டிருப்பீர்கள். அலுமாரியிலுள்ளபொருள்களை அகற்றியதும் அதனை எளிதாகத் தள்ளலாம். இதற்குக் காரணம் என்ன? பொருள்களை அகற்றியதும் அப்பரப்புக்கள் இரண்டுக்கும் இடையேயான உடைப்புக் குறையும். இவ்வதைப்பிற்குக் காரணம் அலுமாரியின் முழு நிறையுமாதலால், அப்பரப்புக்கள் இரண்டுக்குமிடையேயான இவ்வதைப்பு அப்பரப்புக்களுக்குச் செங்குத்தெனக் கருதமுடியும். பொருள்களை அகற்ற, அலுமாரியின் பரப்புமீது பூமி உஞற்றும் தாக்கமும் குறையும். அப்பரப்புக்கு இத்தாக்கம் செங்குத்தானது. இயங்கும் பொருளொன்றின் மீது உஞற்றப்படும் செவ்வன் தாக்கமோ, மோதும் பரப்புக்களுக்கிடையேயான உடைப்போ குறைந்ததும் அப்பொருள் எளிதாக இயக்கக் கூடுமென இதனின்றும் தெளிவாகின்றது.

இயங்கும், அல்லது இயங்க நாளும் பொருளை, மோதும் பரப்புக்கள் பாதிக்கும் விதத்தைச் சில செயல்களைக் கொண்டு மேலும் ஆராய்வோம். அலுமாரிக்குப் பதிலாகப் புத்தகமொன்றை எடுப்போம். புத்தகத்தை இயக்குதற்கு விசை (தள்ளுதலை அல்லது இழுப்பு) ஒன்றை உஞற்றல் வேண்டும். மேற்குறித்த சந்தர்ப்பத்திலே அலுமாரிமீது உஞற்றப்படும் விசை அதிகரிக்க அது இயங்கத் தொடங்குமெனக் காணப்பட்டது. அப்படியெனின், அப்பொருள் இயங்குதற்கு உஞற்ற வேண்டிய விசையாதாமினுமோர் அளவை விஞ்ச வேண்டிமா? இதனை அறியும் பொருட்டு புத்தகமீது உஞற்றும் விசையின் அளவுபற்றி நாம் அறிதல் வேண்டும். ஆகவே, அப்புத்தகத்தை இழுக்க விற்ப்புசொன்றைப் பயன்படுத்துவோம்.



படம் 2.56

செயல். படம் 2.56 இற் காட்டியவாறு அப்புத்தகத்தின் தாள்களிடையே நூலொன்றைச் செருகி அதன் இரு நுனிகளிலும் முடிச்சிடுக. அப்புத்தகத்தை மேசையொன்றின் மீது வைத்து அதனை இழுக்க விற்ப்புசொன்றைப் பயன்படுத்துக. விற்ப்புசொன்றைப் பயன்படுத்த விடத்து அதன் வாசிப்பைக் குறிக்க. இதன் பின்னர் விற்ப்புசொன்றை மெதுவாக இழுத்து அதன் வாசிப்பை அவதானிக்க. பொருள் இயங்கும் வரை உஞற்றப்படும் விசையின் பெறும்தியைப் படிப்படியாக அதிகரிக்க. அப்பொருள் இயங்கத் தொடங்கியதும் விற்ப்புசொன்றை வாசிப்பை அவதானிக்க. இவ்விதமாக மேசைமீது வெவ்வேறு திசைகளில் பொருள் இயங்குமாறு அப்பொருள் மீது படிப்படியாக அதிகரிக்கும் விசைகளை உஞற்றுக்க.

இச்செயலைச் செய்தால் நீங்கள் பின்வரும் அவதானிப்புக்களை மேற்கொள்ளீர்கள்.

1. விற்றராசின் வாசிப்பு பூச்சியமாகும் போது அப்பொருள் ஓய்வில் இருக்கும்.
2. பொருள் மீது விசையேதும் உஞற்றுப் பட்டிருக்கிறதென விற்றராசு காட்டும் போதும் பொருள் ஓய்வில் இருக்கும்.
3. பொருள் மீது உஞற்றுப்பதும் விசையாதா யினுமோர் அளவை விஞ்சும்போது அப்பொருள் இயங்கத் தொடங்கும்.
4. பொருள் வெவ்வேறு திசைகளில் இயங்கத் தூண்டப்படுமாறு விசையை உஞற்றியதும் இத்தகைய தொடர் நிகழ்ச்சிகள் அவதானிக்கப்படும்.

மேற்குறித்த அவதானிப்புக்களை, நாம் இது வரை படித்தவற்றிற்கேற்ப எங்கனம் விவரிக்கலாம்?

விற்றராசின் வாசிப்பு பூச்சியமாகும்போது, பொருளின் நிறை, மேசைப் பலகை அப் பொருள் மீது உஞற்றும் தாக்கம் ஆகிய விசைகள் மட்டுமே பொருள் மீது உஞற்றுப்பதும். பொருள் ஓய்வில் இருக்கும் போது, பொருளின் நிறையும் பொருள் மீது பலகை உஞற்றும் தாக்கமும் சமமும் முரணுமாகுமென்னும் கருத்திற்கேற்ப இதனைத் தெளிவுபடுத்தலாம். என்னும், விற்றராசானது பொருள் மீது விசையொன்றை உஞற்றுகிறதெனக் காணும்போதும் பொருள் ஏன் இயங்காமலுள்ளது? பொருள் சமநிலையில் இருப்பதற்கு விற்றராசால் உஞற்றுவதாகக் காட்டப்படும் விசையும் சமன்படுத்தல் வேண்டும் அல்லவா? இதன் பொருட்டு, விற்றராசாற் காட்டப்படும் விசைக்குச் சமனும் முரணுமான விசையொன்று பொருள் மீது தாக்குதல் வேண்டும். பரப்புக்களின் தன்மையானது இடக்கமீது விளைவை ஏற்படுத்துகிறதென நாம் கண்டோம். ஆகவே, பொருளின் இயக்கத்தைத் தவிர்க்கத் தேவைப்படும் விசையானது மோதும் பரப்பால் வழங்கப்பட முடியும் அல்லவா? விற்றராசின் வாசிப்பு ஒரு குறித்த பெறுமதியை விஞ்சும் போது பொருள் இயங்குமாதலால், மோதும் பரப்பு உஞற்றும் இவ்விசை குறிப்பிட்ட பெறுமதியை விஞ்ச முடியாதெனக் காணப்படும். பொருளை வெவ்வேறு திசைகளில் இயக்கும் போது இதே போன்ற நிகழ்ச்சி ஏற்படுவதால்,

எப்போதும் மோதலிலே பரப்பால் வழங்கப்படும் இவ்விசையானது இயக்கத்துக்கு முரணாக உஞற்றுப்படுகிறதெனக் காணப்படும். இவ்வாறு பொருளொன்று இன்னொரு பொருள் மீது இயங்கத் தூண்டப்படும் போது உஞற்றுப்பதும் விசையானது உராய்வு விசை எனப்படும். இவ்வூராய்வு விசை, இயக்கத்திற்கு முரணாகத் தாக்குகின்றதெனவும், அதற்கு உயர்வுப் பெறுமதியொன்று உள்ளதெனவும் மேற்குறித்த செயலினின்றும் கண்டீர்கள். உராய்வு விசையின் உயர்வுப் பெறுமதியானது எல் உராய்வுலே விசை எனப்படும். பொருளொன்று இன்னொரு பொருள் மீது இயங்கும் போது மோதும் பரப்புக்களின் தன்மையைக் கருத்திற்கொண்டு, இயங்கும் பொருள் மீது விசையொன்று உஞற்றுப்படுகிறதெனவும் அவ்விசைக்கு உயர்வுப் பெறுமதியொன்று உண்டெனவும் கருதின, நாம் முன்னர்க் குறிப்பிட்ட நிகழ்ச்சிகள் அனைத்தையும் வெற்றிகரமாக விளக்க முடியும். எனினும், இவ்வூராய்வு விசையின் பெறுமதி பல்வேறு காரணிகளுக்கேற்ப வேறுபடக் கண்டோம். உராய்வு விசை மீது விளைவை ஏற்படுத்தக்கூடிய காரணி யாது?

பொருளொன்று இன்னொரு பொருளுடன் மோதி இயங்கத் தூண்டப்படும் போது தாக்கும் உராய்வு விசையானது,

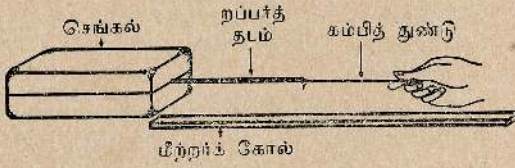
- (1) பொருள்கள் இரண்டினதும் பொதுத் தொடுகைப் பரப்புக்கள் முரடாயோ ஒப்பமாயோ இருத்தல்,
- (2) பொருள்கள் இரண்டினதும் பொதுத் தொடுகைப் பரப்பின் அளவு,
- (3) பொருள்கள் இரண்டிற்கும் இடையே யுள்ள செவ்வன் தகைப்பு, அ-து. பரப்பொன்று இன்னொரு பரப்புமீது உஞற்றும் செவ்வன் தாக்கம்

என்னும் காரணிகளுக்கேற்ப வேறுபடுமெனச் சந்திதிகக் முடியும். இவை ஒவ்வொன்றையும் பரிசோதனை மூலம் ஆராய்வோம்.

மேற்குறித்த காரணிகளுக்கேற்ப உராய்வு விசை எங்கனம் வேறுபடும்? உராய்வு விசையானது சந்தர்ப்பத்திற்கு ஏற்றவாறு பூச்சியத்திலிருந்து உயர்வுப் பெறுமதி வரைக்கும் மாறுமாதலின், அதன் எல்லைப் பெறுமதி மீது எமது கவனத்தைச் செலுத்துவோம்.

எல்லை உராய்வு விசையானது பொருள் இயங்கத் தொடங்கும் தறுவாயில் விற்பா சாற் பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனைத்திற்குச் சம மெனக் கருதுவோம். எனினும், உங்களுக்கு இதற்கேற்ற அளவுத்திட்டமொன்றைக்கொண்ட விற்பாச கிடைப்பதில்லை. இதற்காக வேறு

ளாக வசதிக்காக செங்கல் துண்டொன்றைக் கொண்டு மேற்குறித்த காரணிகளுக்கேற்ப எல்லை உராய்வு விசை வேறுபடும் முறையைக் காண்போம்.



படம் 2.57

உபாயமொன்றைப் பயன்படுத்த முடியுமா? எத்தனைதைப் பிரயோகிக்க நற்பர்த் பட்டையைப் பயன்படுத்தியமை உங்களுக்கு நினைவாக இருக்கலாம். இங்கும் நற்பர்த் பட்டையொன்றைப் பயன்படுத்துவோம். சைக்கிள் வால்வுக்காக எடுத்த ஏறத்தாழ 18 அங்குல நீளங் கொண்ட நற்பர்த் குழாய்த் துண்டொன்றைக் கொண்டு, வளையமாக அதன் இரு நுணிகளையும் ஒன்றாய் இணைக்க. பொருளொன்றின் மீது விசையொன்றை உஞற்ற இந்த நற்பர்த் வளையத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

நற்பர்த் பட்டை உஞற்றும் விசை அதன் நீட்சிக்கு நேர்விசை சமமென நீங்கள் படித்ததுள்ளீர்கள். ஆகவே, பொருளொன்றின் மீது நற்பர்த் பட்டையால் விசையொன்றை உஞற்றுமிடத்து ஏற்படும் எல்லை உராய்வு விசையானது, அப்பொருள் இயங்கத் தொடங்கும் தறுவாயில் நற்பர்த் பட்டையின் நீட்சிக்கு நேர்விசைசமமாகும். பொரு

1. பொருள்கள் இரண்டின் மோதும் பரப்புக்களின் தன்மைக்கு (முரடுமை, அல்லது ஒப்பம்) ஏற்ப எல்லை உராய்வு விசை எங்ஙனம் வேறுபடும்?

பரிசோதனை. படம் 2.57 இற் காட்டியுள்ளவாறு பலகையொன்றின்மீது வைக்கப்பட்டுள்ள செங்கல் துண்டொன்றைச் சுற்றி நூலொன்றை முடிச்சிடுக. நீங்கள் சுழங்குபடுத்தியுள்ள நற்பர்த் வளையத்தை இந்நூலுடன் தொடுக்க. நற்பர்த் வளையத்தை இழுத்தற்குக் கம்பியாற் செய்யப்பட்ட கொளுக்கியொன்றைப் பயன்படுத்துக. எத்தனையொன்றைப் பிரயோகிக்கு முன்னர், இழுபடா நிலையில் நற்பர்த் பட்டையின் நீளத்தை அளந்து கொள்க. கம்பிக் கொளுக்கி மூலம் நற்பர்த் பட்டையைப் படிப்படியாக இழுக்க. அச்செங்கல் இயங்கத் தொடங்கியதும் இழுக்கப்பட்ட நற்பர்த் பட்டையின் நீளத்தை அளக்க. மோதும் பரப்புக்களின் இயல்பை வேறுபடுத்தற்கு (i) அச்செங்கல்லைக் கண்ணாடித் துண்டொன்றின் மீது வைத்து, (ii) செங்கல்லைக் கடதாசியால் சுற்றி இப்பரிசோதனையை மறுபடியுள் செய்க. முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

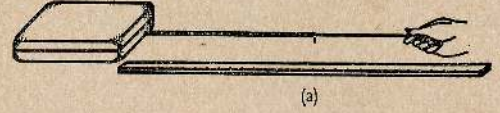
மோதும் பரப்புக்களின் தன்மை	இழுபடாத நற்பர்த் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	இழுக்கப்பட்ட நற்பர்த் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	நற்பர்த் பட்டையின் நீட்சி (சமீ)
1. பலகையீது செங்கல்			
2. கண்ணாடித் துண்டுமீது செங்கல்			
3. பலகையீது, சுற்றப்பட்ட செங்கல்			
4. கண்ணாடித் துண்டுமீது, சுற்றப்பட்ட செங்கல்			

இவ்வட்டவணையைப் பூர்த்தியாக்கி, ஒவ்வொரு போதும் உஞற்றப்படும் எல்லை உராய்வு விசையானது மோதும் பரப்பின் தன்மைக் கேற்ப எங்ஙனம் மாறுகிறதெனப் பார்க்க.

2. பொருள்கள் இரண்டின் மோதும் பரப்பளவுக்கேற்ப எல்லை உராய்வு விசை எங்ஙனம் மாறுகிறதெனக் காணல்.

பரிசோதனை. முதற் பரிசோதனையிற் போன்று செங்கல்லைச் சுற்றி நூலொன்றை முடிச்சிட்டு, அதனுடன் றப்பர் வளைய மொன்றைத் தொடுக்க. எத்தனமொன்றைப் பிரயோகிக்குமுன், இழுபடாத நிலையில் றப்பர்ப் பட்டையின் நீளத்தை அளந்து கொள்க. கம்பிக் கொளுக்கியொன்றால் றப்பர்ப் பட்டையைப் படிப்படியாக இழுத்து அச்செங்கல் இயங்கத் தொடங்கியதும் இழுக்கப்பட்ட றப்பர்ப் பட்டையின் நீளத்தை அளக்க. படங்கள் 2.58 (a), (b), (c) என்பவற்றிற் காட்டியுள்ளவாறு செங்கல்லின் வெவ்வேறு பரப்பளவுகள் கொண்ட பரப்புக்கள் மேசையுடன் மோதுமாறு வைத்து, இப்பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. ஒவ்வொரு போதும் செங்கல் இயங்கத் தொடங்கியதும் றப்பர்ப் பட்டையின் நீளங்களை அளந்து கொள்க. முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

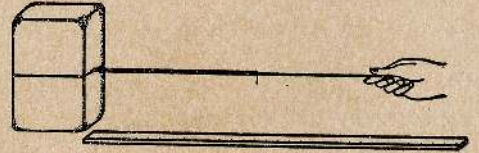
இவ்வட்டவணையைப் பூர்த்தியாக்கி, மேசையுடன் செங்கல் மோதும் பரப்பின் அளவுக்கேற்ப எல்லை உராய்வு விசை எங்ஙனம் வேறுபடுகிறதென்பதைத் துணிக். பொருளொன்றின் மீது உஞற்றப்படும் எல்லை உராய்வு விசையானது, அப்பொருள் மீது உஞற்றப்படும் செவ்வன் தாக்கத்திற்கேற்ப எங்ஙனம் வேறுபடும்? இதனைக் காண்பதற்கு, அப்பொருள் மீது உஞற்றப்படும் செவ்வன் மறுதாக்கம் எங்ஙனம் மாற்றப்படும்?



(a)



(b)



(c)

படம் 2.58

பொருளொன்று ஓய்வில் இருக்கும் போது அதன் மீது உஞற்றப்படும் செவ்வன் தாக்கம் அப்பொருளின் நிறைக்குச் சமமென நாம்

பலகையைத் தொடும் பரப்பு	இழுக்கப்படாத றப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	இழுக்கப்பட்ட றப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	றப்பர்ப் பட்டையின் நீட்சி (சமீ)

படித்தோம். ஆகவே, அப்பொருளின் நிறையை அதிகரித்து, அதன்மீது உளுற்றப்படும் செவ்வன் தாக்கத்தை அதிகரிக்க முடியுமெனத் தோன்றுகிறது. பொருளொன்றின் நிறையை (நிணிவு) அதிகரித்தற்கு உபாயமொன்று பயன்படுத்தப்பட்ட சந்தர்ப்பம் உங்களுக்கு ஞாபகமா? செங்கல் மீது செங்கல்லை வைத்து, அதன் மீது உளுற்றப்படும் செவ்வன் தாக்கத்தை அதிகரிக்க இயலுமென நீங்கள் அறிவீர்கள். இயங்கும் செங்கல் மீது,



படம் 2.59

அதற்குச் சமமான நிறை கொண்ட செங்கல்லை வைத்து அச்செவ்வன் தாக்கம் இரட்டிக்கப்படும். இவ்வாறாக, சமநிறையான செங்கற்களை வைத்துச் செவ்வன் தாக்கத்தை மும்மடடங்காக, நான்கு மடங்காக, என்றவாறு அதிகரிக்க முடியும்.

சமநிறை கொண்ட செங்கல்லைக் கண்டு கொள்வதற்கு ஒரு றப்பர்ப் பட்டையையும் மீற்றர்க் கோலையும் எங்கனம் பயன்படுத்தலாம்?

3. எல்லை உராய்வு விசைக்கும் செவ்வன் தாக்கத்துக்கும் இடையேயான தொடர்பைக் காணல்.

பரிசோதனை. படம் 2.59 இற் காட்டியுள்ளவாறு செங்கல்லொன்றைச் சுற்றி நூலொன்றை முடிச்சிட்டு, அதனுடன் றப்பர் வளையமொன்றைத் தொடுக்க. றப்பர்ப் பட்டை மீது விசையொன்றை உளுற்றமுன், இழுக்கப்படாத நிலையில் றப்பர்ப் பட்டையின் நீளத்தைக் கண்டு கொள்க. கம்பிக் கொளுக்கியொன்றால் றப்பர்ப் பட்டையைப் படிப்படியாக இழுத்து, செங்கல் இயங்கத் தொடங்கியதும் இழுக்கப்பட்ட றப்பர்ப் பட்டையின் நீளத்தை அளந்து கொள்க. அச்செங்கல் மீது சம நிறையான செங்கல்லொன்றை வைத்து இப்பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. இவ்வாறாக, முதற் செங்கல் மீது 2, 3, 4, 5 என்ற கணக்கிற் செங்கற்களை வைத்து இப்பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. செங்கல்லின் நிறையை 1 அலகாகக் கொள்க. முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவெண்ப்படுத்துக.

இவ்வட்டவெண்ப்பைப் பூர்த்தியாக்கியதும், செவ்வன் தாக்கம் அதிகரிக்க நீட்சியும் அதிகரிக்குமெனக் காண்பீர்கள்.

செவ்வன் மறுதாக்கம்	இழுக்கப்படாத றப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	இழுக்கப்பட்ட றப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	நீட்சி (எமீ)

நீட்சிக்கு எதிராகச் செவ்வன் தாக்கத்தைக் குறித்து வரைபொன்று வரைக. இவ்வரை பிலிருந்து, நீட்சியானது செவ்வன் தாக்கத் திற்கேற்ப எங்ஙனம் வேறுபடுமெனக்காண்க.

றப்பர் வளையத்தின் நீட்சியானது உளுற்றப் படும் விசைக்கு நேர்விசைமமாகும். ஆகவே, செங்கல் இயங்கத் தொடங்கியதும் செங்கல் மீது பிரயோகிக்கப்படும் எத்தனமானது அச் செங்கல் மீது தாக்கும் செவ்வன் தாக்கத்திற்கேற்ப எங்ஙனம் வேறுபடும்? எல்லை உராய்வு விசையானது செவ்வன் தாக்கத்திற்கேற்ப எங்ஙனம் வேறுபடும்?

றேற்குறித்த பரிசோதனையைச் செய்யும் பொருளொன்று இன்னொரு பொருள் மீது இயங்குகையில் உண்டாகும் எல்லை உராய்வு விசையானது,

- (i) பொருள்கள் இரண்டினதும் தொடுகைப் பரப்புக்களின் தன்மைக்கு (முரடுமை அல்லது ஒப்பம்) ஏற்ப வேறுபடுகிறதெனவும்,
- (ii) யாதாயினுமொரு பொருளின் தொடுகைப் பரப்பின் அளவுக்கேற்ப வேறுபடுவதில்லையெனவும்,
- (iii) இயங்கும் பொருள் மீதுள்ள செவ்வன் தாக்கத்திற்கு நேர்விசைமமாக வேறுபடுகிறதெனவும்

நீங்கள் காண்பீர்கள்.

எல்லை உராய்வு விசை F எனவும், செவ்வன் தாக்கம் R எனவும் கொண்டால்,

$$F \propto R$$

எனப் பரிசோதனைமுறையாய்க் காண்பீர்கள்.

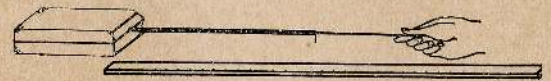
$$\therefore F = \mu R; \text{ இங்கு } \mu \text{ ஒரு மாறிலி.}$$

$$\therefore \mu = \frac{F}{R}.$$

எல்லை உராய்வு விசை F ஆனது தொடுகைப் பரப்புக்களுக்கேற்பவும் வேறுபடுதலால்,

மாறிலி μ ஆனது தொடுகைப் பரப்புக்கள் இரண்டிற்குமுரிய ஒரு மாறிலியாகும். வெவ்வேறு பரப்புக்களிடத்து அதன் பெறுமதி வேறுபடும். இம்மாறிலியானது **உராய்வுக் குணகம்** எனப்படும். $\mu = (F/R)$ ஆதலால், உராய்வுக் குணகமானது எல்லை உராய்வு விசைக்கும் செவ்வன் தாக்கத்திற்குமுள்ள விகிதமெனக் கருத முடியும்.

பெட்டகம், மேசை போன்ற பாரமான பொருளொன்றைத் தள்ளும்போது, தொடக்கத்தில் பெரிய எத்தனமொன்றை உளுற்றுதல் வேண்டுமெனவும், பொருள் இயங்குமிடத்து இவ்விசைக்கும் சிறிய எத்தனமொன்றால் தொடர்ந்து நடைபெறுமாறு செய்யப்படக் கூடுமெனவும் நீங்கள் கண்டீர்கள் நீங்கள் மேற்குறித்த பரிசோதனையைச் செய்யும் போது, பொருள் இயங்குதற்குச் சற்றுமுன் றப்பர் பட்டையின் நீளமானது பொருள் மெதுவாக இயங்கும் போது றப்பர் பட்டையின் நீளத்திலும் பார்க்கக் கூட வெனக் கண்டீர்கள். இயங்கும் பொருளொன்றின் மீது உளுற்றப்படும் உராய்வு விசையானது அப்பொருள் இயங்குதற்குச் சற்றுமுன் உளுற்றப்படும் உராய்வு விசையிலும் பார்க்கக் குறைவாக இருப்பது இதற்குக் காரணமாகுமா? இதனை மேலும் பரிசீலிப்போம்.



படம் 2.60

பரிசோதனை. இரண்டாம் பரிசோதனையிற் போன்று செங்கல் துண்டொன்றை இழுக்க றப்பர் பட்டையொன்றைப் பயன்படுத்துக. எத்தனமொன்றை உளுற்றுமுன், இழுக்கப்படாத நிலையில் றப்பர் பட்டையின் நீளத்தைக் கண்டு கொள்க. அச்செங்கல் இயங்குதற்குச் சற்றுமுன், இழுக்கப்பட்ட றப்பர் பட்டையின் நீளத்தையும், செங்கல் மெதுவாக இயங்கியதும்

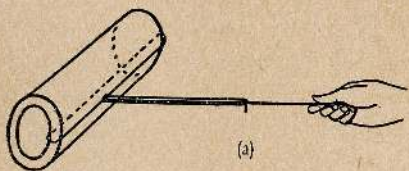
றப்பர்ப் பட்டையின் இழுக்கப்பட்ட நீளத் தையும் காண்க. இப்பரிசோதனையைப் பன்முறை செய்து, முடிவுகளைக் கீழ்க் காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

தோம். பொருளொன்று உருளும் போது உராய்வு விசை எங்ஙனம் வேறுபடும்? பொருள் வழக்கும்போதும் உருளும்போதும் தாக்கும் உராய்வு விசைகள் சமமா?

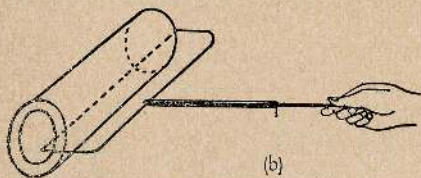
இழுக்கப்படாத றப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	செங்கல் இயங்குதற்குச் சற்றுமுன்		செங்கல் மெதுவாக இயங்கும்போது	
	இழுக்கப்பட்ட றப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	நீட்சி (சமீ)	இழுக்கப்பட்ட றப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	நீட்சி (சமீ)

இவ்வட்டவணையைப் பூர்த்தியாக்கியதும், பொருள் இயங்குதற்குச் சற்றுமுன் தாக்கும் உராய்வு விசையானது, பொருள் மெதுவாக வழக்கும் போது தாக்கும் உராய்வு விசையிலும் பார்க்கக் கூடவெனக் காண்பீர்கள்.

ஏறத்தாழ 6 அல்லது 8 அங்குல நீளங் கொண்டதும், இரும்பு அல்லது மெழுகாற் செய்யப்பட்டதுமான உருளைக் குழாய்த் துண்டொன்றைக் கொண்டு மேற்கூறிய பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. நீங்கள் தேர்ந்தெடுத்துள்ள குழாய் இலேசானதெனின், எத்தனைதரம் பிரயோகித்தற்கு மெல்லிய றப்பர்ப் பட்டையொன்றைப் பயன்படுத்துக.



(a)



(b)

படம் 2.61

பொருளொன்று உருண்டு போகும்போது உராய்வு

பொருளொன்று வழக்கும்போது உராய்வு விசை வேறுபடும் விதம் பற்றி மேலே படித்

செயல். படம் 2.61 (a) யிற் காட்டியுள்ளவாறு இவ்வுருளைக் குழாயினுள் கம்பியொன்றைச் செருகி, குழாய் அசையாதவாறு அக்கம்பியின் இரு நுனிகளையும் தொடுக்க. உருளையை இழுக்க றப்பர்ப் பட்டையொன்றைப் பயன்படுத்துக. எத்தனைமொன்றைப் பிரயோகிக்குமுன், இழுக்கப்படாத நிலையில் றப்பர்ப் பட்டையின் நீளத்தையும், உருளை இயங்குதற்குச் சற்று முன்னரும் மெதுவாக இயங்கும்போதும் இழுக்கப்பட்ட றப்பர்ப் பட்டையின் நீளத்தையும் காண்க. அடுத்ததாக, படம் 2.61 (b) யிற் காட்டியவாறு உருளை உருளத்தக்கதாகக் கம்பியைத் தளர்ச்சியாகத் தொடுத்து, முன்னர் போன்று றப்பர்ப் பட்டையைப் பயன்படுத்தி உருளையை இழுக்க. இங்கு உருளை உருளுகின்றதா வழக்குகின்றதா என்பதை அவதானிக்க. உருளை மெதுவாக உருளும்போது, இழுக்கப்பட்ட பட்டையின் நீளத்தைக் காண்க. எத்தனை

மொன்றை ற்ப்பர்ப் பட்டை பிரயோகிக் காத போதும் ற்ப்பர்ப் பட்டையின் நீளத் தைக் காண்க. உங்கள் முடிபுகளைக் கீழ்க் காட்டியவாறு அட்டவீணைப் படுத்திக. இப் பரிசோதனையைப் பன்முறை செய்து பார்க்க.

இயங்கும் பகுதிகள் வெப்பமாகும். உராய் வைக் குறைக்கவல்ல முறைகள் சில பற்றி நீங்கள் படித்துள்ளீர்கள். நீங்கள் எதிர்ப்படும் பொறிகளிலே உராய்வைக் குறைத்துக்கொள் ளப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள உபாயங்கள் எவை யென அவதானிக்க. உராய்வை அதிகரிக்கப்

	இழுக்கப்படாத ற்ப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	இழுக்கப்பட்ட ற்ப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் (சமீ)	நீட்சி (சமீ)
பொருள் இயங்குமுன்			
பொருள் வழுக்கும்போது			
பொருள் உருளும்போது			

இவ்வட்டவீணையைப் பூர்த்தியாக்கியதும், பொருள் இயங்குமுன் நீட்சி உயர்வானதென வும் பொருள் உருளும்போது நீட்சி இழிவான தெனவும் காண்பீர்கள்.

ஒவ்வொரு போதும் உருற்றப்படும் உராய்வு விசையானது ற்ப்பர்ப் பட்டையின் நீட்சிக்கு நேர்விசைதசமமெனக் கருதலாம்.

இங்கு உருற்றப்படும் உராய்வு விசைகளை ஒப்பிட்டுளவிற பின்வருமாறு எடுத்துரைக்க முடியும் :

$$\left. \begin{array}{l} \text{இயங்குமுன்} \\ \text{உராய்வு விசை} \end{array} \right\} > \left. \begin{array}{l} \text{வழுக்கும்போது} \\ \text{உராய்வு விசை} \end{array} \right\} >$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{உருளும்போது} \\ \text{உராய்வு விசை} \end{array} \right\} .$$

உராய்வும் வேலையும்

மெதுவாக இயங்கும் பொருளொன்றின்மீது உருற்றப்படும் உராய்வு விசைபற்றிப் படித் தற்குச் செய்த பரிசோதனையை நினைவுகூர்க. அங்கு, இயங்கும் பொருளொன்றன் மீது உருற்றப்படும் உராய்வை வெல்ல எத்தன மொன்றை உருற்றல் வேண்டுமெனக் கண் டீர்கள். இவ்வெத்தனத்தின் இடப்பெயர்ச்சி யும் ஏற்பட்டது. ஆதலால், உராய்வை வெல்ல யாதாயினுமோர் அளவு வேலை செய்யப்படல் வேண்டும். பொறிகளின் திறன் குறைய உராய் வும் ஒரு காரணம். உராய்வு காரணமாக,

பயன்படும் சந்தர்ப்பங்கள் யாவை? இதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் உபாயங்கள் எவையென அவதானிக்க.

பொருளொன்றன் நிறையை வென்று அதனை மெதுவாக உயர்த்தற்கு உருற்ற வேண்டிய எத்தனம் மிகவும் அண்ணளவாக அப்பொருளின் நிறைக்குச் சமமெனக் கண் டோம். அதுபோன்று, உராய்வு விசையை வென்று கிடைத் தளமொன்றிலே பொரு ளொன்றை மெதுவாக இயக்குதற்கு உருற்ற வேண்டிய எத்தனமானது உராய்வு விசைக்குச் சமமாகும்.

பயிற்சி. கிடைத்தளமொன்றின் மீதுள்ள பொருளொன்றை மெதுவாகத் தள்ளும் போது அதன்மீது 2 இற. நிறை உராய்வு விசையொன்று உருற்றப்படும். இவ்விசை யை வென்று பொருளானது தளவழியே 5 அடி தூரம் மெதுவாகத் தள்ளப்படு மெனின்,

- (i) பொருளைத் தள்ளப் பிரயோகிக் கப்படும் எத்தனம் (அண்ண ளவாக) என்ன?
 - (ii) எத்தனத்தின் இடப்பெயர்ச்சி எவ்வளவு?
 - (iii) எத்தனம் செய்யும் வேலை யாது?
- உராய்வு விசையானது கப்பியொன்றின் பொறிமுறை நயத்தைத் தூண்டுதலா என்

ஹும் பிரச்சினை முன்னர் எழுந்தது. இப் போது அதுபற்றி ஆராய்வோம்.

கப்பி இயங்கும் போது கப்பிக்கும் அச்சா ணிக்குமிடையே உராய்வு விசையொன்று தாக் குகிறது. இவ்வராய்வு விசை எப்பொழுதும் இயக்கத்துக்கு எதிராய்த் தாக்கும். அது போன்று, உராய்வு விசையானது இயங்கும் பகுதிகள் மீது செவ்வன தாக்கம், அல்லது செவ்வன் தகைப்புக்கேற்பவேறுபடும். தகைப்பு அதிகரிக்க உராய்வு விசையும் அதிகரிக்கும். உஞற்றப்பட்ட எத்தனமானது சுமையை வெல் லுதற்கு மேல்திகமாக, இவ்வராய்வு விசையை வெல்லுதற்குப் போதிய அளவாதல் வேண் டும். உராய்வு விசை மாறுதலால், உஞற்றப் படும் எத்தனமும் மாறும். ஆகவே, பொறி முறை நயமும் மாறும்.

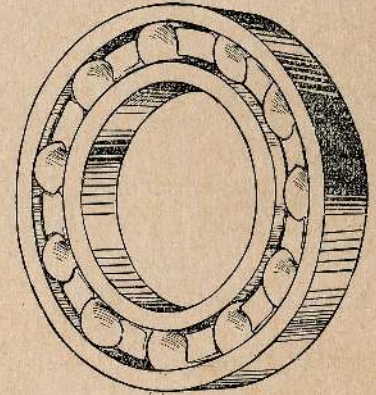
உராய்வு விசையானது பொறியொன்றின் திறனை எங்ஙனம் தூண்டும்?

பொறியொன்றின் பகுதிகள் இயங்கும் போது அப்பகுதிகளிடையே உஞற்றப்படும் உராய்வு விசையை வெல்ல யாதாயினுமோர் அளவு வேலை செய்யப்படல் வேண்டும். இதற் காக, ஊட்ட வேலையின் அளவில் ஒரு பகுதி விரயமாகும். ஆகவே, பயப்பு வேலையின் அளவானது ஊட்ட வேலையின் அளவினும் பார்க்கக் குறைவாகும். அதாவது, பொறி யின் திறன் குறையும். உராய்வை வெல்லச் செய்யப்படும் வேலையின் விளைவாகப் பொறி யின் பகுதிகள் வெப்பமாகும். எனவே, இங்கு உராய்வைக் குறைத்துக் கொள்வதன் அவசியம் உங்களுக்குத் தெளிவாகும். இதனை எங்ஙனம் செய்யலாம்?

உராய்வைக் கட்டுப்படுத்தல்

பொறியொன்றின் இயங்கும் பகுதிகளிடையே உஞற்றப்படும் உராய்வு விசையைக் குறைத் துக் கொள்வதன் நோக்கம்பற்றி நீங்கள் அறிவீர்கள். சிலவேளைகளில் உராய்வு பய னற்றதாக இருப்பினும், மிகப்பல இடங் களில் உராய்வு பயனுள்ளதாக இருக்கின்றது. உராய்வு இல்லையெனின் எமக்கு நடக்கக்கூட முடியாமலிருக்கும். ஆதலால், உராய்வு விசையைக் கட்டுப்படுத்தல் அவசியம். உராய் வைத் தூண்டும் காரணிகளின் உதவியுடன் உராய்வைக் கட்டுப்படுத்துவது சாத்தியம். உதாரணமாக, இயக்கத்தின் தன்மை, அல்லது இயங்கும் பொருள்களின் பாப்பின்

தன்மையென்னும் காரணியை வேறுபடுத்தி உராய்வைக் கட்டுப்படுத்த முடியுமென நீங் கள் அறிந்திருப்பீர்கள். சைக்கிளைக் கவ னித்தால், பல்வேறு முறைகளால் உராய்வு கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கும் சந்தர்ப்பங்கள் சிலவற்றைப்பற்றி அறியமுடியும். இங்கு, சில இயங்கும் பகுதிகளிடையே உராய்வு அதிகரிக்கப் படுவது பயனுள்ளதாக இருக்கின்றது. சில இயங்கும் பகுதிகளிடையே உராய்வு குறை வாக இருத்தல் பயனுடையது. பயனுள்ள முறையிலே உராய்வைக் கட்டுப்படுத்தற்கு இவ்வியங்கும் பகுதிகள் தயாரிக்கப்பட்டிருக் கும் விதத்தை அவதானிக்க. சைக்கிளின் தடுப்புக்களிறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும் றப்பர்ப் பகுதிகள் உராய்வை அதிகரிக்கவெனத் தயா ரிக்கப்பட்டவை. அதுபோன்று, (சில்லுத்) தயாரிலே உள்ள தவாளிப்புக்களைக் கொண்டு உராய்வு அதிகரிக்கப்பட்டுள்ளது. மற்றைய இயங்கும் பகுதிகளிடையே உராய்வு எங்ஙனம் குறைக்கப்பட்டுள்ளதென்ப பார்க்க. சைக்கிட் சில்லானது அச்சாணியில் வழக்கும்போது உஞற்றப்படும் உராய்வைக் குறைத்தற்கு அவற்றிற்கிடையே உருக்குக் குண்டுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்குண்டுகள் பெட்டி



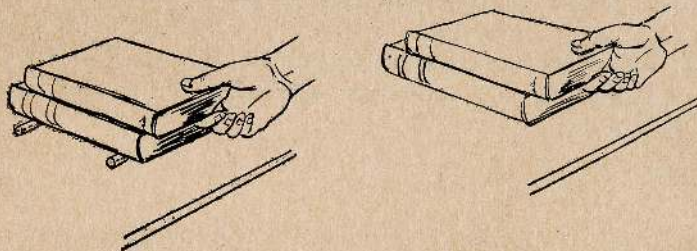
படம் 2.62

யொன்றில் வைக்கப்பட்டிருப்பதை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள் (படம் 2.62 பார்க்க). வழக் கும் பகுதிகள் சிலவற்றிற்கிடையே உராய்வைக் குறைத்துக் கொள்ள எண்ணெய் விடப்படும்.

அன்றாட வாழ்விலே உராய்வு பயன்படும். சந்தர்ப்பங்கள் சிலவற்றையும் பயன்படாத சந்தர்ப்பங்கள் சிலவற்றையும் குறிப்பிடுக.

பயிற்சி 2

1. மேசை ஒன்றின்மீது இரு பென்சில்களைச் சமந்நரமாக வைக்க. இப்பென்சில்கள் மீது புத்தகமொன்றை வைக்க. இப்புத்தகத்தின்மீது இன்னொரு புத்தகத்தைப் படம் 2.63 இலே காட்டியுள்ளவாறு வைத்து மேலே இருக்கும் புத்தகத்தை மெதுவாக இழுக்க.



படம் 2.63

இப்பென்சில்களை அகற்றி மேலே இருக்கும் புத்தகத்தை மீண்டும் இழுக்க. இச்சந்தர்ப்பங்கள் இரண்டிலும் புத்தகங்களின் இயக்கத்தின் வித்தியாசத்தைக் குறிப்பிட்டு, அச்சந்தர்ப்பங்களில் புத்தகங்களின்மீது உஞ்றப்படும் உராய்வு விசைகள் வேறுபடும் விதத்தைத் தெளிவுபடுத்துக.

2. பலகையொன்றிலே இறுக்கப்பட்டுள்ள ஆணியொன்றைச் சுத்தியல் ஒன்றால் கழற்றும் போது அச்சுத்தியல்மீது 8 இற நிறையான எத்தனெமொன்று பிரயோகிக்கப்படும். சுத்தியலும் பலகையும் ஒன்றையொன்று தொடும் இடத்திலிருந்து, எத்தனம் பிரயோகிக்கப்படும் இடத்திற்குள்ள தூரம் 25 சமீ. ஆகும். சுத்தியல் ஆணியைத் தொடும் இடத்திலிருந்து சுத்தியல் பலகையைத் தொடும் இடத்திற்குள்ள தூரம் 4 சமீ. ஆணி மீது உஞ்றப்படும் விசையென்ன?

[விடை : 50 இற. நிறை.]

3. 10 இற நிறையான விசையொன்றால் 40 இற நிறைப் பெட்டியொன்று கிடை நிலமொன்றில் மெதுவாக இழுக்கப்படுகிறது.

(i) பொருள் மீது கிடை நிலம் உஞ்றறும் செவ்வன் தாக்கம் எவ்வளவு?

(ii) பொருள் மீது உஞ்றறப்படும் உராய்வு விசை எவ்வளவு?

(iii) இம்மோதும் பரப்புக்களுக்கு உராய்வுக் குணகம் என்ன?

[விடை : (i) 40 இற நிறை, (ii) 10 இற நிறை, (iii) 0.25.]

4. வேகவிசிதம் 5 கொண்ட சில்லோடு அச்சாணி ஒன்றின் மூலம் 20 கிலோகிராம் நிறையான பொருள் ஒன்றை உயர்த்த 4.5 கிலோகிராம் எத்தனம் உஞ்றறப்பட வேண்டுமெனின், அச்சில்லோடு அச்சாணியின் பொறிமுறை நயம் எவ்வளவு? அப்போது திறன் எவ்வளவு? இப்பொருளை 10 மீற்றர் தூரத்தினூடாக நிலைக்குத்தாக உயர்த்தும் போது பொறிமீது பிரயோகிக்கப்பட வேண்டிய வேலையின் அளவு யாது?

[விடை : (i) 4.44, (ii) 88.8, (iii) 2205 யூல்.]

5. 9 அடி நீளமான சாய்தளமொன்றின் ஒரு நுனி மற்றைய நுனியிலும் பார்க்க 3 அடி மேலே உள்ளது. 250 இரூத்தல் நிறையான பெட்டியொன்றை இச்சாய்தளவழியே மேல்நோக்கித் தள்ளுதற்கு 100 இரூத்தல் விசையொன்று வேண்டப்படும். சாய்தளத்தின்

(i) போதனைப் பொறிமுறை நயம்,

(ii) உண்மைப் பொறிமுறை நயம்,

(iii) திறன்

என்பவற்றைக் கணிக்க.

[விடை : (i) 3, (ii) 2.5, (iii) 83.3.]

6. 12 இரூத்தல் நிறையான வாளியொன்றில் 6 கலன் தண்ணீர் உள்ளது. இத்தண்ணீர் வாளியை உயர்த்தப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள உயர்த்துபொறியொன்றினது அச்சாணியின் ஆரை 9 அங்குலமாகும். அதன் சில்லினரை 2 அடி. இத்தண்ணீர் வாளியை உயர்த்த உருற்ற வேண்டிய ஆகவுங் குறைவான விசையென்ன? ஒரு கலன் தண்ணீர் நிலை 10 இரூத்தல் எனக் கொள்க.

[விடை : 27 இரூத்தல் நிறை.]

7. மனிதன் ஒருவன் 200 இரூத்தல் நிறையான பொருள் ஒன்றை 20 அடி தூரம் உயர்த்து தற்கு வேகவிசை 6 கொண்ட பொறியொன்றைப் பயன்படுத்துகிறான். அப்பொறியின் திறன் 60% எனின், அவன் உருற்ற வேண்டிய எத்தனம் எவ்வளவு? இந்தப் பொருளை உயர்த்தும்போது எத்தனத்தாற் செய்யப்படும் வேலை எவ்வளவு?

[விடை : (i) 55.6 இரூ நிறை, (ii) 6666.7 அடி இரூ நிறை.]

8. இரண்டாம் கூட்டத்துக் கப்பித்தொகுதி ஒன்றின் மேல் தாங்கியில் மூன்று கப்பிகளும் கீழ்த்தாங்கியில் இரண்டு கப்பிகளும் உள்ளன. கீழ்த்தாங்கியின் நிறை 50 இரூத்தல். கீழ்த்தாங்கியிலே தொங்க விடப்பட்ட 200 இரூத்தல் பொருள் ஒன்றை உயர்த்த 60 இரூ நிறையுள்ள எத்தனம் ஒன்று தேவைப்படும். இக்கப்பித்தொகுதியின் (i) பொறிமுறை நயத்தையும், (ii) திறனையும் காண்க.

பொறியில் உராய்வு விசை பிரயோகிக்கப்படாவிடில் பொறிமுறை நயம் எவ்வளவு?

[விடை : (i) 3.33, (ii) 66.7, (iii) 3.84.]

9. வேகவிசை 5 கொண்ட கப்பித்தொகுதியின் படத்தைக் கீறுக. இதே வேகவிசைத் கொண்ட வேறு எளிய பொறிகள் மூன்றினைக் காட்டப் படங்கள் வரைக. ஒவ்வொரு பொறிக்கும் வேக விசை 5 ஆவது எங்ஙனம் என்று தெளிவுபடுத்துக.

10. ஒவ்வொன்றும் 300 கி. நிறை எடையுள்ள மூன்று உராய்வற்ற கப்பிகளும், போதிய இழைகளும் உடக்குத் தரப்படுகின்றன. 2 கி. நிறையுள்ள ஒரு சுமையைப் பொறி முறை நயத்தடன் தூக்குவதற்கு இம்மூன்று கப்பிகளையும் உபயோகிப்பதற்கான இரு வேறு முறைகளைப் படங்கள் மூலம் காட்டுக. இவ்விரு முறைகளுள்ளும் அதிக பொறிமுறை நயத்தைத் தருவது எது? பின்னர் 2 கி. நிறையைத் தூக்குதற்குத் தேவைப்படும் மிகச்சிறிய எத்தனத்தைக் காண்க.

[க. பொ. த. (சா) ஓகஸ்துறு 66]

வேறுவேறான தனித்தனிப் பொருள்கள் பலவற்றை எமது சுற்றாடலிலே காண்கிறோம். நாம் அவதானிக்கின்ற காலப்பகுதியில் இவை ஒவ்வொன்றுக்கும் சில மாறா இயல்புகள் இருப்பதோடு எந்தக் கணப்பொழுதிலும் இட வெளியிலே இவற்றிற்குக் குறிப்பிட்ட தானங்கள் இருத்தலால் இவை பொருள்களாகக் கருதப்படுகின்றன. சில பொருள்கள் நிலையாய் இருக்கின்றன. சில அசைகின்றன. இயங்கும் பொருள்களுக்கு ஒரு பட்டியல் தயாரிப்பின், அது பின்வருவனவற்றையும் கொண்டுள்ளதாக அமையலாம் :

- (1) ஓடும் சிறுவன்,
- (2) விழும் தங்காய்,
- (3) சைக்கிளோட்டி,
- (4) ஒரு மலையிலே கீழ்நோக்கி உருளும் கல்,
- (5) புவியைச் சுற்றி இயங்கும் சந்திரன்,
- (6) தெருவில் ஓடும் கார்.

இவைபோன்ற வேறு பல பொருள்களும் உள்ளன. இப்பொருள்களின்சில நேர்ப் பாதைகளிற் செல்லுமென்னும் பெரும்பான்மையானவை நேரற்ற பாதைகளிலேயே செல்லும்.

நேரான பாதைகளிற் செல்லும் பொருள்களின் எளிய இயக்கம் பற்றி இவ்வத்தியாயத்தில் ஆராய்வோம். ஒரு பொருளின் இயக்கத்தைப் பரிசீலித்ததற்கு, வெவ்வேறு நேரங்களில் அதன் நிலையங்கள் பற்றி அறிந்திருக்க வேண்டும். ஒரு குறித்த நேரத்தில் அப்பொருள் செல்லுந் தூரத்தை அந்நேரத்தாற் பிரிக்க வருவதே அப்பொருளின் கதி.

$$\text{கதி} = \frac{\text{சென்ற நேரம்}}{\text{எடுத்த நேரம்}}$$

வழக்கமாக நீர் நடக்கும் கதி யானது என் பதை அறிவீரா? பள்ளிக்கூடப் படலையிலிருந்து

வகுப்பறைக்கு நடக்க எவ்வளவு நேரம் எடுக்கும்? இது எவ்வளவு தூரம்? உமது கதி என்ன? நீளமானவொரு நேர்ப் பாதையின் ஓர் அந்தத்திலிருந்து மற்றைய அந்தத்திற்கு நீர் செல்ல எடுக்கும் நேரத்தை அவதானித்து, இப்பாதையின் நீளத்தை அந்நேரத்தாற் பிரிப்பதன் மூலம், நீர் வழக்கமாக நடக்கும் கதியைத் தீர்மானிக்கலாம். ஒரு பாதையை அளவு நாடாவினால் அளந்து பெற்ற நீளம் 44 அடி. ஆகவும், இத்தூரத்தை நடப்பதற்கு எடுக்கப்படும் நேரத்தை ஒரு நிறுத்தற் கடி காரம் கொண்டு பெற்ற பெறுமானம் 10 செக்கன் ஆகவும் இருந்தால், நீர் நடக்கும்

$$\text{கதி} = \frac{44 \text{ அடி}}{10 \text{ செக்.}} = 4.4 \text{ அடி/செக்.}$$

44 அடியை மைலிலும் 10 செக்கனை மணித்தியாலத்திலும் எடுத்துரைக்கும்போது கதி = $\frac{44}{5280} \div \frac{10}{60 \times 60}$

மைல்/மணி = 3 மை/ம.

நீங்கள் கொழும்பிலிருந்து காலிக்குக் காரிலே செல்வதாக எண்ணிக் கொள்க. இவ் விடங்களின் இடைத்தூரம் 72 மைல். இப் பயணத்தின் வெவ்வேறு கட்டங்களிலே காரினது கதிமானி வாசிப்புக்களை அவதானிப்பின், அவ்வாசிப்புக்கள் 10 மை/ம, 15 மை/ம, 30 மை/ம, 40 மை/ம, 25 மை/ம, 50 மை/ம, முதலியனவாக இருக்கலாம். அதாவது, காரானது வெவ்வேறு நேரங்களிலே வெவ்வேறு கதிகளிற் செல்லும். கார் 72 மைல் செல்ல 3 மணித்தியாலம் எடுப்பின், காரின் கதி = $72/3 = 24$ மைல்/மணி. இங்கு 24 மைல்/மணி என்பது காரின் சராசரிக் கதி எனப்படும்.

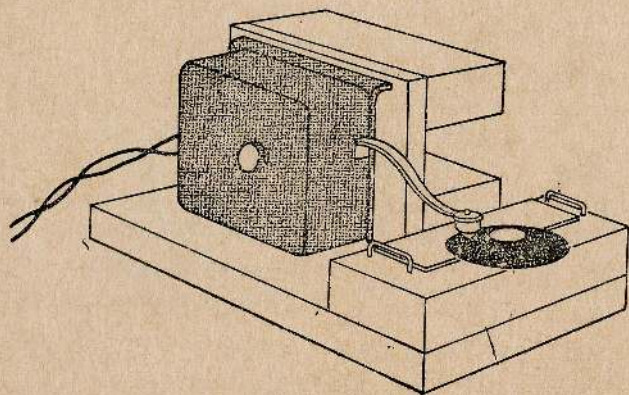
$$\text{சராசரிக் கதி} = \frac{\text{சென்ற மொத்தத் தூரம்}}{\text{எடுத்த மொத்த நேரம்}}$$

உமது நடக்கும் கதியை நீர் துணியும்போது, 44 அடி தூரத்தை நடத்தற்கு எடுக்கும் நேரத்தை அவதானித்தீர். இதனை இங்கு மீண்டும்

மும் நேராக்குவோம். அப்போது அவதானித்த நேரம் 10 செக் ஆகும். இத்தரவைக் கொண்டு, உமது நடத்தற் கதி $\frac{44}{10} = 4.4$ அடி/செக் என்ற முடிவுக்கு வந்தீர். நீர் 10 செக்கனிலும் 4.4 அடி/செக் என்னும் மாறாக் கதியிற் சென்றிரென்பது இதன் சுருத்தாருமா? கொழுப்பிலிருந்து 72 மைல் தூரத்திலுள்ள காலிக்கான காப்ப பயணத்தில், காரின் சராசரிக் கதி 24 மை./ம. ஆக இருந்த போதிலும் காராணது வெவ்வேறு வேளைகளில் வெவ்வேறு கதிகளிற் சென்றது. இதே போன்று, 10 செக்கனில் 44 அடி தூரம் சென்றபோதும் நீர் வெவ்வேறு வேளைகளில் வெவ்வேறு கதிகளில் நடந்திருக்கலாம். எனவே நீர் அங்கு பெற்ற 4.4 அடி/செக் என்னும் பெறு மதி சராசரி நடத்தற் கதியாகும். காரின் வெவ்வேறு கதிகளை வெவ்வேறு நேரங்களிலே காரிலுள்ள கதிமானி வாசிப்புக்களிலிருந்து அவதானிக்கக்கூடியதாக இருந்தது. ஆனால் நீர் 10 செக்கனுக்கு நடந்த சந்தர்ப்பத்திலே 10 செக்கனுக்குள்ள சராசரி நடத்தற் கதியை மட்டும் நீர் பெறக்கூடும். 10 செக்கனுக்கு நடக்கும்போது வெவ்வேறு வேளைகளில் உமது வெவ்வேறான கதிகளை நீர் அளப்பது எங்கனம்? 10 செக்கனையும் 1 செக்கன் அல்லது 1/10 செக்கன் என்னும் ஒழுங்கிலே சிறிய நேர இடைகளாகப் பிரித்து இந்நேர இடை ஒவ்வொன்றிலும் சென்ற தூரங்களை அளவிடுதல் சிறந்ததென நீர் தெரிவிக்கலாம். ஆனால் இச்சிறிய நேர இடைகளை நீர் அளப்பது எங்கனம்? இவற்றை அளத்தற்கு மிகவும் திருத்தமானவோர் ஏற்பாடு தேவைப்படும். தேர்ந்தெடுக்கப்படும் நேர

இடைகள் பெரியவையாக இருப்பின், இந்நேர இடைகளில் கதியானது மாறிலியாக இல்லாமற் போகக் கூடும். ஆகவே சிறிய நேர இடைகளையும் இவ்விடைகளிற் கடக்கப்படும் தூரங்களையும் அளத்தற்குரியவொரு முறையை நாம் உருவாக்க வேண்டும்.

சிறிய நேர இடைகளை நேரடியாக அளத்தற்கான உபகரணம் நிறுத்தற் கடிக்காரமே யாகும். நிறுத்தற் கடிக்காரத்திலிருந்து பெறும் வாசிப்புக்கள் மிகத் திருத்தமாக இருந்தும், ஒரு செக்கன் அளவான நேர இடைகளை அளத்தற்கு அது உகந்ததன்று. ஒரு மின்மணியின் ஆமார் ஒரு முழுமையான அதிர்வைச் செய்து முடிக்க எடுக்கும் நேரத்தினை அளத்தற்கு ஒரு நிறுத்தற் கடிக்காரத்தைப் பயன்படுத்த முடியுமா? இதனை நீங்களே முயன்று பாருங்கள். ஒரு மின்மணியுடன் ஒரு மின்கலத்தைத் தொடுத்து, மணியின் ஆமாரசை அதிர்ச் செய்க. ஒருமுறை அதிர் எடுக்கும் காலம் ஒரு நிறுத்தற் கடிக்காரத்தைக் கொண்டு அளக்க முடியாத அளவிற்கு அதிசிந்திதாக இருக்குமெனக் காண்பீர்கள். ஆமாரின் இயக்கம் தொடர்ந்து ஒழுங்காக நிகழும். அது 10 அல்லது அங்குக் கூடிய அதிர்வுகளைச் செய்து முடிக்க வரக்கும் நேரத்தை நிறுத்தற் கடிக்காரத்திலிருந்து அறிவதற்கு இயம்மீளியக்கங்களைப் பயன்படுத்தலாம். ஆமாரின் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுவது அவ்வளவு எளிதாயிராது. ஆதலால் இவ்வதிர்வுகளை எண்ணுதற்கான ஏற்பாடொன்றை நாம் செய்ய வேண்டும். இதற்குரியவோர் ஒழுங்கானது படம் 3.1 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வொழுங்கினை நாம் ஓர் அதிரியெனக் குறிப்பிடலாம். இப்படத்திலே, ஏறத்தாழ 1 அங்குல அகலமுள்ள (திக்கொலி நாடா எஃகும்) ஒரு கடதாசி நாடாவில் பட்டுக்கொண்டிருக்கும் ஒரு தட்டெழுத்து நாடா அல்லது காபன் கடதாசியிற் படுமாறு மின்மணியின் ஆமார் அதிர்விக்கப்படுகின்றது. மணியின் சுருவினை ஒரு மின்கலத்துடன் தொடுத்து ஆமார் அதிர்விக்கப்படும். அப்போது அந்நாடாவைக் கிடையாக இழுக்க அதில் ஒரு புள்ளித் தொடர் வரிசை பெறப்படும். இப்புள்ளிகள் ஒன்றின் மேலொன்று விழாமல் இருக்க வேண்டின், நாடாவைப் போதிய கதி



படம் 3.1

யிலே இழுக்கவேண்டும். ஆமார் அதிரும்வரைக் கும். ஆமார் ஒரு முழுமையான அதிர்வைச் செய்துமுடிக்க எடுக்கும் நேரமானது மின்மணியின் சுருள்களுக்கு வழங்கப்படும் மின்னோட்டத்தின்பருமனிலே தங்கியிராது. ஆனால் மின்னோட்டத்தின் பருமன் அதிகரிக்க, அதிர்வின் வீச்சும் (அ-து. ஆமாரின் இடை நிலையிலிருந்து அதன் உயர்வு இடப்பெயர்ச்சி) அதிகரிக்கும். எனவே தாழ்வான மின்னோட்டம் இழுக்கும்படித்து ஆமார் அதிருமென்னும் நாடாவினிலே பதிவு ஏற்படும் அளவிற்கு மேல்நோக்கி இயங்கா திருக்கலாம். ஆகவே மின்மணியின் சுருள்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட வோல்ட்நளவைப் பிரயோகிக்க வேண்டியது அவசியம். நியூத் தர் கடிகாரத்தைக் கொண்டு துணியப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்கு அதிரியினூடாக நாடாவை இழுத்து இந்நேரத்தில் உண்டாக்கப்படும் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கை கணக்கிடப்படுகின்றது. இவ்வாறாக, ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஆமார் செய்து முடிக்கும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை காணப்படுகின்றது. t செக்கனிலே ஆமார் செய்து முடிக்கும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை n ஆயின், ஆமார் ஒரு தரம் அதிர் எடுக்கும் நேரம் t/n செக்.

சிறிய நேர இடையையும் இந்நேர இடையிறு சென்ற தூரத்தையும் அளத்தற்கான முறை யொன்றைப் பெற்றதும், வெவ்வேறு வேளை களில் உமது நடத்தற் கதியை அளவிட இம் முறையை எவ்வாறு பிரயோகிக்கலாமென்ப பார்ப்போம். படம் 3.1 இற் காட்டியவாறு ஓர் அறியை அமைத்து, கடதாசி நாடாவின் ஒரு நுனியைப் பிடித்துக் கொண்டு சிறிது தூரம் செல்லுமாறு ஒரு நண்பன்மீடம் கூறுக. அவன் நடக்கும்போது அதிரியினூடாகக் கடதாசி நாடா இழுக்கப்படும். அதிரியினூடாக இது இழுக்கப்படும் கதியும் உமது நண்பன் நடக்கும் கதியும் ஒன்றாகும். அதிரியினூடாகக் கடதாசி நாடா நகரும்போது, படம் 3.2 இற் காட்டிய வாறு அதன் மீது ஒரு புள்வித் தொடர்வரிசை உண்டாக்கப்படும்.

எவையேனுமிரண்டு அடுத்தவரும் புள்வி களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம், அ-து. ஓர் இடைவெளியின் நீளம், ஆமார் ஒரு முழுமை யான அதிர்வைச் செய்து முடிக்க எடுக்கும் நேரத்தில் உமது நண்பன் நடந்த தூரமாகும் ஆமாரின் மீடிறன் 50 சக்கரம்/செக் எனின். அதன் அதிர்வுக் காலம் = $1/50$ செக். ஆகவே



படம் 3.2

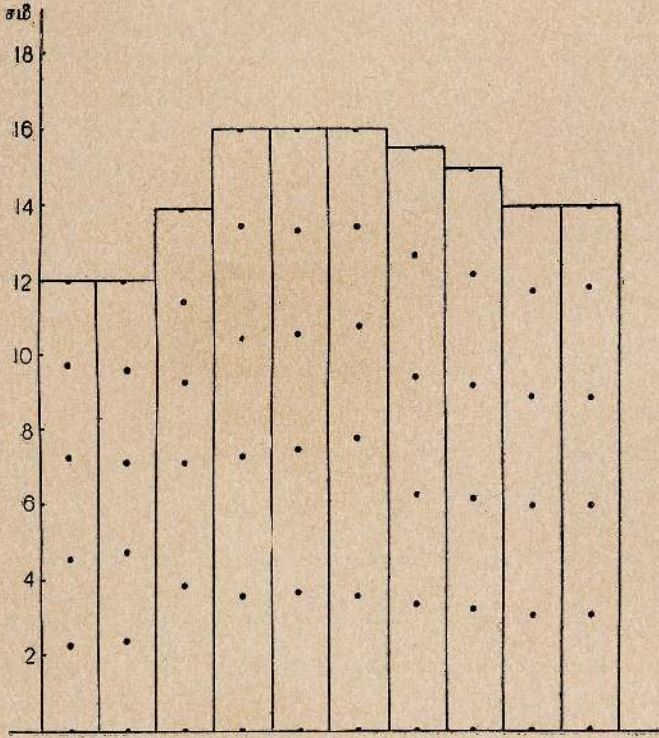
இவ்விதமாக, மிகச் சிறிய நேர இடைகளை அளத்தற்காக ஒரு முறையைப் பெற்றுள் ளோம்.

அதிரியினூடாக நாடாவை இழுக்கும் போது நாடாவின் நீளப்பாட்டிலே புள்ளிகள் உண்டாக்கப்படும். நாடா இன்னும் விரைவாக இழுக்கப்பட, புள்ளிகளின் இடைத்தூரம் அதிகரிக்கும். எவையேனுமிரண்டு அடுத்தவரும் புள்ளிகளுக்கு இடையேயான தூரம், ஆமாரின் ஒரு முழுமையான அதிர்வின்போது நாடாச் செல்லும் தூரமாகும்.

$1/50$ செக்கனில் உமது நண்பன் நடந்த தூரத்தை ஓர் இடைவெளியின் நீளம் தரும். 5 இடைவெளிகளின் நீளம், $(1/50) \times 5 = 1/10$ செக்கனில் நடந்த தூரத்தைத் தரும்.

ஒவ்வொன்றும் 5 இடைவெளிகள் கொண்ட நீளங்களாக இக்கடதாசி நாடாவை வெட்டுக. $1/10$ செக்கனில் உமது நண்பன் நடந்த தூரத்தை ஒவ்வொரு நீளமும் குறிக்கும். வெ டிய இக்கீலங்கள் சம நீளங் கொண்டனவா, அல்லது வெவ்வேறுள நீளங் கொண்டனவா?

இக்கீலங்களை ஒரு கடதாசியிலே அருகருகே, அவற்றின் கீழ் நுனிகள் படம் 3.3 இற் காட்டியபடி ஒரு கிடையான அடிக்கோட்டின்மீது அமையு மாறு ஒட்டுக.



படம் 3.3

இவ்வாறாக அமையும் கோட்டுப்படம், வெவ்வேறு நேரங்களில் உமது நண்பனின் நடத்தற் கதியைக் காட்டும் ஒருவகை வரைபாகும். அவர் விரைவாக நடந்த போது, மெதுவாக நடந்த போது மாறாக் கதியில் நடந்தபோது அவர் கதியை மாற்றிய விதம்பற்றி இப்படத்தினைக் கொண்டு கூறலாம். மேலுள்ள கோட்டுப் படத்தில் நாம் 10 கீலங்களைப் பயன்படுத்தி யுள்ளோம். இக்கீலங்களின் நீளங்கள் 12, 12, 14, 16, 16, 16, 15.5, 15, 14, 14 சமீ. என்னும் ஒழுங்கில் எடுக்கப்படுகின்றன. முதலிரண்டு 0.1 செக்கன் இடைகளிலும் உமது நண்பன் ஒரே கதி அல்லது மாறாக் கதியுடன் நடந்தானென்பது கோட்டுப்படத்தி

லிருந்து காணக்கூடியதாக உள்ளது. அவன் அடுத்த இரு 0.1 செக்கன் இடைகளிலும் தன் கதியை அதிகரிக்கின்றான். அவனுடைய கதியானது அடுத்துவரும் 0.1 செக்கன் இடைகளுக்கு

மாறாமல் இருந்து, அடுத்த மூன்று 0.1 செக்கன் இடைகளுக்குக் குறைந்து, கடைசி இரு இடைகளில் மீண்டும் மாறிலியாக உள்ளது.

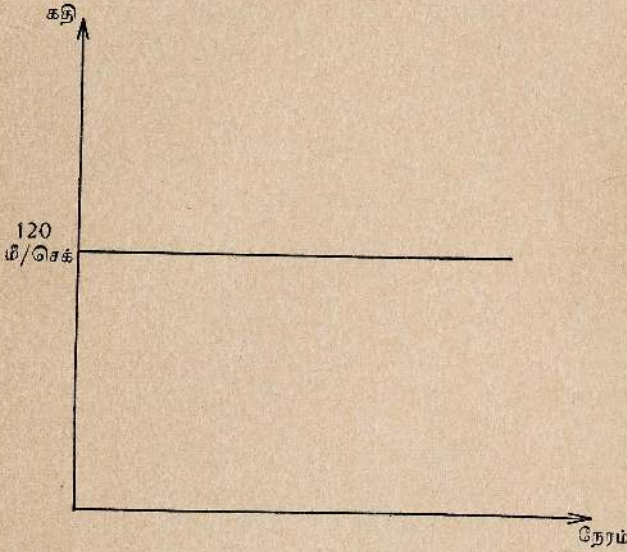
சீரான கதி

உமது நண்பனுடைய நடத்தற் கதியை அளக்கும்போது நீர் ஓர் அதிர்வையப் பயன் படுத்தினீர். இதனுடாக ஒரு நீண்ட கடதாசி நாடா இழுக்கப்பட்டது. நாடாவை இழுக்கும்போது, ஒழுங்கான நேர இடைகளில் நாடாமீது புள்ளிகள் குறிக்கப்பட்டன. இப்புள்ளிகள் சம இடைத்தூரங்களில் இருப்பின், புள்ளிகள் குறிக்கப்பட்ட கடதாசி நாடாவை ஒவ்வொன்றும் 5 இடை வெளிகள் கொண்ட நீளங்களாக வெட்டும்போது இத்தகைய கீலம் ஒவ்வொன்றினதும் நீளம். சமமாக இருக்கும். இந்நீளம் 12 சமீ எனக் அதாவது, உமது நண்பன்

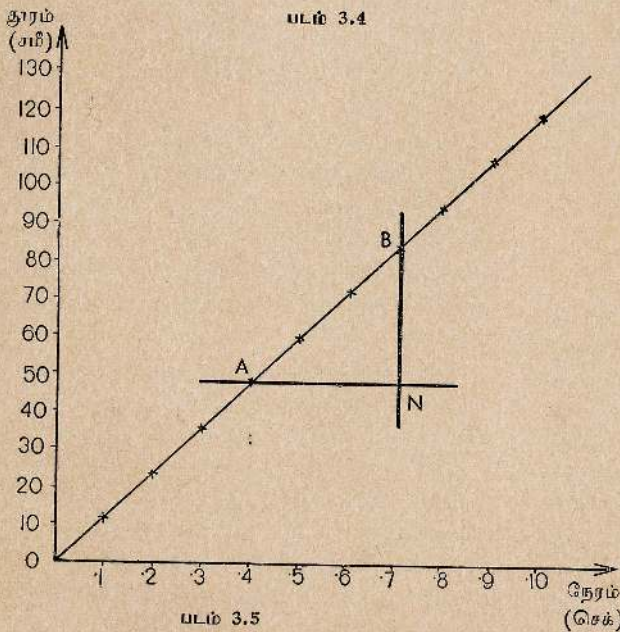
1/10 செக் இற்கு 12 சமீ. அல்லது 120 சமீ/செக் என்னும் மாறாக் கதியில் நடந்துள்ளார். ஒரு வரைபை வரையின் படம் 3.4 இலுள்ளவாறு அது அமையும். இத்தகையவொரு வரைபானது கதி-நேர வரைபு எனப்படும். நேர அச்சிற்குச் சமாந்தரமான ஒரு நேர் கோடாக இவ்வரைபு அமையும். கதி அச்சமீது பெறப்படும் வெட்டுத்துண்டானது மாறாக் கதியின் அளவைத் தரும். எந்தவொரு 0.1 செக்கன் நேர இடையிலும் போகுந் தூரம் = $120 \times 0.1 = 12$ சமீ. ஆகவே ஆரம்பத்திலிருந்து 0.1 செக்கனிலே கடக்கப்படும் தூரம் 12 சமீ. ஆரம்பத்திலிருந்து 0.2 செக்கனின்பின் கடக்கப்படும் தூரம் $12 + 12 = 24$ சமீ. இவ்

வாராக, குறித்த நேரங்களிற் கடக்கப்படும் தூரங்களைக் குறிப்பிடும் அட்டவணையொன்றைக் கீழ்க் காட்டியவாறு தயாரிக்கலாம் :

நேரம் (செக்)	..	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
கடக்கப்பட்ட தூரம் (சமீ)	..	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120



கடக்கப்படும் தூரம் நேரத்திற்கு விசிதசமமென இவ்வட்டவணையிலிருந்து தெரிகிறது. y - அச்ச தூரத்தையும் x - அச்ச நேரத்தையும் குறிக்கும் ஒரு வரைபிலே (படம் 3.5) இப்பெறுமதிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய வரைபானது தூர-நேர வரைபு எனப்படும்.



இவ்வட்டவணையில் அடங்காத ஒரு நேரத்திற்குப் பின்னரும் கடக்கப்படும் தூரத்தைக்காண இவ்வரைபைப்பயன்படுத்த முடியும் இவ்வரைபிலிருந்து வேறெந்தத் தகவலைப் பெறல் கூடும் ? வரைபிலே A, B என்னும் இரு புள்ளிகளை எடுத்துக் கொள்க. புள்ளி Aயானது 0.4 செக். நேரத்துக்கும் 48 சமீதூரத்திற்கும் உரியது. புள்ளி B, 0.7 செக் நேரத்திற்கும் 84 சமீ தூரத்திற்கும் உரியது. B யூடாய்த் தூர அச்சிற்குச் சமாள்தரமாக வரையப்படும் நேர்க்கோட்டினை N இற் சந்திக்குமாறு A யூடாக, நேர அச்சிற்குச் சமாள்தரமாக ஒரு நேர்

கோடு வரைக. இந்நேர்கோட்டு வரைபின் படித்திறன் = BN/AN.

$$\begin{aligned} \text{வரைபின் படித்திறன்} &= \text{BN/AN} \\ &= \frac{(84-48) \text{ சமீ}}{(0.7-0.4) \text{ செக்}} \\ &= \frac{36 \text{ சமீ}}{0.3 \text{ செக்}} \\ &= 120 \text{ சமீ/செக்} \\ &= \text{கதி.} \end{aligned}$$

கதி = தூர-நே வரைபின் படித்திறன்

வேகம்

ஒரு நேர்கோட்டில் ஒரே கதியில் ஒரு பொருள் செல்லுமாயின், அது சீரான வேகத்திற் செல்வதாகக் கூறப்படும். வேகம் என்னும் சொல்லானது கதி, இயக்கத் திசை ஆகிய இரண்டையும் சுட்டுதற்கு வழங்கப்படும். பொருளொன்றின் இயக்கத் திசை மாறுமாயின், கதி மாறாதபோதும் சீரற்ற வேகத்தில் அப்பொருள் இயங்குவதாகக் கூறப்படும். இதே போன்று, ஒரு நேர்கோடு வழியே ஒரு பொருள் வெவ்வேறு கதிகளில் இயங்குமாயின், அதுவும் சீரற்ற வேகத்தில் இயங்குவதாகக் கூறப்படும். ஒரு பொருளின் வேகம் சீரற்றதாக இருப்பின் அது ஆர்முடுகலை உடையது எனப்படும். கதி அதிகரிக்குமாயின் ஆர்முடுகல் நேரெனவும், கதி குறையின் ஆர்முடுகல் மறையெனவும் கூறப்படும்.

மாறும் கதிகள். ஆர்முடுகல்

ஒய்விருந்து புறப்படும் ஒரு நேரான வீதியிலே சீராய் அதிகரிக்கும் வேகத்துடன் செல்லின்றவொரு காரில் நீங்கள் செல்லின், ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் கதிமாணி வாசிப்புக்களைப் பதிவது உங்களுக்குக் கடினமாக இருக்கலாம். ஆனால், ஐந்து செக்கனுக்கு ஒரு முறை கதிமாணி வாசிப்புக்களை நீங்கள் எளிதாகப் பதிவலாம். இதற்காக ஒரு நிறுத்தற் கடினாரம் அல்லது செக்கன் முள் கொண்ட சாதாரண கைக்கடினாரம் பயன்படும். ஒவ்வொரு ஐந்து செக்கனிலும் எடுத்த கதிமாணி

வாசிப்புக்கள் கீழுள்ள அட்டவணியிற் காட்டியவாறு அமைந்தனவெனக் கொள்வோம் :

நேரம் (செக்)	0	5	10	15	20	25	30
கதிமாணி வாசிப்பு (மை/ம)	0	10	20	30	40	50	60

ஒவ்வொரு ஐந்து செக்கனிலும் கதி எவ்வளவால் அதிகரிக்கும்? இவ்வறிதிரிப்புச் சீரானதா? ஒவ்வொரு ஐந்து செக்கனிலும் காரின் கதி 10 மை/ம ஆற் சீராக அதிகரிக்கின்றது. இங்கு காரானது 5 செக் இற்கு 10 மை/ம, அல்லது ஒரு செக்கனுக்கு 2 மை/ம கதியிற் செல்வதாக நாம் கூறலாம்.

$$\begin{aligned} \text{இங்கு } 2 \text{ மை/ம} &= 2 \times 5280 \text{ அடி/மணி} \\ &= \frac{2 \times 5280}{60 \times 60} \text{ அடி/செக்} \\ &= \frac{44}{15} \text{ அடி/செக்.} \end{aligned}$$

ஆகவே செக்கனொன்றிற்கு 2 மை/ம என்னும் ஆர்முடுகலை 44/15 அடி/செக்/செக் என எடுத்துரைக்கலாம். அதாவது ஒவ்வொரு செக்கனிலும் காரின் கதி 44/15 அடி/செக் என்பதால் அதிகரிக்கின்றது. காரின் ஆர்முடுகல் = 44/15 அடி/செக்/செக். அல்லது 44/15 அடி/செக்².

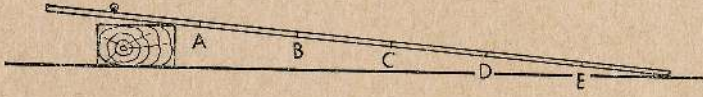
மேலுள்ள அட்டவணியிலே காரின் கதிக்குத் தரப்பட்டுள்ளவை கற்பனைப் பெறுமதிகள் ஆகும். ஆனால், ஒரு காரின் கதி இம்முறையாகச் சீராய் அதிகரிக்கமாட்டாது. ஒர் இயங்கும் பொருள் தன் கதியைச் சீராக மாற்றும் எந்நிலைமை பற்றியும் நீங்கள் சிந்திக்க முடியுமா?

கிடைப்புடன் சாய்ந்துள்ள ஒர் ஒப்பமான பலகையிலே கீழ்நோக்கி உருளும் ஒரு மாபிளை நோக்குக. மாபிள் அவ்வாறு உருளும்போது, அது பலகையின் கீழ் நுனியை அணுக அணுக அதன் கதி அதிரிக்குமெனக் காண்பீர்கள். அதாவது, மாபிள் கீழ்நோக்கி உருள உருள அதன் வேகம் அதிகரிக்கும். ஆனால் கதியிலுள்ள இவ்வறிதிரிப்பு, சீரானதா இல்லையா என்பதுபற்றி எமக்கு உறுதியாய்த் தெரியாது.

இதனைச் சரிபார்க்கப் பின்வரும் பரிசோதனை யைச் செய்வோம்.

பரிசோதனை

ஒரு தலாளித்த பலகையைச் சாய்த்து, தலாளிப்பு வழியாக ஒரு மாபினைக் கீழ்நோக்கி உருள விடுக (படம் 3.6). மாபின் பலகை வழியே ஒரு குறித்த மாறுத் தூரத்தைக் கடக்கும் நேரத்தை அவதானிக்கத்தக்கதாக அது கீழ்நோக்கி மெதுவாக உருளுமாறான கோணத்திலே பலகை கிடையுடன் சாய்ந்திருக்க வேண்டும். பலகையிலே A, B, C, D, E என்னும் புள்ளிகள் $AB = BC = CD = DE = 1$ அடி ஆகுமாறு குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இப்போது



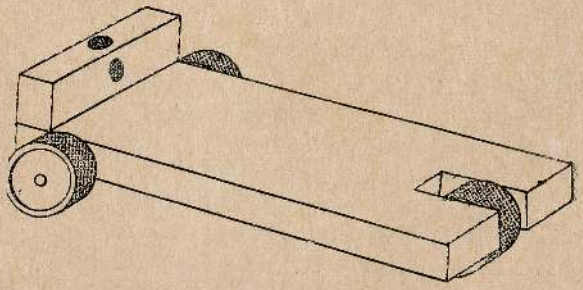
படம் 3.6

மாபினைப் பலகையிலே ஒவ்விலிருந்து கீழ்நோக்கி உருளுமாறு விட்டு, அது முறையே AB, BC, CD, DE ஆகிய தூரங்களைக் கடக்க எடுக்கும் நேரங்களை அவதானிக்க. மாபின் அடுத்தடுத்த ஓரடி தூரங்களைக் கீழ் நோக்கி உருண்டு கடக்க எடுக்கும் நேரங்கள் விரைவாகக் குறைவதை நீங்கள் அவதானிப்பீர்கள். மாபின் கீழ்நேரத்தை அணுக அணுக அதிவிரைவாக உருளுமென்பதே இதன் கருத்து. அதாவது, மாபினானது பலகையிலே கீழ்நோக்கி உருள அதன் வேகம் அதிகரிக்குமென நாம் கூறலாம். இவ்வேக அதிகரிப்பு சீரானதா இல்லையா என்பதுபற்றி எம்மால் ஏதும் கூறமுடியுமா? பெற்ற முடிவுகளைக் கொண்டு, அடுத்தடுத்த ஓரடி தூரங்களுக்கு மாபினின் சராசரிக் கதியை மட்டுமே நாம் கணிக்கலாம். ஓர் இயங்கும் பொருளின் வேகம் எவ்வாறு மாறுகின்றதென்பதைக் காண்பதற்கு, அடுத்தடுத்த குறுகிய நேர இடைகளிலே பொருளின் வேகத்தை அறிய வேண்டும். அடுத்தடுத்த ஓரடி தூரங்களைக் கீழ்நோக்கி உருண்டு கடக்க எடுக்கும் நேரங்களை அவதானித்தற்குப்பதிலாக அடுத்தடுத்த குறுகிய நேர இடைகளில் மாபின் சென்ற தூரங்களைக் காணின், அடுத்தடுத்த குறுகிய நேர இடைவேளைகளில் மாபினின் சராசரி வேகத்தைக் கணித்தல் சாத்தியமாகும். இதனைக் கொண்டு, மாபினின் வேகம் சீராக அதிகரிக்க

கின்றதா இல்லையா என்பதைக் காணலாம். 1/10 செக்கன்ஸ் அல்லது 1 செக்கன்ஸ் அளவான குறுகியவொரு நேர இடையில் மாபின் சென்ற தூரத்தைக் கணிப்பது எங்ஙனம்? நடத்தற்கதியை அளவிடுதலில் மிகக் குறுகிய நேர இடைகளைச் சென்ற தூரங்களைக் கணிக்கும் முறையொன்று பற்றிப் படித்தீர்கள். அதில் ஓர் அதிரியைப் பயன்படுத்தினோம். இதனுடாக ஒரு கடதாசி நாடா இழுக்கப்பட்டது. அதிரியின் மீட்டினை அறிந்திருப்பதோடு, கடதாசி நாடாவில் இரண்டு அடுத்தவரும் புள்ளிகளின் இடைத்தூரத்தை அளப்பதால் அதிரியானது ஒரு முழுமையான அதிர்வைச் செய்து முடிக்க எடுக்கும் குறுகிய நேர இடைகளிலே கடக்கப்

பட்ட தூரத்தை நாம் காணக் கூடியதாக இருந்தது. உருளும் மாபின் ஒரு குறுகிய நேர இடையிற் செல்லும் தூரத்தைக் காண அதே முறையைப் பிரயோகிக்க முடியுமாவென இப்போது பார்ப்போம். பலகையிலே கீழ்நோக்கி மாபின் உருளவேண்டுமாதலின், கடதாசி நாடாவின் ஒரு நுனியை அதனுடன் தொடுக்க முடியாது. எனவே மாபினுக்குப் பதிலாக வேறொர் ஏற்பாட்டைப் பயன்படுத்தவேண்டும். ஓர் அதிரியினுடாக ஒரு கடதாசி நாடாவை இழுத்துக் கொண்டு ஒரு சாய்ந்த பலகையிலே கீழ்நோக்கி உருளத்தக்க இன்னொரு பொருள் பற்றிச் சிந்திப்போம். இதற்காக ஒரு தூலியைப் பயன்படுத்தலாம்.

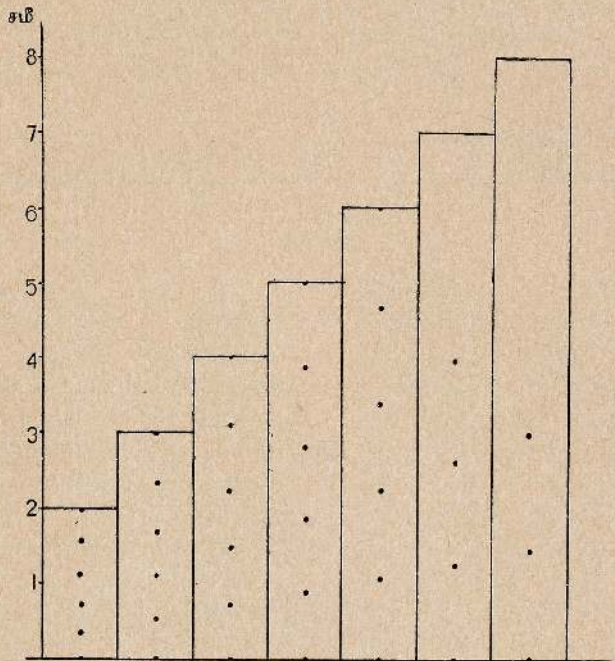
தூலியானது (படம் 3.7) வழக்கமாக மரத்தாலானது. அது மூன்று சில்லுகளை உடையது. இச்சில்லுகளில் உராய்வைக் குறைத்தற்



படம் 3.7

கெடைக் குண்டுப் போதிகைகள் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. ஏறத்தாழ 10" X 5" அளவுள்ள ஒரு மரப்பலகையில் இச்சில்லுகள் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். ஓர் இழை அல்லது றப்பாப் பட்டையால் தூலியை இழுக்க வேண்டிய போது, தூலிக்கு மேலே நீட்டியிருக்கும் நிலைக்குத்தான மரக்கோல் பெரிதும் பயன்படும். ஒரு நீண்ட, ஒப்பமான பலகையின் ஓர் அந்தத்தின் கீழ் இரண்டு புத்தகங்களை வைத்து சாய்ந்தவொரு நிலையிலே பலகையை வைத்துக் கொள்க.

போது உண்டாகிய புள்ளிகள் நெருக்கமானவை யாயும், இயக்கம் தொடர்ந்து நிசமும் போது இவை அதிக தூரத்தில் அமைந்தும் இருக்கும். தூரலியானது பலகையிலே கீழ் நோக்கிச் சில செக்கன்களுக்கு அரைந்ததும், அது நிறுத்தப்பட்டு, புள்ளிகள் உண்டாகிய கடதாசி நீக்கப்படுகின்றது. இயக்கத்தின் ஆரம்பத்தில் உண்டாகிய புள்ளிகள் நெருங்கியும் குவிந்தும் இருக்கலாமாதலின், ஆரம்பத்தில் உண்டாகிய புள்ளிகள் சிலவற்றைத் தவிர்த்து, கடதாசிக் கிலத்தை 5 இடை வெளிகள்



படம் 3.8

பலகையின் உச்சியில் ஓர் அதிரியை இறுக்குக. அதிரியினூடாகச் செலுத்தப்படும் ஒரு நீண்ட கடதாசி நாடாவின் ஒரு நுனியானது தூரலியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆரம்பத்தில் தூலியை அதிரிக்குக் கிட்ட ஒப்பவல் வைத்து, பின்னர் சாய்ந்ததிலே கீழ்நோக்கி ஓட விடும்போது அதிரியைத் தொழிற்படுத்திக். தூரலியானது தளத்தில் கீழ் நோக்கி ஓடுகையில், அதிரியினூடாகச் செலுத்தப்பட்ட கடதாசி நாடாவையும் அது இழுத்துக் கொண்டு செல்லும். அப்போது கடதாசி நாடாவிலே புள்ளிகள் உண்டாகும். தூலி இயங்க ஆரம்பித்த

கொண்ட நீளங்களாக வெட்டுக. அதிரியின் மீட்டரன் 50 சக்கரம்/செக் எனின், ஒரு செக்கனில் உண்டாகிய புள்ளிகளின் எண்ணிக்கை = 50. ஆகவே 5 இடைவெளித்தூரம் அல்லது வெட்டப்பட்ட கிலத்தின் நீளமானது 1/10 செக்கன்களிலே தூலி சென்ற தூரத்தைக் குறிக்கும். வெட்டியெடுத்த கடதாசிக் கிலங்களைப் படம் 3.8 இற் காட்டியவாறு ஒரு கடதாசித் தாளில் வரிசையாக ஓட்டுக.

மேலுள்ள கோட்டுப்படத்தில், எவையேனு மிரண்டு அடுத்துவரும் கிலங்களிடையேயான

நீள வித்தியாசம் சமமெனக் காண்பீர்கள். கீலங்களின் நீளங்கள் படத்திற் காட்டியவாறு முறையே 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 சமீ என்க. முதலாம் 1/10 செக்கனிலே சராசரி வேகம் 1/10 செக் இற்கு 2 சமீ, இரண்டாம் 1/10 செக்கனில் அது 1/10 செக். இற்கு 3 சமீ, மூன்றாம் 1/10 செக்கனில் அது 1/10 செக் இற்கு 4 சமீ. எனவே சராசரி வேகமானது ஒவ்வொரு 1/10 செக்கனிலும் 1/10 செக் இற்கு 1 சமீ. ஆற் சீராச அதிகரிக்கின்றது.

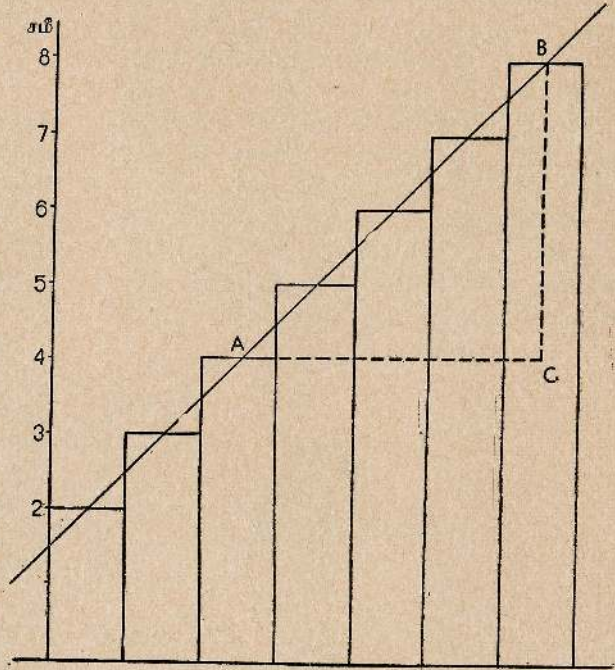
$$\begin{aligned} \text{இவ்வதிகரிப்பு ஏற்பட்ட} \\ \text{நேரம்} &= 4 \times \frac{1}{10} \text{ செக்.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{வேக அதிகரிப்பு} \\ \text{வீதம் (அல்லது ஆர்} \\ \text{முடுகல்)} &= 40 \div \left(4 \times \frac{1}{10}\right) \text{ சமீ/} \\ & \text{செக்}^2 \\ &= 100 \text{ சமீ/செக்.}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{துரலியின் வேக அதிகரிப்பு} \\ \text{வீதம் அல்லது அதன் ஆர்முடுகல்} \\ &= 1 \text{ சமீ} / \frac{1}{10} \text{ செக்} / \frac{1}{10} \text{ செக்} \\ &= 10 \text{ சமீ/செக்} / \frac{1}{10} \text{ செக்} \\ &= 100 \text{ சமீ/செக்/செக்.} \end{aligned}$$

சமீ இல் அளக்கப்படும் கீலத்தின் நீளத்தை 1/10 இணைப்பிப்பதன் மூலம் ஒவ்வொரு 1/10 ஆம் செக் நேர இடையிலும் துரலியின் சராசரி வேகத்தை சமீ/செக் இற் கணிக்கலாம்.

படம் 3.8 இலுள்ள திக்கொலி நாடாக் கோட்டுப்படத்தில், ஒவ்வொரு கட. தாசிக் கீலத்தினதும் நீளமானது அந் நேர இடையிலுள்ள சராசரி வேகத்திற்கு விசிதசமமெனக் காண்பீர்கள். ஆகவே கடதாசிக் கீலங்களினுடைய உச்சிகளின் நடுப்புள்ளிகளை இணைக்கும் கோடானது வேக-நேர வரைபைக் குறிக்கும். இக் கோட்டின் படித்திறனைக் கணிப்பின், முடுகற் பருமனைப் பின்வருமாறு (படம் 3.9) பெறலாம் :



படம் 3.9

வேக-நேர வரைபில் A, B என்னும் இரு புள்ளிகளை நோக்குக.

$$\begin{aligned} 3 \text{ ஆம் நேர இடையிலே} \\ \text{சராசரி வேகம்} &= \frac{4}{1/10} \text{ சமீ/செக்.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 7 \text{ ஆம் நேர இடையிலே} \\ \text{சராசரி வேகம்} &= \frac{8}{1/10} \text{ சமீ/செக்.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{A யிலிருந்து B யிற்} \\ \text{காண சராசரி வேகத்தி} \\ \text{லுள்ள அதிகரிப்பு} &= \frac{8-4}{1/10} \text{ சமீ/செக்.} \\ &= 40 \text{ சமீ/செக்.} \end{aligned}$$

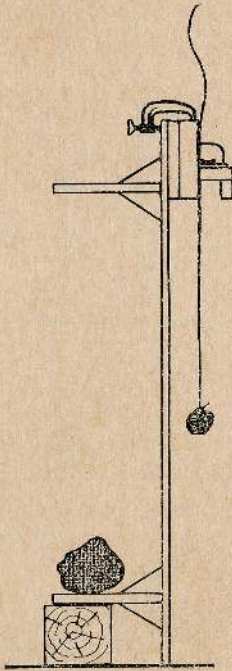
A யிற்கும் B யிற்கும் இடையேயான வேக அதிகரிப்பானது BC யாற் குறிக்கப்படுகிற தெனவும் AC யாற் குறிக்கப்படும் ஒரு ரேன இடையில் இவ்வதிகரிப்பு நிகழ்ந்துள்ளதெனவும் கண்டிருப்பீர்கள்.

\therefore ஆர்முடுகலானது BC/AC யாற் குறிக்கப்படுகிறது; BC/AC என்பது வேக-நேர வரைபின் படித்திறன்.

விழும் பொருளின் ஆர்முடுகல்

ஒயிலிருந்து விழ விடப்படும் பொரு ளொன்றின் இயக்கம் பற்றிய எளிய, ஆனால் முக்கியம் வாய்ந்த உதாரணத்தை இப்போது

ஆராய்வோம். உமது கையில் ஒரு பொருளை ஓய்விலே வைத்துக்கொண்டு அதனைப் போடுவீ ராயின், அது தொடர்ந்து ஓய்வில் இராமல் விழத் தொடங்கும். ஆகவே அதன் கதி (வேகம்) ஆனது பூச்சியத்திலிருந்து யாதா யினுமொரு பெரிய பெறுமதிக்கு மாறும். எனவே அப்பொருள் ஆர்முடுக வேண்டும். அப்பொருள் விழ அதன் ஆர்முடுகல் அதிகரிக்கும். ஒரு பொருளானது ஆறு அங்குலம் வீழ்ந்து நிலத்தை அடிக்கும் வலிமையை அது இரண்டு அடி வீழ்ந்து நிலத்தை அடிக்கும் வலிமையுடன் ஒப்பிட்டு இதனைச் சரி பார்க்கலாம். இப்பொருள் விழும்போது அதன் ஆர்முடுகல் சீரானதா இல்லையா என்பதை இப்போது பரிசீலிப்போம். இதனைச் செய்தற்கு ஒரு விழும் பொருளின் கதியை (வேகம்) ஒழுங்கான நேர இடைகளில் நாம் அளக்க வேண்டும். ஒரு சாய்தளத்தில் கீழ்நோக்கி இயங்கும் தூலியின் கதியை அளவிடப் பயன்படுத்திய அதே சாதனத்தைக் கொண்டு, அவ் விழும் பொருளின் கதியையும் அளவிடலாம்.



படம் 3.10

இங்கு இயக்கத் திசை நிலைக்குத்தானதாத வின் அதிரியை மேசைக்குச் செங்குத்தாக ஏற்ற வேண்டும் (படம் 3.10). ஏறத்தாழ 1 மீற்றர்

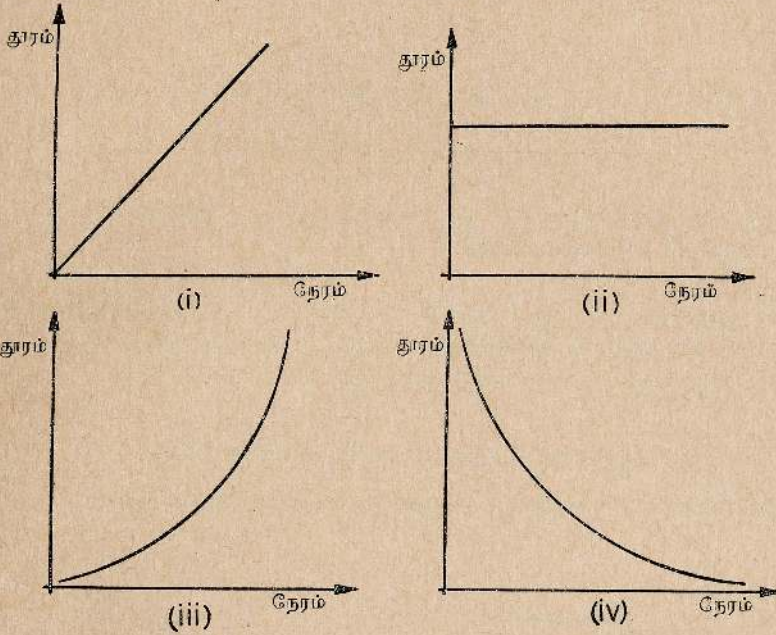
நீளமான நாடாவின் ஒரு நுனியில் இணைத்த 1 இற திணவே இங்கு விழும் பொருளாகும். நாடாவை அதிரினூபாகச் செலுத்தி, அதிரிக் குச் சற்றுக் கீழே 1 இற திணிவு இருக்கத் தக்கதாக நாடா தாங்கப்படுகின்றது. அதிரியைத் தொழிற்படுத்தியதும் நாடா விடப்படு கின்றது. முன்னர் பெற்ற நுட்பத்தைப் பயன் படுத்தி, விழும் பொருளுக்கான திக்கொலி நாடாக் கோட்டுப்படத்தைத் தயாரிக்க. விழும் பொருளின் ஆர்முடுகல் மாறிலியாக இருக்கு மென் நீங்கள் கோட்டுப்படத்திலிருந்து காண லாம். இம்மாற ஆர்முடுகலின் பெறுமதி யைக் கோட்டுப்படத்திலிருந்தும் பெறலாம்.

விழும் பொருளுக்கு வெவ்வேறு திணிவு களைப் பயன்படுத்தலால் மேற்கூறிய பரிசோத னையை மீண்டுஞ் செய்து, ஒவ்வொரு சந்தர்ப் பத்திலும் ஆர்முடுகலைக் கணிக்க. ஆர்முடு கலுக்குப் பெறப்பட்ட பெறுமதிகள் விழும் பொருளின் திணிவிலே தங்கியிருக்காவென வும் அது எல்லாப் பொருள்களுக்கும் ஒன்றே யெனவும் நீங்கள் காண்பீர்கள். புலியீர்ப்பி ஞலான ஆர்முடுகல் எனப்படும் இந்த ஆர் முடுகலானது g யாற் குறிக்கப்படும். எனினும், புவியின் பரப்பிலே g யின் பெறுமதி மாற்ற மடையும். இதற்கான காரணங்கள் பற்றிப் பின்னர் படிப்போம். கொழும்பில் g யின் பெறுமதி 32. அடி/செக்.² அல்லது 978. சமீ/ செக்.² ஆகும்.

சுயாதீனமாய் இருக்கின்றவொரு பொருள் சீரான ஆர்முடுகலுடன் கீழ்நோக்கி இயங்கும். இனி, நிலைக்குத்தாக மேல்நோக்கி எறியப் படும் ஒரு பொருளை எடுத்து நோக்குவோம். ஆரம்பத்தில் அப்பொருளுக்கு ஓர் ஆரம்ப வேகத்தைக் கொடுக்க வேண்டும். இல்லையெ னின் அதனை எறிவது அசாத்தியம். அது ஒரு குறித்த உயரத்திற்குச் சென்று, மீண்டும் எறியற் புள்ளிக்குத் திரும்பிவரும். ஆகவே அதன் ஆகவுங் கூடிய உயரத்தில் அப்பொ ருளின் வேகம் பூச்சியமாகக் குறைக்கப்படும். எனவே பொருள் உயர உயர அதன் வேகம் குறையும். அதாவது பொருள் ஆர்முடுகலுடன் மேல்நோக்கிச் செல்கின்றது. நிலைக்குத்தாக மேல்நோக்கிச் செல்லும் பொருளொன்றின் வேகம், அப்பொருள் சுயாதீனமாய் விழும் போது வேகம் அதிகரிக்கும் அதே வீதத்தில் குறைகின்றது.

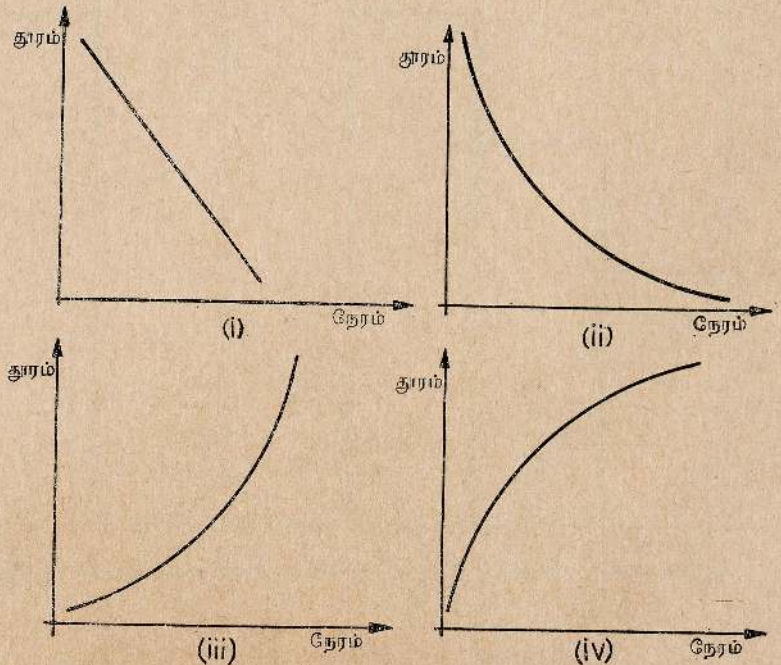
பயிற்சி 3

1. ஓய்விலிருந்து ஆரம்பித்து, சீரான ஆர்முடுகலுடன் இயங்குகின்ற பொருளொன்றின் தூர-நேர வளையியை, கீழ்க் குறித்த படங்களில் எது எடுத்துக்காட்டுகின்றது ?



படம் 3.11

2. சீரான அமர்முடுகலுடன் இயங்குகின்ற பொருளொன்றின் தூர-நேர வளையியை, கீழ்க் குறித்த படங்களில் எது எடுத்துக்காட்டுகின்றது ?



படம் 3.12

3. இயங்குகின்ற பொருளொன்றின் வேகம் நேரத்திற்கேற்ப மாறுவதைக் கீழுள்ள அட்டவணை காட்டுகின்றது :

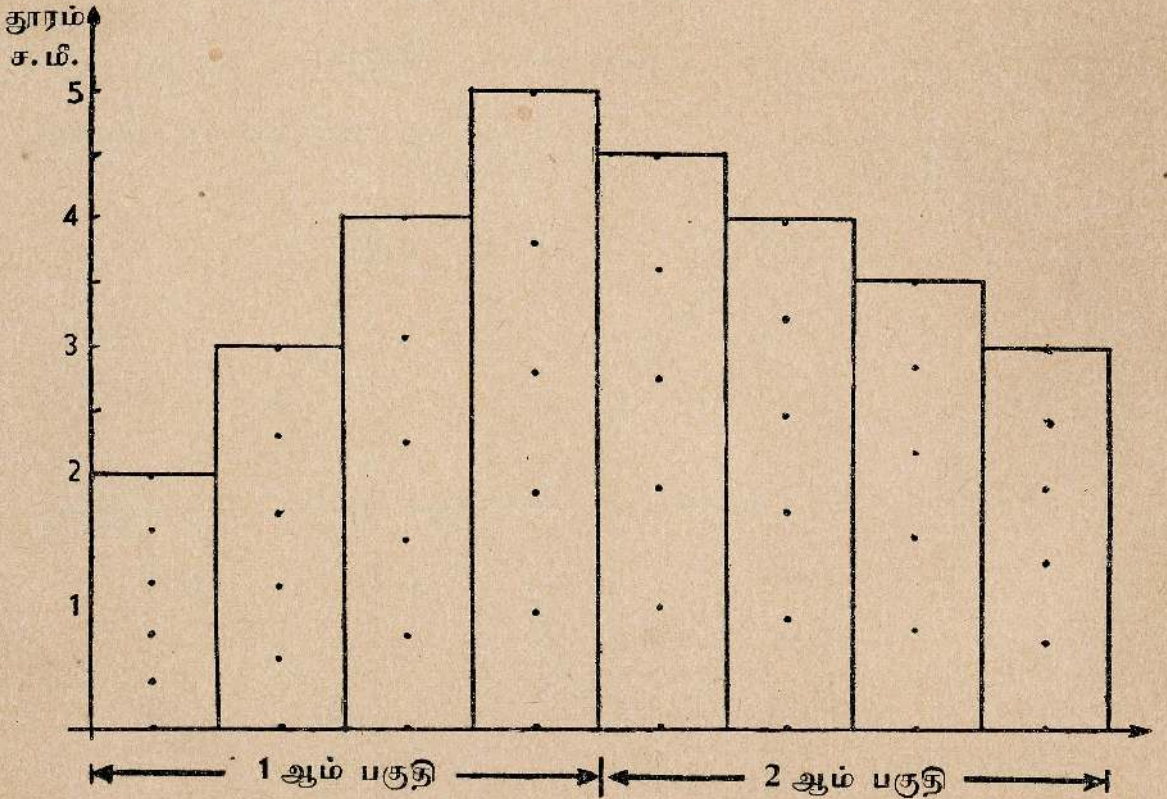
நேரம் (செக்)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
வேகம் (சமீ/செக்)	18	23	28	33	38	43	48	53	58

வேகத்திற்கு எதிரே நேரத்தைக் குறித்து ஒரு வரைபை வரைக. இயங்கும் பொருளின் ஆர்முடுகலை இவ்வரைபைக் கொண்டு காண்க.

4. பொருளொன்றின் இயக்கத்தைத் துணிதற்குச் செய்தவொரு பரிசோதனையில் பயன் படுத்திய திக்கொலி நாடாவின் 5 திக்கிடங்கள் கொண்ட கிலங்களை ஒட்டிப் பெறப்பட்ட திக்கொலி நாடாக் கோட்டுப்படமொன்று படம் 3.13 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

(i) இயக்கத்தின் முதற் பகுதியின் போதுள்ள ஆர்முடுகலைக் காண்க.

(ii) இயக்கத்தின் இரண்டாம் பகுதியின் போதுள்ள அமர்முடுகலைக் காண்க.



படம் 3.13

இரும்பைக் கவரும் ஒருவகைக் கல் பற்றி ஆதிசால் மக்கள் அறிந்திருந்தனர். அவர்கள் அதன் நடத்தையை விளக்குதற்குக் கதைகள் பல புனைந்துள்ளதாம் தோற்றுசிறகு. உதாரணமாக, அக்கல் வெளிப்படுத்துகின்ற வழக்கத்திற்கு மாறான இயல்புகளுக்குக் காரணம் அதன் அகத்திலுள்ள பேயேயென அவர்கள் கருதினர். மணிதலையில் இக்கல் பட்டால் இது சில நோய்களை நன்கு குணப்படுத்துமெனச் சிலர் நம்பினர். இது எவ்வாறெனினும், கி.பி. ஐந்தாம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் இக்கல்லின் இயல்புகள் பற்றி அறியக்கூடியதாக இருந்ததென்ப பதிவேடுகள் குறிப்பிடுகின்றன. ஆனால், இக்கல் பற்றிய ஆய்விலே துரிதமாக அபிவிருத்தி ஏற்படாமையால், பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டிலும் அதன்பின்னருமே காந்தவியல் மின்னியல் துறைகளில் ஏற்பட்ட பல கண்டுபிடிப்புக்கள் விஞ்ஞானத்திலும் தொழினுட்பத்திலும் மிகப் பயன்படத்தக்க பல வளர்ச்சிகளுக்கு வழிவகுத்தன.

காந்தக் கல். காந்தங்கள்

மேற்குறிப்பிட்ட ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்து நடாத்த ஆர்வங்கொண்டவர்கள் இயற்கையாய்க் காணப்படும் இக்கல்லைப் பற்றிப் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் இறுதிவரை பல தகவல்களைப் பெற்றிருந்தனர். அது வெளிப்படுத்திய ஒரு முக்கிய இயல்பு காரணமாக அதனை அவர்கள் **காந்தக்கல்** என அழைத்தனர். (1) காந்தக் கல்லானது வழக்கத்திற்கு மாறான தன் இயல்புகளை, அது கவர்ந்து அதில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் இரும்பு, உருக்குத் துண்டுகளுக்குக் கொடுக்க வல்லதெனவும், (2) இரும்பு, உருக்கு ஆகியவற்றில் இரும்பானது இரும்புத்

துகள்களைக் கவரும் ஆற்றலைப் பெறக்கூடிய தெனவும், உருக்கானது இவ்வியல்பைப் பொறுத்தவளவில் ஆற்றல் குறைந்ததெனக் காணப்பட்டனும் தான் புதிதாகப் பெற்ற இயல்புகளை இரும்பு போன்று அறிவிரைவாக இழக்காதெனவும் அவர்கள் கண்டனர். காந்தக் கல் இயல்பாகக் கொண்டிருந்த இதன் பாதிப்பால், இரும்பும் உருக்கும் பெற்ற இயல்புக்கு வழங்கும் பெயரே **காந்தம்** ஆகும். பின்னையிரண்டும் காந்தங்களாக அழைக்கப்படலாயின.

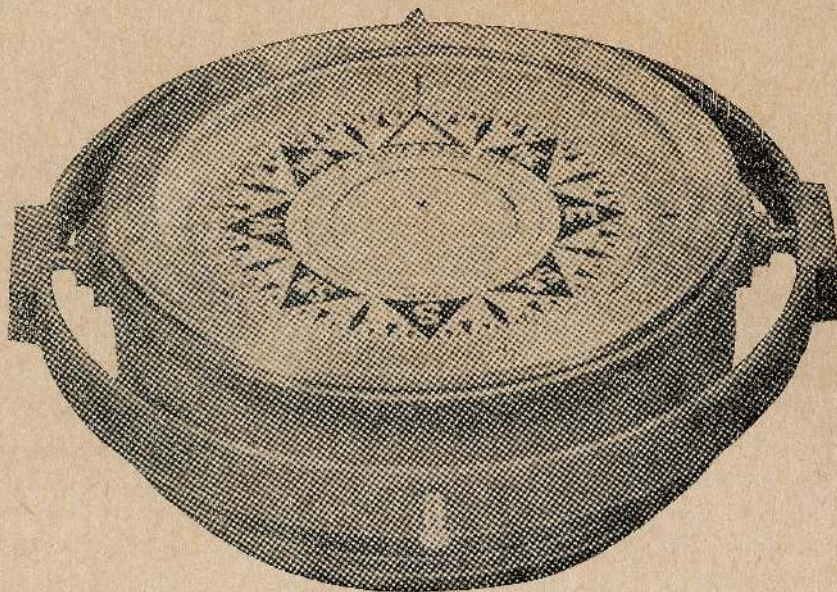
(3) காந்தக்கல் துண்டு, அல்லது காந்தமாகிய உருக்குத் துண்டொன்றை ஒரு குவியல் இரும்புத் துகள்களில் இட்டு எடுத்த போது அதன் அந்தக்களில் துகள்கள் குவிந்திருந்த போதிலும் அதன் நடுப்பகுதிகளில், எதுவும் ஒட்டவில்லையெனக் கண்டனர். காந்தக்கல் அல்லது காந்தத்தின் வரையறுத்த இரு பகுதிகளிலேயே காந்தச் சக்தி பொதுவாகக் கட்டுப்பட்டுள்ளதாகத் தோற்றுசிறகு.

காந்தத் திசைகாட்டி

காந்தக் கல் துண்டொன்றை நீரில் மிதக்கும் ஓர் இலேசான பொருள் மீது வைக்கும்போது, அல்லது ஒரு நூலிலே தொங்கவிடும்போது, அல்லது ஒரு கூரான பொருள் மீது ஒரு சுழலையில் தாங்கும் போது, (4) அது தன் ஒரே முனை என்றும் வடக்கு நோக்க ஒய்வுக்கு வருமென்னும் இயல்பே ஆரம்பத்திலே கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. காந்தமாக்கிய உருக்குத் துண்டுகளும் இதே இயல்பினை வெளிப்படுத்துவதாகக் காணப்பட்டது. (காந்தத்) திசைகாட்டிகள் எனப்படும் கருவிகள் அமைக்கப்பட்டு, கப்பல்களிலே பெரிதும் பயன்பட்டு வந்

தன. கப்பல் ஆடுமீப்பாதும் குழப்பப்படாமலி
ருக்குமாறு சிறப்பாக அமைக்கப்பட்ட காந்தத்
திசை காட்டிகளே கப்பலோட்டியின் திசை
காட்டிகள் எனப்படுகின்றன (படம் 4.1 பார்க்க)

தள்ளுகை விசையை உருற்றியதெனவும்,
இதே போன்று தென் முனைவுகள் ஒன்றை
யொன்று தள்ளினவெனவும் கண்டுபிடிக்கப்
பட்டது. இக்கூற்றுக்களை, நிகர்த்த முனைவுகள்



படம் 4.1

காந்த முனைவுகள்

ஒரு கிடைத் தளத்திலே காந்தம் சுழலச்
சுயாதீனமாகவுள்ள இவ்வொழுங்குகள் யாவற்
றிலும், காந்தச் சக்தி தேங்கிநிற்பதாகக் கரு
தப்படும் காந்தத்தின் முனைகளை இணைக்கும்
கோடானது அவ்விடத்தின் வட-தென் கோடு
(அல்லது திசை) இலே ஏறத்தாழத் தங்கு
வதாகக் காணப்பட்டுள்ளது. அத்துடன் (6)
எப்பொழுதும் வடக்கு நோக்கிய அம்முனையா
னது (எந்தக் குழப்பத்தின் பின்னரும் அது
மீண்டும் இந்நிலையை எய்துகின்றது) காந்தத்
தின் வட முனைவு என அழைக்கப் படுவதா
யிற்று. இப்பெயர், காந்தத்தின் வடக்கு
நோக்கிய முனைவு (அல்லது முனை) என்பதன்
சுருக்கிய வடிவமாகும். இதே போன்று,
தெற்கு நோக்கிய முனைவானது தென்முனைவு
என அழைக்கப்பட்டது.

கவர்ச்சியும் தள்ளுகையும்

மேலும், (6) காந்தமொன்றின் வடமுனைவு
இன்னொரு காந்தத்தின் வடமுனைவுகீழ் ஒரு

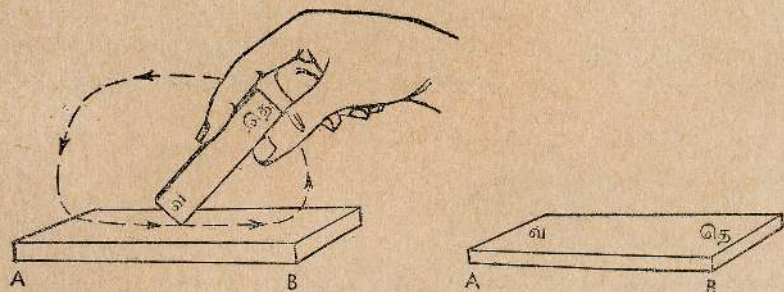
ஒன்றையொன்று தள்ளும் என்ற வடிவத்
திலே சுருக்கிக் கூறலாம். காந்தங்களின் முக்
கியமான இயல்புகளுள் இதுவும் ஒன்றென்
பது தெளிவு.

ஒரு காந்தத்தின் வடமுனைவு இன்னொரு
காந்தத்தின் தென்முனைவைக் கவர்சின்ற
தெனக் காணப்பட்டுள்ளது. ஆகவே (7)
நிகரா முனைவுகள் ஒன்றையொன்று கவர்சின்றன
என நாம் கூறலாம். காந்தங்களின் இயல்
புகளுள் இதுவும் முக்கியம் வாய்ந்தது.

மேலும் (8) ஒவ்வொரு காந்தமும் குறைந்
தது ஒரு தென்முனைவையும் வடமுனைவையும்
; கொண்டதெனவும், இவை பொதுவாக அந்
தங்களில் அமைந்திருக்குமெனவும் காணப்
பட்டுள்ளது.

காந்தமாக்கியவோர் உருக்குத் துண்டை (9)
இரு பகுதிகளாக உடைத்தபோது புறம்பான
இரு காந்தங்கள் பெறப்பட்டன ; இவை ஒவ்
வொன்றும் ஒரு வடமுனைவையும் ஒரு தென்
முனைவையும் கொண்டன. இப்பகுதிகள்

ஒவ்வொன்றையும் இரு பகுதிகளாக மீண்டும் உடைக்க, மேலும் இரு காந்தங்கள் பெறப்படும். ஆகவே, இவ்வாறாகப் பெறப்படும் அதிசிறிய துண்டும் ஒரு தனிச்சுந்த மெனத் தோற்றுகின்றது.



படம் 4.2

காந்தங்களை ஆக்கல்

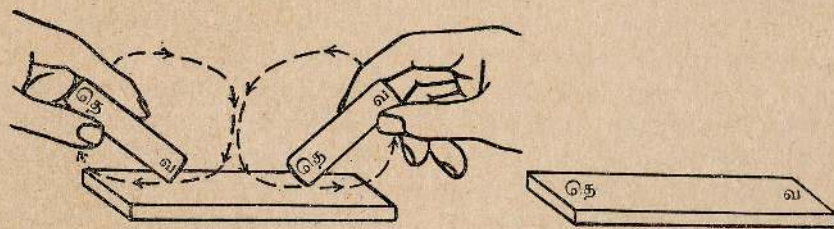
காந்தங்களை ஆக்கும் முறையொன்று ஆதியிலேயே வழக்கிற்கு வந்தது. மின்னோட்டத்தின் காந்த விளைவு கண்டுபிடிக்கப்படும்வரை (கீழே பார்க்க) காந்த ஆக்கத்திற்குரிய ஒரேயொரு முறை இதுவாக இருக்கலாம். காந்தமாக்க வேண்டிய உருக்குத் துண்டு (10) ஒரு காந்தக்கல் (அல்லது இன்னொரு காந்தம்) கொண்டு பலதடவை உரோஞ்சப்படுகின்றது ; இது ஒரு குறிப்பிட்ட வழியிற் செய்யப்படல் வேண்டும். துண்டின் ஒரு முனையில் உரோஞ்சத் தொடங்கி மற்றைய முனையில் முடித்தல் வேண்டும். இவ்வாறே மீண்டும் மீண்டும் செய்தல் வேண்டும். இங்கு, ஒருமுறை உரோஞ்சியதும் அடுத்த முறை உரோஞ்ச ஆரம்பித்தற்கான மீட்சிப் பாதை போதிய அளவு நீளமாக இருக்கவேண்டும் (படம் 4.2 பார்க்க). உரோஞ்சி முடிந்த முனையிலும் உரோஞ்சத் தொடங்கிய முனையிலும் உண்டாகிய முனைவுகளை விளக்க ஓர் எளிய விதியுண்டு. படம் 4.2 இதனைத் தெளிவாக்குகின்றது.

உரோஞ்சி முடிந்த முனையிலே, உரோஞ்சப் பயன்படும் முனைவை நிகராதவொரு முனைவு உண்டாக்கப்படும்.

ஓர் உருக்குத் துண்டின் நடுவிலிருந்து முனைகளை நோக்கி உரோஞ்சுவதால் அதனைக் காந்தமாக்கலா மெனக் காண்பட்டுள்ளது. இரு காந்தங்களின் முனைவுகளை ஒரேமுறையிற் பயன்படுத்தி இதனை நன்கு செய்யலாம். உரோஞ்ச தற்கு ஒரு வடமுனைவையும் தென் முனைவையும் பயன்படுத்தின், ஒரு முனையிலே வடமுனை வையும் மற்றையதிலே தென் முனைவையும் கொண்ட

வொரு சதாரண காந்தத்தைப் பெறலாம். மேற்குறித்த விதி இங்கேயும் பொருந்துகின்றது. எனினும், இவ்வாறு காந்தமாக்கலில் இரு நிகர்த்த முனைவுகளைப் பயன்படுத்தல், உருக்கின் முனைகள் நிகர்த்த முனைவுகளாய் அமைய நடுப்பகுதி ஒரு நிகரா முனைவாக இருக்கும் (படம் 4.3 (i) பார்க்க). இது ஒரு சிறப்பு வகை. இங்கு பெறப்படும் காந்த சக்தி நீடித்து நிற்காது. நடுப் பகுதியிலுள்ள முனைவானது அடுத்துவரும் முனைவு எனப்படும்.

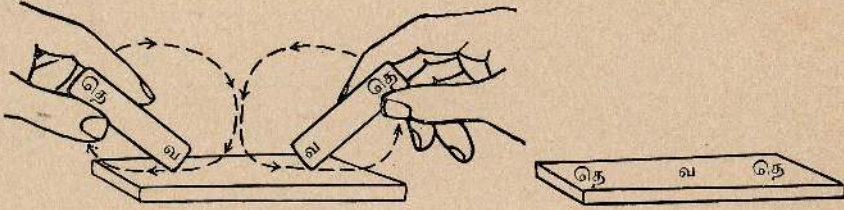
உருக்குத் துண்டை ஒரு காந்தக்கல், அல்லது காந்தத்தின் முனைவினால் உரோஞ்சிக் காந்த மாக்கும்போது, பின்னியது (12) உருக்கைக் காந்தம் பெறச் செய்யும் அதே வேளையில் காந்த சக்தியெதையும் இழக்கவில்லையெனத் தோற்றும் உண்மையானது, மேற்கூறியதனுடன் தொடர்புடையதும், காந்த இயல்பு பற்றிக் கருதிக் கொள்ளக்கூடிய எதற்கும் முக்கிய முமான ஓர் அவதானிப்பாகும்.



படம் 4.3 (i)

காந்தமழித்தல்

மறுகால் (13) ஒரு காந்தத்தைக் கவனக் குறைவாய்க் கையாளின் (அடிப்பின்) அல்லது கடுமையாய்ச் சூடாக்கின் அது தன் காந்த சக்தியை இழக்கக்கூடுமெனக் காணப்பட்டது. உண்மையில், ஓர் உருக்குமாதிரியின் காந்தத்தை அழித்தற்குக் கடுஞ் சூடாக்குவதே நன்கு தெரிந்தவொரு முறை.



படம் 4.3 (ii)

தூண்டிய காந்தம்

மெல்லிரும்புத் துண்டுகளை வலியக் காந்தங்களின் சூழலில் வைக்கும்போது அவை தற்காலிகமாகக் காந்தமாக்கப்படுகின்றன என்னும் தோற்றப்பாடு, ஒரு காந்தத்தால் உரோஞ்சும்போது உருக்கிலே காந்தத்தை உண்டாக்கும் முறையைப் பெரிதும் ஒத்தது (14). இங்கு, காந்தம் இரும்பிலே தூண்டப்படுகிற தெனக் கூறப்படுகின்றது. இத்தோற்றப்பாடானது காந்தத் தூண்டல் எனப்படும்.

நிலைமின்னேற்றங்கள்

நிலைமின்னேற்றங்கள், மின்னோட்டப் பாய்ச்சல் என்பனபற்றி இதுவரை படித்தீர்கள். நிகரா மின்னேற்றங்கள் உண்டாக்கப்படுதல் பற்றியும் நிகரா ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று கவரிகின்ற வேளையில் நிகர்த்த ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளுதல் பற்றியும் உங்களுக்குப் பொதுவாகத் தெரியும். கடத்திகளிலே, தூண்டிய ஏற்றங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன எனவும் நீங்கள் அறிவீர்கள். மின்னேற்றப்பட்டவொரு பொருள் வேறு பொருள் கள் மீது கவர்ச்சி விசைகளை உருவாக்கின்ற தெனக் காணப்பட்டுள்ளது. மின்னைய பொருள்கள் கடத்திகளாகவோ, கடத்திகளல்லாமலோ இருக்கலாம். சரித்திர பூர்வமாகக் கூறின், காந்தம் பற்றிய அறிவானது மேற்குறித்த கட்டத்தை அடைந்த நேரத்திலேயே

கற்றறிவாளர்க்கும் சித்தனையாளர்க்கும் தெரிந்திருந்தது. அக்காலத்தில் அறியப்பட்டிருந்த காந்த, மின் தோற்றப்பாடுகளும் உண்மைகளும் உயர் குடியினரை மகிழ்விப்பதில் அரசவையினருக்கும் திறமைசாலிகளுக்கும் பெரிதும் உதவின. அதே வேளையில், தோற்றப்பாடுகளையும் உண்மைகளையும் நன்கு விளங்கிய வர்களிடத்துச் செயன்முறைகளை ஆய்வு மனப்

பான்மையுடன் பரிசீலிக்கும் ஆர்வத்தைத் தூண்டின.

மின்னிலிருந்து காந்தச் சக்தி

காந்தத்திற்கும் மின்னிற்குமிடையே ஏதோ வொரு அறியாத தொடர்பு உண்டென அவர்கள் கருதினர். அவர்கள் இதற்கு விடை காண முற்பட்டனர். அவர்கள் கருதியது சரியென்பதன் கருத்து, காந்தத்தினதும் மின்னினதும் தன்மையை விளங்கிக் கொள்வதில் அடிப்படையாய் அமைந்த விவாத முறைப்படி ஒரு தொடர்பு இருப்பதாக எதிர்வுகூறப்பட்டது என்பதன்று. ஆகவே, இதனைப் பொதுவாக ஒரு யூகம் என்றே கருதுதல் வேண்டும்.

மின்காந்தம்

அவ்வாறு இருக்கலாமாதவின், ஒரு மின்னோட்டத்தின் காந்த விளைவு, அ-து. சுருக்கமாக மின்காந்தம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமை (இது தற்செயலானதெனச் சிலர் கருதுகின்றனர்) மின் தந்தி போன்ற சில சாதனங்கள் கண்டுபிடிக்கப்படுதற்கு ஏதுவாக இருந்தது. இவற்றைத் தொடர்ந்து, காந்த வியலிலும் மின்னியலிலும் ஏற்பட்ட அபிவிருத்திகள் மின்காந்தக் கொள்கை பற்றிய மேலதிக அறிவுக்கு வழிவகுத்தன. இதன்விளைவாக மின்தொழிலுட்பவியல் விருத்தியாயிற்று.

காந்தங்களையும் ஒரு மின்னோட்டத்தின் காந்த விளைவையும் பொறுத்த வரையில் இதுவரை குறிப்பிட்ட உண்மைகள் யாவற்றையும் பற்றி நன்கு அறியும் வாய்ப்பு உங்களுக்கு ஆசிரியர் மூலம் கிட்டியிருக்குமென நினைக்கின்றேன். மேற்கூறியது நீங்கள் ஏற்கெனவே வகுப்பிற் படித்தவற்றின் தொகுப்பாகும். எனினும், இப்புதிய உண்மைகள் பற்றிய நேரடி அனுபவ மூலம் இவற்றைக் கண்டுபிடித்தவர்கள் பெற்ற மகிழ்ச்சியை நாம் ஓரளவுக்குப் பெற முயல்வோம். நாம் ஒவ்வொருவரும் எமது வாங்குகளில் இருந்து கொண்டு, வீட்டிற் பொதுவாகக் காணப்படும் சில பொருள்களைப் பயன்படுத்தி, பின்வரும் செயலிலே கூறப்பட்டதைச் செய்யலாம். இங்கு பெறப்படும் அனுபவம் சுவையாயும் அறிவூட்டத்தக்கதாயும் இருக்கும். இங்கு கூறப்பட்டதிலும் மேற்பட்ட விளைவுகள் சாத்தியம். ஆகவே இது மேலதிக ஆராய்ச்சிக்கு உக்களை இட்டுச் செல்லும் என்பதில் சந்தேகமில்லை.

செயல். மூன்று, அல்லது நான்கு சவர அலகுகள், ஒரு சோடி உயர் கலங்கள், கண்டித்த செம்புக் கம்பி என்பவற்றைப் பெறுக. (ஏறத்தாழ 24 நி. க. அ. கொண்ட முலாமிட்ட செம்புக் கம்பி, அல்லது பழைய சாமான் கடையில் வாங்கிய கம்பி இதற்குப் பயன்படும்.)

சவர அலகுகளின் விளிம்புகளை ஒரு முரடான நிலத்தில் (சீமந்து நிலம்) தேய்த்து மழுங்கலாக்குக. ஒன்றை நீளப் பாட்டில் உடைத்து, தேவைப்படின் பல் போன்ற அதன் விளிம்புகளை வெட்டி ஒழுங்காக்குக. தடித்தவொரு கடதாசியின் ஒரு படை, அல்லது இரு படைகளை அலகிலே சுற்றுக; சவர அலகு எனிதாய் நழுவக் கூடியதாகக் கடதாசியைச் சுற்ற வேண்டும். இப்பொழுது இக்கடதாசியிலே கம்பியின் இரண்டு அல்லது மூன்று படைகளைச் சுற்றுக.

இச்சுருளைச் சில நிமிடங்களுக்கு மின் கலத்துடன் தொடுக்க; பின்னர் மின் கலத்தைக் கழற்றி, சவர அலகை அகற்றுக. (சுருள் மீண்டும் பயன்படக்கூடியதாக அதே இடத்தில் இருக்கவேண்டும்.) சவர அலகின் மற்றைய பாதியைப் பயன்படுத்தி இச்செயன்முறையை மீண்டும் செய்ய்க.

இப்போது ஒவ்வொன்றையும் இரும்புத் துகள்களில் இட்டு, உயர்த்தப்படக் கூடிய துகள்களின் அளவையும் அவை அதிகமாய்ப் பற்றிக் கொள்ளும் இடங்களையும் குறிக்க. இது காந்தத்தின் வலிமை, அதன் முனைவுகள் அமையும் இடங்கள் என்பன பற்றிய பரும்படியான அறிவைத் தரும்.

ஒரு தட்டையான திண்ணத்திலுள்ள நீரிலே இவற்றுள்ளொன்றை மிதக்கவிடுக. வடக்கு நோக்கும் முனையைக் குறித்துக் கொள்க. (நீங்கள் குறிக்கும் இடத்திலே எது வடக்கு என நீங்கள் அறிந்துகொள்ள வேண்டியது அவசியம்.) சூரியன் வீழ்த்தும் நிழலைக்கொண்டு இதனை அறிய வேண்டும். நீங்கள் இதுபற்றி முன்னரே அறியக்கூடுமெனினும் இதனைச் சரிபார்த்தல் நன்று. மிதக்கும் காந்தத்தைக் கொண்டு எது வடக்கென நீங்கள் தீர்மானிப்பதில்லை. நீங்கள் செய்துள்ள காந்தத்தின் முனைவுகளைப் பெயரிட முயல்கிறீர்கள். இது எல்லோரும் பின்பற்றவேண்டிய ஒரு வழக்கிற்கேற்பச் செய்யப்பட வேண்டும்.

இதே போன்று, நீங்கள் காந்தமாக்கிய சவர அலகின் மற்றைய பாதியின் வட முனைவைக் குறித்துக்கொள்க.

இவற்றுள் ஒன்றை நீரில் மிதக்கவிட்டு, அதன் முனைவுகளின் மீது மற்றையதன் முனைவுகளின் தாக்கத்தைச் சோதிக்க. மிதக்கும் காந்தத்தின் (1) வடமுனைவை, (2) தென்முனைவை நோக்கி இரண்டாம் காந்தத்தின் வடமுனைவைத் தொலைவிலிருந்து கொணர்வதால் இதனைச் செய்யலாம். இதே காந்தத்தின் தென் முனைவைக் கொண்டு, பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்ய்க. அவதானிப்புக்களை எளிதாய்க் குறித்துக் கொள்க.

இப்போது இன்னொரு சவர அலகுத் துண்டைக் காந்தமாக்கி, மிதக்கும் காந்தத்தைப் பயன்படுத்தி அதன் வடமுனைவைத் துணிக. இம்முனையைக் குறித்தும், அதனை மட்டும் நீரில் மிதக்க விட்டு உங்கள் முடிவைச் சரிபார்க்க.

நான்காம் சவர அலகுத் துண்டொன்றை, முன்னரே காந்தமாக்கியவொன்றின்

வடமுனைவினாலும் உரோஞ்சிக் காந்தமாகக் குக. நீங்கள் உரோஞ்சி முடித்த முனையைக் குறித்துக்கொண்டதும், மிதக்கும் காந்தத்தின் தென்முனையைத் தள்ளுதலைக் கொண்டு இங்கு ஒரு தென்முனைவு உள்ளதாவெனச் சரிபார்க்க. முடிபுகளைப் பதிந்துகொள்க. (இங்கு பரிசோதனை தவறுமாயின், அதுபற்றிக் குறிப்பிடவேண்டும்; ஒரு வலிய காந்தத்தைப் பயன்படுத்தி இதனைப் பள்ளிக்கூடத்திற் செய்யலாம்.)

(மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு காந்தமாகிய பாதிச் சவர அலகுகளில் ஒன்றை இரு துண்டுகளாக உடைத்துக்கொள்க. ஒவ்வொன்றையும் சோதித்து அவற்றின் முனைவுகளைத் துணிக. இரு துண்டு களையும் (நீங்கள் முடிபுகளைப் பதிவின்ற) கடதாசியீது ஒருமிக்க வைத்து, புறவுருவைக் கீறி இரு துண்டுகளுக்கும் முனைவுகளைக் குறித்துக்கொள்க. பழைய துண்டுகள் கறுப்பிலும் புதியவை சிவப்பிலும் குறிக்கப்படுவதாகக் கொள்க.

இத்துண்டுகளில் ஒன்றை மீண்டும் இரண்டாக உடைத்து, காந்தவியல்பையும் முனைவுத்தன்மையையும் சோதிக்க. எல்லாத்துண்டுகளுக்கும்மான படங்கள் கீறுக. (இதற்கு அப்பால் உடைப்பது அசாத்தியமெனினும், ஆரம்பத்திலுள்ள பாதிச் சவர அலகை 8 துண்டுகளாக உடைப்பின் என்ன நிகழ்மெனக் காட்ட ஒரு படம் வரைக.)

ஒரு மெல்லிய இரும்பு ஆணியை ஒரு சுருளில் வைத்து மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி அதனைக் காந்தமாக்கப் பார்க்க. மிதக்கும் காந்தத்தை முன்போலவே பயன்படுத்தி, காந்தவியல்பு, முனைவுகள் என்பவற்றுக்குச் சோதிக்க.

மின்னோட்டத்தைக்கொண்டுள்ள சுருளினுள் ஆணி கிடக்கும்போது இச்சோதனையை மறுபடியும் செய்க. சுருளி ளுள்ளே ஆணி கிடக்க, மில்கலத்தைக் கழற்றியதும் ஆணியைச் சோதிக்க. ஆணியை வெளியே எடுத்து, சொற்ப நேரத்தால் அதனைச் சோதிக்க.

ஒரு பாதிச் சவர அலகின் மெழுகுதிரிச் சவாலையிற் சூடாக்கிப் பின் அது குளிர்ந்த

தும் காந்தவியல்பு, முனைவுகள் என்பவற்றுக்காக அதனைச் சோதிக்க.

ஒரு பாதிச் சவர அலகுக் காந்தத்திற்கு (ஒர் ஆமார், அல்லது வேறெந்தப் பாரமான பொருளைக் கொண்டு) அடிகள் சில கொடுத்த பின்னர் காந்தவியல்பு, முனைவுகள் என்பவற்றுக்காக அதனைச் சோதிக்க.

இப்பாதிச் சவர அலகுகளில் இரண்டை ஒர் இடத்தில் பல நாட்களுக்கு வைத்து, அவற்றிலே காந்த சக்தி உளதாவெனச் சோதிக்க.

மின்மணி

உங்கள் ஆசிரியர் மின்மணி மூலம் மின்காந்தத்தை உங்களுக்கு அறிமுகப்படுத்தினார். மின்காந்தம் மின்மணியின் ஒரு முக்கியமான பகுதி. சாதாரண சைக்கிள் மணி, அல்லது பெரிய மணிக்கூட்டிலுள்ள மணியோடு மின்மணியை ஒப்பிட்டால், பின்னையதிலே மணியின் கும்மட்டமீது தொடர்ச்சியாக அடிகள் படக்கூடியதாகப் பொறிநுட்பங்கள் இருக்கின்றனவெனவும் விற்களைக் கொண்டு இந்நுட்பங்கள் நிறைவேற்றப்படுகின்றனவெனவும் காண்பீர்கள். மணிக்கூட்டிலே மணியைத் தொழிற்படுத்தும் வில் சுற்றப்பட்டிருப்பதுடன், சுற்றிய இவ்வில்லின் சக்தியே மணியை அடிக்கச் செய்கின்றது. மின்மணியிலே சக்தி முதலாக மின்கலம் பயன்படுகின்றது. சக்தியை வழங்க அது போதியதன்று. அசையை (அடியை) ஏற்படுத்த விசைகள் தாக்க வேண்டும். மின்மணியிலே காந்த விசைகள் உள்ளன. பயன்தரத்தக்கவொரு முறையில் இக்காந்த விசையைப் பிரயோகிக்க வேண்டும். மணிக்கூட்டிலே இவ்விசையானது சுற்றவிழும் வில்லிலிருந்து நேரடியாக வருகின்ற விசையைப் பிரயோகித்து, மணியை அடிக்கச் செய்ய இணைப்புகள் இருக்கின்றன. இங்கு உண்டாக்கப்படும் இயக்கம் அலைவியக்கம் ஆகும். மின்மணியிலே உள்ள “ஆக்குதல் சூலைத்தல்” ஒழுங்குமூலம் மின்காந்தத்தின் அகணியானது காந்த சக்தியைப் பெற்று, இழந்து மீண்டும் பெறுகின்றது. இவை தொடர்ச்சியாக நடைபெறும். இங்கு, (i) ஒரு மின்னோட்டம் ஒரு காந்த வினைவைக் கொண்டது, (ii) மெல்லிரும்பைக் காந்தமாக்கலாமெனினும் அது காந்த சக்தியை வைத்திருக்காது என்னும் இரு முக்கியம் வாய்ந்த மெய்ம்மைகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

மின்காந்தத்தின் முனைவுகள்

காந்தமாகியவோர் உருக்குத் துண்டை நீரில் மிதக்க விடும்போது, அது எவ்வாறு வடக்குத் தெற்காக அமைகிறதென ஆராய்ந்தோம். ஒரு மின்காந்தமும் இவ்வாறு நடக்குமா? அதுவும் இவ்வாறு நடக்குமென நாம் எதிர்பார்க்கலாம். ஆனால், இதனைச் சோதிப்பது எங்ஙனம்? சுற்றுதற்குச் சயாதீனமாக இருக்கவேண்டிய பாகம் மின்காந்தமேயாயினும், கம்பிகள் மின்னோட்டத்தின் இணைக்கம்பிகளாகச் செயற்பட வேண்டுமாதலின், அவை ஒரு மின்கலத்துடன் தொடுக்கப்படவேண்டும். இங்கு மின்காந்தத்துடன் ஓர் உலர் கலத்தைத் தொடுத்து, நீரிலே வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு பிளாத்திக்குப் பாத்திரத்தில் இவையிரண்டையும் ஒருமிக்க மிதக்க விடலாம். இவ்வொழுங்கு வடக்குத் தெற்காக அமைகின்றதாவென்ப பரிசீலிப்போம்.

செயல். (முன்னைய செயலுக்காக உருவாக்கிய) மின்காந்தத்தை உலர்கலத்துடன் தொடுத்து, றப்பர்ப் பட்டைகளைக் கொண்டு சுருளின் சயாதீன நுணிகள் மின்கலத்தின் முடிவிடங்களைத் தொட்டுக் கொண்டு இருக்குமாறு செய்க. நீரிலே மிதக்கும் ஒரு பாத்திரத்தில் இத்தொகுதியை இப்போது வைக்க. இத்தொகுதியானது திரும்பி வடக்குத் தெற்காக அமைய நான்கின்றதாவெனக் கவனிக்க. இதனைச் சுற்று ஆட்டி, இதன் போக்கை மீண்டும் கவனிக்க.

ஒரு பாதிச் சவர அலகுக் காந்தத்தைக் கொண்டு இதனைச் சோதித்து, இவ்வழியாகவும் மின்காந்தத்தின் முனைவுகளைத் துணிந்துகொள்க.

(சுருளும் மென்மையான அகணியும் கொண்ட) முழு மின்காந்தம் போன்று இச்சுருளும் அமைந்து கொள்ளுமா? கடதாசிச் சுருள், அல்லது காந்தமில் திரவிய மொன்றிலே சுருளைச் சுற்றி, மேற்கூறிய முறைப்படி இதனையும் சோதிக்கலாம்.

செயல். ஒரு கடதாசிச் சுருளிலே சுற்றியவொரு சுருளைப் பயன்படுத்தி, முன்னைய செயலை மறுபடியும் செய்க. (கடதாசி காந்த சக்தியற்றதாதலால், அது சுருளின் நடத்தைப்பாதிக்காது.)

காந்தப் பதார்த்தங்கள்

மெல்லிரும்பும் உருக்கும் வெவ்வேறான காந்த இயல்புகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. ஒரு மின்காந்தத்தை ஆக்குதற்கு மெல்லிரும்பையும், நிலையான காந்தங்களை ஆக்குதற்கு உருக்கையும் பயன்படுத்துகிறோம். இத்தேவைகளுக்காக மற்றைய பதார்த்தங்கள் பயன்படுத்தப்படுவதாகத் தெரியவில்லை. இரும்பையும் உருக்கையும் போலல்லாது மற்றைய பதார்த்தங்கள் அவைகளின் மாதிரியொன்றை ஒரு வரிச்சுருளினுள் வைத்து வரிச்சுருளினூடாக ஒரு மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச்சின், எந்த மாற்றத்திற்கும் ஆளாகாதென்பது இதன் கருத்தா? இது சரியெனின், இரும்பு (உருக்கு) ஆனது, மற்றைய பதார்த்தங்களுக்கு இல்லாதவொரு இயல்பைக் கொண்டதென்பதே இதன் கருத்து. அல்லது, இரும்பும் உருக்கும் கொண்டுள்ள அளவிற்கு மற்றைய பதார்த்தங்கள் இவ்வியல்பைக் கொண்டிருப்பதில்லை என்பது இதன் கருத்தா? இங்கு நாம் முக்கியம் வாய்ந்தவொரு வினாபற்றி ஆராய வேண்டும். அத்துடன், முதலாவதாக நாம் செய்ய வேண்டியது பதார்த்தங்களைப் பரும்படியாகவாவது இனமாகப் பிரித்தல் ஆகும். (இரும்பும் உருக்கும் முற்றாக வேறுபட்ட பதார்த்தங்களல்ல. உருக்கானது 90%இரும்பும் சிறிதளவு காபன், அல்லது வேறு பதார்த்தம், அல்லது பதார்த்தங்களும் கொண்டவொரு கலப்புலோகம்.) இரும்பு காந்த சக்தி கொண்டதென நாம் கூறுகின்றோம். மற்றைய பதார்த்தங்கள் பற்றி என்ன கூறலாம்? அவையும் காந்த சக்தி உடையனவா? அல்லது சில காந்த சக்தி உடையனவும் சில காந்தச் சக்தி அற்றனவுமா? தரப்பட்டவொரு பதார்த்தம் காந்த சக்தி கொண்டதா இல்லையா என்பதைத் தீர்மானித்தற்குச் சோதனைகளைச் செய்வது எங்ஙனம்?

ஒரு காந்தத்தைச் செய்ய அப்பதார்த்தத்தைப் பயன்படுத்தக் கூடுமா எனக் காணுதல் ஒரு வழி; அ-து. அதன் மாதிரியொன்றைக் காந்தமாக்கலாமாவென்ப பார்க்க முயலுக. ஆனால், இரும்பு காந்த சக்தியை வைத்திருக்காதெனினும் அது இயல்பாகவே காந்த சக்தி கொண்டதென ஏற்கெனவே கண்டிருக்கிறோம். கூடிய அளவில் இரும்பைப் போலவும் குறைந்த அளவில் உருக்கைப் போலவும் நடந்து கொள்ளும் வேறு பதார்த்தங்களும்

இருக்கலாம். ஆகவே, பதார்த்தம் ஒரு மின் காந்தத்தின் அகணியாகத் தொழிற்படக்கூடுமா என்பது நாம் பயன்படுத்தக் கூடியவொரு சோதனை. மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் போது சுருளும் அகணியும் ஒரு மின்காந்தமாகச் செயற்படின், அப்பதார்த்தம் காந்தச் சக்தி உடையதென நாம் வகைப்படுத்தலாம். அது ஒரு மின்காந்தமாகச் செயற்படுகிறதென்பதன் கருத்து, ஒரு மெல்லிரும்பகணியுடன் கூடிய மின்காந்தம் செய்வது போன்று, அவ்வொழுங்கும் இரும்புத் துகள்களைக் கவர வல்லதாகும். இச்சோதனையைப் பிரயோகிக்கு முன், மின்னோட்டத்தைக் கொண்டுள்ள சுருள் கூட இரும்புத் துகள்களைக் கவரக் கூடியதா வென்னும் வினாவுக்கு முதலில் விடைகாண வேண்டும். சுருளைத் தனியாகச் சோதிப்பது எங்ஙனம்? முதலில், ஒரு சுருளின் திரும்பல்களையும் கம்பிப் படைகளையும் எதனைக் கொண்டும் தாங்காமல் சுருளைச் சுற்றுவது கடினம். இங்கு, சுருளைச் சுற்றுதற்குப் பொதுவாக ஓர் உருவாக்கி தேவைப்படும். அகணியாக அமையுமாறு சுருட்டியவொரு கடதாசியில் ஒரு கம்பிச் சுருளைச் சுற்றத் தடித்த கம்பியைப் பயன்படுத்துவோம். பின்னர், கம்பிச் சுற்றுக் களைக் குழப்பாமற் கடதாசியை வெளியே எடுப்போம். முதலில் அச்சேர்க்கையானது கடதாசி அகணியுடன் சேர்ந்து இரும்புத் துண்டுகளைக் கவர்கின்றதாவெனச் சோதிப்போம். பின்னர், வெறும் சுருளைச் சோதிப்போம். அவதானிக்கத்தக்க வித்தியாசமேதும் இல்லாவிடின், பின்னர் ஒரு கடதாசிக் குழாய் உருவாக்கிவிட்டு ஒரு சுருளை அமைத்து, சோதிக்கப்படும் பதார்த்தத்தின் ஒரு பொருத்தமான மாதிரியை அதனோடு வைக்க.

பரிசோதனை.

(சில சமீ. நீளமுடைய பென்சிலொன்றைத் தடிப்புங் கொண்ட) ஒரு கடதாசிக் சுருளின் மீது, கண்டித்த கம்பியின் ஓரிரண்டு படைகளைச் சுற்றி, மின்கலவருக்கொன்றுடன் அதனைத் தொடுத்தபின்னர், இரும்புத் துகள்கள் கொண்டு சோதிக்க. இதே சுருள், மெல்லிரும்பகணியொன்றைக் கொண்டும் இதே மின்கலவருக்குக்குத் தொடுக்கப்படும் இருந்தபொழுது கவர்ந்த அதே முறையிலேயே இவ்விரும்புத் துகள்களை இப்பொழுதும் கவருகின்றது? இதற்கு விடைகாண்பதற்கு, அடுத்து, மெல்லிரும்புத் துண்டொன்

றின் மீது இதே சுருளைச் சுற்றி, அல்லது கடதாசி அகணியைக் கவனமாக வெளியே எடுத்துவிட்டு, மெல்லிரும்புத் துண்டொன்றைப் (இரும்பாணி போதுமானது) புகுத்தி சோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. இங்கு, ஒப்பீடு ஓரளவிற்கு இலகுவாயிருப்பதால் வித்தியாசம் எத்துணைச் சிறிதாயிருந்த போதிலும் அதனை உற்று நோக்க வேண்டியிருக்கிறது.

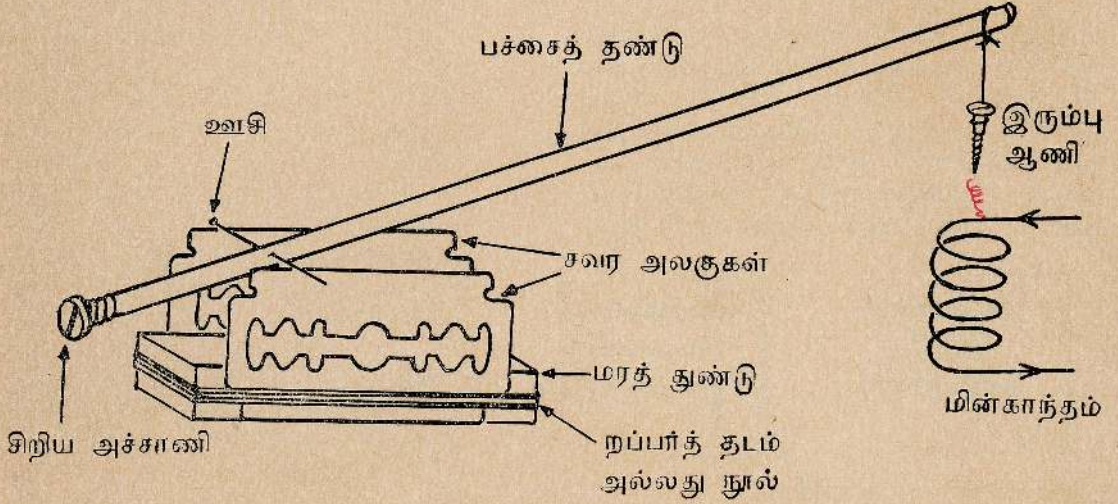
இரும்பகணியின் முனையில் பற்றிக்கொண்டிருக்கும் இரும்புத் துகள்களின் எண்ணிக்கையிலிருந்து, இரும்பு மீது உலூற்றப்பட்ட கவர்ச்சியின் பருமனை மதிப்பிடலாம். சாதாரண இரும்பாணிகளை, பொதுவிலே, பொறுக்கும் மின் காந்தமானது பெரிய இரும்பாணிகளையும் அச்சாணிகளையும், கோல்களையும் திருப்திகரமாகப் பொறுக்கமாட்டாது. ஆகவே, சோதிப்பதற்கு எடுக்கும் இரும்புத் துகள்கள், குறித்த பருமனைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். வேறு முறையாக, சிறு கவர்ச்சி விசைகளைக் கண்டு பிடிக்கும் விற்றராசையோ வேறேதும் உபாயத்தையோ பயன்படுத்தியும் மதிப்பிடலாம்.

செயல். நிறையைப் பதிவு செய்யும் ஒரு விற்றராசிலிருந்து சிறு இரும்புத் துண்டொன்றைத் தொங்கவிட்டு, அதன் நிறையை நோக்குக. இப்பொழுது, இரும்புத் துண்டின் கீழேயிருக்குமாறு மின்காந்தத்தை ஒரு நிலைக்குக் கொணர்ந்து, மின்னோட்டத்தைப் பாயவிடுக. வாசிப்பில் அவதானிக்கத்தக்க மாற்றமெதுவும் இல்லையாயின், மின்காந்தத்தை இரும்புத் துண்டிற்கு மிக அணித்தாய் நகர்த்தி வைத்த பின், சோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. இதேமுறையாக, மின்காந்தத்தை இரும்புத் துண்டிற்கு மிக அணித்தாய் நகர்த்தி வைத்து, அதிகரித்த இழுப்பொன்றைப் பெறமுடியும். பின்னர், மெல்லிரும்பு அகணியை அகற்றிவிட்டுச் சுருளைச் சோதிக்க வேண்டும்.

இரும்புத் துண்டிலிருந்து ஒரு தூரத்திலே மின்காந்தம் கிடக்கும்பொழுது, விற்றராசை ஓர்திகரிப்பைப் பதியுமாயின், அடுத்து (இரும்பகணியை வெளியே மெல்ல இழுத்து எடுத்த பின் சுருளுடன் மட்டும் சோதிக்க. முன்னைய வாசிப்பு இன்னமும் நீடித்திருப்பின், சுருள்

மட்டும் கவர்ச்சியொன்றை உருற்றவில்லை யென்றே, தராசானது, அது போதிய உணர் திறனற்ற காரணத்தால் மாற்றத்தைப் பதிய வில்லையென்றே, இரண்டிலொரு முடிவுக்கு வரலாம். மேலும், இரும்புத் துண்டுக்கு மிக அணித்தாய்ச் சுருளை நகர்த்திச் செவ்வை பார்க் கவும் முற்படலாம். அல்லது விற்றராசு முறையைப் புறக்கணித்துவிட்டுச் சிறு விரைகளைக்

பாணியைத் தொங்கவிடுக. ஆணிக்குக் கீழே, சுருள் சில சுரி தூரத்தி லிருக்குமாறு அதை நகர்த்தி, மின்னோட் டத்தைப் பாயவிடுக. யாரும் இயக்கம் உண்டா? என அவதானிக்க. தேவை யாயின், தூரத்தைக் குறைத்து, மறுபடி யும் மின்னோட்டத்தைப் பாயவிட்டு, வினை வுகளை அவதானிக்க.



படம் 4.4

கண்டுபிடிப்பதற்கான உணர்ச்சிபிக்க உபாய மொன்றைப் பயன்படுத்தலாம். அத்தகைய உபாயங்களுள் நாம் நன்று பழகிய வைக்கோற்ற ராசும் ஒன்றாகும். ஆகவே பின்வரும் சோதனை கள் இரண்டையும் இவ்வுபாயங் கொண்டு, அ-து. இரும்புத் துண்டுக்குக் கீட்டச் சுருளை நகர்த்தியும் இரண்டாவதாக ஒரு வைக்கோற் றராசு மீது இரும்பைத் தொங்குமாறு ஒழுங்கு செய்தும் பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க-

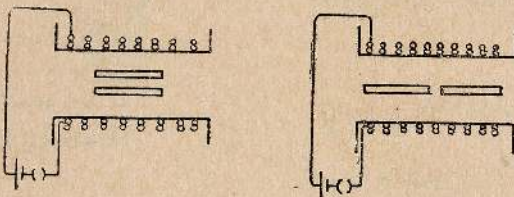
பரிசோதனை. படம் 4.4 இற் காட்டி யுள்ளவாறு வைக்கோற்றராசை ஒழுங்கு படுத்துக. பின்னர், பச்சை வைக்கோலின், மேன்முனையிலிருந்து ஒரு சிறு இரும்

எந்த முறையாகப் பரிசோதனையை நடாத்தியபோதிலும், நாம் அவதானித்தவற்றிலிருந்து ஓர் உண்மை கண்டுகூடு. இரும்புத் துண்டிலிருந்து சுருள் அதிக தூரத்தில் இல்லாதவிடத்து, மின்னோட்டம் பாயத் தொடங்கியதும் சுருளினுள்ளே இரும்புத் துண்டு கவரப்பட்டு, மின்னோட்டம் பாயும் வரை அத்துண்டு அதனுள்ளே இருக்கிறது. மின்னோட்டம் நிறுத்தப்பட்டதும் இரும்புத் துண்டு வெளியே வருவதோடு பழைய நிலையையும் அடைகிறது. சாதாரணமாக, இவ்வினைவை நாம் எதிர்பார்ப்பதில்லை; எனினும், தரப்பட்ட ஒரு திரவியத்தின் இயல்பைச் சோதிப்பதற்கு ஒரு நல்ல வழியை இது வகுக்கக்கூடியதாக இருக்

கக் காண்கிறோம், அ-து, அத்திரவியம் காந்தமா? இல்லையா? என்பதை முடிவு செய்ய உதவுகிறது.

இச்சோதிக்கும் முறையினால், பொதுவாக இரும்பு, நிக்கல், கோபாற்று என்பன காந்தப் பொருள்களெனவும்¹ மற்றையவெல்லாம் காந்தமில் பொருள்களெனவும் அறிய முடியும். எனினும், இவ்வாய்வு முழுமையான தன்று. மேலும், பதார்த்தங்களின் இயல்பு பற்றிய மேலதிகமான ஆராய்ச்சி, உயர்தர அளவில் பின்னர் எடுத்தாராயப்படும்.

உருக்குத் துண்டொன்றை ஒரு வரிச்சுருளி னுள்ளே வைத்து, வரிச்சுருளினூடாக மின் னோட்டத்தைச் செலுத்தி அதனைக் காந்த மாக்க முடியும். இதே முறையாகப் பல உருக் குத் துண்டுகளைக் காந்தமாக்க முடியுமா? அவை அருகருகே கிடக்கும் பொழுது ஒவ்வொரு துண்டினதும் முனைகளிலே எத்த



படம் 4.5

கைய முனைவுகள் உள? அவை, முனைக்கு முனையாக இருக்கும் பொழுது, எத்தகைய முனைவுகள் உள?

மின்காந்தமொன்றின் மெல்லிரும்பு அகணியாற் கவரப்படும் எந்தவொரு மெல்லுருக்குத் துண்டும் இரும்பகணியின் ஒரு பகுதியாகத் தொழிற்படுமா? மேலும், இரண்டு துண்டுகள் ஒன்றாய், ஒரு பெரிய தனியன் மெல்லுருக்குத் துண்டின் அதே வினைவைக் கொண்டிருக்குமா? இவ்விரண்டு வகைகளிலும், இரண்டாவது துண்டு—அது உருக்காகவோ, மெல்லிரும்பாகவோ இருக்கலாம்—அதன் சுயாதீன

முனையில் ஒரு முனைவைக் கொண்டிருக்கு மென எதிர்பார்க்கிறோம். வரிச்சுருளினுள்ளே யிருந்து இரண்டாவது துண்டை அகற்றி, அதன் முனைவுகளைக் காந்தவூதியாற் சோதிப் போம். மெல்லிரும்பினிடத்து, அது வரிச்சுருளினுள்ளே நிலைகொண்டிருக்கையிலேயே சோதனையை நடத்த வேண்டும்.

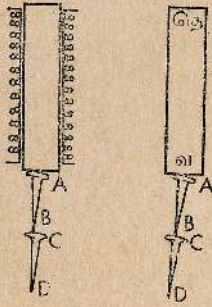
செயல். சவர அலகுகளுக்கேற்ப வடிவப்படுத்திய கடதாசியாலான உருவாக்கியொன்றின் மீது சுற்றிய, இரண்டு கம்பிப் படைகளின் சுருளினுள்ளே இரண்டு சவர அலகுத் துண்டுகளை, முனைக்கு முனையாக வைத்துக் காந்தமாக்குக. உருவாக்கியிலிருந்து சவர அலகுகளை எடுக்க முன்னராக புற முனைகளை அடையாளஞ் செய்து, பின்னர், அவற்றின் முனைவுகளைச் சோதிக்க. முனைகளில் உள்வா முனைவுகள் யாவை? உள்வாயுள்ள முனைகளில், அ-து, வரிச்சுருளினுள்ளே தொடுகையிலிருந்த முனைகளில் முனைவுகள் இருப்பின் அவை யாவை?

இரு இரும்பாணிகள் முனைக்கு முனையாக வரிச்சுருளினுள்ளே வைக்கப்பட்டிருக்கையில், அவற்றின் புறமுனைகளுக்கும் இச்சோதனையை மறுமுடியுஞ் செய்க. புறமுனைகளிலுள்ள முனைவுகள் யாவை?

உருக்கு அல்லது இரும்புத் துண்டுகள், புறம்பாக அவை காந்தமாக்கப்பட்டவையாகவோ, முனைக்குமுனையாக வைக்கப்பட்டு காந்தமாக்கப்பட்டவையாகவோ இருப்பினும் ஒரேவிதமாகவே முனைவுகளைப் பெறுகின்றன. காந்தமொன்று உடையுமிடத்து அது, இரு புறம்பான காந்தங்களைத் தருவது போல, முனைக்கு முனையாக வைத்து ஒன்றாய்க் காந்தமாக்கிய இரு துண்டுகளும் இரண்டு புறம்பான காந்தங்களைத் தருகின்றன. ஒன்றோடொன்று தொடுகையிலிருந்த முனைகள் எதிர் முனைவுகளாகின்றன.

¹ நிரந்தரமான காந்தங்களைச் செய்வதற்கு, சாதாரண உருக்கைவிட சில கலப்புலோகங்கள் சிறந்தவை எனப் பெயர் பெற்றுள்ளன. இக்கலப்புலோகங்களுக்கு அலனிக்கோ, ஐகோலல், அல்கோமாகல், ஹைகோமாகல் என்னும் வியாபாரப் பெயர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அரை நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னர், கோபாற்று உருக்கே சிறந்த நிரந்தர காந்தமாக இருந்தது. ஆனால், இன்று, மேலேகூறப்பட்ட சிறந்த கலப்புலோகங்களே நிரந்தர காந்தங்களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. தலோய்(Stalloy) என்பது, ஒரு சிறந்த “மெல்லுருக்கு” ஆகும். சில பெரைற்றுக்கள் காந்தங்களாக ஆனால், மின்கடத்திவிகளாக உள்ளன. பினையைவை, திரான்சிலெற்றர்களிலே உள்ளமைந்த வானிகளின் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மின்காந்தமொன்றின் AB அல்லது நிரந்தர காந்தமொன்றின் முனைவுடன் மெல்லிரும்புத் துண்டொன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும் பொழுது, காந்தத்திற்கு அப்பாலுள்ள மெல்லிரும்பின் முனையானது, அது தொடுகையிலிருக்கும் காந்த முனையிலுள்ள அதே முனைவத்தைக் கொண்டிருக்கும் (படம் 4.6).



படம் 4.6

காந்தத்தின் கிட்டிய முனை ஒரு வட முனைவாக இருக்கும் பொழுது, முனை B, ஒரு வட முனைவாகும். இரண்டாவதொரு இரும்புத் துண்டு, CD, முதலாவதிலிருந்து தொங்கும் பொழுது, அது D யில் வடமுனைவைக் கொண்டிருக்கும். இதனை இலகுவாகச் சரிபார்க்கலாம். D யை நோக்கி, இன்னொரு காந்தத்தின் வடமுனைவைத் தூரத்திலிருந்து கொண்டு வரும் பொழுது உறுதியான தள்ளுகையொன்று நிகழும். அதை அவதானித்து, இதனை நிரூபிக்கலாம். CD யின் கீழ் முனை ஒரு வடமுனைவாக வருவதற்கு, காந்தத்தின் முனையை AB தொடுவது அவசியமா?

செயல். வலிய காந்தச் சட்டமொன்றை, மரத்தாலான - அளவித் தாங்கியொன்றின் பிடிக்கொண்டு இறுக்கி, அதனை நிலைக்குத்து நிலையில் வைக்க. காந்தத்தின் கீழ் முனையோடு சார்ந்திருக்குமாறு ஒரு கண்ணாடித் தட்டைப் பிடிக்க. பின்னர், கண்ணாடித் தட்டுக்குக் கீழே, இரும்பாணியொன்றைத் தொங்கவிட முயல்க. பொதுவாக, இதனை மிக இலகுவென்று செய்யுவிடலாம். இப்பொழுது, தட்டை மிகக் கீழே, காந்தத்திலிருந்து அப்பால் நகர்த்துக. நகர்த்துகையில் ஆணிக்கு என்ன நடக்கிறது என்பதை அவதானிக்க

பின்பு, ஒன்றிலிருந்து மற்றதாக இரண்டு ஆணிகளைத் தொங்கவிட முயன்று சோதனையை மறுபடியும் செய்க. இதற்குச் சிறு ஆணிகளைப் பயன்படுத்தினால், ஒருவேளை, பல ஆணிகள் கொண்ட சங்கிலிக் கோவையொன்றை அமைப்பதில் நீங்கள் சித்தியடையலாம்.

கண்ணாடி தவிர மற்றைய பொருள்களையும் பயன்படுத்திச் சோதனையை மறுபடியும் செய்க. இதற்கு அட்டைத் தாள் துண்டு, மெல்லிய மரத் துண்டு, இரும்பு, செம்பு, அலுமினியம், பித்தளைத் தகடுகள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துக.

கண்ணாடித் தட்டைப் பிடிக்கையில் ஆணிகளைத் தாங்க முடிந்த அதே முறையில், ஆணிகளைத் தாங்குவதற்கு, மேற்கூறியவற்றுள் ஏதாவதொன்று தடையாய் இருந்ததா?

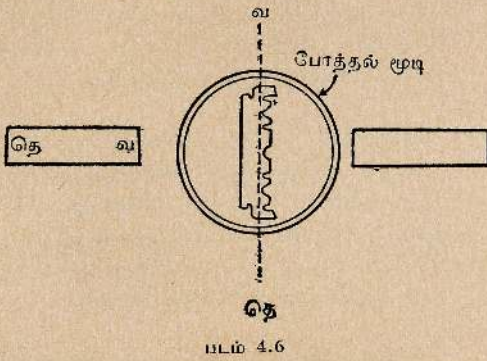
இரும்புத் துண்டுகள், (பெரும்பாலும் உருக்குத் துண்டுகள்) காந்தங்களோடு, அல்லது அவற்றுக்கு அண்மையில் இருக்கும் பொழுது, முனைவுகளைப் பெற்று, முழுக்காந்தங்களாக ஒழுக்கக் காண்கிறோம். இதனையே, காந்தத் தூண்டல் என அழைக்கிறோம். இங்கு, மாதிரியின் முனைகள், தூண்டிய முனைவுகளைக் கொண்டுள்ளன எனப்படும். உருக்கினிடத்து, தூண்டிய முனைவுகள், பொதுவாக, சில நாட்களுக்கு நீடித்திருக்கலாம்; நீடிக்கும்.

உமது பேனாக் கத்தியலகு, திருகு செலுத்தியலகு, பழைய சவர அலகு முதலியன காந்தங்களைப் போல் ஒழுக்கக் கண்டிருக்கிறீர்களா? நீர் அல்லது இன்னொருவர் அவற்றைக் காந்தமாக்கினீர்களா? இல்லையாயின் அவற்றிலுள்ள காந்தத்தை எவ்வாறு விளக்குவீர்? உமது மேசைக்கு அண்மையில் ஏதாவது நிரந்தர காந்தங்கள் வைத்திருக்கிறீரா?

பயிற்சி

சிறு பிளாத்திக்குக் கிண்ணமொன்றிலுள்ள (வெந்நீர்ப் போத்தல் மூடி)

நீரில் மிதக்கும் காந்தமாக்கப்பட்ட பாதிச் சவர அலகொன்றைப் படம் 4.7 காட்டுகின்றன. மிதக்கும் காந்தத்தின் மேற்குத் திசையிலிருந்து ஒரு சட்டக்

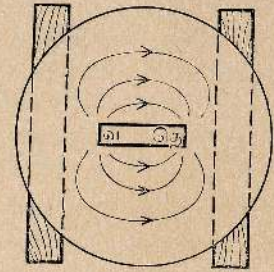
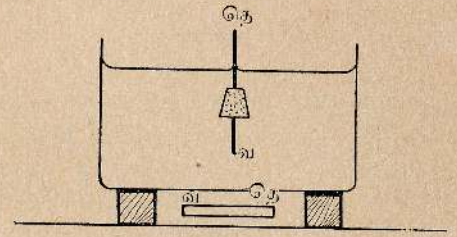


காந்தம் கொண்டு வரப்படுகிறது. இப்பொழுது என்ன நிகழக் காண்கிறீர்? இதே போல் கிழக்கு நோக்கி, மெல்லிரும்புத் துண்டொன்று வைக்கப்படுகிறது. இப்பொழுது என்ன நிகழக் காண்கிறீர்?

காந்தப் புலம்

இவற்றை விளக்கப் படங்கள் வரைக. “பொதிதம் 2” இன் அத்தியாயம் 8 இலே, நிலையின் விசைகளின் தாக்கமானது, புலத்தினதும் விசைக் கோடுகளினதும் கருத்தைப் புகுத்தி அவற்றின் தொடர்பில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. சுழலியிட்ட அல்லது மிதக்கும் காந்தவஸ்திகள், மெல்லுருக்குத் துண்டுகள் போன்ற மற்றைய காந்தங்கள் மீது காந்த மொன்றின் தாக்கமானது, ஒரு வழியில் நோக்குகிடத்து, மின்னேற்றப்பட்ட மற்றைய பொருள்கள் மீதும் மின் கடத்திகள் மீதும் மின்முறையாக மின்னேற்றப்பட்ட ஒரு பொருள் கொண்டுள்ள தாக்கத்தைப் போன்றது. ஒரு காந்தத்தையும் அதன் சுழலியையும் விசைப் புலமொன்றாகவும் விசைக்கோடுகளாகவும் கருதலாம். இக்காட்சியை, காந்தம், மின்னோட்டம் ஆகிய இரண்டிற்கும் கற்பனை செய்து பார்க்க முடியும். எனவே, காந்தமொன்றை, ஒரே பருமனுடைய ஒரு நேர்மின்னேற்றிய பொருளினதும் ஒரு மறை மின்னேற்றிய பொருளினதும் சேர்க்கையொன்றுக்கு நிகர்த்ததாகக் கொள்வ முடியும். அப்பொழுது, விசைக் கோடுகளின் பாதை, காந்தமொன்றினது முனைவுகளின் தாக்கத்தின் கீழ் சுயாதீனமாக ஒரு சிறு வடமுனைவு இயங்குமாலை

எடுக்கும் அதே பாதையை நிகர்த்தது. எனினும், காந்தப் புலத்தைப் பொறுத்தவரை தெளிவான வித்தியாசம் ஒன்று உண்டு. அது, தனிமையாகிய வடமுனைவு ஒன்றையோ, தென்முனைவு ஒன்றையோ பெறமுடியாது என்பதேயாம். ஆகவே, விசைக் கோட்டை, காந்தத்தினது இரு முனைவுகளின் தாக்கத்தின் கீழ், கற்பனை வடமுனைவொன்று இயங்கும் பாதையொன்றாகவே விவரிக்கவேண்டும். எனினும், சிறு காந்தமொன்றை ஏற்ற தக்கையொன்றுடன் பொருத்தி நிலைக்குத்தாக நீரில் மிதக்கச் செய்வதைக் கொண்டு கிடைத்தளத்திலே, இப்பாதையை இலகுவாகக் காணலாம். இதன் கீழ் முனை வடமுனைவாகும். நீர்க்கலத்தின் கீழே வைக்கப்பட்டுள்ள சட்டக் காந்தமொன்றின் முனைவுகளினது தாக்கத்தின் கீழ் மிதக்கும் காந்தமானது, சட்டக்

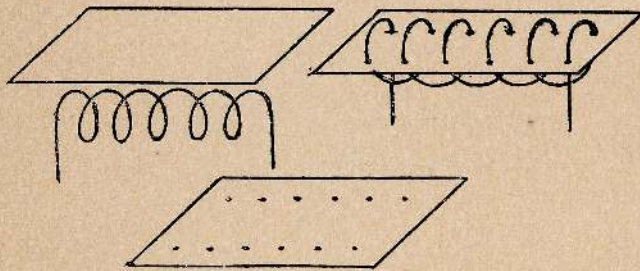


படம் 4.7

காந்தத்தின் வடமுனைவின் அயலிலிருந்து அப்பாலாகவும் அதன் தென்முனைவை நோக்கியும் இயங்குகின்றது. இவ்வாறு இது, ஒரு முழு விசைக்கோட்டை வரைகிறது (படம் 4.8). இரும்புத் துகள்களைப் பயன்படுத்தி விசைக் கோட்டை வரைவது இன்னொரு முறையாகும்.

செயல். துப்புவான கடதாசித் தாளொன்றின் கீழ்ப்புறத்தில் காந்தமாக்கிய ஒரு

பாதிச் சவர அலகை வைக்க. காந்தம் சிக்கும் இடத்திலும் அதன் சுற்றயல் களிலும் கடதாசிப் பாப்புமீது இரும்புத் துகள்களைத் தூவுக. அவை எவ்வாறு கிடக்கின்றன என்பதை நோக்குக. இப் பொழுது, கடதாசியை மெதுவாகத் தட்டி, எதும் மாற்றம் நீகழின் அவதாஸிக்க. இரும்புத் துகள்கள் எவ்வாறு ஒழுங்குபடுத்தப்படுகின்றன என்பதை பரும்படியாக வரைக. (சவர அலகை இங்கு பயன்படுத்த முன்னராக அதைக் காந்தமாக குதல் விரும்பத்தக்கது.) இத்தகைய இரு காந்தமாகிய பாதிச் சவர அலகுகளோடு அவற்றை ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பாய்ப்



படம் 4.9

பல்வேறு ஒழுங்குகளில் வைத்துப் பரிசோதனையை மீண்டுந் செய்ய. ஒவ்வொரு ஒழுங்குக்கும் இரும்புத் துகள் வரிப்படத்தைப் பரும்படாக வரைக.

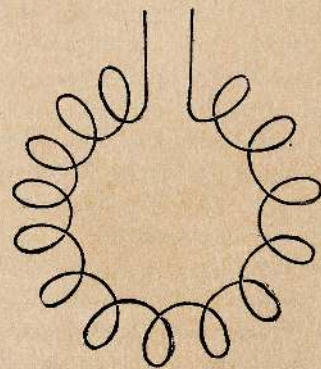
ஒரு வரிச்சுருளினூடாக மின்னோட்டமொன்று பாயும்பொழுது சுருளின் தாக்கமானது, சட்டக் காந்தமொன்றின் தாக்கத்தைப் போன்றது. ஆனால், அதன் காந்தப் புலம் பற்றிய ஆய்வு, வித்தியாசமொன்றைக் காட்டும் காட்டுருவைத் தருகின்றது. இதனை, வரிச்சுருளுக்கு மேலாக, அல்லது அதனை அரைவாசியாக வெட்டுமாறு வைக்கப்பட்ட கடதாசித் தாளொன்றிலே, இரும்புத் துகள்களைத் தூவி விளக்கலாம் (படம் 4.9). முதலிலே வெள்ளைக் கடதாசி ஒப்பப்பட்ட தடிப்பான அட்டைத் தாளொன்றில் துளைக்கப்பட்ட தொலைகரினூடாகக் கம்பியைச் செலுத்தி, சுருள் ஆக்கப்படும். மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது சுருளினூட்ப்பட பரப்பிலும் அதற்குப் புறத்தேயுள்ள பரப்பிலும் இரும்புத் துகள்கள் எவ்வாறு ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்கின்றன என்பதை ஆசிரியர் உங்க

ளுக்கு விளக்கிக் காட்டுவார். உண்மையிலே, இவ்விரும்புத் துகள்கள், சுருளுக்குட்ப்பட பரப்பளவைப் புறக்கணியாது, சுருளின் அச்சுக்குச் சமாந்தரமான, மிகத் தெளிவான கோடுகளை ஆக்கவும் முனைப்பிடுதேயங்களிலே அக்கோடுகள் ஓரளவு வளைந்து இருக்கவும் காண்பீர்கள். பாடசாலையிலே இவற்றைப் பரும்படியாக வரைந்து இவற்றின் வடிவத்தையும் ஒழுங்கையும் அவதானிக்கலாம்.

கேள்வி. சட்டக் காந்தமொன்றின் மீதாகக் கடதாசித் தாளொன்றை ஒழுங்கு செய்து, தானின் மீது இரும்புத் துகள்களை நீங்கள் தூவிய பொழுது, சட்டத்திற்கு உடனடியான மேலேயுள்ள கடதாசிப்பரப்பிலே எவ்வாறு அத்துகள்கள் கிடந்தன? (தேவைப்படின்பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க.)

மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது, ஒரு வரிச் சுருளினுள்ளே இரும்புத் துண்டொன்று எவ்வாறு இழுக்கப்படுகின்ற தென்பதை நாம் கண்டோம். இது, வரிச்சுருளினுள்ளே ஒரு வலிய காந்தப் புலம் உண்டென்பதைச் சுட்டுகின்றது. உண்மையிலே, அங்குள்ள புலம் வலிமை மிக்கதாகக் காணப்படுகிறது. இரும்புத் துகள்கள் அன்னிடத்துத்தம்மை ஒழுங்குபடுத்திக்கொள்ளும் விதம் இதனை உறுதிப்படுத்துகின்றது.

வரிச்சுருளானது, அதன் முனைகள் இரண்டும் ஒருமிக்கும்படி கொண்டுவருவதற்கு வளைக்கப்படும்பொழுது (படம் 4.10), விசைக் கோடுகளின் வடிவு எவ்வாறு அமையும்?

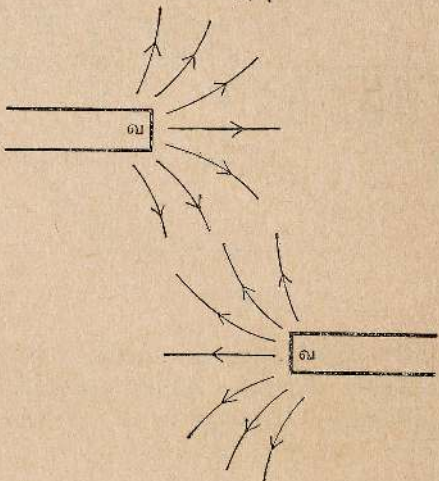
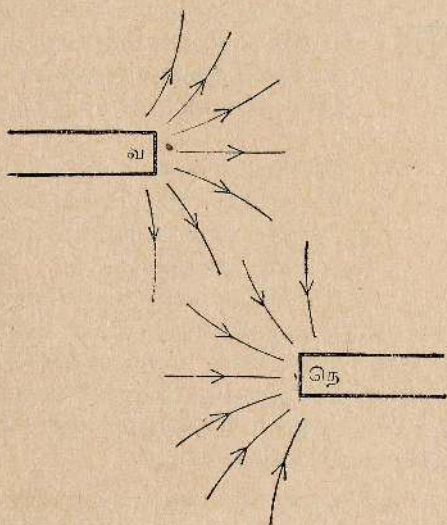
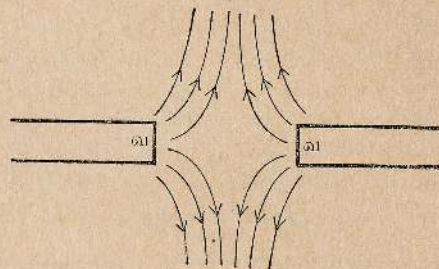
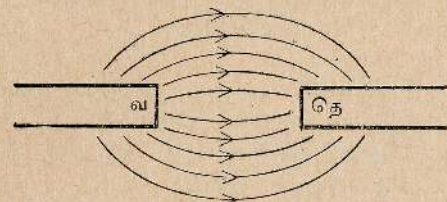


படம் 4.10

நேர்க்கடத்தியொன்றும், அதனுடாக மின்னோட்டமொன்றும் பாயும்பொழுது காந்த விளைவுகளை ஆக்குகின்றன. அட்டைத் தாளொன்றை அல்லது மரத்தாளொன்றைக் கிடையாக ஒழுங்குசெய்து, அதிலுள்ள ஒரு துளை னுடாகத் தடித்த செம்புக் கம்பியொன்றை

திசையாகும். இதற்கு எதிராக, இலத்திரன் பாய்ச்சல் உள்ளது.)

விசைக் கோடுகள் பற்றிய கருத்தைப் பயன்படுத்தி காந்தப் புலத்தை விரித்துரைக்கக் கூடியதாக இருக்கும்பொழுது, இப்புலம் பற்றிய எங்கள் கற்பனைப் படம் இன்னும் மிகப்



(அ)

(ஆ)

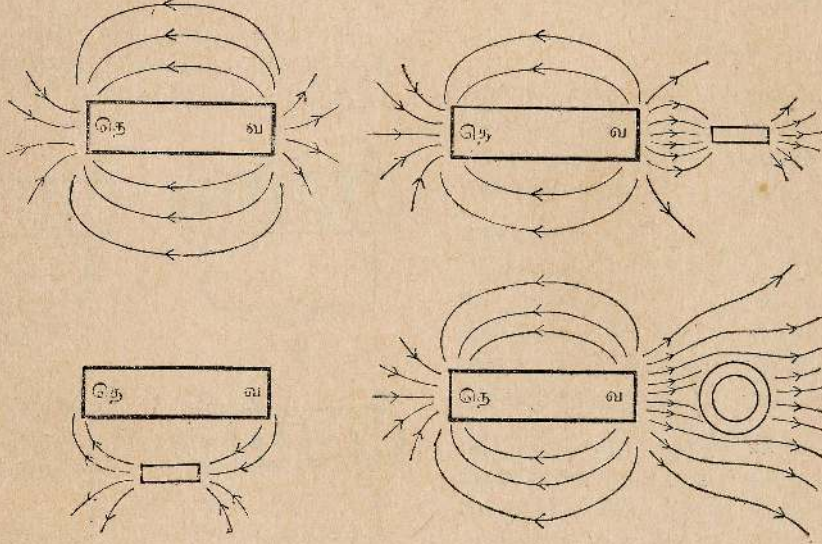
படம் 4.11

நிலைக்குத்தாகச் செலுத்தியபின், கணிசமான வளவு மின்னோட்டம் அதனுடாகப் பாயும் பொழுது ஆக்கப்படும் இரும்புத் துகள் படமொன்றை உமது ஆசிரியர் காட்டுவார். அதிலே, குறிப்பாகக் கம்பிக்கு மிகக் கிட்டவுள்ள இரும்புத் துகள்கள், கம்பியை மையமாகக் கொண்டு வட்டம் வட்டமாக ஒழுங்குபடுத்தியிருக்கக் காண்பீர்கள். இவ்விசைக் கோடுகளின் போக்கு, கம்பியின் வழியே மின்னோட்டம் பாயும் போக்கில் நோக்குமிடத்து (இங்கு கம்பிக்கு மேலுங் கீழுமாக) வலஞ்சுழியாக உள்ளது. (வழக்கு முறை மின்னோட்டத்தின் திசையே இங்கும் பயன்படுத்திய

பிரயோசனம் மிக்கதாகிறது. அல்லாம, லும் ஒரே போக்கிலுள்ள கோடுகள் ஒன்றையொன்று கவருகின்றன, எதிர்ப்போக்கிலுள்ள கோடுகள் ஒன்றையொன்று பக்க வழிகளில் தள்ளுகின்றன என்னும் இவ்விரு இயல்புகளுடன் விசைக்கோடுகளைச் சேர்த்துக் கொள்வோமாயின் கற்பனைப் படம் இன்னும் அதிக பிரயோசனம் மிக்கதாகிவிடுகிறது. இக்கருத்துக்கள், முதலாவதாக இரண்டு நிகரா முனைவுகளுக்கிடையிலும் இரண்டாவதாக இரண்டு நிகர்த்த முனைவுகளுக்கிடையிலும் இரும்புத் துகள்கள் தாமாக ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்ளும் முறையிலிருந்து உருவாக்கப்படுகின்றன (படம் 4.11).

ஒரு காந்தத்தின் புலம், அதற்கு அண்மையில் இன்னொன்றைக் கொண்டு வருகையில் எவ்வாறு மாறுகின்றது என்பதை முன்னரே கண்டோம். மெல்லுருக்குத் துண்டொன்றை புலத்திலே, ஒரு சிறு சட்டக் காந்தத்தின் தொடர்பாகப் பல்வேறு நிலைகளில் வைக்கும் பொழுது அது எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறது?

செயல். நன்றாகக் காந்தமாக்கிய பாதிச் சவர அலகொன்றையும் (கழித்தெறிந்த தகரத்திலிருந்து வெட்டப்பட்ட) செவ்வகத் தகரத் துண்டொன்றையும் ஒரு



படம் 4.12

வரிசையிலிருக்குமாறு ஒழுங்குசெய்க. அவற்றின் மீதாகக் கடதாகித் தாளொன்றை வைத்து இரும்புத் துகள்களைத் தூவுக. இரும்புத் துகள்கள் எவ்வாறு தம்மை ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்கின்றன என்பதை அவதானிக்க. பின்னர், அவற்றின் காட்டுருவைப் பருமட்டாக வரைக. காந்தமாக்கிய பாதிச் சவர அலகுக்கு அருகாமையில் இரும்புத் துண்டு இருக்கையில் பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க.

தூண்டிய முனைவுகளின் ஆக்கத்தைக் காந்தப் புலத்துடன் இலகுவாகத் தொடர்புபடுத்தலாம். தூண்டிய முனைவுகள் ஆக்கப்படுகின்ற இரும்புத்துண்டின் நடத்தை, இப்பொழுது

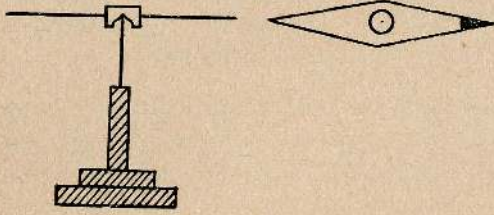
இரும்புத் துண்டின் ஒரு பிரதேசத்தில் முடிவடைந்து மற்ற முனையில் ஆரம்பிக்கும் கோடுகளோடு விசைக் கோடுகளின் இன்னொரு ஒழுங்கு முறையாகக் கருதலாம். மேலும் (படம் 4.12) இக்கோடுகள் 'செறிவாயுள்ள ஒவ்வொரு பிரதேசத்திலுமுள்ள தூண்டிய முனைவையும், முனைவின் இனத்தையும் இலகுவாகத் தொடர்புபடுத்தலாம்.

விளங்கிக் கொள்வதற்கும், பொருள் கூறுவதற்கும், எதிர்வு கூறுவதற்கும் இப்படங்கள் பேரளவிற பிரயோசனமுள்ளவையாக

ஒருபுறம் இருக்க, பல்வேறு காந்த, மின் காந்தக் கோட்பாடுகள் பற்றிய ஒரு படத்தைத் தருவதற்கு, சிறப்பாக, மைக்கல் ஃபரடே போன்ற பெயர்பெற்ற முன்னோர்கள் விஞ்ஞானிகளினாலும் இக்கருத்துக்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன என்பதை நாம் ரூபகத்திற்கொள்ள வேண்டும். அத்துடன், விசைப்புலம், விசைக்கோடுகள் பற்றிய எண்ணக்கருவானது, சிறப்பாக, காந்தங்களும் கடத்திகளும் ஒன்று மற்றையதன் தொடர்பாக இயங்கும் விதத்தை விளங்கிக் கொள்ளவும் நினைவில் வைக்கவும் பேரளவில் பிரயோசனப்படுகிறது.

பல வட்டக் கம்பிச் சுற்றுக்களைக் கொண்ட சுருளொன்றின் நீளத்தை, அதன் விட்டத்தோடு ஒப்பிடுமிடத்து, அது மிக நீண்டது

இத்தகைய சுருளொன்று நீண்ட உருளைக் காந்தமாக ஒழுக்குகின்றது. இது, ஒரு முனையில் வட முனைவொன்றையும், மறுமுனையில் தென்முனைவொன்றையும் காட்டுகின்றது. (படம் 4.13 இற காட்டப்பட்ட வகையான,

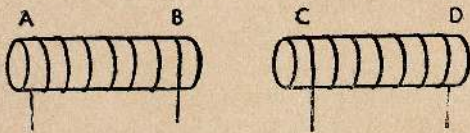


படம் 4.13

சுழலையில் காந்தவழிகளின் துணைகொண்டு சுருளின் அல்லது வழக்கில் வழங்கப்படும் வரிச் சேருளின் முனைகளைச் சேர்த்துக் கொடுத்தும் பொழுது சுமற்கூறிய உண்மைகள் தெளிவாகின்றன.)

அது இவ்வாறு ஒழுக்குவதற்கு, வரிச்சுருளின் சுற்றுக்களினூடாக மின்னோட்டம் பாய்வதே காரணமாகும். இங்கு, வரிச்சுருளின் ஒரு முனையை மற்றைய முனையிலிருந்தும் வித்தியாசமாக ஒழுகச் செய்வது யாது? இதற்குரிய காரணம் சுருள் சுற்றப்பட்டிருக்கும் விதமா?

இனி, ஒரு சுருளை வரிப்பட மூலம் குறித்து, அது எவ்வாறு சுற்றப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுவோம் (படம் 4.14). AB, CD என்பன, புறம்பான உருவாக்கிகளின் சுற்றப்பட்ட இரு சுருள்கள். இடப்புறத்திலிருந்து சுற்றுக்களை நோக்குமிடத்து, AB யில் சுற்றுதல் வலஞ்சுழியாகவும், CD யில் இடஞ்சுழியாகவும் இருக்கக் காணலாம். எனவே சுற்றின் திசைக்கேற்ப முழுச் சுருளையும் பொறுத்த வரை அது வித்தியாசமானது என்னும் கருத்தை இது அளிக்கிறது. ஆனால், இங்கு,



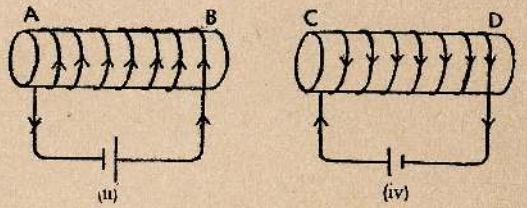
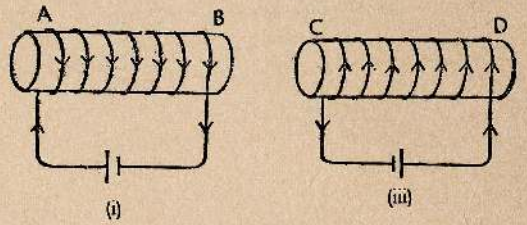
படம் 4.14

முனைகளிலுள்ள வித்தியாசங்களைப் பற்றியதாக எமது சிந்தனை இருக்கிறது. முனை A யைப் பார்த்த வண்ணம் இங்குதான் சுற்றல் ஆரம்

பிக்கப்பட்டதெனக் கொள்வோமாயின், இது வலஞ்சுழியானது. முனை B யைப் பார்த்த வண்ணம், முனை B யின் சுற்றல் ஆரம் பிக்கப்பட்டதெனக் கொள்வோமாயின், இது இன்னமும் வலஞ்சுழியானதே. சுருள் CD யைப் பொறுத்த வரை, இதே முறையாக முனைகளை நோக்குமிடத்து, சுற்றல்கள் இடஞ்சுழியானவை. இது ஒரு வித்தியாசமாகும்.

AB யிற்கு ஒரு மின்கலத்தை இரு வழிகளில் இணைக்கலாம். அவ்வாறே CD யிற்கும் இரு வழிகளில் இணைக்கலாம். இது இன்னொரு வித்தியாச உடைமையாகும்.

பரிசோதனையானது, (1) இதே முனை A, தென் முனைவொன்றாக ஒழுக்குகின்றது எனக் காட்டுகிறது. (iv) இலே முனை C யும் தென்

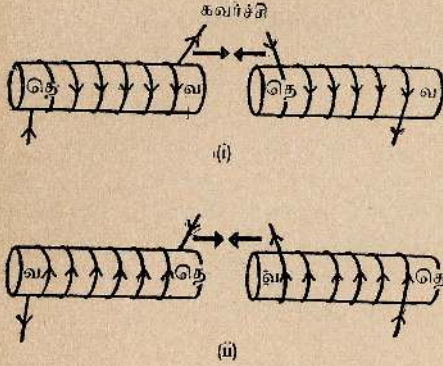


படம் 4.15

முனைவாக ஒழுக்குகிறது. (ii) இலே முனை A யும் (iii) இலே முனை C யும் வட முனைவுகளாக ஒழுக்குகின்றன. (i) இலே முனை B யும் (iv) இலே முனை D யும் வட முனைவுகளாக ஒழுக்குகின்றன. இதேபோல் (ii) இலே முனை B யும் (iii) இலே முனை D யும் தென் முனைவுகளாக ஒழுக்குகின்றன. இவை எல்லா வற்றையும் இரண்டு வகைகளாகத் தொகுக்கலாம். சுருளின் ஒரு முனையைப் பார்த்த வண்ணம் அதனை நோக்குவதாகக் கொள்வோம். (1) மின்னோட்டம் வலஞ்சுழியாய் இருப்பின், அம்முனை ஒரு தென்முனைவை நிகர்த்தது என்றும், இடஞ்சுழியாயிருப்பின் அது வட முனைவை நிகர்த்தது எனவும் கூறலாம்.

(இவ்விதியை நினைவு கூறுவதற்கு 2 வலஞ் சுழிக்கும் 2 இடஞ்சுழிக்கும் உதவும்.)

மேலே தரப்பட்ட கூற்றானது, மின்னோட்டம் பாயும் போக்கைப் பரிசீலனை செய்யு, அதனை யும் பரிசோதனையால் கண்டவாறு சுருளின் முனையிலே “ முனைவின் ” இயல்பையும்



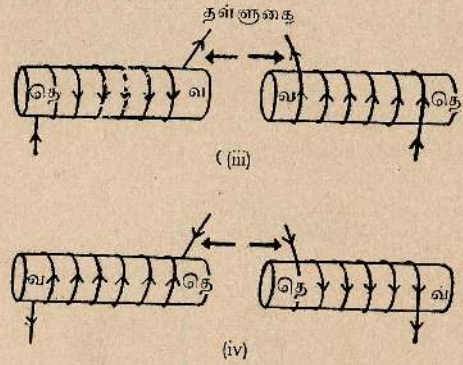
படம் 4.16

தொடர்புபடுத்தி வெளிக்கொணர்ந்த ஒரு விதியாக மட்டுமே இருக்கின்றது. இதிலிருந்து, காந்தப் புலத்திற்கு எவ்வாறு மின்னோட்டம் எதுவாகின்றதோ அவ்வளவிற்கு, முனைகளின் முனைவத்திற்கு இவ்வலஞ்சுழி, இடஞ்சுழி மின்னோட்டங்களும் எதுக்களாக இருக்கின்றன எனலாம். இக்கற்பனைப் படம் பேரளவிற்கு பிரயோசனம் மிக்கது. இதனைப் பின்வரும் அத்தியாயங்களிற் கவனிப்பீர்கள்.

படம் 4.16 இல், வரிப்பட முறையாகக் காட்டப்பட்ட சுருளானது, மேலே கூறப்பட்ட வற்றின் ஒரு பொழிப்பாகப் பயன்படுகிறது. மேலும், மேலேயுள்ள உய்த்தறிதல்களைச் சரிபார்ப்பதற்கு ஒரு பரிசோதனையையும் தற்செயலாகத் தெரிவிக்கிறது.

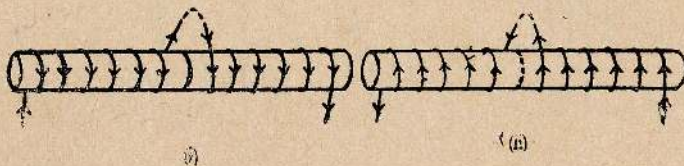
சுருளொன்றின் ஒவ்வொரு முனைக்கும் எதிரே, மின்னோட்டம் பாயும் போக்கிற்கு ஏற்ப “ முனைவம் ” குறிக்கப்பட்டுள்ளது. பரிசோதனை

புலம் முனைகளுக்கிடையே தம்முள் தாக்கம் ஆராய்ப்பும்பொழுது, “ முனைவம் ” தெரிவிக்கும் முறையாகவே கவர்ச்சி/தள்ளுகை நிகழக் காணப்படுகிறது. இங்கு, ஒரு சுருளின் முனை மற்றையதுடன் கிப்டிய முனையைக் கவருமிடத்து, சுவையான தோற்றப்பாடொன்று நிகழ்கிறது.



இதிலே வலப்புறத்துச் சுருளை இடப்புறத்துள்ள சுருளின் ஒரு தொடர்ச்சியாகக் கருதக் கூறும். மேலும் கம்பிகளைத் தொடுத்தல், மின்னோட்டம் பாய்ந்து கொண்டிருக்கும் திசையை எவ்வாற்றாலும் பாதுகாக்கப்பட்டது (படம் 4.17).

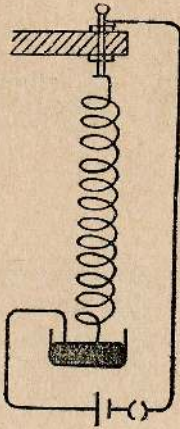
இரண்டு சுருள்களினது உருவாக்கிகளும் தொடுக்கப்பட்டு, பின்னர் கம்பிகளுந் தொடுக்கப்படின, இதன் விளைவாக ஒரு தொடர்ச்சியான சுருள் கிடைக்கும். (படம் 4.16). சுருள்கள் புறம்பாக இருக்கும் பொழுது, முதலாவது கண்டறிச் சுற்று, இரண்டாவது முதற் சுற்றைக்கவருகின்றது எனலாம். அவை இப்பொழுது தொடுக்கப்பட்டுள்ளன என்பது இக்கவர்ச்சி மறைவதற்கு ஒரு காரணமாக இருக்கக்கூடாது. எனவே, மின்னோட்டம் பாயுஞ் சுருளொன்றிலே கம்பியின் அடுத்துள்ள சுற்றுக்கள் எப்பொழுதும், தம்முள் கவர்ச்சி விசைகளால் தாக்கப்படுகின்றன என்று இங்கு



படம் 4.16

கூறவேண்டிய நிர்ப்பந்தம் ஏற்படுகிறது. இவ்வியைன் தாக்கம் தானாகவே வெளிப்படையானதா? என்பதே இங்கு எழும் பிரச்சினையாகும்.

செய்து காட்டல். உமது ஆசிரியரால் கம்பியின் அடுத்துள்ள சுற்றுக்களுக்கிடையே தம்முட்கவர்ச்சி கண்கூடு என்பதை ஒரு பரிசோதனை மூலமாக உங்களுக்கு எடுத்துக் காட்ட முடியும் (படம் 4.18). இங்கு வரைந்து காட்டியுள்ள சரிவில்லானது, மின்னோட்டம் பாயும் போது அலைந்துகொண்டேயிருக்கும்.



படம் 4.18

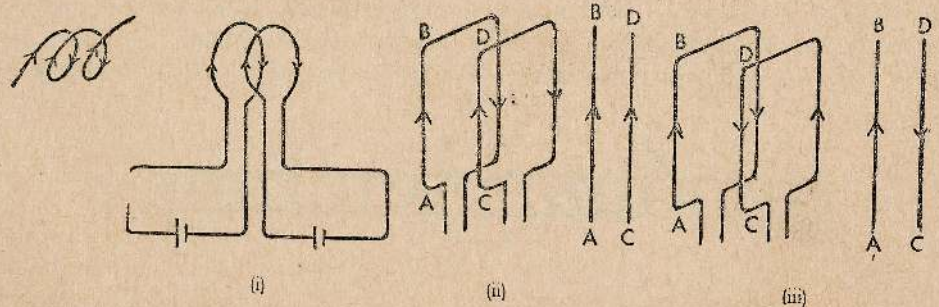
இங்கு, சுருளைத், “துள்ளச்” செய்வது யாது? இது மீண்டும் சென்று இசைத்தைத் தொடர் செய்வது யாது?

ஒரு சுருளின் அடுத்துள்ள இரு சுற்றுக்கள், தம்முட்கவர்ச்சி விசைகளை உண்டுபடுத்துகின்றன. இவ்விசைகள், அவை காவும் மின்னோட்டங்களின் காரணமாக எழுகின்றன. எனின்,

இரண்டு தனித்தனியான கம்பித் தடங்களுக்கிடையே அவை மின்னோட்டங்களைக் காவுமிடத்து இத்தகைய தாக்கம் இருக்குமா? நாம் கருத்திற் கொண்ட இத்தடங்கள், கட்டாயமாக அதே மின்சுற்றில் இருக்கத் தேவையில்லை, மேலும் அவை கட்டாயமாகவே வட்டவடிவிலாவாகவும் இருக்கவேண்டியதில்லை. ஆனால் அவற்றினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டமானது, அதே சுருளின் அடுத்துள்ள சுற்றுக்களுடாகப் பாயும் அதே முறையில் இருப்பது அவசியம். மின்னோட்டம் எதிர்ப் போக்கிலுள்ள பொழுது அவற்றிற்கிடையே தம்முள் தாக்கம் ஏதாவது இருப்பின், அது யாது? கடத்திகள் தடங்களின் வடிவிலிராமல் நேரியவையாக இருப்பினும் அங்கு ஏதாவது தம்முள் தாக்கம் உண்டா? இவற்றுக்குரிய எங்கள் விடை பின் வருமாறு இருக்கவேண்டும்.

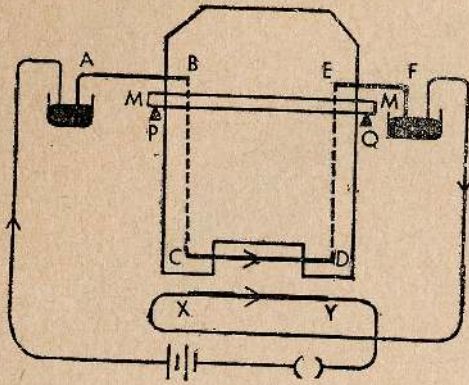
“ஒரே போக்கில் மின்னோட்டத்தைக் கொண்டுள்ள இரண்டு தடங்கள் எவையேனும் ஒன்றையொன்று கவரும். மின்னோட்டங்கள் எதிர்ப் போக்கில் இருப்பின், தடங்களுக்கிடையே தம்முள் தள்ளுகை இருக்கும். கடத்திகள் நேரியவையாயின், அவ்விடத்தும், அதே தம்முள் தாக்கம் இருக்கும்; அ-து, மின்னோட்டங்கள் ஒரே போக்கிலிருக்கையில் ஒன்றையொன்று கவருதலும், எதிர்ப்போக்கிலிருக்கையில் ஒன்றையொன்று தள்ளுதலும் நடைபெறும்.”

இவ்விடைகள், கிரகித்துக் கொள்ளும் முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. முதலிலே, வட்டத் தடங்களுடன் ஆரம்பித்து, அவற்றை நேரிய பகுதிகளாய்ப் பின்னர் கருதி, ஈற்றிலே தனியாகிய நேரிய கடத்திகளாகப் பாவித்து, இதுவரை பரிசோதனைகளை நடாத்தியுள்ளோம் (படம் 4.19).



படம் 4.19

செய்து காட்டல். இவ்வயத்தறிதல்களைச் சரிபார்க்கும் நோக்குடன், உமது ஆசிரியர் பரிசோதனையொன்றை நடாத்துவார். நீங்கள் கூட ஆய்கருவியை விரைவாக அமைக்கக்கூடும். ஆனால், இங்கு பெரிய மின்னோட்டங்களே தேவைப்படுவதால் உலர் கலங்கள் எவ்வித பயனுமற்றவை. நைஃப் கலங்கள் இங்கு முக்கியமானவை. எனவே, உங்கள் ஆய்கருவியைப் பாட சாலைக்கு எடுத்துச் சென்று, அங்கே அதனைச் சோதித்துப் பாருங்கள்.



படம் 4.20

கம்பி ABCDEF என்பது, படம் 4.20 இற் காட்டப்பட்டுள்ள ஒழுங்கிலுள்ள இயங்கும் பகுதியாகும். விரைப்பான அட்டைத் தாள் துண்டொன்றின் மீது கம்பி தாங்கப்பட்டு, P, Q ஆகிய இரண்டு கடத்தியோரங்கள் பற்றி; அது ஆடலுறாமாறு சமநிலைத் தானத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. MN என்பது ஒரு கண்ணாடிக் கோல், அல்லது குழாயாகும். இது அட்டைத் தாளுடன் பிசுப்பூசிய கடதாசியால், அல்லது செலோரேப்பினால் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கம்பிக்குரிய மின்தொடுப்பு இரசக் கிண்ணத்தூடாகச் செல்லும்.

தொடுக்கும் கம்பியின் பகுதி XY ஆனது CD யிற்கு அண்மையிற் பிடிக்கப்படும் பொழுது, அங்கு கவர்ச்சியைக் காட்டும் அசைவொன்றை எதிர்பார்க்கிறோம். அதனை YX எனப் புறமாற்றி CD யிற்குக் கிட்டப் பிடிக்கும் பொழுது தள்ளுமையொன்றை எதிர்பார்க்கிறோம்.

(இவ்வாய்கருவி, மற்றைய உண்மைகளைச் சரிபார்ப்பதற்கும் பயன்படும்.)

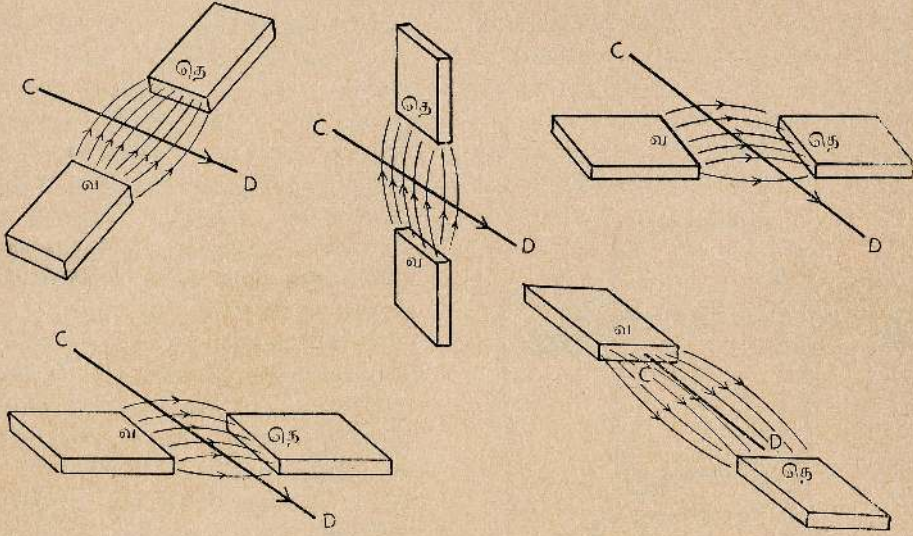
இரண்டு கடத்திகள் மின்னோட்டங்களைக் காவுப் பொழுது, இந்த முறையான தம்முள் விசைகளை ஏன் அனுபவிக்கின்றன என்பதற்குக் காரணம் யாது? இதற்கு எங்களால் உடனடியாக விடை கூற முடியாது. எனினும், தற்போதைக்கு, இதுவரை பரிசோதனைகளை நடாத்திய வழியில் நின்று, இதனை ஆராய்ந்து பார்க்க முடியும். அதாவது, இவ்விசைகள், இயல்பிலே காந்தசக்தி வாய்ந்தவை. மேலும் இரண்டு கடத்திகளுடாகவும் மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது, அதைத் தொடர்ந்து ஆக்கப்படும் காந்தப் புலங்களால், இவ்விரண்டு கடத்திகளும் தாக்கமுறக் காணப்படுகின்றன. இவ்வழியே கருதுமிடத்து, பின்வரும் கேள்வியொன்று எழும். அதாவது, மின்னோட்டத்தைக் காவுப் கடத்தியொன்று, சட்டக் காந்தம், அல்லது U காந்தமொன்றின் காந்தப் புலத்திலே வைக்கப்படும்பொழுது, விசையொன்றை அனுபவிக்கின்றதா? இவ்விடத்தில், கடத்திக்கு அண்மையில் வைக்கப்பட்ட காந்தவூசியொன்று திருப்பப்படுவதை நினைவுகூர்வோம். எனவே, மேலேயுள்ள சந்தர்ப்பத்திலும், கடத்தியானது சுயாதீனமாக இயங்குமாறு வைப்பின், அது திருப்பப்படும் என நாம் எதிர்பார்க்கலாம்.

இனி, நாம் ஊடுதவற்றைச் சோதிப்பதற்குப் பரிசோதனைகளை நடாத்தவேண்டும். படம் 4.20 இலுள்ள ஆய்கருவி, இவற்றிற்கும் உகந்த ஒழுக்கொன்றாகும். கம்பியின் பகுதி XY யை CD யிற்கு அண்மையில் வைப்பதற்குப் பதிலாக, இரண்டு சட்டக் காந்தங்களை, அவற்றின் நிகரா முனைவுகள் CD யின் இருமருங்கிலும் இருக்குமாறு, பல முயல்வுவழு முறைகளைக் கையாண்டு சிறந்த தானத்தில் வைக்கப்படும். இவ்விரண்டு சட்டக் காந்தங்களுக்கும் பதிலாக, ஒரு வலிமைமிக்க U காந்தத்தையும் பயன்படுத்தலாம்.

மின்னோட்டத்தைக் கொண்ட கடத்தியொன்று, ஒரு காந்தப் புலத்தில் இருக்கும்பொழுது பொறிமுறை விசையொன்றை அனுபவிக்கக் காண்கிறோம். மின்னோட்டத்தின் விசைக்குச் செங்குத்தாகப் புலம் உள்ள பொழுது இவ்விசையின் பெறுமானம் மிகப் பெரியது. விசைக் கோடுகளும் மின்னோட்டத்திசையும் சமாந்தரமாயுள்ள பொழுது, அங்கு விசை இல்லை. இவ்வுண்மைகள், பல பரிசோதனைகளிலிருந்தும் பல முயல் வழுமுறைகளாலும் வெளிப்

படுத்தப்பட்டுள்ளன. படம் 4.21 இற் காட்டப்பட்டுள்ள ஒழுங்கிலே, மின்னோட்டத்தைக் கொண்ட கடத்தியினதும் காந்தப் புல விசைக் கோடுகளினதும் தொடர்பு நிலைகள் மாற்றப்படக்

$X'OX$, $Y'OY$, $Z'OZ$ என்னும் (படம் 4.22) மூன்று, ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயமைந்த கோடுகளை, இம்மூன்று திசைகளையும் அடையாளமறிவதற்குப் பயன்

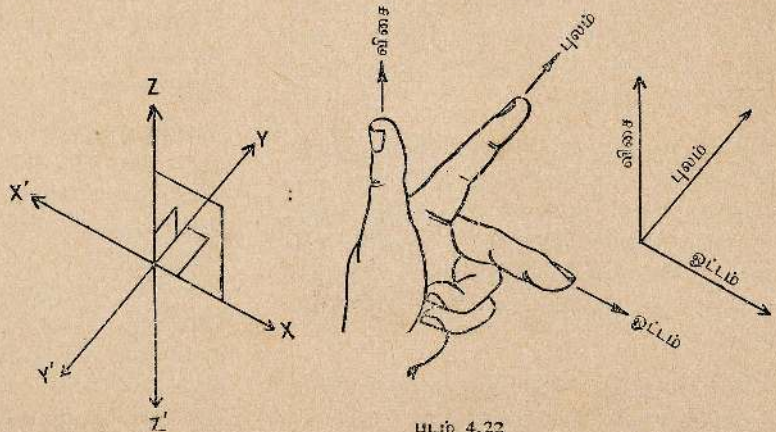


படம் 4.21

கூடியன. அத்துடன் மாற்றப்படும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும், கடத்தி CD எளிதாக இயங்குவதை அவதானிப்பதைக் கொண்டு, கடத்தியீது தாக்கும் பொறிமுறை விசையின் திசை பற்றி ஓர் அனுமானம் எடுக்கப்படும். எனினும், விசைக்கோடுகளை CD யிற்குச் சமாந்தரமாக்குதல் சில இன்னல்களைத் தரும். ஆனால், விசைக் கோடுகளுக்கும் மின்னோட்டத்திற்குமிடையேயுள்ள கோணத்தைப் படிப்படியாகக் குறைக்குமிடத்து நிகழ்வதை அவதானித்து, இவ்வகைக்கும் ஓர் அனுமானத்தைப் பெறலாம் (படம் 4.21).

படுத்தலாம். இங்கு, புலமும் ஓட்டமும் செங்கோணங்களில் உள்ளன என எடுத்துக்கொள்ளப்படும். எனினும் $X'OX$ (என்க) வழியே மின்னோட்டம் பாயும் திசைபற்றி வேறுபடுத்தியறிய வேண்டும். என்னெனில் பாய்ச்சல் OX வழியோ, OX' வழியோ இருக்கலாம் ஆதலின் என்க. இதே போன்ற ஆராய்ச்சிகள், காந்தப் புலத்திற்கும் அவசியமாகின்றன. இங்கும், $Y'OY$, புலத்தின் திசையாயின், அதன் போக்கு OY , அல்லது OY' வழியே இருக்க

ஒரு காந்தப் புலத்திலே கடக்கும் நேரிய கடத்தியொன்றின் மீது தாக்கும் பொறிமுறை விசையானது மின்னோட்டத்தின் திசை, புலத்தின் விசைக்கோடுகள் ஆகிய இரண்டிற்குச் செங்கோணங்களில் உள்ளது. ஆயின்,



படம் 4.22

லாம். பொறிமுறை விசையின் தாக்கக் கோடும் திசையும், மின்னோட்டம் பாயும் திசையிலும் காந்தப் புலத்தின் திசை, போக்கு என்பவற்றிலும் தக்கியுள்ளன.

இடக் கையிலுள்ள பெருவிரல், சுட்டு விரல், நடுவிரல் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி, நேரலை கூறிய மூன்று திசைகளையும் அடையாளம் காண முடியும். இவற்றுள், பொறிமுறை விசையின் திசையை எப்பொழுதும் பரிசோதனை முறையாகவே கண்டறிய வேண்டி இருக்கிறது. காரணம், எல்லா மாறுதல்களையும் மனத்திலே ஞாயகமாக வைக்க முடியாது. இவ்விதி முதலிலே, **ஃபிளெமிங் (Fleming) என்பவரால் தரப்பட்டு ஃபிளெமிங் இடக் கைவிதி** என்ற வழங்கப்படும் வருவிறது.

விதி. இடக்கைப் பெருவிரல், சுட்டு விரல், நடுவிரல் ஆகிய மூன்றையும் நன்றாக விரித்து, அவை ஒன்றுக்கொன்று செங்கோணங்களில் இருக்குமாறு பிடிக்க இப்பொழுது காந்தப் புலத்தின் திசையும் போக்கையும் காட்டுமாறு சுட்டு விரலைத் திசைப்படுத்துக. அவ்வாறே மின்னோட்டத்தின் திசையையும் போக்கையும் காட்டுமாறு நடு விரலைப் பிடிக்க அப்பொழுது, கடத்தி மீது தாக்கும் பொறிமுறை விசையின் திசையையும் போக்கையும் பெருவிரல் காட்டும். (சுட்டு விரல் புலத்தையும் நடு விரல் மின்னோட்டத்தையும் காட்டுகின்றன என்பதை மட்டும் மறவாது நினைவிற்கு கொள்ள வேண்டும். இதிலே ஐயமோ, திடயின்மையோ ஏற்படின், இவ்விதி பிரயோசனமற்றதாகி விடும்.)

மின்னோட்டமொன்றின் காந்த விளைவு பற்றியும் மின்னோட்டங்கள், காந்தப் புலங்கள் என்பவற்றுக்கிடையேயுள்ள தம்முள் தாக்கம் பற்றியும் இதுவரை கிடைத்த தகவல்களை இப்பொழுது தொகுப்போமாக.

1. ஒரு கடத்தியூடாக மின்னோட்டமொன்று பாயும்பொழுது காந்தப் புலமொன்று ஆக்கப்படுகிறது. இப்புலத்தின் விசைக்கோடுகள், கடத்தியொடு ஒருமையமாகக் கிடக்கும் வட்டங்களாகக் கொண்டுள்ளன. (கடத்தி வழியே, மின்னோட்டம் பாயுந் திசையில் நோக்குவதாகக் கற்பனை

செய்யுமிடத்து அக்கோடுகளின் போக்குகள் வலஞ்சுரியானவை.)

2. மின்னோட்டமொன்றைக் கொண்ட வரிச் சுருளொன்று, ஒரு காந்தத்தைப் போல் ஒழுங்கின்றது. அதனுள்ளேயுள்ள விசைக்கோடுகள், பொதுவாக, வரிச்சுருளின் அச்சிற்குச் சமாதாரமானவை. அவற்றின் போக்கு, பொதுவாக, அதன் தென்முனைவ முனையிலிருந்து அதன் வடமுனைவ முனை நோக்கிதாய் இருக்கும். வரிச்சுருளினுள்ளே புலம் அறிவலிமை மிக்கதாக இருக்கும்.
3. உருக்குத் துண்டுகளை மின்னோட்டமொன்றால் காந்தமாக்க முடியும். ஒரு வரிச்சுருளினுள்ளே காந்தமாக்க வேண்டிய துண்டை வைத்து, வரிச்சுருளினுடாக மின்னோட்டத்தைப் பாயச் செய்வதே இதற்குரிய சிறந்த ஒழுங்கு முறையாகும்.
4. ஒரு மெல்லிரும்பு அகனியின் மீது கம்பிப் படைகளைச் சுற்றி மின்காந்தங்கள் செய்யப்படுகின்றன.
5. இரண்டு நேரிய, சமாதாரக் கடத்திகளினூடாக மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது, ஒன்று மற்றையதன் மீது தம்முள் விசைகளை உருற்றுகின்றன. மின்னோட்டம் ஒரே போக்கிலுள்ள பொழுது, அவற்றுக்கிடையே கவர்ச்சியும், எதிர்ப்போக்கிலுள்ள பொழுது அவற்றுக்கிடையே தள்ளுதலும் உள.
6. மின்னோட்டத்தைக் கொண்ட நேரிய கடத்தி யொன்று ஒரு காந்தப் புலத்திலுள்ள பொழுது, பொறிமுறை விசையொன்றை அனுபவிக்கின்றது. இவ்விசையின் திசையும், போக்கும், மின்னோட்டத்தின் திசையிலும் போக்கிலும், காந்தப் புலத்தினது திசையிலும் போக்கிலும் தக்கியுள்ளன. (விசையின் திசையையும், போக்கையும், மற்றைய இரண்டும் தெரிந்துள்ள பொழுது, உய்த்துணர்வதற்கு இடக்கை விதி உதவுகிறது.)
7. கடத்தியொன்று உணரும் விசையானது, காந்தப் புலத்தின் விசைக்கோடுகளை அக்கடத்தி செங்குத்தாய் வெட்டும்பொழுது ஓர் உயர்வாயிருக்கும்.

மின்னோட்டமொன்றின் வலிவை அளத்தல்

அம்பியர் என வழங்கப்படும் மின்னோட்டத்தை அளக்கும் அலகை வரையறுப்பதற்கு, இரண்டு நேரிய சமாந்தரக் கடத்திகளுக்கிடையேயுள்ள விசை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இன்றுவரை, அம்பியரே வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் அலகாகும். அம்பியர்மணி என வழங்கப்படும் ஒரு கருவியின் மீது ஒரு வாசிப்பாக மட்டுமே இதுவரை இது இருந்து வந்தபோதிலும், இப்பொழுது இதன் வரைவிலக்கணத்தை இங்கு கூறுவோம்.

வெற்றிடத்தில், ஒரு மீற்றருக்கு அப்பால் வைக்கப்பட்ட இரண்டு, முடிவீன்றி நீண்ட, நேரிய கடத்திகள் ஒவ்வொன்றிற்குமுடாக மாற மின்னோட்டமொன்று பாய்ந்து கொண்டிருக்கையில், அக்கடத்திகளுக்கு இடையே, கடத்தியின் ஒரு மீற்றர் நீளத்திற்கு 2×10^{-7} நியூற்றன் விசையென்றவாறு அம்மின்னோட்டம் உருற்றுகின்றது. இதுவே ஒரு “அம்பியர்” என வழங்கப்படும்.

(ஒரு நியூற்றன் என்பதன் கருத்து, அத்தியாயம் 7 இல் உள்ளது.)

ஒரு மின்னோட்டத் தராசென வழங்கப்படும் ஓர் ஒழுங்கினால், அம்பியர்மணி அளவு கோட்டில் செய்யப்படும். இதன் கொள்கையை விரித்துக் கூறுகையில் மேலே தரப்பட்ட வரைவிலக்கணம் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

மின்னோட்டத்தை அளக்கும் அலகை வரையறுப்பதற்கு, மின்னோட்டத்தைக் கொண்ட இரண்டு கடத்திகளுக்கிடையேயுள்ள பொறிமுறை விசை பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்னோட்டங்களை அளப்பதற்கு, மிக ஆரம்பத்திலே அம்பியர்மணி எனப்படும் கருவியைப் பயன்படுத்தியதை இங்கு நினைவு கூறுவோம். அளவீடுகள், அக்கருவியின் மீது எடுக்கப்படும் வாசிப்புக்களாகவே இருந்தன. மேலும், படிவகுத்தல்கள் அம்பியரிலும் அம்பியரின் பின்னங்களிலுமே இருந்தன. அம்பியர்மானியிலுள்ள காட்டியின் அசைவு, அம்பியர்மானியினுள்ளே இருக்கும் இரண்டு கடத்திகள் மின்னோட்டத்தைக் காவுவதனால் அவற்றுக்கிடையேயுள்ள பொறிமுறை விசையின் விளைவாகவா நடைபெறுகிறது? அத்தகைய ஒழுங்கு ஏதேனும் அங்கு இல்லையாயின், அது அம்பியர்களை வாசிப்பது எவ்வாறு?

இக்கேள்விக்கு விடை கூற முன்னராக மின்னோட்டத்தை எவ்வாறு உணர்கிறோம் என்பதைப் பரிசீலிக்க முயல்வோமாக மின்சுற்றொன்றில் ஓட்டம் பாய்வதை அறிவுறுத்துவதற்கு, காந்தவூசியொன்றில் உண்டாக்கப்படும் திரும்பல் நமக்குக்கிடக்கக் கூடிய மிக எளிய சான்றாக உளது. இதைவிட, மின்சுற்றிலே ஒரு மின்குமிழைச் சேர்த்து, அச்சுற்றில் மின்னோட்டமிருக்கின்றதா என்பதை, அது ஒளிர்வதிலிருந்து நேரடியான சான்றைப் பெறக் கூடியதாகவும் இருக்கிறது. அல்லாமலும், மின்சுற்று சரியாகத் தொழிற் படுவதையும் அறிய முடிகிறது. ஆனால், எல்லா மின்னோட்டங்களுடனும் மின் குமிழ் கட்டாயமாக ஒளிர்வேண்டியதில்லை. அதன் இழைகட்டு தொழிற் படாமலேயே அது நின்று விடலாம். இது ஒரு குறைபாடாகும்.

செயல். செம்பாலான தொடுப்புக் கம்பியின் ஒரு சிறு நீளம், ஒரு மின்சூள் குமிழ் ஓர் உலர் கலன் என்பவற்றைத் தொடரிலே கொண்ட மின்சுற்றொன்றை ஒழுங்கு செய்க. இச்சுற்றில் ஆனியொன்றாக சேர்க்கப்படும்.

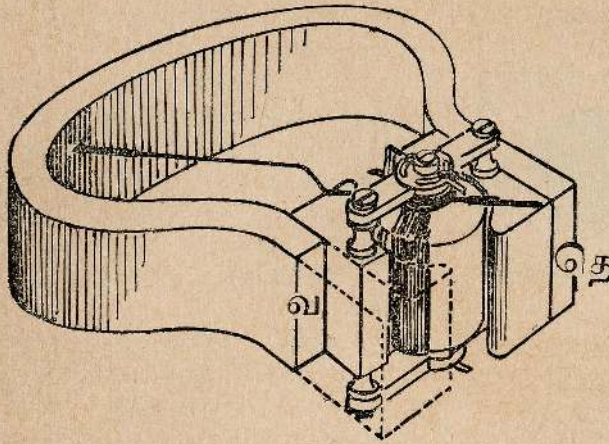
சிறு பிளாத்திக்கு, அல்லது கண்ணாடிக் கண்ணமொன்றிலே சிறிதளவு நீரை எடுத்து அதனுள் காந்தமாகிய பாதிச் சவர அலகை மிதக்க விட்டு, அதனை, கம்பியின் கீழே, கம்பி காந்தத்திற்குச் சமாந்தரமாக இருக்குமாறு ஒழுங்கு செய்க. இப்பொழுது, ஆனியை மூடி, காந்தத்திடம் ஏதாவது திரும்பல் உண்டா என்பதை அவதானிக்க. விளைவை நிரூபிப்பதற்கு நோக்கலை மறுபடியும் செய்க.

உம்மால் அமைக்கப்பட்ட மிதக்கும் சவர அலகால் கண்டு பிடிக்க முடிந்த மின்னோட்டத்தின் அண்ணளவான பருமன் யாது?

பொதுவாகக் கூறுமிடத்து, இரண்டு வகையான மின் அளக்கும் கருவிகள் உள். அவை அம்பியர்மானிகளும் (மில்லியம்பியர்மணி, மைக்கிரோ அம்பியர்மணி) வோல்ட்றுமானிகளும் (மில்லிவோல்ட்றுமானி). ஒருவேளை, மின்னோட்டங்களை உணர்வதற்கு, மிகச் சாதாரண மின் கருவியாகக் கல்வனோமானி உதவக் கூடும். ஆனால், அவற்றின் தொழிலாற்றலைப் பொறுத்தவரை, அம்பியர்மானிகள், வோல்ட்றுமானிகள் ஆகியவற்றுக்கும் கல்வனோமானிகளுக்குமிடையே அத்துணை வித்தியாசம் எதுவும் இல்லை.

அம்பியர்மானியை நீங்கள் கண்டும் பயன்படுத்தியும் இருப்பீர்கள். இக்கருவிகளுட்கில, இயங்கும் பகுதிகளை (காட்டி உட்பட) பார்க்கக் கூடிய முறையில் கொண்டுள்ளன. அத்தகைய கருவி யான்றுடன் பழகியிருந்தீர்களானால் அதிலே சயாதீனமாகத் திரும்பும் ஒரு சிறு

கப்படும் உள்ளன. இரும்பு உருளையொன்றும் சுருளோடு ஓர்சாக இருக்குமாறு, ஆனால் சுழலும் சுருளுக்கு வேண்டியவளவு அகற்சியைக் கொடுக்குமாறு போதியளவு இடம் விட்டு இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



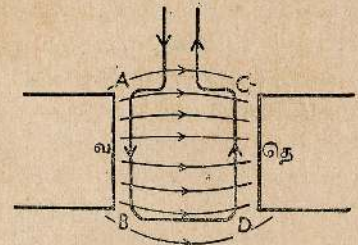
படம் 4.23

கம்பிச் சுருளையும், சுருளும் காட்டியும் திரும்பும்போது சுருங்கும் மயிர் வில்லொன்றையும் அவதானித்திருப்பீர்கள். இன்னும் கூர்மையாகப் பரிசீலிக்குமிடத்து, குறிப்பாக, மூடி நீக்கப்பட்ட கருவியொன்றைக் காட்டினால், அதிலே சுருள் எவ்வாறு சுழலையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது என்பதையும், இரண்டு மயிர்விற்கள் ஒன்று மேலேயும் மற்றையது கீழேயுமாக, ஒவ்வொரு வில்லினதும் ஒரு முனை நிலைப்படுத்திய தாங்கியொன்றின் மீது இணைக்கப்படும், அதன் மறுமுனை, சுற்றின் அச்சாணியோடு இணைக்கப்படும் இருக்குமாறு அவை அமைப்பட்டுள்ளன என்பதையும் காண்பீர்கள் (படம் 4.23).

இங்கு, ஒரு நிரந்தரக் காந்தத்தின் முனைவுகளுக்கிடையே சுருள் கிடக்கின்றது. காந்தத்தின் முனைவுகள், சுருளோடு ஓர்சாக இருக்குமாறு செய்யப்பட்ட உருளைப் பரப்புக்களை அவை கொண்டிருக்குமாறு அவற்றின் முனைவுகள் வடிவாக்கப்பட்டுள்ளன. அளக்கப்பட வேண்டிய மின்னோட்டமானது ஒரு மயிர் வில்லினூடாகச் சுருளினூடே சென்று மற்றையதனுடாக வெளிச்செல்லுமாறு இதிலுள்ள எல்லாப் பகுதிகளும் ஒழுங்குபடுத்தப்படும் கண்டிக்

சுருளினூடாக மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது சுழற்சியச்சுக்குச் சமாந்தரமான சுருளின் இரு பக்கங்களினால் அனுபவிக்கப்படும் பொறிமுறை விசைத்தாக்கத்தின்கீழ் சுருள் திரும்புவதே இக்கருவியின் தொழிலாற்றலாக இருக்கிறது. இவ்விடத்து, காந்தப் புலமொன்றுக்குச் செங்கோணங்களிற் கிடக்கும் நேரிய கடத்தியொன்று உயர்வு விசையொன்றை அனுபவித்தும் புலத்திற்குச் சமாந்தரமாகக்கிடக்கும் பொழுது எவ்வித விசையை அனுபவியாமலும் இருப்பதை நினைவுசுருவோம்.

ABCD என்னும் தனியான செவ்வகக் கம்பித் தடமொன்று, நிரந்தரக் காந்தமொன்றின் முனைவுகளுக்கிடையே தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது எனக் கொள்வோம். இடக்கை விதியைப் பயன்படுத்தி, படம் 4.24 இல் AB மீதும் CD மீதும்



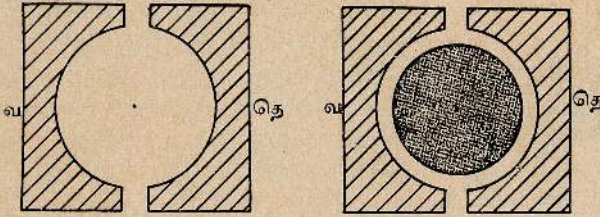
படம் 4.24

உள்ள விசைகளின் திசைகளை உம்மால் பெற முடியுமா? இவ்விசைகள், இணையொன்றை ஆக்குகின்றன என்பதை நீர் அறிவீரா? AC, BD ஆகிய இரண்டு பக்கங்களும் பொறிமுறை விசைகளை அனுபவிப்பதில்லை என்பதையும் நீர் உணர்வீரா?

விசைகள் ஓரிணையை உருவாக்கி, சுருளையும் காட்டியையும் அச்சப் பற்றி ஒரு போக்கிலே

திரும்பச் செய்கின்றன. இத்திரும்பலோடு மயிர் விற்களும் திருக்கப்படுகின்றன. இப்பொழுது, விற்கள் சுருள் மீது ஒரு மீள்தரு இணையை உருற்றுகின்றன. இணைகளை திருப்பங்கள் சமமாகுமிடத்து, சுருள் சமநிலையை அடைகிறது. இரண்டு காரணங்களுக்காக, இம்மீள்தரும், அல்லது அடக்கும் இணையை அளிப்பதற்கு

மத்தியவடய அம்பியர்மாணிகளும் இருக்கின்றன. அவற்றிலுங்கூட வழமையாக இடது பக்கத்தில் நேர்அடையாளமிடப்பட்ட ஒரு முடிவிடத்தை அவை கொண்டிருக்கக் காணலாம். பூச்சியத்திற்கு வலமாய்த் திரும்பல் இருக்கும் போது, நேர் எனக் குறிக்கப்பட்ட முடிவிடத்தோடு தொடுக்கப்பட்ட சுற்றின் அப்பக்கம் சுற்றினது நேர்ப்பக்கமாகும்.)



படம் 4.25

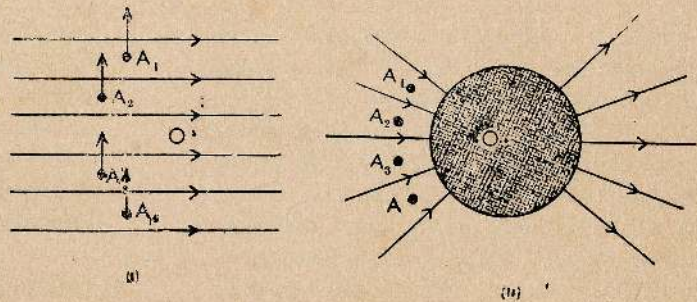
மயிர்விற்கள் பிரதானமானவை. முதலாவதாக, கருவி பயன்படுத்தப்படாதபோது சுருளை எப்பொழுதும் பூச்சிய நிலைக்கு மறுபடியும் வரச் செய்வதற்கு; இரண்டாவதாக, திரும்பும் இணையைச் சமப்படுத்துவதற்குச் சமநிலைப்படுத்தும் இணையை அளிப்பதற்கு.

சுழற்சியின் திசை, ஓட்டத்தின் போக்கோடு காந்தப் புலத்தின் போக்கிலும் தங்கியிருக்கும். புலமானது, நிணயோடு பருமனிலும் மாறு திருக்குமாறு பேணப்படுகிறது. ஆயின் ஓட்டத்தின் திசை, அம்பியர்மாணிக்கு, அது சுற்றில் புகுத்தப்படும்போது எப்படித் தொடுப்புக்கள் செய்யப்பட்டன என்பதில் தங்கியிருக்கும். அதாவது, அம்பியர்மாணியின் எம்முடிவிடம் மின் கலவருக்கின் நேர் முடிவிடத்தோடு தொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதில் தங்கியிருக்கிறது. அளவிடையின் ஒரு முனையில் பூச்சியத்தோடு ஆரம்பித்து, கருவியானது எப்போக்கில் அளவு கோடிடப்பட்டதோ அப்போக்கில்மட்டுமே திரும்பல் ஏற்படக் கூடுமாதலால், ஒரு முடிவிடத்தை முடிவாக நேரானது எனக்குறித்தல் முக்கியம். அம்பியர்மாணியை, சுற்றில் பயன்படுத்தும்போது, சுற்றின் நேரக்கம்பியை, இம்முடிவிடத்துடன் இணைக்கின்றோமா என்பதை அவதானித்தல் வேண்டும். (பூச்சிய

இயங்குஞ் சுருள் அம்பியர்மாணியின் காந்த முனைவுகளுக்கிடையில் உள்ள இடைவெளியில் ஒரு மெல்லிரும்புருளை இருக்கக் காரணம் என்ன? காந்தப் புலத்தின் விசைக்கோடுகள் பரம்பியிருக்கும் முறையை இது மாற்றுவதாகத் தோன்றலாம். இது விரும்பத்தக்கதா?

காந்த முனைவுகளுக்கிடையில், முதலிலே இரும்புருளை இல்லாமலும் பின்னர் அவை வைத்தும் விசைக்கோடுகளைப் பரும்படியாக உங்களால் வரைய முடியுமா? (படம் 4.25.) ஒரு காந்தச்சட்டத்தோடு ஒரே கோட்டில் மெல்லிரும்புத் துண்டொன்று வைக்கப்பட்டபொழுது நீர் பார்த்த இரும்புத் துகள் வரிப்படத்தை இங்கு நினைவு கூருகிறீரா?

காந்தப் புலமொன்றில் இருக்கின்ற ஒரு கடத்தி மீது தாக்கும் விசையானது, காந்தப் புலம் (விசைக் கோடுகள்) ஓட்டத்தின் திசை என்ற இரண்டிற்கும் செங்குத்தான திசையிலேயே தாக்குகின்றது. படம் 4.26 இல் A_1 , A_2 , A_3 , A_4 என்பன, O வினாடு செல்லும் அச்சொன்று பற்றி (இது தாளுக்குச் செங்குத்தான ஒரு கோடாகும்) சுருள் திரும்பும் போது அதன் ஒரு பக்கத்தில் அடுத்து வருகின்ற நிலைகளைக் கொள்க.



படம் 4.26

கடத்தியும், தானுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கின்றது. கடத்தி மீதுள்ள பொறிமுறை விசை, அம்புத் தலைகளுடன் கூடிய குறுகிய கோடுகளால் காட்டப்படுகின்றது. (இந்த அம்புத் தலையுள்ள கோடுகள் எல்லாம் விசைக் கோடுகளுக்குச் செங்குத்தானவை. அவை ஒட்டத்திற்கும் செங்குத்தானவை.) கடத்தியானது A_1 இலிருந்து A_1 இறகுச் செல்லும்போது O பற்றிய இவ்விசையின் திருப்பம் அதிகரிப்பதும், அடுத்த A_3, A_4 முதலியவற்றில் அது குறைவதும், வரிப்படத்திலிருந்து நன்கு தெளிவாகின்றன. சுருளின் ஒரு நிலையில் திருப்பம் ஓர் உயர்வாகவும் (நாம் கருதும் கடத்தி, இச்சுருளின் ஒரு பக்கம் மட்டுமே) அதன் இன்னொரு நிலையில் திருப்பம் பூச்சியமாகவும் இருக்கின்றது.

படம் 4.26 (i) ஐப் போன்ற இன்னொரு படத்திலே இவ்விரு நிலைகளையும் உம்மால் குறிக்க முடியுமா?

படம் 4.26 (ii) இலே, A_1, A_2 முதலிய நிலைகளைக் கருதுக. காந்தப் புலத்தின் விசைக் கோடுகள் ஆரைவழியாக இருக்கும்போது கடத் (நிலையும் தானுக்குச் செங்குத்தானது) மீதுள்ள பொறிமுறை விசையின் திசையை உங்களால் குறிக்க முடியுமா? (i) உள் ஓப்பிடும் போது (ii) இல் சுருள் மீதுள்ள இணையின் திருப்பம் மாறும் முறையில் உள்ள வித்தியாசம் யாது? (i) இல் சுருளின் தளம் விசைக் கோடுகளுக்குச் (சமாந்தரமாக/செங்குத்தாக) இருக்கும்போது இணையின் திருப்பமானது உயர்வாகவும் சுருளின் தளம் விசைக் கோடுகளுக்குச் (சமாந்தரமாக/செங்குத்தாக) இருக்கும்போது பூச்சியமாகவும் இருக்கின்றது. (நீங்கலாகவே, சமாந்தரம்/செங்குத்து என் பவற்றிலிருந்து திருத்தமான சொல்லைத் தெரிவு செய்க) (ii) இல் இணையின் திருப்பம், பருமனில் மாறுபடாது.

ஓர் இயங்குஞ் சுருள் கருவினிலே ஓர் ஆரை வழிக் காந்தப்புலம் மிகவும் விரும்பத்தக்கது. ஏனெனில், அங்கு திருப்பும் இணையானது, ஒட்டத்தின் எல்லையில் மட்டுமே தங்கியிருக்கின்றது. அப்படிப்பட்ட ஒரு கருவினின் அளவிடை சீராகவே இருக்கும், அதாவது, எல்லாப் பிரிவுகளும் சம அளவினவை. புலம் ஆரை வழியின் தல்லவெனின், திருப்பும் இணை மாறும். ஏனெனில், சுருள் திருப்பும் போது

புலத்துக்குச் சுருளின் சாய்வு மாறும். ஆனால் புலம் ஆரைவழியினதாக இருக்கும்போது, பெரும்பாலும் சுருளின் எல்லா நிலைகளுக்கும் இச்சாய்வு ஒன்றாக இருப்பதோடு, இது ஒரு செங்கோணத்துக்கும் சமனாகும். எனவே, ஆரைவழியினதாகாப் புலத்திற்கு, ஒட்டத்திற்கும் சுருளின் திரும்பலுக்கும் உள்ள தொடர்பு ஏகபரிமாணமற்றது.

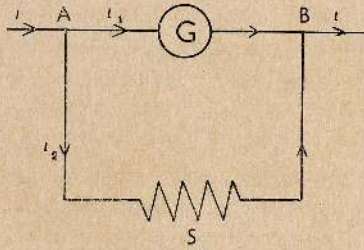
விலக்கி

அம்பியர்மானிகள் பல்வேறு வீச்சுக்களையுடையன என்பதைக் கவனித்திருப்பீர்கள். அவற்றுள் சில, அளவிற் கூடிய மில்லேட்டங்களை உதாரணமாக 50, அல்லது 100 அம்பியரின் வரிசையிலுள்ள ஒட்டங்களை அளக்கின்றன. ஆனால், சாதாரணமாக ஆய்கூடங்களிற்கானப் படும் கருவிகள் மிகச் சிறிய வீச்சை உடையன.

0 இலிருந்து 1, 0 இலிருந்து 2, 0 இலிருந்து 5 அம்பியர்வரை சாதாரண வீச்சுக்களாகும். இவற்றுள் சில, உண்மையில் மில்லியம் பியர்மானிகளே. மற்றையவையாவெனில் மைக்மிரோ அம்பியர்மானிகளே. ஒரு மில்லியம் அம்பியர் = 10^{-3} அம்பியர். ஒரு மைக்மிரோ அம்பியர் = 10^{-6} அம்பியர். எனின் அவ்வகைக்கான வீச்சுக்களையுடைய இக்கருவிகள் எவ்வியல்புகளில் வேறுபடுகின்றன? இயக்கத்தை மிக்க உணர்வுடையதாகச் செய்வதா ளும் சுருளின் தடையை இயலக்கூடியவளவுக்குச் சிறிதாக வைப்பதாலும் மிகச் சிறிய ஒட்டத்தால் ஒரு முழு அளவிடைத் திருப்பத்தைப் பெற முடியும் என உறுதிப்படுத்தப் படுகிறது. அம்பியர்மானியின் தடை தாழ்வாக இருந்தாலேயன்றி, ஒரு சுற்றிலே தடையை அதிகரிப்பதாலுள்ள விளைவானது, நாம் அளக்க விரும்பிய ஒட்டத்திலே, ஒரு பாராட்டத்தக்க மாற்றத்தை உண்டாக்கும். சுற்றிலேயுள்ள ஒட்டத்தை ஒரு மாறும் தடையைக் கையாண்டோ, பியரோசிக்க வேலற்றளவை மாற்றியோ ஒழுங்குபடுத்த வேண்டியிருக்கும். ஒரு சுற்றிலே அம்பியர்மானியின் தடையை ஒரு தாழ்ந்த பெருமாளத்தில் வைத்திருக்க வேண்டிய தேவை எழாது. ஆனால், இங்கு கூட, சுற்றிற்குக் கிடைக்கக் கூடிய ஒட்டத்தின் வீச்சை அம்பியர்மானியின் தடை கொண்டு எந்த ஒரு பாராட்டத்தக்க அளவிற்கும் ஆளுவதை அனுமதிக்கக் கூடாது. எச்சரிக்கப்படுதல், அதன் அளவு முறையால் ஏற்

படும் தவிர்க்க முடியாத இழிவுத் தடைக்கு அப்பால் அம்பியர்மானியின் தடை இருக்கத் தேவையில்லை.

ஓர் உயர் வீச்சு அம்பியர்மானியும், ஒரு மில்லியம்பியர்மானியும் தாழ்ந்த தடையுள்ள கருவிகளாகவே இருக்க வேண்டும். எனினும், ஓட்டம் திரும்பலோடு அதிகரிக்கின்றது. எனவே, ஒரே கருவியினால், 10^{-3} அம். வரிசையிலுள்ள ஓட்டங்களோடு 10, அல்லது கூடிய அம். இன் வரிசையில் உள்ள ஓட்டங்களையும் அளத்தல் முடியாதென்பது வெளிப்படையாகும். வீச்சைப் பெருக்குவதற்கு, மிக விறைப்பான மயிர்விற்கள் உதவியாக இருக்கும் எனத் தோற்றலாம். அப்பொழுது இது சிறிய மாற்றங்களுக்கு உணர்வுடையதாக இருக்க மாட்டாது. இயங்கும் கருளை ஒரு மெல்லிய கம்பியால் அமைக்க வேண்டியிருப்பதால் அதனூடு செல்லும் அளவிற்கு பெரிய ஓட்டங்கள் சுருளிற்கு நிலைபேறான சிதைவை உண்டாக்கக் கூடும். அதோடு, மயிர்விற்களிலும் சிதைவை ஏற்படுத்தக் கூடும் என்பது இன்னொரு பிரச்சினையாகும். அதிட்டவசமாக, சுருளுக்கோ, அன்றி போதிக்கைகளுக்கும் விற்களுக்குமோ எதுவித சிதைவேனும் நிகழா வண்ணம் இயங்கும் சுருட் கருவியின் வீச்சை அதிகரிக்கக் கூடிய ஒரு வழியுண்டு.



படம் 4.27

இம்முறையானது, ஓட்டத்தின் பெரும் பகுதியைப் பக்க வழியாற் பாயச் செய்து ஒரு சிறு பின்னத்தை மட்டும் இயங்கும் சுருளுடாகச் செல்ல விடுதலேயாகும். சமாந்தரத்திலே தடைகளை எப்படிச் சேர்ப்பதென்பதை நீங்கள் பாடித்திருக்கிறீர்கள். அதோடு இரு சமமற்ற தடைகளின் சந்தியிலே மின்னோட்டம் இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றது. அப்பொழுது, அவற்றுட் பெரிய பகுதி இரு தடைகளுட் சிறியதனூடாகச் செல்கின்றது.

படம் 4.27 இலுள்ள சுற்றைக் கருதுக. இதில் அம்பியர்மானியுடன் ஒரு சமாந்தரத் தடை தொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றது. A, B, என்பவற்றிற்கிடையிலுள்ள அ.வி. $i_1 G$ அல்லது $i_2 S$ ஆல் தரப்படுகிறது, இங்கு i_1, i_2 என்பன முறையே அம்பியர்மானியூடாகவும், சமாந்தரத் தடையூடாகவும் செல்லும் ஓட்டங்களாகும். G, S என்பன முறையே சுருவினதும் சமாந்தரக் கம்பியினதும் தடைகளாகும். நாம் அளக்க விரும்பும் ஓட்டம் i_1, i_2 என்பவற்றுள் ஒன்றாக இராது. ஆயின், A யை அடைந்த பின், இவ்வாறு பிரிந்த ஆரம்ப ஓட்டம் i யே நாம் அளக்க விரும்புவதாகும். இவ்வோட்டங்கள் i, i_1, i_2 என்பனவற்றைத் தொடர்புபடுத்து மிடத்து,

$$i = i_1 + i_2 \dots\dots\dots(i)$$

$$i_1 G = i_2 S \dots\dots\dots(ii)$$

அம்பியர்மானியிலிருந்து நாம் வாசிப்பது i_1 ஆகவும், ஆனால் அளக்க விரும்புவதோ i ஆகவும் உள. எனவே, i யைப் பெறுவதற்கு அதை i_1 இல் எடுத்துக்கூறுவோம், இரண்டாவதிலிருந்து i_2 இன் பெறுமானத்தை எடுத்து முதலாவதன் சமன்பாட்டிற்கு பிரதியிடுவோம். அப்பொழுது

$$i_2 = i_1 \times G \div S,$$

$$i = i_1 + i_1 \times \frac{G}{S},$$

$$\text{அதாவது } i = \left(1 + \frac{G}{S}\right) \times i_1,$$

எனின் i_1 ஐ வாசித்து i யைப் பெறுவதற்கு $\left(1 + \frac{G}{S}\right)$ ஆல் பெருக்குகின்றோம் என்க. இது ஒரு வசதிக்கப் பெருக்கல் அல்ல. எனவே S இற்கு ஒரு பெறுமானத்தைத் தேர்ந்து, பெருக்கும் காரணியான $\left(1 + \frac{G}{S}\right)$ ஐ ஒரு வசதியான எண்ணாகப் பெறலாம். இத்தேர்வை எமது இச்சைப்படியே செய்யலாம். பெருக்கும் காரணியாக 100 ஐப் பெற நாம் விரும்பின்,

$$1 + \frac{G}{S} = 100,$$

$$\frac{G}{S} = 99,$$

$$\text{அல்லது } S = \frac{1}{99} G.$$

சமாந்தரத் தடையானது அம்பியர்மாணித் தடையின் 1/99 பங்காக இருக்க வேண்டும் என்பதையே இது கருதுகின்றது. மேலும்,

$$10 \text{ என்னும் ஒரு காரணிக்கு, } S = \frac{1}{9} G.$$

$$100 \text{ என்னும் ஒரு காரணிக்கு, } S = \frac{1}{99} G.$$

$$1000 \text{ என்னும் ஒரு காரணிக்கு } S = \frac{1}{999} G.$$

அவ்வண்ணமே, கருவியூடு செல்லும் ஓட்டம் 10^{-3} அம்பியராக இருக்கும் போது, அதன் முழு அளவிடைத் திரும்பல் (மு. அ. தி.) ஏற்படின், அதன் வீச்சை 0 இலிருந்து 1 வரை ஆக்குவதற்கு 10^3 என்னும் ஒரு காரணி எமக்குத் தேவைப்படுகிறது. அதன் பொருள்

$$S \text{ ஆனது } \frac{1}{999} G \text{ ஆக இருக்க வேண்டு}$$

மென்பதே. இவ்வாறு பயன்படுத்திய தடையானது, அதாவது சுருளோடு சமாந்தரத்தில் இருக்கும் தடையானது ஒரு விலக்கியென அறியப்படுகிறது. விலக்கிகளைப் பயன்படுத்தி, ஒரு கருவியின் பலிதத் தடையை அதிகரிக்காமலே (உண்மையில் அதில் எப்பொழுதும் ஒரு குறைவு காணப்படும்) அதே கருவியின் வீச்சை அதிகரிக்கின்றோம், எனவே இது ஒரு மிகத் திருப்திகரமான முறையாகும்.

வெப்பமானிகளையும் வெப்பநிலை அளவீடுகளையும் பற்றி நீர் படித்தபொழுது அளக்கும் கருவியானது அளக்க விருக்கும் வெப்பநிலையைக் குழப்பாமல் பார்க்க வேண்டிய தேவையையிட்டு அறிந்திருப்பீர். இத்தேவைக்கிணங்க, இரச வெப்பமானி செய்யப்படுகிறது. (அங்கு செய்யப்பட்ட ஏற்பாடு என்ன?) இதே போன்ற தேவையை, அம்பியர்மாளியைப் பொறுத்த மட்டிலும் நாம் காண்கிறோம். இக்கருத்து எழாத, அளக்கும் கருவிகள் சிலவற்றை உம்மால் பெயரிட முடியுமா?

வோல்ட்டுமாளி, அம்பியர்மாளியிலிருந்து எங்ஙனம் வேறுபடுகின்றது? ஓர் இயங்கும் சுருள் வோல்ட்டுமாளியின் உட்பக்கத்தைப் பார்த்திருந்தால், அது எவ்விதத்திலும் அம்பியர்மாளியிலிருந்து வேறுபட்டுத் தோன்றவில்லை என்று நீர் கூறலாம். இயங்குஞ் சுருள் வோல்ட்டுமாளியும் ஒரு சோடி மயிர்

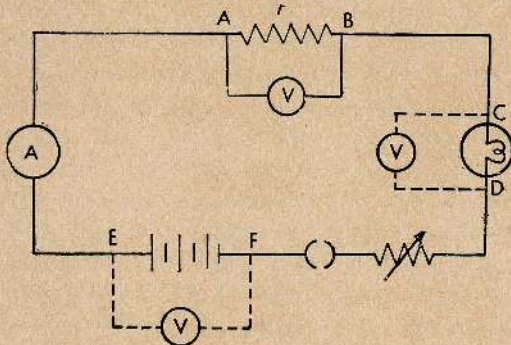
விற்கனால் ஆளப்படும் ஒரு சுழலுஞ் சுருள் ஆரை வழிக்காந்தப் புலத்தை அளிப்பதற்கான ஒரு காந்தம், மெல்லிரும்பு உருளை என்பவற்றின் அதே ஒழுங்குகளைக் கொண்டுள்ளது. இருந்தும், இது வோல்ட்டுக்களையே வாசிக்கின்றது. வோல்ட்டுமாளியிலுள்ள

திருப்பும் இணையும் கூட, சுருள் இருக்கின்ற காந்தப் புலம், அதனூடு பாயும் ஓட்டம் என்பவற்றிலிருந்து எழும் பொறிமுறை விசைகளின் விளைவானது. புலம் ஆரை வழியானது. ஆகையால் காட்டியின் திரும்பல் சுருளூடு செல்லும் ஓட்டத்திற்கு விசிதசமமானது. திரும்பல், ஓட்டத்தை அளக்கின்றதென்பதே இதன் பொருள். அப்படியாயின், அளவிடையில் எங்ஙனம் வோல்ட்டுக்கள் இடப்படுகின்றன?

இதே இயங்கும் சுருட் கருவியை, விலக்கிகளை உபயோகிக்கும் முறையால் ஓட்டத்தின் வெவ்வேறு வீச்சுக்களை வாசிக்காமாறு அளவு கோட்டிலாம் என்பதைக் கண்டோம். எல்லாத்திரும்பல் வாசிப்புக்களும் சுருளினதும் விலக்கியினதும் தடைகளிலே தக்கிய ஒரு காரணியால் பெருக்கப்பட்டன. எனின், வோல்ட்டுமாளியின் அளவிடையில் காணப்படும் எண்களும், சுருளினூடு உண்மையாகவே செல்லும் ஓட்டங்களினதும், ஏதோ நிலைத்த பெருக்கியினதும் பெருக்கக்களா? இங்கு இப்பெருக்கி, சுருளின் தடையாகும். எனெனில், ஓயின் விதியின்படி இப்பெருக்கம் சுருள் முனைவுகளுக்கிடையிலுள்ள அ. வி. ஆகும். அதனால் சுருவியின் முடிவிடங்களுக்கிடையில் உள்ள அ. வி. உமாகும். உதாரணமாக, சுருளின் தடை 1 ஓமாகவும், கருவியின் மு. அ. தி. 10^{-3} அம்பி (என்க) ஆல் ஏற்படுவதாகவும் இருப்பின், அவற்றின் பெருக்கம் 0.001 வோல்ட்டுக்களாகும். எனின், மிகப் பெரிய திரும்பமானது வோல்ட்டுக்களில் 0.001 என இலக்கமிடப்பட்டிருக்க வேண்டும். அளவிடை 0 இலிருந்து 0.001 வோல்ட்டுக்கள் வரையுள்ளது. அதோடு 0.001 வோல்ட்டுக்களின் பின்னங்களையும் கொண்டது. மு. அ. தி. சுருளில் சென்ற 10^{-1} அம். ஆல் ஏற்பட்டிருப்பின், பெருக்கமான 1×10^{-1} ஆனது, 0.1 வோல்ட்டுத்தை தருகிறது. வீச்சம் 0 இலிருந்து 0.1 வோல்ட்டு வரையினதாக இருக்கும்.

இயங்கும் சுருட் கருவியின் சுருள் தாழ்ந்த தடையைக் கொண்டது என முன்னர்க் கூறப்

பட்டது. ஆயின், மேற்கூறிய உதாரணங்களிலிருந்து காணக்கூடியது போன்று, ஒரு முழு அளவிடைத் திரும்பலை உண்டாக்கும் ஓட்டம் மில்லியம்பியர்களின் வரிசையில் இருக்கும் போது, 1 வோல்ட்டிற்குச் சமமான பெருக்கத்தைப் பெறுவதற்கு 1 மில்லியம்பியரை 10^3 ஓம்களால் பெருக்க வேண்டியது அவசியமாகும். அதாவது, ஏதோ ஒரு மேல்திகத் தடையுடன் தொடரில் தொடுக்கப்பட வேண்டும். இச்சேர்மானத்தினூடாகச் செல்லும் மின்னோட்டமே ஒரு மில்லியம்பியரின் வரிசையிலிருக்கும். வோல்ட்டுறுமானியின் முடிவிடங்களுக்குக் குறுக்கேயுள்ள முழுத் தடையும் 10^3 ஓம்களின் வரிசையிலிருக்க வேண்டும். இவ்வொழுக்கோடு கூடிய வோல்ட்டுறுமானியில் 1 மில்லியம்பியர் ஓட்டம் பாயும்போது, காட்டியானது அளவினை மீது 1 வோல்ட்டுறை வாசிக்கின்றது.



படம் 4.28

படம் 4.28 இற் காணப்படும் எளிய சுற்றைக் கருதி ஏதாவது விரும்பிய சோடிப்புள்ளிகளுக்குக் குறுக்கே அ. வி. அளப்பதற்கு எப்படி ஒரு வோல்ட்டுறுமானியைப் பிரயோகிக்கலாம் என்பதை ஆராய்க. தடை ஓம்களுக்குக் குறுக்கே, அ. வி. ஐ அளப்பதற்கு, A, B என்பவற்றிற்கு வோல்ட்டுறுமானி தொடுக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் வோல்ட்டுறுமானி r இற்குக் குறுக்கேயுள்ள அ. வி. ஐ வாசிக்கிறது. ஆயின், நாம் A யிலிருந்து B யிற்கு அம்பியர்மானி, மின்கலவருக்கு, மாறும் தடை, விளக்கு என்பவற்றுக்கு சென்றெல்லை, இவ்வாசிப்பு AB யிற்குக் குறுக்கேயுள்ள அ. வி. தர மாட்டாதா? உண்மையில் ஒரு வோல்ட்டுறுமானி தனது முடிவிடங்களுக்கிடையிலுள்ள அ. வி. ஐயே அளக்கின்றது. அதன் தொழிற்பாடு அதனுடைய பாயும் ஓட்டத்தில் தங்கியுள்ளமை

யால், இது ஆச்சரியமானதன்று. வோல்ட்டுறுமானியின் வாசிப்பானது A, B என்பவற்றிற்கு வோல்ட்டுறுமானி தொடுக்கப்பட்ட பின்னர் AB யிற்குக் குறுக்கேயுள்ள அ. வி. இன் பெறுமானமென்பதையும், இப்பெறுமானம் வோல்ட்டுறுமானியைத் தொடுக்கு முன்னர் இருந்த பெறுமானத்திலும் பார்க்கச் சற்றுக் குறைவானது என்பதையுங்கூட, இது கருதவில்லையா? எவ்வாறாயினும், வோல்ட்டுறுமானி ஓர் உயர் தடையைக் கொண்டுள்ளபோது இவ்வித்தியாசம் மிகச் சிறியது.

விளக்கிற்குக் குறுக்காகவோ, கலவருக்குக் குறுக்காகவோ உள்ள அ. வி. ஐ அளப்பதற்கு வோல்ட்டுறுமானி எவ்வாறு தொடுக்கப்பட வேண்டும் என்பதையும் குற்றிட்டுக் கொடுகளால் வாசிப்படும் காட்டுகின்றது.

யாதும் ஒரு பகுதியோடு சமாந்தரமாக வோல்ட்டுறுமானியை வைப்பதன் விளைவானது சற்று நிபந்தனைகளில் எவ்வித பாராட்டத்தக்க மாற்றத்தையும் உண்டு பண்ணாது. அதாவது, ஓப்பீட்டளவில் பெரிய பெறுமானத்தையுடைய ஒரு சமாந்தரத் தடையைச் சேர்ப்பதால், அது சற்றின் முழுத் தடையைப் பாராட்டத்தக்க அளவுக்குக் குறைக்காது. இவ்வண்மை கலைப் பின்வரும் எண் உதாரணம் எடுத்துக் காட்டுகிறது. படம் 4.28 இல் r, 100 ஓம்களின் வரிசையில் இருந்தால், அதோடு சமாந்தரமாக 5000 ஓம் தடையுடைய வோல்ட்டுறுமானியை வைப்பதால் மிகச் சிறிய குறைவு மட்டுமே ஏற்படுகிறது. சேர்மானத் தடையைக் காண்பதற்கு,

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{100} + \frac{1}{5000}$$

என எழுதுகிறோம்.

எனவே, $\frac{1}{r} = 0.0102$

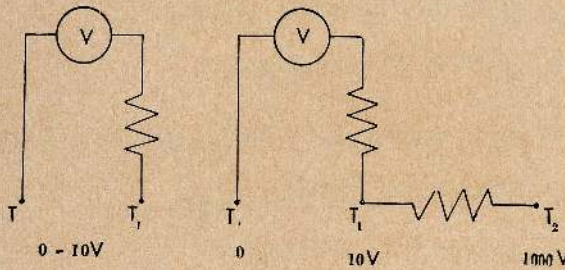
இதிலிருந்து $r = \frac{1}{0.0102}$ ஓம்,

அதாவது $r = 98.0$ ஓம், அ-து. குறைவு 2 ஓம், அல்லது 2% ஆகும். வோல்ட்டுறுமானியின் தடை சிறியதாக இருப்பின், குறைவு இன்னும் பெரிதாக இருக்கும். மறுபுறமாக, வோல்ட்டுறுமானியின் தடை பெரிதாக இருப்பின் குறைவு 2% இலும் பார்க்கக் குறைவாக இருக்கும்.

பயிற்சி

ஒரு 10^3 ஓம் தடையுடன் அதற்குக் குறுக்கே அ. வி. அளப்பதற்கு அதனோடு சமாதரமாக, (a) 10^1 ஓம் தடையை (b) 10^6 ஓம் தடையை யுடைய ஒரு வோல்ட்டுமானி வைக்கப்பட்ட பொழுது அதன் பலிதத் தடையில் ஏற்படும் சதவீத மாற்றங்கள் எவை? எந்த வோல்ட்டுமானி 10^3 ஓம் தடைக்குக் குறுக்கே அ. வி. இற்கு மிகச் செம்மையான பெறுமானத்தைத் தரும்? இதுதான் திருத்தமான பெறுமானமா?

[விடை : (a) 9.1%; (b) 0.1%.]



படம் 4.29

ஒரு வோல்ட்டுமானி 0 இலிருந்து 10 வோல்ட்டு வரை அளப்பதற்குக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கருவியின் வீச்சை 0-1000 வோல்ட்டுக்கு எப்படி நாம் மாற்ற முடியும்? உதாரணமாக, இக்கருவி 10 வோல்ட்டை வாசிக்கும்போது அதனுடன் செல்லும் ஓட்டம் யாது? அதாவது, ஒரு முழு அளவிடைத் திரும்பலை (மு.அ.தி.) உண்டாக்கும் பெறுமானமே எங்களுக்குத் தேவைப்படுகிறது. இவ்வோட்டம் 10^{-3} அம். எனக் கொண்டால், அதன் முடிவிடங்களுக்குக் குறுக்கே 1,000 வோல்ட்டு பிரயோகிக்கப்படுகிறபோது அதே மு. அ. தி. ஐப் பெறுதற்கு வோல்ட்டுமானியின் முழுத்தடையும் $1000 \div 10^{-3}$ ஓமாகின்றது என்பதை அவதானிக்க வேண்டும். (வோல்ட்டு \div அம்பியர் = ஓம்.) இது 10^6 ஓம் ஆகும். இதன் ஒரு பகுதி, வோல்ட்டுமானி 10 வோல்ட்டை வாசிக்கும் போது அதன் தடையாகும். இது $10 \div 10^{-3}$ அல்லது 10^4 ஓம் ஆகும். 10^6 ஓமை ஆக்குவதற்குத் தேவையானமேல திகத் தொடர்த் தடை

யானது ($10^6 - 10^4$) ஓம் ஆகும். இது 99×10^5 ஓம் ஆகும். படம் 4.29, ஒரு பொது முடிவிடம் T, வேறும் T_1 , T_2 என்னும் இரு முடிவிடங்கள் ஆகியவற்றோடு கூடிய ஒரு கருவியைக் காட்டுகிறது. T, T_1 என்பன 0-10 வோல்ட்டு என்ற வீச்சுக்கும் T, T_2 என்பன 0-1000 வோல்ட்டு என்ற வீச்சுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

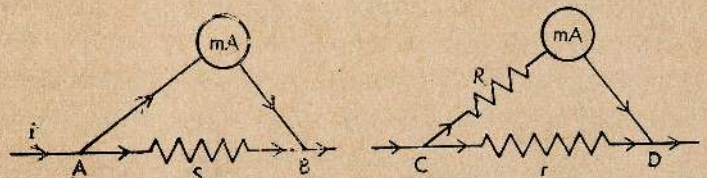
பயிற்சி

நிழை தரப்பட்டவை இரு சுற்றுக்களின் பகுதிகளாகும். இவற்றிலே, வெவ்வேறு நோக்குக்களுடன் ஒரே மில்லியம் பியர்மானி பயன்படுத்தப்பட்டது. முதலாவது ஒரு விலக்கி S உடன் கூடி ஓர் அம் பியர்மானியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இரண்டாவது ஒரு தொடர்த்தடை R உடன் கூடி ஒரு வோல்ட்டுமானியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மில்லியம்பியர்மானி 0-50 மி. அம். என்னும் ஒரு வீச்சைக் கொண்டது.

ஆகச் சிறிய பிரிவானது 1 மி. அம். இற்காக இருக்கிறது. இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் மில்லியம்பியர்மானியால் காட்டப்பட்ட திரும்பல் 24 பிரிவுகள் எனக் கருதுக. (a) முதற் சந்தர்ப்பத்தில் ஓட்டமானி யாது? (b) (i) AB (ii) CD என்பவற்றிற்குக் குறுக்கேயுள்ள அ. வி. யாது?

[மில்லியம்பியர்மானியின் தடை = 9.9×10^{-1} ஓம், $S = 10^{-2}$ ஓம்; $r = 10^2$ ஓம்; $R = 10^4$ ஓம் எனக் கருதுக.]

(a) திரும்பல் 24 பிரிவுகளாக இருப்பதோடு ஒவ்வொரு பிரிவும் 1 மி. அம்.



படம் 4.30

ஆகும். எனவே, மில்லியம்பியர்மாணிக்கூடாகச் செல்லும் ஓட்டம் 24 மி. அம். ஆகும்.

$$\therefore i \times \frac{10^{-2}}{0.99 + 10^{-2}} = 24,$$

$$\text{அதாவது } i = \frac{9.9 \times 10^{-1} + 10^{-2}}{10^{-2}} \times 24 \times 10^{-3} \text{ அம்}$$

$$= \frac{(99 + 1)}{10^{-2}} \times 10^{-2} \times 24 \times 10^{-3} \text{ அம்}$$

$$= 2.4 \text{ அம்.}$$

$$\begin{aligned} (b) \text{ (i) } AB \text{ யிற்குக் குறுக்கே அ. வி.} &= 24 \times 10^{-3} \times 0.99 \text{ வோல்ட்று} \\ &= 2.376 \times 10^{-4} \text{ வோல்ட்று.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (b) \text{ (ii) } CD \text{ யிற்குக் குறுக்கே அ. வி.} &= 24 \times 10^{-3} \times (10^4 + 9.9 \times 10^{-1}) \text{ வோல்ட்று} \\ &= 24 \times 10^{-3} \times 10^4 \text{ வோல்ட்று.} \\ &= 2.40 \times 10^2 \text{ வோல்ட்று.} \end{aligned}$$

[9.9×10^{-1} ஐ 10^4 உடன் ஒப்பிடுகையில், புறக்கணிக்கத்தக்க அளவிற்குச் சிறியதாகையால்.]

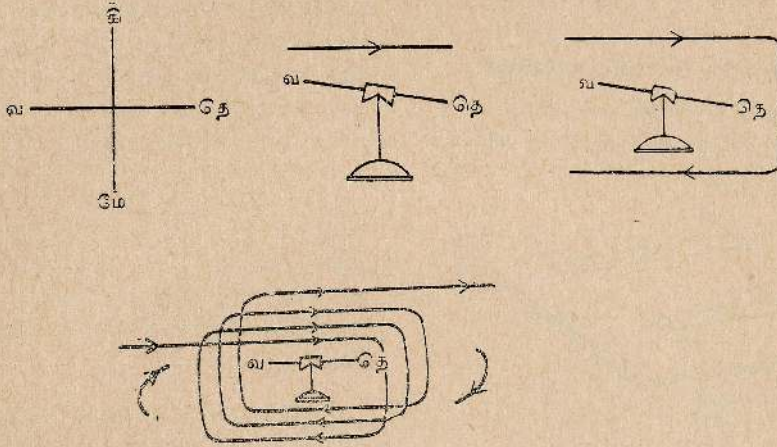
இயங்கும் காந்தத்தைக் கொண்ட அளக்கும் கருவிகள்

ஒரு கம்பியிலே ஓட்டம் பாயும்போது உண்டாகும் காந்தப் புலமானது, அதனருகே வைக்கப்பட்ட ஒரு காந்த ஊசியைத் திரும்புவதற்குப் போதிய வலிமையுடையதாக இருக்கலாம். ஒரு செப்புக்கம்பிக்கு அண்மையில் கிடக்கும் ஒரு காந்த ஊசியானது, அது வழமையாக இருக்கும் வடக்கு-தெற்கு கோட்டிலிருந்து திரும்பப்பட்டால் கம்பியிலே ஒரு மின்னோட்டம் பாய்கிறதோ எனச் சந்தேகிக்கிறோம். இக்கம்பியானது ஒரு மின் சுற்றின் ஒரு பகுதியாகும். இது அநேகமாக ஓர் ஆலியைக் கொண்டிருக்கும். ஆளி மூடப்படும் பொழுது காந்த ஊசி திரும்புகின்றது. ஆளி திறக்கப்படும் பொழுது ஊசி தனது வழமையான நிலைக்கு வருவின்

றது. இது எங்கள் அனுமானத்தை உறுதி செய்கிறது. மூடுவதற்கும், திறப்பதற்கும் சுற்றிலே ஆளி இல்லையானால், அதே சோதனையை ஒரு கம்பியின் தொடர்பைக் குலைத்தும் நடத்தலாம். அவ்வாறு இயங்கும் காந்தம், ஒரு மின்னோட்டத்தை உணரும் சாதனமாக இருத்தலை நாம் பார்க்கிறோம். சிறிய ஓட்டங்களை உணரத்தக்கதாக, இவ்வொழுங்கை எப்படி நாம் செம்மையாக்குதல் கூடும்?

கம்பியானது காந்த ஊசிக்குக் கீழே மிடிக்கப்பட்ட பொழுது, திரும்பலின் திசையானது ஊசிக்கு மேலே கம்பி இருக்கும் போது ஏற்படும் திரும்பலின் திசைக்கு எதிரானது. எனவே, கம்பியின் ஒருபக்கம் ஊசிக்கு மேலாகவும் மற்றையது கீழாகவும் இருக்கத்தக்கவாறு ஒரு

செவ்வகத் தடமாகக் கம்பியை ஒழுங்கு செய்தல் மிக்க பயனுடையதாகத் தோன்றுகின்றது (படம் 4.31). அனேக சுற்றுக்களைக் கொண்ட ஒரு செவ்வகச் சுருளை அமைத்து அதனுள் காந்த ஊசியை வைத்தலே செய்யக்கூடிய மேலதிகத் திருத்தமாகும்.



படம் 4.31

ஒரு சிறந்த திரும்பலைப் பெறுவதற்கு இவ்வொழுங்கை எவ்வாறு நீர் திசைப்படுத்துவீர்?

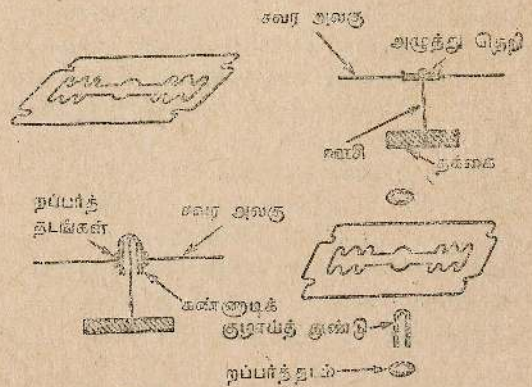
இயங்கும் சுருட் சுருளைப் பயன்படுத்தும் போது யாதும் ஒரு குறித்த திசையாவியைப் பற்றிச் சிந்திக்க வேண்டிய தேவை ஏதும் உண்டா?

செயல். காந்தமாக்கிய ஒரு பாதிச் சவர அலகோடு ஒட்டத்தை உணரும் கருவியொன்றை நீர் அமைத்தல் கூடும். காந்த ஊசியை மிதக்கவிட வேண்டுமாதலால், சுருளானது ஒரு சிறிய பிளாத்திக்குப் போத்தல் மூடியைத் தன்னுள் வைத்திருக்கக் கூடிய, அவ்வளவு பெரிதாகச் செய்யப்படுகிறது. மாற்று முறையாக, ஒரு தக்கை மீது பொருத்திய ஓர் அமத்து தெறியையும், ஊசியையும் பயன்படுத்தி ஒரு முழுச்சவரவலகைச் சமூலமாறு அமைக்க முடியும். (படம் 4-32 ஐப் பார்க்க.) அல்லாமலும் ஒரு குழாயிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்பட்ட, முனை மூடப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக் குழாய்த் துண்டையும் பயன்படுத்தலாம். நம்பர்க் குழாய்த் துண்டொன்றிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்பட்ட

ஒரு சோடி நம்பர் வளையங்கள் குழாயை அதன் நிலையில் வைத்திருக்க உதவுகின்றன.

இப்படியான ஏற்பாட்டோடு கூடிய ஒரு பிரச்சினை என்னவென்றால், சுருளிலே மூடப்பட்ட

ருப்பதால் ஊசியைப் பார்க்க முடியாதிருப்பதாகும். எனவே, இயங்குந் தொகுதி ஒரு காந்தமாக இருக்கின்ற அனேகமான கருவிகளில், காந்தமானது, சுருளின் உச்சியில் உள்ள ஒரு சிறு இடைவெளியூடு செல்லும் ஒரு நாளில் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும். இந்நாள், காந்த ஊசிக் குச் சமாந்தரமாக நிலைப்படுத்திய ஒரு காந்தத்தன்மையற்ற இலேசான காட்டியையும் கொண்டிருக்கும். காந்தத்தின்



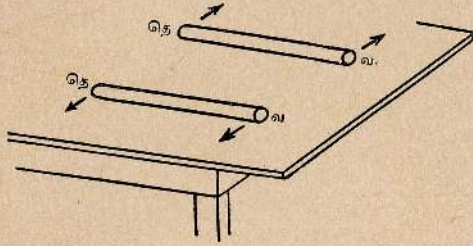
படம் 4.32

திரும்பல், காந்தத் தன்மையற்ற காட்டியின் திரும்பலால் தரப்படும்.

செயல். ஒரு காந்தமாக்கப்பட்ட தைக்கும் ஊசியைப் பயன்படுத்தி ஓர் எவிய தொங்கும் காந்த வகைக் கருவியைச் செய்து அதைச் சோதித்துப் பார்க்க.

இயங்கும் இரும்பைக் கொண்ட கருவிகள்

ஒரு சுருவினுள் மின்னோட்டம் பாயும்போது சுருவினுள் இருக்கும் ஓர் இரும்புத் துண்டு காந்தமாக்கப்படுகிறது. மின்னோட்டம் பாய்



படம் 4.33

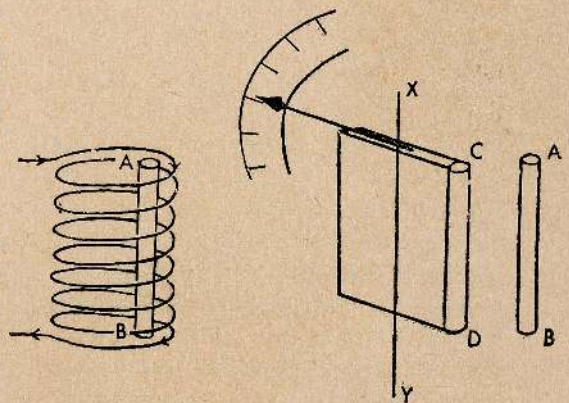
வது நின்றவுடன், அது காந்த சக்தியை இழக்கின்றது. ஓர் ஓட்டத்தை உணர்வதற்கு, இவ்வினையை, நாம் பயன்படுத்த முடியும் என இது கருதவில்லையா? பொதுவாக, இரும்புத் துண்டு பெறும் காந்தம் வலிமையான ஓட்டத்தின் போது வலிமையுள்ளதாக இருப்பதையும் நாம் காண்கிறோம். ஓட்டத்தின் வலிமையை அளப்பதற்குரிய ஒரு கருவியைச் செய்வதற்கும் இவ்வினையைப் பயன்படுத்தலாம் எனத் தோன்ற வில்லையா? ஆயின் நாம் எவ்வாறு காந்தத்தின் வலிமையை மதிப்பிடப் போகிறோம்? ஒரு வலிமையான காந்தம் ஒரு வலிமையான காந்தப் புலத்தை உண்டாக்குகின்றது. ஒரு காந்தம், இன்னொன்றினும் பார்க்கக் கூடுதலான இரும்புத்துண்டுகளைப் பொறுக்குதல் கூறும். இதிலிருந்து, முன்னையது வலிமையானது என நாம் முடிவு செய்யலாம். ஆயின் ஓர் அளவிடையிலிருந்து, வாசிப்புக்களைச் செய்யக்கூடிய ஒரு கருவியை அமைத்தலே எமது நோக்கமாகும். அதாவது, காந்த விசைகளால் திரும்பக்கூடிய ஓர் இயங்குந் தொகுதியிருக்க வேண்டும்.

சுயாதீனமாக இயங்கக்கூடிய இரு காந்தங்கள், அருகிலுள்ள முனைவுகளுக்குத்தக ஒன்றை

யொன்று தள்ளுகின்றன அல்லது கவர்கின்றன. உதாரணமாக, ஒரு மிதக்கும் காந்தத்திற்கு அருகில் இன்னொரு காந்தத்தை அதன் அச்ச முதுவாவதற்குச் சமாந்தரமாகவும், நிகர்த்த முனைவுகள் நெருக்கமாகவும் இருக்கத்தக்கதாகக் கொண்டுவரும்போது அது அப்படியே அப்பால் இயங்குகின்றது. இவ்வாறு, ஒரு கிடைக் கண்ணாடித் தட்டின் மீது வைக்கப்பட்ட இரு உருளைக் காந்தங்கள், அவை விடப்பட்டதும் ஒன்றிலிருந்து மற்றையது உருண்டு விலகிச் செல்லுகின்றது. இதே தர்ப்புள் தாக்கத்தை, ஒரு சுருவினுள் அதனச்சுக்குச் சமாந்தரமாக நீளங்கள் இருக்குமாறு இரு மெல்லிருப்புக் கோல்களை வைத்து அவற்றிற்கிடையே எதிர்பார்க்கமுடியும். சுருண்டு ஓட்டம் செலுத்தப்படும்போது இரு கோல்களும் ஒன்று மற்றையதிலிருந்து விலகி இயங்குவதை எதிர்பார்க்கலாம் (படம் 4.33).

இக்கோல்களில் ஒன்றைச் சுருளுடன் நிலைப்படுத்தியும், மற்றையதைச் சுருளின் அச்சுக்குச் சமாந்தரமான ஓர் அச்சுப்பற்றிச் சுழலுமாறு பதிக்கப்பட்ட ஒரு காந்தத் தன்மையற்ற காட்டியொன்றுடன் இணைத்துமிருப்பின், நாம் ஒரு திரும்பலைப் பெற வேண்டும். இயங்கும் சுருட்கருவிகளில் போன்று, இத்திரும்பலையும் நாம் விற்கலால் கட்டுப்படுத்த முடியும்.

இப்படியான கருவியில் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படும் ஓர் ஒழுங்கைப் படம் 4.34 காட்டுகிறது. இரு மெல்லிருப்புக் கோல்கள் AB, CD என்பவற்றைப் படம் காட்டுகிறது. AB நிலைத்தது. CD, அச்சு XY பற்றிச் சுயாதீனமாகச் சுழலக்கூடியது. காட்டப்பட்ட திசை



படம் 4.34

ளிலே ஒட்டம் பாயும்போது A, C என்பவற்றில் எம்முனைகள் இருக்கின்றன?

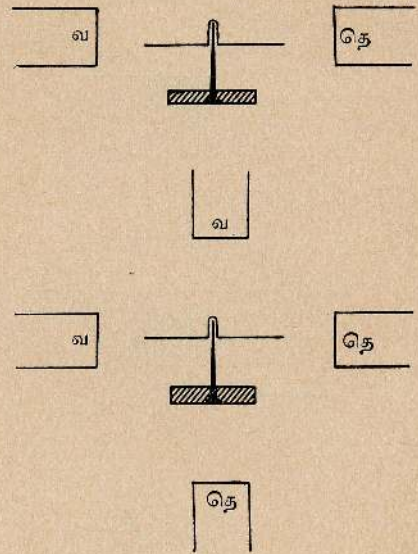
இப்படம் ஆளும் மயிர்விற்களைக் காட்டவில்லை. இவற்றை உம்மால் திருத்தமாக வரைய முடியுமா?

பொருத்தமான இடங்களில் ஒரு நிரந்தரக் காந்தத்தைச் சேர்ப்பதால் இயங்கும் தொகுதியை மீண்டும் பூச்சிய நிலைக்குக் கொண்டுவர முடியுமா? (ஆராய்க.)

மிகச் சாதாரணமான ஒரு அம்பியர்மான் மோட்டர்க் கார்கலிற் காணப்படுகிறது. இக்கருவியின் தொழிற்பாடும் ஓர் இயங்கும் மெல்லிரும்புத் துண்டில் தங்கியிருக்கின்றது. இரும்புத் துகள்களைத் தூலிக்காந்தப் புலத்தைப் பற்றி நாம் படித்தபொழுது காந்தப் புலத்தின் திசைவழியே அனைக இரும்புத் துகள்கள் அமைகின்றன எனக் கற்றோம். இரும்புத் துகள்கள், அவை குழப்பப்பட்ட பொழுது எளிதில் புலக் கோட்டில் இயங்கக் கூடியவாறு சிறியனவாக இருந்தன. ஒரு பெரிய இரும்புத் துண்டு புலத்தின் திசையில் அடையத் தக்கவாறு எவ்வாறு நாம் ஒழுங்கு செய்ய முடியும்? காந்த ஊலியிலோ, அன்றிக் காந்தத் திசைகாட்டியிலோ ஒரு கூரிய புள்ளியில் சுழலியிடும் சிறந்த போதிகைகளைப் (அகேற்று, அல்லது ஆபரணமணிகள்) பயன்படுத்தியும் உராய்வு குறைக்கப்படுகிறது. இயங்கும் சுருளும் அப்படிப்பட்ட போதிகைகளில் சுழலுமாறு பதிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஆயின் பொதுவாக அவற்றில் இரண்டையிருக்கும். ஓர் அச்சப்பற்றிச் சுயாதீனமாகத் திரும்புமாறு ஒரு மெல்லிரும்புத் துண்டை நாம் சுழலியிட முடியாதா? இவ்விரும்புத் துண்டை நாம் ஒரு காந்தப் புலத்திலே உதாரணமாக ஒரு நிரந்தர காந்தத்தின் முனைவுகளுக்கிடையிலே வைக்கும்பொழுது அதன் நடத்தை என்னவாக இருக்கும்?

செயல். ஒரு பழைய வெள்ளியத்திலிருந்து ஓர் இரும்புத் தகட்டின் சிறு துண்டை ($1\frac{1}{2}'' \times \frac{1}{2}''$) வெட்டி எடுக்க. பின் அதன் மத்தியை ஒரு மொட்டை ஆணியால் பள்ளமாக்கி ஒரு பித்தலை ஆணி முனையில் தாங்குக. இப்பொழுது காந்தங்களின் நிகரா முனைவுகளை (அல்லது ஒருபு காந்த) இவ்விரும்புத் துண்டின் இரு

பக்கங்களிலும் பிடிக்க. இப்புலத்தில் இது எப்படி ஒழுகும்? அது அடையும் நிலையை ஒரு வரிப்படத்தாற் காட்டுக.

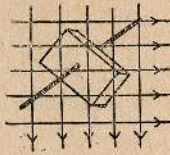
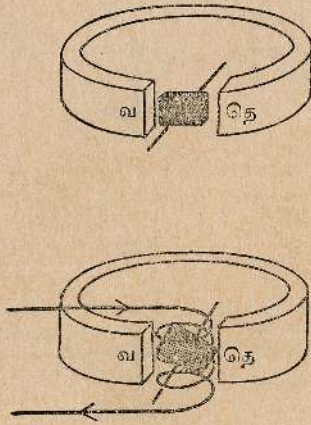


படம் 4.35

முதலாவது, ஏற்கெனவே இரும்பில் தாக்கிக் கொண்டிருக்கும் காந்தப் புலத்திற்குச் செங்கோணங்களில் ஒரு காந்தப் புலத்தைப் பிரயோகிக்க. இப்பொழுது இரும்புத் துண்டின் சமநிலைக்கான நிலை எது? இரண்டாவதாக இரு காந்தங்களையும் புறமாற்றமடையத்தக்கதாகத் திருப்புக. இப்பொழுது நீர் என்ன நிகழக் காண்கிறீர்?

காரிலுள்ள அம்பியர்மானியிலே, ஒரு நிலைத்த அச்சப்பற்றித் திரும்புமாறு சுழலியிட்ட ஒரு மெல்லிரும்புத் துண்டிருக்கின்றது. C வடிவக் காந்தத்தின் முனைவுகளுக்கிடையிலுள்ள வெளியில் இவ்விரும்பு கிடக்கின்றது. மெல்லிரும்பானது அதன் நீளம் காந்தப் புலத்திற்குச் சமாதாரணமாக இருக்குமாறு அமைகிறது. மெல்லிரும்பின் சுழற்சியச்சுக்குச் செங்குத்தாகத் தன் அச்ச இருக்குமாறு ஒரு சுருள் ஒழுங்கு செய்யப்படுகின்றது. இச்சுருண்டு ஓட்டத்தைச் செல்ல விடுவதால், முதலாவதற்குச் செங்குத்தாகத் தாக்கும் இரண்டாவது புலமொன்று உண்டாக்கப்படுகிறது.

இரு முனைகளின் சமநிலைக்கு வேண்டிய திரும்பலின் அளவு, ஓட்டத்தின் வலிமையுடன் தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது. ஒரு மெல்



படம் 4.36

விரும்புத் துண்டிற்குப் பதிலாக ஒரு சிறிய நிரந்தரக் காந்தம் பயன்படுத்தப்படின் நிகழ்வது யாது?

மின்மோட்டர்

நீங்கள், ஒரு தொழிற்சாலைக்கோ ஒரு பெரிய தச்சு வேலைநிலையத்துக்கோ அன்றி ஒரு மோட்டர்க் கார் பழுது பார்க்கும் இடத்திற்கோ செல்லீர்களாயின், பலரகமான வேலைகளைச் செய்வதற்குப் பல்வேறு கருவிகளைக் காண்பீர்கள். பொதுவாக, இக்கருவிகளில் அலைமாற்றை மின்னூற் தொழிற்படுத்தப்படக் காண்பீர்கள். உங்கள் பாடசாலை வேலைச் சாலையிலேயுள்ள துறப்பண அழுத்தி, கடைசலி போன்ற சில கருவிகளும் மின்னூல் தொழிற்படுத்தப்படுகின்றனவாக ஒருவேளை இருக்கலாம். இவ்வளவு விரிவாக, துளைத்தல், வெட்டுதல், அரைத்தல், மரத்தை அரித்தல், உலோகங்களைக் கடைசல் செய்தல், மற்றும் இவைபோன்ற பல வேலைகளைச் செய்ய

மின்னைத் தத்துவமும் ஏற்பாடொன்றைக் கூறும்படி கேட்டால் நீர் அது மின்மோட்டரேயென்று தயங்காது கூறிவிடுவீரல்லவா?

மக்கள் இன்று எவ்வாறு நெல்லின் உமியைப் போக்குகின்றார்கள்? அவர்கள் எவ்வாறு மிளகாய், பல்வகைத் தானியங்கள், கோப்பிக்கொட்டை முதலியவற்றை மாவாக அரைக்கிறார்கள்? கிணறுகளிலிருந்து நீர் எப்படிப் பம்பப்படுகிறது? மீனவரும், மற்றையோரும் எங்ஙனம் தங்கள் வள்ளங்களைச் செலுத்துகிறார்கள்? அம்மியும், குழவியும், கையாலியக்கப்படும் நீர்ப் பம்பி, மரத்துடுப்பு என்பனவும் இன்று வழங்கொழிந்த கருவிகளாகும். வழமையாகக் கையாற் செய்யப்பட்டுவந்த வேலைகளைல்லாம் இன்று மின்வலி முதல்களின் விரிவால், மின்னூற் செய்யப்படும் வேலைகளாகிவிட்டன. இயந்திரமயமாக்குதலே ஒரு தெர்ழிலின் மூலாதாரமாகிவிட்டது.

இச்சந்தர்ப்பத்தில் முக்கியமான வேறு இரு ஏற்பாடுகளைக் குறிப்பிடுதல் பொருத்தமாகும். அவை பெற்றோல் எஞ்சினும், டீசல் எஞ்சினுமாகும். அவை சில வேலைகளைச் செய்வதற்கு, மூதன்மையான கருவிகளாகி விட்டன. இவ்வெஞ்சின்கள், உருளைகளுள்ளே (இதனுள் முசலம் தொழிற்படுகிறது) வாயுக் கலவைகளின் தகனத்தால் முசலங்களுக்கு கொடுக்கப்பட்ட முன்னும் மின்னூமான இயக்கமானது, சுழற்றித் தண்டின் ஏற்பாட்டால் ஒரு சுழற்சி இயக்கமாக மாற்றப்படுகிறது என்பனும் தத்துவத்திலேயே தொழிற்படுகின்றன. மின் மஸ்வாகக் கடைக்கக் கூடிய இடங்களிலே, அநேகமான சந்தர்ப்பங்களில் இவ்வெஞ்சின்களுக்குப் பதிலாக நாம் மோட்டரைப் பயன்படுத்த முடியும்.

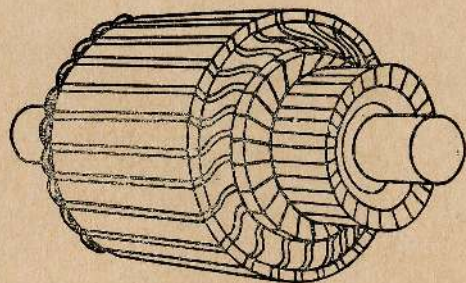
மின் மோட்டரினது, மின் சக்தியை நேரடியாகப் பிரயோகிப்பதனால் சுழற்சியானது இயக்கத்தை உண்டுபண்ணச் செய்கிறது. (இந்தி கழ்ச்சியில் ஓர் அதி உயர் திறனூற் மின்சக்தியைப் பயன்படுத்துகிறது.) ஒரு சுழற்சியியக்கத்தை உண்டாக்குதல் எப்படி இயலக்கூடியதாக இருந்தது?

ஒரு மோட்டர்க் காரிலிருந்து பயனற்றதெனத் தள்ளப்பட்ட ஒரு மோட்டரைப் பரிசோதிக்க. சில நிமிடத்தின் பின், மோட்டர் ஒரு

வெளி உறையைக் கொண்டிருக்கின்றதெனவும், அதனுள் ஒரு தண்டுபோன்ற பகுதியுண்டெனவும் காண்பீர்கள். இதை சுழலும் உறுப்பென உடனடியாகவே உணர்ந்து விடுவோம். முதற் பார்வையில், வெளியுறையானது தண்டு திரும்புகின்ற போதிகைகளுக்கு ஓர் ஆதாரமாக இருப்பது போலவே தோன்றும். வேறாகப் பிரிக்கப்பட்ட ரோட்டரைப் பார்த்தீராகில், உறையின் உட்பக்கத்திலே ஒரு சிறப்பான முறையில் இரு சுருளிகள் வைக்கப்பட்டிருப்பதைப் பெரும்பாலும் காண்பீர். சுழலும் உறுப்பும், ஓர் இரும்பு உருளையின் பரப்பில் வெட்டப்பட்ட தவாளிப்புக்களில் கிடக்கும் கம்பியின் ஒரு தொடைத் தடங்களைக் கொண்டிருக்கக் காண்பீர். இரும்பு உருளை இரும்புத் தட்டுக்களாற் செய்யப்பட்டிருக்கக் காணப்பட்டது. அடிக்கடி இத்தவாளிப்புக்கள், யாதோ ஒரு காவலிடம் திரவியத்தால் நிரப்பப் படுகிறது. அதனால் அவற்றில் இருக்கும் கம்பியைப் பார்க்க முடியாது போகலாம். தண்டின் ஒரு முனையிலே தண்டைச் சுற்றி ஒழுங்கு செய்யப்பட்டிருக்கும் செப்புக் கீலங்களுக்கு இக் கம்பிகள் செல்லுகின்றன என்பதை நீங்கள் அவதானிப்பீர்கள். மறு முனையைச் சுற்றி கூட்டமாக வருகின்ற இக்கம்பிகளையும் நீங்கள் பார்க்கலாம். சிறிது பொறுமைபுடன் முயன்றால், ஒரு குறித்த செப்புக் கீலத்திலிருந்து ஒரு தவாளிப்பின் வழியே சென்று மறு முனையைச் சுற்றி வந்து இன்னொரு செப்புக் கீலத்திற்கு மீண்டும் வருகையில் கம்பிச் சுற்றுக்களின் ஒரு தொடை எடுக்கும் பாதையை நீங்க அறிய முடியும்.

ஒழுங்கிற் சுழலும் பகுதி மோட்டரின் ஆமேச்சர் எனப்படுகிறது. செப்புக் கீலங்களின் கூட்டம் பரிவர்த்தனி எனப்படுகிறது. (கீழே படம் பார்க்க.) பார்வையினால் சுருக்கமாக இங்கு நாம் விவரித்த மோட்டர் நன்கு பெரிதாக இருக்க, அதனால் அதன் பகுதிகளைப் பிரித்தறிவது இலகுவாக இருக்கும் பொழுது ஒரு பொம்மையின் மோட்டரைப் பரிசோதித்தல் அறி

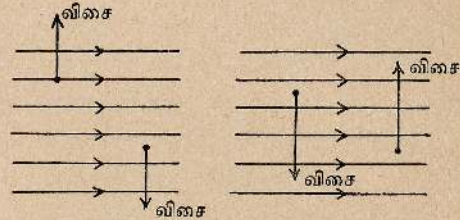
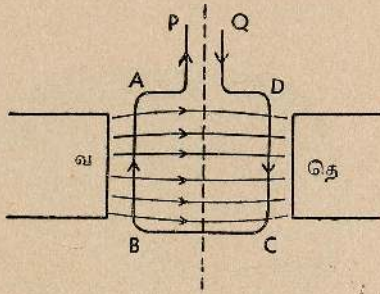
வுடையதாகலாம். ஏனெனில், இது மிகவும் எளிதாகவும், அதன் தொழிற்பாட்டை விளங்குவது இலகுவாகவும் இருக்கின்றது. எந்த ஒரு மோட்டரினாலும் ஆமேச்சரைத் திரும்பச் செய்வது எது?



படம் 4.37

இயங்கும் சுருளையுடைய அளக்கும் கருவிகளைப் பற்றி முன்னரே நாம் படித்துள்ளோம். ஒரு காந்தப் புலத்தில் இருக்கின்ற ஒரு சுருளுடாக மின்னோட்டம் பாயும்போது எவ்வாறு அது ஒழுகுகின்றது என்பதையும் பார்த்தோம். தொடக்கத்தில், காந்தப் புலத்திற்குத் தொடர்பான ஒரு குறித்த நிலையிலே சுருள் இருக்கின்றது. இரு மயிர்விற்களாலுமே இது இந்நிலையில் நிறுத்தப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்விற்கள், சுருளினூடு பாயும் குறித்த ஓட்டத்துக்கு சுருள் திரும்புவதற்கு அனுமதிக்கப்பட்ட அளவையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இயங்கும் சுருளானது ஓர் அச்சப் (அதன் நீளத்திற்குச் சமாந்தரமானது) பற்றிச் சுழலுகின்றது என்பதே இங்கு நிகழும் செயலாகும். இவ்வச்ச சுழலுகளைத் தொடுக்கும் கோடாகும். சுருளின் பக்கங்களில் பொறிமுறை விசைகள் தாக்குகின்றன. இவை இவ்வச்சப் பற்றி எதிர்த்திருப்பங்களை அளிக்கின்றன. உண்மையில் இவ்விசைகள் ஓர் இணையை உருவாக்குகின்றன. ஆரை வழிப்புலம், (மெல்லிரும்பு உருளைப் புலத்தை ஆரைவழியாக்குகிறது) இணை ஒரு மாறிலியாக இருக்கிறதென்பதை உறுதி செய்கிறது. மோட்டரினாலும் ஆமேச்சர்ச் சுருள்கள் இருக்கின்றன. இவை ஆமேச்சரின் மெல்

லிரும்பகணியால் மிக நன்றாகத் திருத்தப்பட்ட ஒரு காந்தப் புலத்திலே இருக்கின்றன. ஆமேச் சர்ச் சுருள்களினூடு ஓட்டம் பாயும்போது முழு ஆமேச்சரும் சுழல்கிறது.



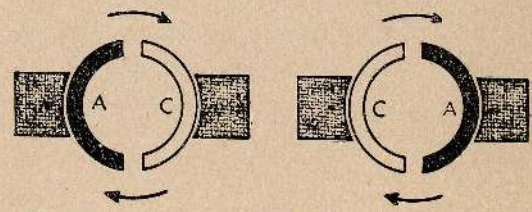
கடதாசியிலிருந்து அப்பால் ஓட்டம் கடதாசியை நோக்கி ஓட்டம்

புலம் 4.38

ஆமேச்சரின் சுருள்களுள் ஒன்றையும் காந்தப் புலத்தையும் காட்டும் எளிய வரிப்படமொன்றை வரைந்து, மோட்டரின் தொழிற்பாட்டை விளங்கிக் கொள்வதற்கு அதன் உதவியைப் பயன்படுத்துவோமாக. AB மீதுள்ள விசை, கடதாசிக்குச் செங்கோணங்களினுள்ள திசையிலும், கடதாசியினூடாகச் செல்லும் போக்கிலும் உள்ளது. அதேபோல், CD மீதான விசையும் கடதாசிக்குச் செங்குத்தாக ஆனால் அதற்கு வெளியே திசைப்படுத்தப்பட்டிருக்கும் (இடக்கை விதி). மேலேகண்டவற்றிலிருந்து, இது, சுருள் வலஞ்சுழிப் போக்கொன்றில் திரும்பும் எனக் கருதுகின்றது. இனி இங்கு காட்டியுள்ள நிலையிலிருந்து கம்பி ஆரம்பித்து, திரும்புகிறது எனக் கொள்வோம். ஒரு முழுச் சுழற்சியின் அரைவாசியை அது திரும்பியதும், AB யும் CD யும் தம் நிலைகளில் இடமாற்றமடைந்திருப்பதை நீங்கள் உணர்ச்சி நீர்களை? இப்போது, B யிலிருந்து A யிற்கு மின்னோட்டத்தைக் காவும் AB யானது, முன்பு CD இருந்த நிலையை எடுக்கிறது. அதன் மீதுள்ள பொறிமுறை விசை இன்னும் கடதாசியினுள்ளேயே உள்ளது. அதேபோல், CD மீதான விசை, இன்னும் கடதாசிக்கு வெளியே உள்ளது. இதன்படி இப்பொழுது எந்தப் போக்கில் சுருள், தன் அச்சைப் பற்றிச் சுழல்கிறது?

இது கருதுகிறது. சுருள் சுழல் ஆரம்பித்ததும் அது ஒரே போக்கில் தொடர்ந்த திரும்புமாறு செய்வது எங்ஙனம்?

இதற்குத் தேவைப்படுவது, ஒரே போக்கில் இணை தொடர்ந்து தாக்க வேண்டும் என்பதே. அ-து, அது இதன் திருப்பத்தின் போக்கை மாற்றிக்கொள்ள வேண்டும். இதன்படி, பொறிமுறை விசையானது, ஒவ்வொரு அரைச் சுழற்சியின் முடிவிலும் இதன் போக்கை மாற்றிக்கொள்ள வேண்டும். பொறிமுறை விசையின் போக்கை, காந்தப் புலத்தையோ, மின்னோட்டத்தையோ புறமாற்றி மாற்ற முடியும். இத்தகைய மாற்றமொன்றைச்

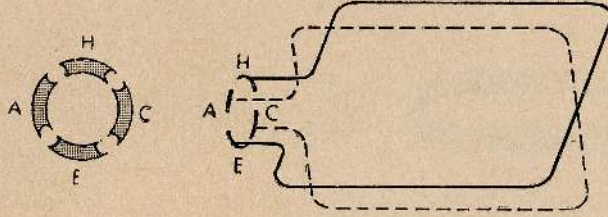


புலம் 4.39

செய்வது எங்ஙனம்? நிரந்தரக் காந்தமொன்றின் முனைவுகளுக்கிடையேயான புலத்தின் போக்கை மாற்றுவதற்கு, காந்தத்தை வட்டமாகத் திருப்புவது அவசியமாகின்றது. இதைச் செய்வது கடினம் மறுபாராக, ஒரு சுற்றிலே. மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றுவதற்கு புறமாற்றுக்கு சாவிகள் என வழங்கப்படும்

(உபாயங்கள்) உள். இங்கு, ஒவ்வொரு அரைச் சுழற்சிக்கும் மின்னோட்டம் கப்பாயமாகப் புற மாற்றப்பட வேண்டும். ஆகவே, சுழலுஞ் சுருளுடன் புறமாற்றுஞ் சாவிவின் எளிய வகை யொன்று தொழிற்பட்டுக் கொண்டே இருக்க வேண்டுமெனக் காணப்படுகிறது.

சுழலும் பாதி வளையங்களின் ஒழுங்கு திசைமாற்றி என வழங்கப்படும். செய்முறை ஆமேச்சொன்று, வெவ்வேறு தளங்களில் கம்பித் தடங்களைக் கொண்டுள்ளது. ஆகவே சுருளுக்கு இணைக் கம்பிகளாகவும் புறமாற்றும் உபாயமாகவும் பணியாற்றுவதற்காக,



படம் 4.40

ஆளியை எவ்வாறு ஒழுங்கு செய்யலாமென்பதை, படம் 4.39, வரிப்பட முறையாகக் காட்டுகின்றது. ஒழுங்கின் இயங்கும் பகுதி, வளையமொன்றின் இரு பாதிகளைக் கொண்டுள்ளது. இப்பாதிகள் ஆமேச்சரின் அச்சாணியோடு விதைப்பாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ள கண்டித்த உருளையொன்றின் மீது ஏற்றப்பட்டுள்ளன. (படத்திலே, A யும் C யும், இப்பாதி வளையங்களுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒரு சுருளின் முனையாகலாம்.) இவ்விரண்டு பாதி வளையங்களும் இரண்டு நிலைத்த காபன் குற்றிகளைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன. இக் காபன் குற்றிகள் பாதிவளையங்களை இலேசாக அழுக்குமாறு ஏற்றப்பட்டுள்ளன. ஆமேச்சர்திரும்பும் பொழுது, பாதி வளையங்கள், — இலிருந்து + இற்கும், + இலிருந்து — இற்கும் ஒவ்வொரு அரைச் சுழற்சியின் போதும் மாறுகின்றன. இவ்வொழுங்கானது சுழலும் சுருளுக்கும் மின்சகலம், அல்லது மற்றைய எந்த மின் முதலுக்குமிடையே மின்னொடுகை பேணப்படுவதையும் உறுதிப்படுத்துகின்றது. (இவ்வொழுங்கின்படி, மின் சுற்றொன்றின் ஒரு பகுதியில் அதாவது ஆமேச்சரின் சுருள்களில் மின்னோட்டத்தின் திசை ஆவர்தகனமாக மாறிக் கொண்டிருக்கிறது.)

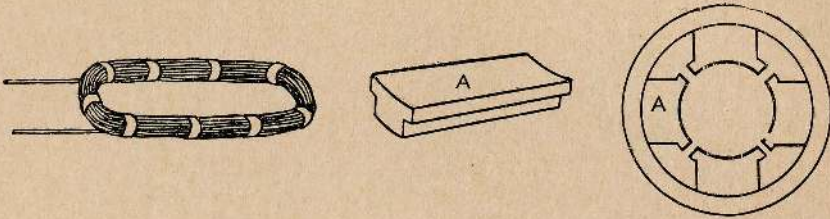
இரு பாதிகளுக்கு மேற்பட்ட பல பகுதிகள் கொண்ட வளையமொன்று தேவைப்படுகின்றது. வளையத்தின் இப்பகுதிகள், திசைமாற்றியின் துண்டங்கள் எனப்படுகின்றன. படம் 4.40, வெவ்வேறு தளங்களில் இரு சுருள்களையும் திசைமாற்றியில் நான்கு துண்டங்களின் ஒழுங்கொன்றையும் காட்டுகின்றது.

மாதிரி மோட்டரொன்றை மிக இலகுவாகச் செய்யலாம். பல்வேறு ஞால்களிலும் சஞ்சிகைகளிலும் மோட்டரின் பல காட்டுருக்களைப் பார்த்து, உமக்கு விரும்பியதைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். எனினும், நீர் செய்யும் மாதிரி மோட்டர் உம்மால் திட்டமிடப்படின் இன்னும் கவர்ச்சியானதாயிருக்கும். ஏன் அது உமது சொந்த முயற்சியாக இருக்கக்கூடாது. பழைய துண்டுக் கழிவுகளிலிருந்து பெற்ற U வடிவக் காந்த மொன்றையோ, பாடசாலையிலிருந்து பெற்ற இரண்டு சட்டக் காந்தங்களையோ, இதைச் செய்வதற்குப் பயன்படுத்திக். இன்னும் சிறப்பாய் சொந்த ஆற்றலால் காந்தத்தையும் நீங்கள் செய்தால் எப்படி இருக்கும்!

மோட்டர்க் காரிலே காணப்படும் மோட்டரிலே காந்தப் புலத்தையும் அளிப்பதற்குச் சுருள்

கள் உள். இச்சுருள்களிலூடாக ஒருபகுதியும், ஆமேச்சர்ச் சுருள்களிலூடாக இன்னொரு பகுதியுமாக மின்னோட்டம் செல்கிறது. புலச் சுருள்கள் என வழங்கப்படும் இச்சுருள்கள்,

இருக்குமாறு ஒழுங்கு படுத்தலாம். அவை தொடரிலிருக்கும் பொழுது, “தொடர்ச் சுற்று” மோட்டர் என வழங்கப்படும். சமாந்தரத்திலிருக்கும் பொழுது “விலத்

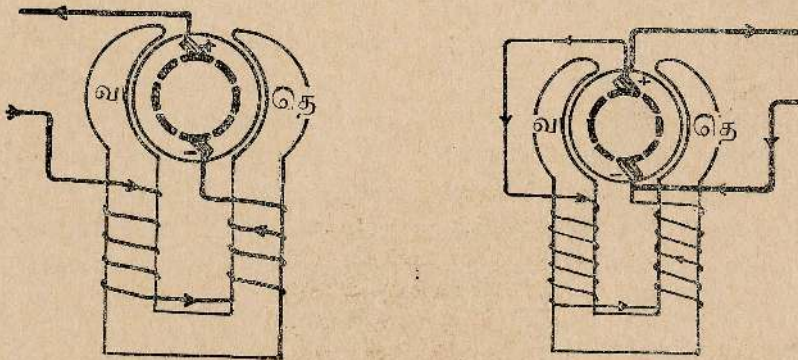


படம் 4.41

உறையின் உட்பரப்பின் மீது பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. அங்கு பெறக்கூடிய நான்கு புலச் சுருள்கள் உள். ஆகவே நான்கு காந்த முனைவுகளும் உள்.

மோட்டரிலுள்ள புலச் சுருள்கள், ஆமேச் சரோடு தொடரில், அல்லது சமாந்தரத்தில்

திச் சுற்று” மோட்டர் என வழங்கப்படும். சுருள்களினதும் ஆமேச்சரினதும் விவரங் களைப் புறக்கணித்து விட்டால், வரிப்படவகைக் குறிப்புக்களை இல்லுவதாக வரைந்து விடலாம். (கீழே படம் 4.42 ஐப் பார்க்க.)



(படம் 4.42)

பயிற்சி 4

- மின்மணியொன்று இரண்டு உலர் கலங்கள், ஒரு மணி தள்வி என்பனவற்றுடன் தொடரிலே தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அழுத்து பொத்தானை அழுத்து மிடத்து ஒன்றும் நிகழ்வதில்லை. ஆனால் ஆமேச்சரை ஒருமுறை இயங்கச் செய்ததும் மணி தொடர்ந்து அடிக்கக் காணப்படுகிறது. பின்னர், இப்பொத்தான் விடுவிக்கப்பட்டதும் அடித்தல் நின்று விடுகிறது.

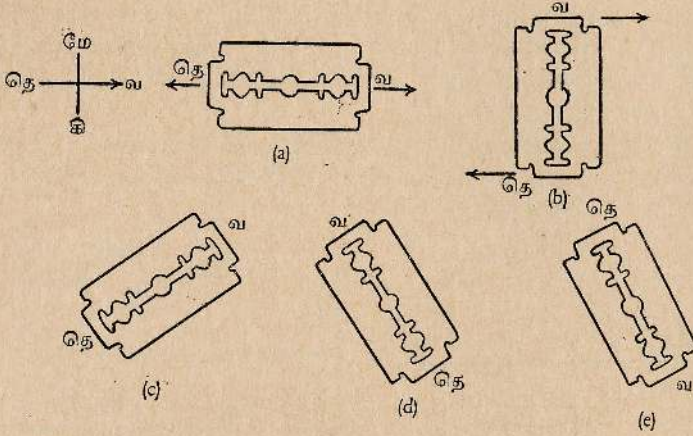
(a) ஒரு முறை இயங்கச் செய்த பின்னர் மட்டும் மணி அடிப்பது ஏன்?

(b) மணி சாதாரணமாகத் தொழிற்பட வேண்டிய முறையில் அதனைத் தொழிற்படச் செய்வது எங்ஙனம்?

- சில சவர அலகுகளைக் காந்தமாக்குவதற்கு, மின்மணியொன்றிலுள்ள மின்காந்தத்தை நீர் எவ்வாறு பயன்படுத்துவீர்?

ஒவ்வொன்றையும் நீளப்பாட்டில் இரண்டாகப் பிளப்பதால் புறம்பான காந்தங்களைப் பெறமுடியுமா? விளக்குக?

3.

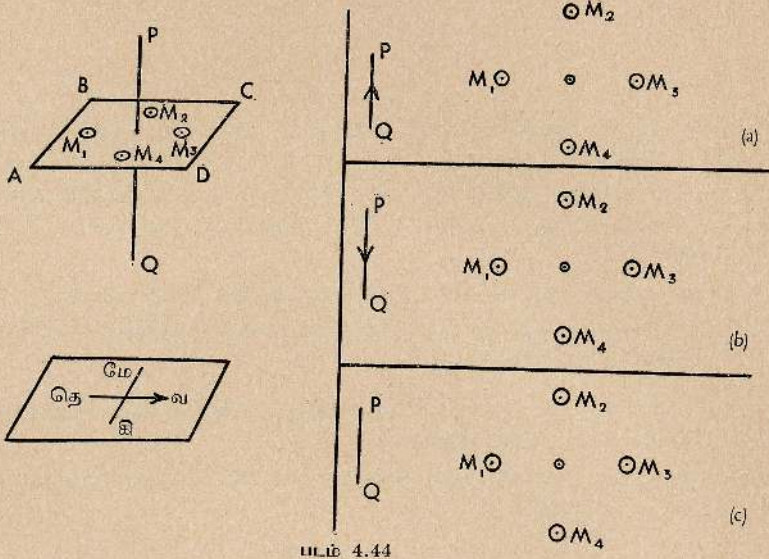


படம் 4.43

படம் 4.43(a), கிண்ணமொன்றிலுள்ள நீர்ப்பரப்பிலே காந்தமாக்கிய சவரவலகொன்று மிதப்பதைக் காட்டுகின்றது. படம் (b), அதே சவரவலகு, (a) இற் கொண்டிருந்த சமநிலைத் தானத்திலிருந்து திருப்பப்பட்ட பின்னர், அதன் நிலையைக் காட்டுகின்றது. படங்கள் (c), (d), (e) என்பன சவரவலகின் திருப்பப்பட்ட மற்றைய நிலைகளைக் காட்டுகின்றன. (c), (d), (e) என்பவற்றிற்கு விசைகளைக் குறியிட்டு எத்திசையில் (வலஞ்சுழியாகவா இடஞ்சுழியாகவா) அலகு திருப்பப்பட்டுள்ளது என்பதைக் கூறுக.

- உங்கள் கண்களை மூடிக் கட்டிவிட்டு, ஒன்று காந்தமும், ஒன்று காந்தமாக்கப்படாததுமான இரண்டு இரும்புக் கோல்களைத் தந்தால், அவற்றுள் காந்தமெது என்பதை எவ்வாறு துணிவீர் என விவரித்து விளக்குக. (இயலுமான முறைகள் எல்லாவற்றையும், எடுக்க முடிந்த அவதானிப்புகளையும் கருதுவதோடு அவற்றிலிருந்து நீர் யூகித்த வற்றையும்

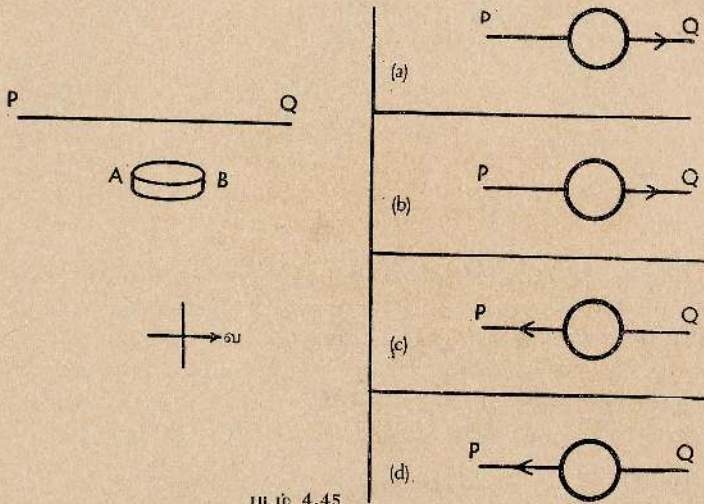
கூறுக. கோல்களைப் பிரித்தறியும் பொருட்டு, ஒரு கோலின் முனைக்கு அண்மையில் சிறு நுழைப்புப் பட்டையொன்றை, இன்னொருவரைக் கொண்டு போடுவிக்க.)



படம் 4.44

5. ABCD என்னும் தடித்த அட்டைத்தாளின் கிடைத் துண்டொன்றையும் நிலைக்குத்தாக வைக்கப்பட்ட, தடித்த செம்புக் கம்பி PQ வையும் படம் 4.44 காட்டுகின்றது. M_1, M_2, M_3, M_4 ஆகிய நிலைகளிலே, சிறு காந்தத் திசைகாட்டிகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. (a), (b), (c) ஆகிய வரிப்படங்களைப் புறம்புபுறம்பாக வரைந்து ஊசிகள் எத்திசைகளில் அமைந்துள்ளன என்பதைக் குறிக்க.

படம் (a) இலே மின்னோட்டமானது PQ வில் மேல்நோக்கியும் படம் (b) இலே அது, PQ வில் கீழ்நோக்கியும் படம் (c) யிலே PQ வில் எவ்வித மின்னோட்டமில்லாமலும் பாய்ந்து கொண்டிருக்கிறது.



படம் 4.45

6. படம் 4.45 இல், ஒரு கிடைக் கம்பி PQ வும், காந்தத் திசைகாட்டி AB யும் காட்டப்பட்டுள்ளன. மின்னோட்டமொன்று (a) யிலும் (b) யிலும் P யிலிருந்து Q விற்கும் (c) யிலும்

(d) யிலும் Q விலிருந்து P யிற்கும் பாய்கிறது ; (a) யிலும் (c) யிலும், திசைகாட்டிக்கு நேர் மேலே கம்பி இருக்கிறது ; (a) யிலும் (d) யிலும் திசைகாட்டிக்கு நேர் கீழே இருக்கிறது.

(a), (b), (c), (d) ஆகியவற்றைத் தனித்தனியே வரைந்து, ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் காந்தவூசி எடுத்த சமநிலைத் தாளைத்தைக் குறிக்க.

7. மின்னோட்டமொன்றைப் படிப்படியாக அதிகரிக்கும்படித்து அதனாலாகும் காந்தப் புலத்தின் மாற்றங்களை ஆராயும்பொழுட்டு, மின்வரும் ஒழுங்கு அமைக்கப்பட்டது. ஏறத்தாழ 0.5 மீற்றர் நீளங்கொண்ட, தடித்த செம்புக் காப்பியொன்று கிளையான ஒரு நிலையில் கிழக்கு-மேற்காக இருக்குமாறு நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளது. இதற்கு ஏறத்தாழ 5 சமீ தூரமொன்றில் நிலைக்குத்தாகக் கீழே திசைகாட்டிப் பெட்டியொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பி யின் நுனிகள், நீண்ட இணைக்கம்பியால், 12 வோல்ட்டு மி. இ. வி கொண்டு ஒரு மின்கலவடுக்கு 24 ஓம் உயர் நனையும் 2 அம்பியருக்குக் கணித்ததுமான மாறுந்தடை, அம்பியர்மாணி, செருகுச் சாவி என்பவற்றுடன் தொடரிலே தொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பொழுது, மாறுந்தடை அதன் உயர்வுப் பெறுமானத்திலிருக்கையில் ஆரம்பித்து, அம்பியர்மானியாற் காப்பிடும் மின்னோட்டத்தினதும், திசைகாட்டி ஊசியின் திரும்பலினதும் வாசிப்புக்கள் எடுத்தலே முக்கிய நோக்கமாகும். முதலிலே ஆரம்ப அவ தான்ப்புக்கள் எடுக்கப்பட்டன.

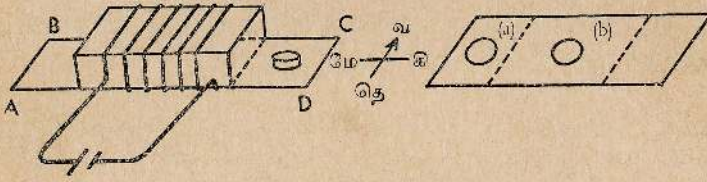
இவை என்னவென்று உங்களாற் கூறமுடியுமா ? உதாரணமாக, கம்பியிலே மின்னோட்டம் பாயாதபொழுது, காந்தவூசி எடுக்குந் திசையாது ? சாவி இடப்படும்பொழுது என்ன நிகழக்கூடும் என நீங்கள் நினைக்கிறீர்கள் ?

உண்மையான பரிசோதனையிலே, சாவி இடப்பட்டபொழுது அம்பியர்மாணி 0.5 அம். வாசிப்பைக் காட்டியது. ஆனால், திசை காட்டியை மெதுவாக ஒருமுறையோ, இரண்டு முறைகளோ தட்டியபோதும் பாதிக்கப்படாது இருந்தது. தடையைப் படிப்படியாகக் குறைத்தவிடத்து அம்பியர்மானியில் வாசிப்பு, 2 அம்பியர்வரை படிப்படியாக அதிகரித்துக்கொண்டே இருந்தது. ஆனால், காந்தவூசியில் அவதானிக்க முடிந்த ஒரேயொரு விளைவு, 1.2 அம்பியர் வாசிப்பிலே பெட்டியை மெதுவாகத் தட்டியபோது, காந்தவூசியானது முழுவெட்டத்தினூடாகச் சமுன்று, மீண்டும் வ-தெ. கோட்டில் தொடர்ந்து இருந்தமையாகும்.

அடுத்து, மின்கலவடுக்கு முடிவிடங்களுக்குத் தொடுப்புக்களை மாற்றி மின்னோட்டம் புறமாற்றப்பட்டு, மீண்டும் அது படிப்படியாக அதிகரிக்கப்பட்டது. இம்முறை, பரிசோதனை அடங்கலும் அதாவது 2 அம்பியர் மின்னோட்டத்திலுங்கூட காந்தங்கள் குழப்பப்படாதிருந்தன.

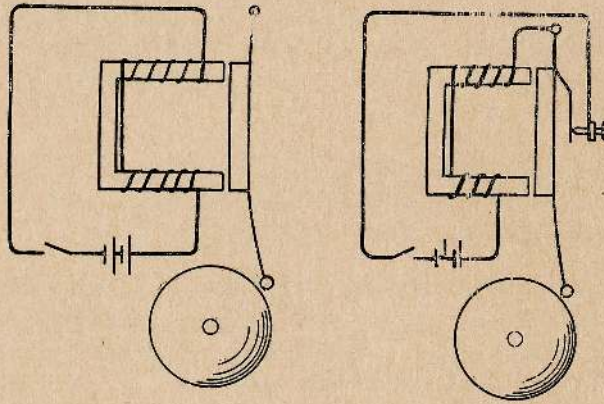
1. 1.2 அம்பியர்வரை காந்தவூசி பாதிக்கப்படாதிருந்ததேன் ?
2. 1.2 அம்பியரில் பெட்டியைத் தட்டியபோது இவ்வூசி முழு வட்டத்தினூடாகத் திரும்பியதேன் ?
3. இவ்விண்ணு சந்தர்ப்பங்களிலும், வ. தெ. கோட்டிலிருந்து ஊசி திரும்பா திருந்ததேன் ?
4. 1.2 அம்பியரில் மின்னோட்டம் புறமாற்றப்பட்டபொழுது ஊசி திரும்பா திருந்ததேன் ?
5. வ. தெ. திசையிலே கம்பி கிடைக்குமாறு நிலைப்படுத்தப்படின், கிடைக்கக்கூடிய அவதானிப்புக்கள் யாவை ?

8. படம் 4.46, ஒரு சுறு அடடைததாள்பெட்டி மீது சுற்றப்பட்ட கம்பிச் சுருளொன்றைக் காட்டுகின்றது. இப்பெட்டியின் AB, CD ஆகிய இரு முனைகளும் நிறந்துள்ளன. இது,



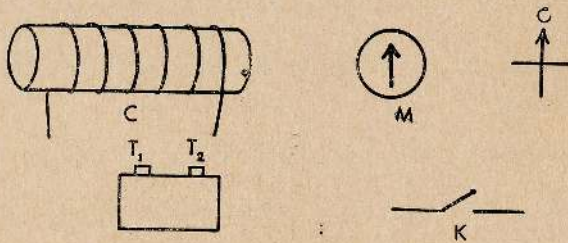
படம் 4.46

சுருளின் அச்சானது சி-மே முகமாகக் கிடக்குமாறு ஒரு கிடைமேசையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. முறையே (a) யிலும் (b) யிலும் உள்ளவாறு காந்தத் திசைகாட்டி கிடக்கும் பொழுது ஊசி எடுக்கும் நிலைகளைக் குறிக்க.



படம் 4.47

9. படம் 4.47, இரண்டு மின்மணிகளைக் குறிக்கின்றது. ஆணி இடப்படும் பொழுது, ஒவ்வொரு மணியினதும் தொழிற்பாட்டை விவரித்து விளக்குக. மின்கலவடுக்கு, போதியளவு மின்னோட்டத்தைத் தரும் எனக்கொள்க.

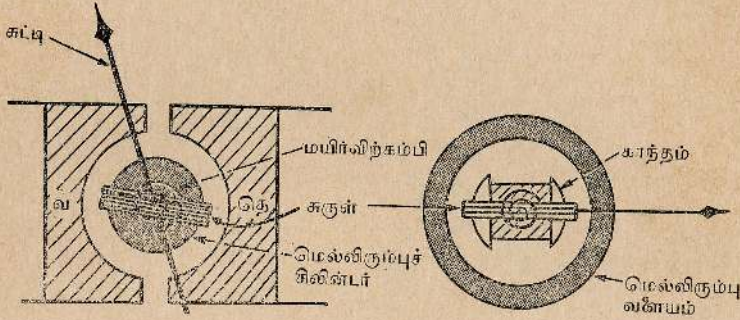


படம் 4.48

10. ஒரு கடதாசிக் குழாய் மீது சுற்றப்பட்ட ஒரு சுருள் C, காந்தத் திசைகாட்டி M, மின்கலவடுக்கு T_1 T_2 , சாவி K என்பவற்றைப் படம் 4.48 காட்டுகின்றது. T_1 T_2 இல் +, - குறிகள் இடப்படவில்லை.

மின்கலவடுக்கின் + முடிவிடத்தைத் தீர்மானிப்பதற்கு, நீங்கள் அமைக்கும் சுற்றின் ஒழுங்கைக் காட்டும் வரிப்படத்தை வரைக. (கிடைக்கக்கூடிய ஒவ்வொரு அவதானிப்பையும் அதிலிருந்து நீர் யூகித்தறிவதையும் கருத்திற் கொள்க.)

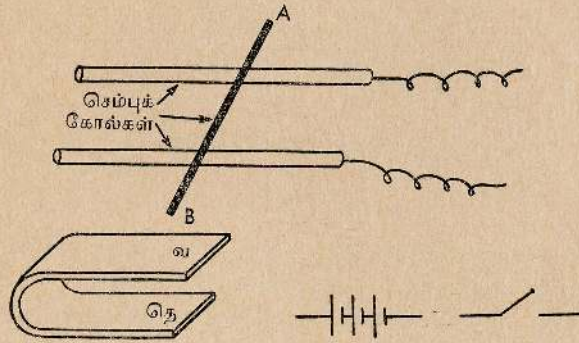
11. இயங்கு சுருட் கல்வனோமானியில் (அல்லது அம்பியர்மாணி) காந்தப் புலத்தைத் தரும் ஒரு வகையான ஒழுங்குகளை மேலேயுள்ள படம் 4.49 காட்டுகின்றது. அவற்றுள் ஒன்றில், உருளை முனைவுத் துண்டுகளோடு கூடிய நிரந்தரக் காந்த மொன்றும்,



படம் 4.49

முனைவுகளுக்கிடையே மெல்லிரும்பு உருளையொன்று உடனடி மற்றையதிலே, மத்தியில் ஒரு நிரந்தரக் காந்தம் உண்டு. இது உருளை முனைவுத் துண்டுகளைக் கொண்டுள்ளது. இக்காந்தத்தைச் சூழ்வர, உருளை (குழாய்) வடிவ மெல்லிரும்பு வளையமொன்றுண்டு.

ஒவ்வொரு ஒழுங்கின் தொழிற்பாட்டையும் விளக்கி முதலாவது ஒழுங்கைக் காட்டிலும் இரண்டாவதை மேம்படச் செய்யும் அமிசங்கள் ஏதாவது இருந்தால் அவற்றை விவாதிக்க.

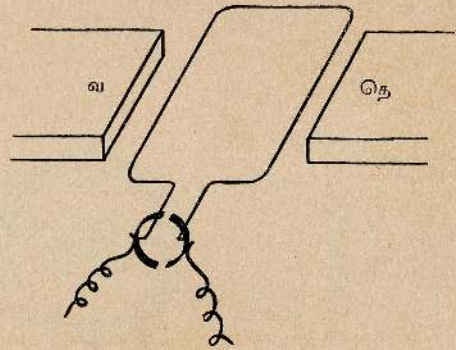


படம் 4.50

12. மின்னோட்டங் கொண்ட கடத்தியொன்று, காந்தப் புலத்திலே கிடக்கும்பொழுது பொறிமுறை விசையொன்றை அனுபவிக்கும் என்பதைக் காட்டப் படம் 4.50 இலுள்ள சாதனங்களை நீர் எவ்வாறு பயன்படுத்துவீரென விவரிக்க.

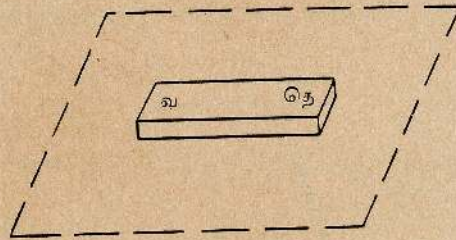
கோல் AB வலதுபுறமாக இயங்குமாறு மின்சுற்றை எவ்வாறு ஒழுங்கு செய்வீர்? (இரண்டு வழிகளைக் கூறுக.)

13. மின் மோட்டரொன்று எவ்வாறு தொழிற்படுகின்றது என்பதைக் காட்டுவதற்கு, மேலே யுள்ள வரிப்படத்தை முற்றாக்குக. மின்னோட்டத்தின் திசையையும், தடத்தின் சுற்றற் றிசையையும் குறிக்க.



படம் 4.51

14. மின்னோட்டம் கொண்ட செவ்வகச் சுருளொன்று, குறுகிய சட்டக்காந்தமொன்றைப் போன்றதென எவ்வாறு காட்டுவீர்? எளிய மின் மோட்டரொன்றின் தொழிற்பாட்டை விளக்கு வதற்கு இவ்வொப்புமையைப் பயன்படுத்துக.
15. படம் 4.52 இலே குற்றிப் கோடுகளால் எல்லைப்படுத்திக் காட்டியுள்ள பரப்பினுள் விசைக் கோடுகளைப் பருமட்டாக வரைக.



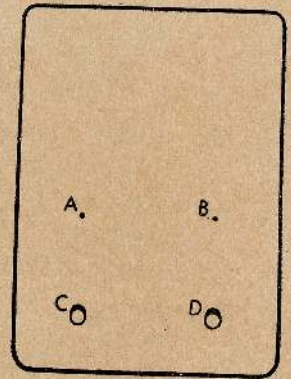
படம் 4.52

சட்டக் காந்தத்தால் தரப்படும் அதே காந்தப் புலத்தை வரிச்சுருளொன்று தருமாறு அதை எப்படி ஒழுங்கு செய்ய முடியும் என்பதைக் காட்ட வரிப்படமொன்றை வரைக. அதில், மின்னோட்டத்தின்திசையைத் தெளிவாகக் குறிக்க இப்புலங்கள், திட்டமாக ஒரே பெறுமானத்தைக் கொண்டிருக்குமாறு மின்னோட்டத்திற்கு ஒரு குறித்த பெறுமானம் உண்டா? மேலும், சுற்றுக்களின் எதேனும் குறித்த தொகையொன்றைச் சுருள் கொண்டிருக்க வேண்டுமா?

16. எல்லா இயங்கு சுருட் கருவிகளிலும் (அம்பியர்மானி, வோல்ட்டுமானி, கல்வனோமானி) பூச்சியச் செப்பஞ் செய்கை எனப்படும் ஓர் ஏற்பாடு உண்டு. காட்டிகள் அளவிடைமீது பூச்சியத்தை வாசிக்குமாறு திருகொன்றைக் கவனமாகத் திருப்பி இதனைச் செய்யலாம்.

இத்திருகைத் திருகும் பொழுது கருவியில் உண்மையாக நிகழ்வது என்ன? இத் திருகை, எப்பக்கத்திற்குள் சரி அளவு மீறித் திருகுதல் பாதுகாப்பற்ற செயலாகும். காரணம் என்ன?

17. மின்னோட்டத் தராசொன்றுடன் ஒப்பிட்டு அளவுகோடிட்ட சிறந்த அம்பியர்மாணி யொன்றுடன் எடுக்கப்பட்ட பல்வேறு வாசிப்புக்கள் எல்லாம், பின்னர் ஒருகால் சரிபார்க் கப்பட்டவிடத்து, அவற்றின் உண்மையான பெறுமானங்களைவிடும் ஒரேயளவால் மிகைப் படக் காணப்பட்டன. இந்நடத்தைக்குச் சாதகமாகவுள்ள காரணங்கள் யாவை? இப் பிழையைச் சரிசெய்வதற்கு ஏதாவது வழியுண்டா? உண்டெனின் அது யாது?
18. (i) அம்பியர்மாணி, (ii) மில்லியம்பியர்மாணி, (iii) வோல்ட்ற்றுமாணி ஆகிய கருவி களை, சில அவசியமான அளவீடுகளைச் செய்வதற்குப் பயன்படுத்துகையில் எடுக்க வேண்டிய முன்னேற்பாடுகள் யாவை?
19. பல்வேறு அளவுகளை எடுக்கப் பயன்படும் உபகரணமொன்றின் ஒளிப்படமொன்று படம் 4.53 இல் தரப்பட்டுள்ளது. இது (1) மின்னோட்டம், (2) அழுத்த வித்தியாசம், (3) தடை, என்னும் இவற்றை அளக்க உதவுகின்றது. இவ்வொவ்வொன்றையும் அளப் பதற்கு, இக்கருவியினுள்ளே காணப்படும் மிகச் சாதகமான ஏற்பாடுகளை யூதிக்க.
- A, B என்பவற்றை இயங்குஞ் சுருளின் முனைகளாகவும் C, D என்பவற்றை கருவி யினுள்ள (முகத்தில்) முடிவிடங்களாகவும் கொள்க.



படம் 4.53

20. இயங்கு சுருட் கல்வனோமானியிலே இரு மயிர்விற்சுகள் இருப்பதற்குரிய காரணம் என்ன? அதேபோல் மின் மோட்டரில் இரு சூரிகைகள் இருப்பதேன்?
21. (a) ஒரு மில்லியம்பியர்மாணி, (b) அம்பியர்மாணி (c) வோல்ட்டுமாணி என்னும் இவை எவ்வியல்புகளால் வேறுபடுகின்றன? இவை மூன்றும் ஒரே மாதிரியான இயங்கு தொகுதிகளையும், காந்தப் புலங்களையும் கொண்டுள்ளனவா?
22. இயங்கு சுருள்வகை அல்லது இயங்குக் காந்தவகைக் கருவிகளை விட, முனைவாக்கிய இயங்கு இரும்புத் தொகுதியொன்று விரும்பப்படுவதற்குரிய காரணம் என்ன? (இதற்குப் பல்வேறு காரணங்கள் இருக்கலாம்; என்னும் இங்கு மின் தேவைகளைப் பற்றியதாகவே கருதவேண்டும்.) சாதாரண இயங்கு இரும்புக் கருவியொன்று முனை வாக்கிய ஒன்றிலிருந்து எப்படி வித்தியாசப்படுகிறது? விரித்து விளக்குவதற்கு பரும் படிப் படங்கள் வரைக.
23. அழுத்தமானி முறையாக இரு கலங்களின் (ஓர் உலர்கலமும், டானியல் கலமும்) மி. இ. வி. களை ஒப்பிடுவதற்கான பரிசோதனை ஒழுங்கை உமது பாடசாலைத் தோழன் ஒருவன் அமைத்துள்ளான். தொகுப்புக்களைச் சரிபார்த்த பின்னர், அழுத்தமானிக் கம்பியிலே ஏறத்தாழ நடுப்பகுதியில் வழக்குஞ் சாவினால் தொடுகை உண்டாக்கி, கல்வனோமானியில் எவ்வித திரும்பலையும் காணாது ஆச்சரியமடைகிறான். இது சமநிலைத் தானமாக இருக்கலாம் எனக் கருதி, இப்புள்ளிக்கு இருமருங்கிலும் சற்றே அயலி லுள்ள புள்ளிகளைச் சோதித்துத்தன் அனுமானஞ் சரியானதா என அறியவினைகிறான். அவ்வாறு செய்தும் திரும்பல் இருக்கவில்லை, வருத்தத்தோடு, கம்பியின் நுனிகளுக்கு அண்மையிலுள்ள புள்ளிகளைச் சோதிக்கிறான். அப்புள்ளிகளில் எவ்வித திரும்பலும் இருக்கவில்லை.
- இனி அவன் செய்யக்கூடியது என்ன? (அவன் என்ன செய்ய வேண்டுமென்று அறிவிப்பதோடு, தேடித் திருத்த வேண்டிய என்னென்ன பிழைகள் ஏற்பட்டிருக்கலா மெனவும் கூறுக.
- (குறிப்பு. ஓரளவு பெரிய தடை (ஒருவேளை) இருக்க வேண்டியது அவசியம்.)
24. கம்பிச் சுருளொன்று (ஒரு காரிலிருந்து பெற்ற எரிபற்றற் சுருளாக இருக்கலாம்) தொடர்ச்சியானதா, அல்லவா என்பதை எவ்வாறு சோதிப்பீர்? ஒன்றிலும் மேற்பட்ட முறைகள் தருக. (எடுத்துக் கொண்ட சுருள் பழுதுற்றிருப்பின், அதை எளிதாகத் திருத்தலாம் என்றால்ன்றி அதைப் பயன்படுத்தாது இன்னொன்றுடன் பரிசோதனையைச் செய்து தீர்வு காண்க.)
25. இரு உலர்கலங்களால் தொழிற்படும் மின்சூலொன்று ஆளி தொழிற்படுமிடத்து ஒளிர் மறுத்தது. இதற்குரிய சாதகமான காரணங்களை எடுத்துக்காட்டி, மேலதிகமான சாதனங்களைப் பயன்படுத்தாமலே இக்காரணங்களை எவ்வாறு நீக்கலாம் எனவுங்கூறுக.)
26. ஓர் உலர்கலம், காந்தமாக்கிய சவர அலகு, சில செம்புக் கம்பிகள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி, (a) சிறுகுமிழொன்றின் இழை சுட்டதா, அல்லவா (b) பழுதடையாத இரண்டு குமிழ்களுள் கூடிய தடையை உடையது எது? என்னும் இவற்றைச் சோதிப் பதற்கான எளிய முறைகளைக் கூறுக.
27. 50 வோல்ட்டு மின்கலவடுக்குடன் சமாந்தரத்தில் ஒரு தொகையான குமிழ்களை எவ்வாறு தொடுத்தால், மின்சுற்றினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டமானது காந்தப் புல மொன்றை அமைக்காது, இயங்கு இரும்பு, அல்லது இயங்கு காந்தத் தொகுதிகளைக் கொண்ட உணர்திறன்மிக்க கருவிகளில் திரும்பலைக் காட்டும்?

வோல்ற்று கலம்

ஐதான சல்பூரிக் கமிலிங் கொண்ட முகவை யிலே சுத்தமான நாகத்தகடு ஒன்றையும் செப்புத்தகடு ஒன்றையும் வைத்து (ஒரு கலத் துடன் தொழிற்படும்) சூழ்வினக்கின் குமிழ் ஒன்றுடன் இணைக்கும்போது அக்குமிழ் ஒளிர் வதைக் காண்போம். மேற்கூறிய ஒழுங்கமைப் பில் குமிழின் ஊடாகச் செலுத்தும் மின் னோட்டத்தால் இவ்வொளி பெறப்படுகிறது என்று நாம் கூறுகிறோம். “பெளதிகம் 2” இன் 7 ஆம் அத்தியாயத்திற் படித்த செம்பு/ ஐதான H_2SO_4 /நாகம் ஆகிய இந்த ஒழுங் கமைப்பானது **எளிய (வோல்ற்று) கலம்** என அழைக்கப்பட்டது. ஐதரசனையும் நாகச்சல்பேற் றையும் விளைபொருள்களாகத் தருமின்ற இர சாயனத் தாக்கமொன்று இக்கலத்தில் நிகழ் கிறது என நாம் கற்றுள்ளோம். அதிலுள்ள செம்பு, மாற்றம் எதுவுமின்றி இருக்கும். பானியல் கலம், லெக்கிளாஞ்சி கலம் எனும் வேறு இரு கலங்கள் பற்றியும் நாம் படித் தோம். இவற்றுள் பின்னையதன் ஒரு மாற் றுருவான உலர் கலம் பற்றிய சில உண்மை ழனையும் நாம் படித்துள்ளோம். இவற்றி லிருந்து இரசாயனத் தாக்கம் இக்கலங்களிலே மின் உற்பத்திக்குக் காரணமாகிறது என நாம் அறிய முடிந்தது.

நீரைப் பகுத்தல்

நீரை அதன் மூலகங்களான ஐதரசனாகவும் ஒட்சிசனாகவும் பகுப்பதற்கு, சல்பூரிக் கமிலிங் கலந்த நீரின் ஊடாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துதல் ஒரு வழியாகும் எனவும் இவ் வகுப்பின் முற்பகுதியிலே அறிமுக விஞ்ஞானத்தில் நாம் கற்றுள்ளோம்.

வோல்ற்று கலத்தின் கண்டுபிடிப்பும், நீரை மின்னாற் பகுத்தல் கூடும் என்ற கண்டுபிடிப் புமும், அவ்வொழுங்கிலே பத்தாண்டு இடைக் காலத்தில் (1789—1800) ஒன்றையொன்று

தொடர்ந்து நிகழ்ந்தன. அந்நான் முதல், மின்னோட்டத்தால் நீரினதும் மற்றைப் பொருள்களினதும் பிரிக்கை பற்றியதும் வோல்ற்று கலத்தின் மின்னோட்ட உற்பத்தி பற்றியதுமான பொறிநுட்பங் குறித்து அனேக உண்மைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

இலத்திரன் ஓட்டம்

“பெளதிகம் 2” இன் 7 ஆம் அத்தி யாயத்திலே, கலத்தின் தொழில் முறையும் மின்னோட்ட உற்பத்தியும் இலத்திரன் எனப் படும் மறை மின்னேற்றஞ் சார்பாக விவரிக்கப் பட்டன. நாகத்திலிருந்து செம்பை நோக்கி அவ்விரண்டையும் இணைத்துள்ள கம்பியூடாக இலத்திரன் இயங்குகிறதெனவும், இதுவே மின்னோட்டமாக அமைகிறதெனவும் எடுத்துச் சொல்லப்பட்டது. கலத்தில் உண்டாக்கப்பட்ட ஒருவகை அழுக்கத்தாலே இந்த இலத்திரன் கள் அவ்வண்ணம் செலுத்தப்பட்டன என் றும் எடுத்துரைக்கப்பட்டது. செம்பிலும் பார்க்க நாகத்திலே இவ்விலத்திரன்கள் அதிக மாகத் திரள்வதால் இவ்வழுக்கம் ஏற்படு கிறது எனவும் கூறப்பட்டது. கலத்தின் தாக கங் குறித்து இவ்வகையான விளக்கமே அந் நிலையில் தரப்பட்டது. இக்கொள்கைகள் வளர்ந்தவற்றினையும், ஏன் இவ்விளக்கங்கள் சாத்தியமாகத் தோன்றுகின்றன என்பதை யும் நாம் இப்பொழுது படிப்போம்.

மின்னோட்டத்திற்கான சான்றுகள்

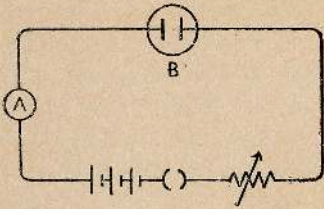
குமிழ் ஒன்றின் இழையூடே மின்னோட்டம் பாய்கையில் அக்குமிழ் ஒளிர்கிறது. இழை ஒளிர் தல், மின்னோட்டம் பாய்கிறது என்பதற் றுச் சான்றாகும். ஆயின், இது ஒன்றேதான் சான்றெனக் கொள்ளல் வேண்டாம். கலத் தின் உன்னும் எதோ ஒரு தாக்கம் நிகழ் வதை நாம் காண்கிறோம். கலம் மின்னோட் டத்தைச் செலுத்தும்போது ஐதரசன் வாயுக்

குமிழிகள் உண்டாகிச் செப்புத்தகட்டில் வெளியேறுகின்றன. கலம் நிறந்த சுற்றில் (அதாவது, நாகமும் செம்பும் புறத்தே இணைக்கப்படாமல்) இருக்கையில், இத்தகைய குமிழிகள் தோன்றுவதில்லை. நாகம் அமிலத்திலே கரையும்போது ஐதரசன் உண்டாதல் நாகத்திலே தான் காணப்படுகிறது எனினும், நாகத்தால் வெளியேறுவதிலும் பார்க்க செம்பால் வெளியேறுதற்கு நாட்டமுடையதுபோலத் தோன்றுகிறது. மின்பாய்ச்சலானது செம்பிலே ஐதரசன் உண்டாவதுடனும் அமிலத்திலே நாகம் கரைவதுடனும் ஏதோ ஒரு வகையிலே தொடர்புபட்டிருப்பதுபோலத் தோன்றுகிறது. இவையெல்லாம் தம்முடன் மின்னகக் கொண்டு செல்லக் கூடுமோ ?

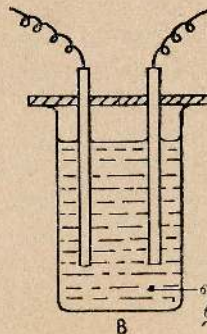
நீரைப் பகுப்பதற்கான ஒழுங்கமைப்பிலே நிகழ்கின்ற தாக்கம், கலத்தில் நிகழாத தாக்கத்துடன் மிக ஒத்திருக்கிறது. ஏனெனில், இரு காபன் கோல்களிலும் வாயு விடுவிக்கப்படுகின்ற இரசாயனத் தாக்கங்கள் கலத்திலும் நிகழ்கின்றன. கலங்கள் தருவதெனக் கொள்ளப்படும் மின், மின்பகுப்புடனும் குறிப்பாகக் காபன் கோல்களுக்கு அண்மையில் நிகழும்

தற்கு நாம் ஒரு விளக்கக் காண முடியாதா? வேறு பதார்த்தங்களும் இவ்வகையிற் பகுக்கப்படுகின்றனவா? மின்னோட்டத்தாற் பகுக்கப்படுதற்காக நீருக்குச் சல்பூரிக் கமிலஞ் சேர்க்க வேண்டிய தேவை யாது? வேறு அமிலங்களும் இத்தேவையை நிறைவேற்றுமா? அமிலங்கள் அல்லாத வேறு பதார்த்தங்கள் இத்தேவையை நிறைவேற்ற முடியாதா? கம்பிகளும் காபன் கோல்களும் மாற்றமடையாதிருக்கையில், திரவக்கடத்தி மட்டும் பகுக்கப்படுவதேன்? நாம் பிரயோகிக் குந் திண்மக் கடத்திகள் சேர்வைகள் அல்லாதவைவாகையாலா? சேர்வைகளாலான திண்மக் கடத்திகளும் உள்ளனவா? மின் கடத்தும்போது இவைகளும் இரசாயன மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகுமா?

இவ்வினாக்களுக்கு விடையளிப்பதற்கு எமது விசாரணையை ஓர் ஒழுங்கான முறையில் மேற்கொள்ளுவோம். செய்முறைகளை அவதானித்து விவரித்து மின்னென்படும் ஏதோ ஒன்றைப் பற்றிய கருத்தைப் பெறுவதுமே நாம் இதுவரை செய்ததாகும். கலத்தாக்கத்துக்கு விளக்கக் கொடுக்கும் வண்ணம் இக்கருத்தை விரித்து விருத்தி செய்யமுன், கலத்தாக்கம் பற்றிய மேலும் உண்மைகளையும் உதாரணங்களையும் மின்னல் உண்டாகும் இரசாயன மாற்றம் பற்றியும் நாம் விபரங்களைச் சேகரிப்போம்.



படம் 5.1



திரவக் கடத்தி

அமிலக்கலந்துள்ள நீரைத் தவிர்ந்த பிறிதொரு திரவத்திலே மின்னின் தாக்கக் குறித்து முதலில் ஆராய்வோம். பல திரவங்களினாலே மின்னோட்டத்தைக் கடத்துவது எது எனத் துணிதற்கு ஆராய்வதுடன் நாம் ஆரம்பிப்போம். அதற்கு ஒரு கலவடுக்கு, ஓர் அம்பியர்மான், சோதனைக் குடப்பட்ட திரவத்திலே மூழ்கியுள்ள இரு காபன் கோல்கள் ஆகியனவுள்ள மின்சுற்று ஒன்றை ஒழுங்கு செய்வோம் (படம் 5.1). நீரை மின்னாற் பகுப்பதற்குப் பிரயோகித்த காபன் கோல்களே இதிலும் பிரயோகிக்கப்படுகின்றனவாயினும் இணைக்கும் கம்பிகளையே மூழ்கவைத்தலும் கூடும். எனினும் நாம் பரிசோதிக்கும் திரவத்துடன் செம்பு தாக்கம் புரிந்து, அதனால்

மின்பகுப்புடனும் நெருங்கிய தொடர்புடையது போலத் தோன்றுகிறது. இவ்விரு தாக்கங்கள் குறித்தும் எழுகின்ற பல வினாக்களுக்கு விடை காண விரும்பும் ஒரு நிலையை நாம் இப்பொழுது அடைந்துள்ளோம்.

மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துதற்கு அவசியமென நாம் கருதுகின்றதான மின்னியல் அழகக் கத்தை உண்டாக்குகின்ற தாக்கம் எத்தன்மையானது? அத்தகைய அழகங்கள் உண்டாக்கப்படும் ஒழுங்கமைப்புகள் வேறும் உளவா? நீர் மின்னோட்டத்தாற் பகுக்கப்படு

பிரச்சினைகளும் எழலாம். மறுபுறமாக மின்னோட்டம் சம்பந்தமான அறிகுறிகள் அம்பியர் மானியின் நடத்தைவையிட்டுத் தீர்மானிக்கப்படுவதால், முன்கூறியது போன்ற இரசாயனத் தாக்கங்களை நாம் இப்பொழுது பொருட்படுத்தத் தேவையில்லை.

பரிசோதனை. காய்ச்சிவடித்த நீரிற் சிறிதளவை முகவை ஒன்றிலே எடுத்து அதனுள் செருகியை வைக்க. அம்பியர் மானியில் திரும்பல் ஏற்படுகிறதா? அதில் எதுவித அறிகுறியும் இலாதாயின் மாறுந்தடையைச் செப்பஞ்செய்து தடையைக் குறைத்து, என்ன நடைபெறுகிறதெனக் கவனிக்க. அம்பியர்மானி இப்பொழுது மின்னைக் காட்டுகிறதா?

இப்பொழுது ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்திற் சிறிதளவை நீரிற் சேர்த்து மீண்டும் சோதனையைச் செய்க. அம்பியர் மானி இப்போது மின்னைக் காட்டுகிறதா?

சூர்யமையான நீர் எளிதில் மின்கடத்தி போலத் தோன்றவில்லை ஆயினும் அதைக் கடத்தி (நல்ல காவலி) என்று கூறத் தயங்குகிறோம். ஏனெனில், நீலமின் ஏற்றங் குறித்துப் படிக்கும்போது, ஆய்கருவிகள் உலர்ந்திருக்க வேண்டிய தேவையைக் கண்டோம் என்பது நினைவிருக்கலாம். ஈரப்பற்று மின்னைக் கடத்துகிறது, அல்லது கொண்டு செல்கிறது எனக் காண்கிறோம். உதாரணமாக, மின்னேற்றப்பட்ட மின்காட்டியில் ஓர் ஈரமான பருத்தி நூலைப் பிடித்தபோது அது உடனடியாக மின்னிறக்கம் பெற்றது. ஆனால், பட்டு நூலால் அது மின்னிறக்கப்படவில்லை. (பருத்தி நூல்கள் பொதுவாக ஈரப்பற்றுள்ளன. ஆனால், பட்டு நூல்கள் அதே சூழ்நிலையில் பொதுவாக உலர்ந்திருக்கும்.) என்ன நிபந்தனைகளின்பீழ் மின் உள்ளது எனக் குறிக்காமல் சுத்தமான நீர் ஒரு கடத்திலி என வகுத்தல் தவறாகும்.

நீரிலே சல்பூரிக்கமிலத்தின் கரைசல் மின்னோட்டத்தை எளிதிற் கடத்தும். அமிலம் கரைக்கப்பட்டுள்ள நீர் எளிதிற் கடத்தியெனவும் நாம் கூறலாம். மற்றைய அமிலங்களும்

இதே வினைவைத் தருகின்றனவா என அடுத்ததாகச் சோதனை செய்யவோம்.

செயல். காபன் கோல்களை நீரிற் கழவி, சோதனை செய்யும் திரவத்தில் மூழ்கவைத்துக் கொண்டு படம் 5.1 இல் உள்ள கருவிகளையே ஒழுங்கு செய்ய்க. மின்னோட்டத்தைக் கண்டுபிடிக்கச் சமயத்துக் கேற்றவாறு அமைக்கப்பட்ட கலவனோ காட்டியைப் பிரயோகிக்க. (காந்தமேற்றிய சவர அலகுக் ஒன்றை குறுகிய ஊசியிலே சுழலக்கூடியதாக அழுக்கும் பொத்தான் ஒன்றின் இரு பாதிகளையும் போதிகையாகக் கொண்டு அவற்றினிடையே அமைக்க. சவர்க்காரப்பெட்டி போன்ற செவ்வக வடிவப் பிளாத்திக்குப் பெட்டி ஒன்றுள் சுழல் முனையில் பொருத்திய இந்தக் காந்தத்தை வைக்க. அந்தப் பிளாத்திக்கு மூடியைச் சுற்றி 28 நி.க.மா. செம்புக் கம்பியின் 30-40 சுற்றுக்கள் இடுக.)

தொடரிலுள்ள மூன்று உலர்கலங்களைக் கலவறுக்காகப் பிரயோகிக்க. (இறுக்கமாகச் சுற்றப்பட்ட காதித்தால் இவை ஒன்றாக இணைக்கப்படலாம்.) மாறுந் தடையாகக் குறித்த நீளமுள்ள நிக்ஞரோம் கம்பியை, அல்லது மின்சூழ்க் குமிழைப் பயன்படுத்துக.

இச்சுற்றிலே மாறுந்தடை எதற்காகத் தேவை என்று தெரியுமா? அஃதிலாமல் பரிசோதனைகள் செய்வதால் ஏற்படக்கூடிய தீங்குகள் யாவை?

கிணற்றுநீர், மழைநீர், குழாய்நீர், மண்ணெண்ணெய், தேங்காய் எண்ணெய், பால், பெற்றோல், புளிக்காடி, எலுயிச்சஞ் சாறு, அசுற்றிக்கமிலம் (றப்பர் செய்வதில் உபயோகிக்கப்படுவது), கிளிசீர்ன் ஆகிய திரவங்கள் மின் கடத்திகளா எனச் சோதித்துப் பரிசோதனையிற் கண்டவாறு எளிதிற் கடத்திகள், அரிதிற் கடத்திகள், கடத்திலிகள் என அவற்றை அட்டவணைப் படுத்துக. அத்துடன் காபன் கோல்களிலே ஏதாவது வாபுக் குமிழிகள் உண்டாகின்றனவா எனவும் கவனியுங்கள். இந்த அவதானிப்புகளைக் குறித்துக்கொள்க.

எச்சரிக்கை. புதிய திரவம் சோதனைக்கு எடுக்கப்படும் ஒவ்வொரு முறையும் முதலிலே காபன் கோல்கள் நன்றாக நீரிலே கழுவுப்பதல் வேண்டும்.

கடத்தலும் இரசாயனத் தாக்கமும்

அநேகமாகத் திரவங்கள் கடத்திலிகளாகும். ஆயின், அமிலங்களின் நீர்க்கரைசல்கள் பொதுவாக எளிதிற கடத்திகளாம். இதைப் பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன. நீரிற் கரைகின்ற பலவகுப்புப் பதார்த்தங்கள் உள்ளன. இக்கரைசல்களும் எளிதில் மின் கடத்திகளா? லெக்ளினாஞ்சிக் கலத்திலே, அமோனியங் குளோரைட்டுக் கரைசல் இருக்கிறது. எளிய கலத்திலே ஐதான சல்பூரிக்கமிலம் பூர்த்தி செய்யும் அதே தேவையை இது நிறைவேற்றுகிறது. ஐதான சல்பூரிக்கமிலம் மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகிறதெனக் கண்டோம். அமோனியங் குளோரைட்டுக் கரைசல் எளிய மின் கடத்தி என நாம் கருதுகிறோம். பானியல் கலத்திலே உள்ளே உள்ள பாத்திரத்தில் ஐதான சல்பூரிக்கமிலமும் வெளிப் பாத்திரத்திலே செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலும் உள்ளன. பின்னைய கரைசலும் எளிதிற கடத்தியாக இருக்கமாட்டாதா? தெரிவு செய்ய வேண்டிய பல்வகைப் பதார்த்தங்களைக் கொண்டு செய்ய வேண்டிய பரிசோதனைகள் ஏராளமாக உள்ளன. மிகப் பொதுவான சிலவற்றையே நாம் பரிசோதனை செய்வதாக இருக்கலாம். ஆயினும் அவற்றுக்கும் அத்துடன் வேறு சிலவற்றுக்கும் பொதுவான சில அம்சங்களை நாம் கண்டுபிடிக்கவேண்டும்.

செயல் (தொடர்ச்சி). அமோனியங் குளோரைட்டின் ஐதான கரைசல் செய்து முன்புபோலப் பரிசோதிக்க என்ன நிகழ்வதை அவதானிக்கிறீர்? கல்வெணுகாட்டி மின்னோட்டங் காட்டுகிறதா? காபன் கோல்களில் ஏதும் வாயுக்கள் வெளிவருகின்றனவா?

வேறு கரைசல்களுடன் சோதனையை மீண்டும் செய்க. சோடியங் குளோரைட்டு (சாதாரண உப்பு), மக்னீசியம் சல்பேற்று (எப்சம் உப்பு), பொற்றரசியம் நைத்திரேற்று (ஹெடியப்பு), சோடியங் காபனேற்று (சல்வை உப்பு), செப்புச்சல்பேற்று வெறும் இலகுவிற பெறக்கூடியதான எந்தக்

கரைசலைக் கொண்டும் பரிசோதிக்கலாம். வெள்ளி நைத்திரேற்று, பொற்றரசியம் புரோமைட்டு, பொற்றரசியம் அயடைட்டு, ஈயநைத்திரேற்று, நிக்கல் சல்பேற்றுப் போன்ற பிற பதார்த்தங்கள் பாடசாலை யிற பரிசோதனை செய்யப்படல் வேண்டும்.

பதார்த்த வகுப்புக்களுக்கு உரிய முடிவுகள் பற்றி முன்கூட்டியே ஏதாவது கூற முடியுமா? உதாரணமாக குளோரைட்டு வகுப்புக்கள் பற்றி ஏதும் கூறமுடியுமா? அல்லது ஒட்சைட்டுக்கள்? அல்லது காரங்கள்? அமிலங்கள்?

மின்னோட்டத்தின் இரசாயனத் தாக்கத்தின் விளைபொருள்கள்

கடத்தும் உப்புக்கரைசல்களுள் அநேகமானவற்றைப் பொறுத்தமட்டில் ஐதரசன் வாயு ஓர் உற்பத்திப் பொருளாக வெளிவருவதில்லை. எடுத்துக் காட்டாக, செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசல் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும்போது, மின் கலவருக்கின் மறைமுனைக்கு இணைக்கப்பட்டுள்ள காபன் கோல் மீது செந்நிறப் படிவு காணப்படுகிறது. இது செம்பு என்பது இரசாயனப் பரிசோதனையால் உறுதி செய்யப்படுகிறது. (உதாரணமாக, இது நைத்திரிக்கமிலத்திற்கரைந்து நீலக் கரைசலாகும்.) அதேபோல, வெள்ளி நைத்திரேற்றுக் கரைசலுடன் பரிசோதனை செய்தால், காபன் கோலின் மீது வெள்ளி படிந்திருக்கும். சோடியங் குளோரைட்டுக் கரைசலைப் பொறுத்தமட்டில், விளைவுகள் ஒருவகையிற் கூடிய சிக்கலானவை. இரு காபன் கோல்களிலும் வாயுக்கள் வெளிவருகின்றன. அவ்வாயுக்கள் ஐதரசனும், குளோரீனும் எனப் பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன.

எமது பரிசோதனைகளை நாம் தொடர்ந்து செய்கையில், இவையும் இவைபோன்ற வேறும் முடிவுகள் அதிகரித்துவர, நடைபெறுவதை விவரிக்கப் புதிய சொற்கள் தேவை என்பதை நாம் பெரிதும் உணருகிறோம். உதாரணமாக கலவருக்கின் மறைமுனைவிலே காபன் கோல் இணைக்கப்படுவதும், ஐதரசன் எப்பொழுதும் அதிலேயே வெளிவருவதும் குறிப்பிடத்தக்கது. இந்தக் காபன் கோலை நாம் இனங்கண்டு மற்றையதிலிருந்து பிரித்தறிதல் வேண்டும். நாம் படிக்க முயலும் முறைபற்றி மிகப் பரவலாகவும் செறிவாகவும் முதல் முதலிற்

படிப்பை மேற்கொண்டவர் **மைக்கேல் பரடே** யாவர். எமது அவதானிப்புக்களை விவரிக்கப் பிரயோசிக்கும் கலைச்சொற்களுக்காக அவருக்கே கடப்பாடுடையோம்.

திரைத்துடன் இணைந்தும் வேறுகவும் இருந்து மின்சுற்றை நிறைவுபடுத்துதற்குத் திரைவத்துள் மூழ்கவைத்த பிளாற்றினைத் தகடுகளுக்கு (எமது சோதனையில் காபன் கோல்கள்) அவர் பெயரிட்டார். அல்விசுண்டையும் அவர் **மின்வாய்கள்¹** என்றார். கலவருக்கின் மறைமுனைக்கு இணைத்ததை **கதோட்டி²** என்றும் நேர்முனைவுக்கு இணைத்ததை **அனோட்³** என்றும் சொல்லப்படும். இவை முறையே மறைமுனைவு, நேர்முனைவு எனவும் சொல்லப்படும். மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும்போது இரசாயனமாற்றம் அடைந்த திரைவம் **மின்பகு பொருள்** எனவும் பிரிப்புடன் இணைந்த மின் கடத்தல் முறை **மின்பகுப்பு** எனவும் பெயர் பெறும். இரண்டு மின்வாய்களும் மின்பகு பொருளும் இணைந்த ஒழுங்கு **வோல்ட்றொமான்** எனப்பட்டது (வோல்ட்றொமானியுடன் மனக் குழப்பம் அடையக் கூடாது). மின்வாய்கள், மின்பகுபொருள் ஆகியவற்றுக்கு ஏற்ப, வெவ்வேறு வோல்ட்றொமானிகள் அமையலாம். உதாரணமாக, நீர்வோல்ட்றொமான், செப்பு (சல்பேற்று) வோல்ட்றொமான், வெள்ளி (நைத்திரேற்று) வோல்ட்றொமான் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

மின்பகு பொருள்கள்

வெவ்வேறு வகுப்புக் கரைசல்கள் உள்ளன வெனப் பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன. மின் கடத்தலாத கரைசல்கள் உதாரணமாக சீனிக் கரைசல் உண்டு. மின் கடத்தும் கரைசல்களும் உண்டு. செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசல், ஐதான சல்பூரிக்கமிலம் ஆகியன நல்ல உதாரணங்கள் ஆகும். காபன் மின்வாய்களைக் கொண்டு செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலை மின்பகுப்புச் செய்கையில் கதோட்டினீதி செம்பு படிவதைக் காணலாம். அனோட்டில் ஓட்சிசன் வாயு வெளி

வருகிறது. அத்துடன் கரைசலின் முன்னைய நிலத்திலும் சுற்று வெளிவருகிறது. ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தை மின்பகுப்புச் செய்கையில், கதோட்டிலே ஐதரசன் வாயு வெளிவருகிறது. அனோட்டில் ஓட்சிசன் வாயு வெளிவருகிறது.

கதோட்டும் அனோட்டும்

பொதுவாக உப்புக் கரைசல்களைப் பொறுத்த மட்டில் உப்பின் உலோகம் கதோட்டிலே விடுபடுகிறது. ஆனால், சோடியம், பொற்றாசியம் உப்புக்களை மின்பகுப்புச் செய்கையில், கதோட்டில் கிடைப்பது ஐதரசன் வாயுவாகும். இது விளக்கிக் கொள்வதற்குக் கடினமானதன்று. ஏனெனில், முதலிலே உலோகம் (சோடியம், அல்லது பொற்றாசியம்) சுயாதீனமடைந்தாலும் அது நீருடன் தொடர்புற்றிருக்கையில் அத்துடன் தாக்கமுறதிருக்குமென நாம் எதிர்பார்க்கவில்லை. சோடியம் குளோரைட்டுக் கரைசலுடன், கதோட்டிலே ஐதரசன் கிடைக்கிறது, ஆனால் குளோரீன் வாயு வெளிவருவதைப் பொதுவாகக் காண்பதில்லை. குளோரீன் வாயு கரைசலில் தங்கிநிற்கக் கூடுமோ? அப்படியான சந்தர்ப்பத்திலே, நீர் அவ்வாயுவால் நிரம்பியவுடன், குளோரீன் சுயாதீனமாக வெளிவரும் என எதிர்பார்க்கிறோம். நெடுநேரத்துக்கு மின்பகுப்பு நடைபெறும் போது, இதுவே விளைவாகிறது எனக் காண்கிறோம்.

பொற்றாசியம் புரோமைட்டுக் கரைசலை மின்பகுப்புச் செய்யும்போது அனோட்டிலே புரோமீன் வெளிவருகிறது. அதேபோல, பொற்றாசியம் அயடைட்டுக் கரைசலுடன், அனோட்டில் அயடீன் கிடைக்கிறது. உண்மையில் அயடீன் விரிதல் மின்னோட்டம் இருக்கிறதா என அறிய நுணுக்கமான பரிசோதனையுமாகும். நீர்த்த கரைசல்களை மின்பகுப்புச் செய்கையில் ஒவ்வொரு பதார்த்தமும் ஒவ்வொரு குறித்த வகையில் பகுபடுகிறது போலத் தோன்றுகிறது.

¹ இக்கடத்திகள் மின்னோட்டம் உச்செல்லவும் வெளிவரவும் ஒருவழியிலே வாயில்களைப் பயன்பட்டன எனக் கூறுதலே நோக்கமாக இருந்தது. இதே பொருளைத் தரும் சீரேக்க மூலம் உடையது.

² அனோட்டு என்பது சூரியன் உட்கிருந் திசையைக் குறிக்கக் கருதப்பட்டது. மின்னோட்டம் சிறுக்கவிரிந்தது மேற்குக்குச் செல்லும் வண்ணம் மின்வாய்களும் திரைமும் அமைக்கப்பட்டன, சிறுக்கில் உள்ள மின்வாய் அனோட்டு ஆகும்.

³ கதோட்டு என்பது மேல் ² இல் உள்ளது போலச் சூரிய மறைவுடன் தொடர்புடையது.

வெவ்வேறு மின்வாய்கள்

இதுவரை, எமது பரிசோதனையில் எல்லாம் காபன் மின்வாய்களையே பிரயோகித்தோம். ஓர் உலோகம், அல்லது ஐதரசன் கதோட்டிலே விடுபடுகிறது, அல்லது வெளிவருகிறது. பெரும்பான்மையான உதாரணங்களிலும் குறிப்பாகச் சல்பேற்றுக்களைப் பொறுத்த மட்டிலும் அனோட்டில் விடுபடுவது ஓட்சிசன் ஆகும். குளோரைட்டுக்களைப் பொறுத்தமட்டில், குளோரீன் விடுபடும். புரோமைட்டுக்களைப் பொறுத்தமட்டில், புரோமீன் விடுபடும். அயடைட்டுக்களைப் பொறுத்தமட்டில் அயடின் விடுபடும். இவை எல்லாம் அனோட்டிலேதான் கிடைக்கின்றன.

ஒவ்வொரு மின்பகுபொருளிலும் செம்பு, பிளாற்றினம், ஈயம், வெள்ளி ஆகியவற்றுள் ஒன்றைக் காபன் கோலுக்குப் பதிலாக வைத்தால், அனோட்டில் யாது நடைபெறும்? அப்பொழுதும் திரவம் மின்னைக் கடத்தமா? இந்த உலோகங்களுக்குள் ஒன்றே கதோட்டாகவும் அமைந்தால் உப்பில் உள்ள உலோகம் அப்பொழுதும் கதோட்டில் படியுமா?

நீரின் மின்பகுப்பு

நீரின் மின்பகுப்பை மீண்டும் கவனிப்போம். இந்த மின்பகுப்பால், ஐதரசன், ஓட்சிசன், ஆகியவற்றின் சேர்க்கையே நீர் என்பது வெளியாகிறது. முதலிலே பரிசோதித்தவர்கள் பல்வகையான மின்வாய்களையும் பிரயோகித்துச் சோதித்திருப்பார்கள். வாயுக்கள் பிளாற்றினத்துடன் தாக்கம் புரியும் அறிகுறியில்லாத படியால், அதுவே மிகச் சிறந்ததெனவும் கண்டுபிடித்திருப்பர். காபனும் இவ்வாயுக்களுடன் தாக்கம் புரிவதில்லையாகையால், அதுவும் பயன்படுகிறது. மின்பகுப்பின் விளைவுகளைப் பெற்றுக் கொள்ளுதல் மட்டுமல்ல, அவற்றின் அளவீடும் தேவைப்படுகிறது. மின்வாய்களுக்கு யாது நடைபெறுகிறது என்பது சோதனை செய்யவேயன்றி மற்றைப் பரிசோதனைகளில் எல்லாம், பாடே பிளாற்றினம் மின்வாய்களை மட்டுமே பிரயோகித்தார். இப்போது பிளாற்றினம் இரசாயனமுறையில் தாக்காத மூலகமாகும். நீரின் மின்பகுப்பிலே மின்வாய்களுக்குச் செம்பு போன்ற உலோகம் ஒன்றைப் பிரயோகித்தால் என்ன நடைபெறும்?

செம்பும், ஐதரசனும் தாக்கம் புரிவதில்லை. எனிய கலத்திலே, கலம் மீள்கொடுக்கும் போது, செம்பிலே ஐதரசன் சுயாதீனமாக வெளிவருகிறது. மின்பகுப்பிலே ஐதரசன் கதோட்டில் வெளிப்படுமென நாம் எதிர்பார்க்கிறோம். அனோட்டு செம்பாயின், ஓட்சிசன் அதனோடு தாக்கும் என்று எதிர்பார்க்கிறோம். அப்பொழுது உண்டாகக் கூடியது செப்பொட்டை ஆகும். ஆயின், இது சல்பூரிக்கமிலத்துடன் தாக்கிச் செப்புச்சல்பேற்று உண்டாகும். ஆகவே, அனோட்டில் உண்டாகும் ஒரு பொருள் செப்புச்சல்பேற்று என்பது உறுதி.

செயல். சல்பூரிக்கமிலம் கலந்த நீரினூடாக சிறிய செப்புத்தகடுகளை மின்வாய்களாகப் பிரயோகித்து மின்னோட்டத்தைச் செலுத்திக். வாயுக் குமிழிகள் மின்வாய்களில் வெளிவருகின்றனவா எனக் கவனிக்க. மின்பகுபொருளின் நிறத்தை ஆரம்பத்திலும் 15, 20 நிமிடங்களின் பின்னும் கவனிக்க. செம்பு அனோட்டில் செப்பொட்டை அறிகுறி ஏதும் உண்டா? அப்படியாயின் அதன் நிறமென்ன?

செம்பு மின்வாய்களைப் பயன்படுத்தி அமிலங்கலந்த நீரை மின்பகுப்புச் செய்யும் போது சிறிது நேரத்தில் ஒரு தனியியல்புடைய நீல நிறம் தோன்றுகிறது அனோட்டில் ஓட்சிசன் உண்டாகிறது என்பது உறுதி. (செம்பின் நிறத்திலிருந்தும் செப்புச்சல்பேற்று உண்டாவதிலிருந்தும் இதை அறியலாம்.) இவ்விரண்டு உற்பத்திப் பொருள்களும் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. கதோட்டிலே ஐதரசன் இப்பொழுதும் உண்டாகிறது. ஆயின், காபன் மின்வாய்கள் பயன்படுத்திய வேளையிலும் பார்க்க இப்பொழுதுள்ள தாக்கம் கூடிய சிக்கலானது. எனினும், சல்பூரிக்கமிலம் இதை ஏற்படுத்தக் கூடுமாகையால், செப்புச்சல்பேற்று ஆக்கம் இதை இலகுவாக்குகிறது. செம்பில் இருக்கும்போது அமிலம் அதில் தாக்கம் புரிவதில்லை ஆகையால் தாக்கம் நேரடியானதன்று. மின்னோட்டம் இதில் அவசியம் என்பது வெளிப்படையாகும். நீருக்குக் கடத்தும் தன்மையைக் கொடுக்க ஐதரோகுளோரீனிக் மில்லஞ் சேர்த்து, செம்பு மின்வாய்களும் பிரயோகித்தால் விளைவு என்னவாகும்? இப்

பொழுது நடைபெறக்கூடிய இரகசயன மாற்றங்கள் யாவை ?

பரிசோதனை. மூன்னைய பரியோதனை மையே ஒழுங்கு செய்து, ஐதான ஐத்யோகு னோரிக்கமீலம் பிரயோகிக்க. இப்பொழுதும் கதோட்டில் ஐதரசன் கிடைக்கிறதா ? மின்பகுபொருளில் ஏதும் நிறமாற்றம் தோன்றுகிறதா ? இந்நிறமாற்றம் அங்கே உண்டாகும் என நாம் எதிர்பார்க்கின்ற ருனோரினால் ஏற்பட்டிருக்குமா ? அல்லது அந்நிறம் செப்புக்குனோரைட்டினால் ஏற்பட்டதா ?

(இக்கரைசலில் ஒரு சிறுபகுதியை உலரும்வரை ஆவியாக்கி செம்பின் உப்பு ஏதாவது உண்டாகின்றதா எனப் பரிசோதனை செய்க.)

செம்பின் சேர்வை ஒன்று உண்டாகின்றது என்பதற்குச் சான்றுள்ளது. நிறமாற்றம் இவ்வண் எண்ணத் துணடுகிறது. பரிசோதனைகள் இதை உறுதிப்படுத்துகின்றன. இங்கும் இரசாயனத் தாக்கங்கள் மேலும் நிகழ்கின்றன என்று நாம் உறுதி கொள்கிறோம். ஆனால் கதோட்டில் வெளிவருவது இச்சந்தர்ப்பத்திலும் ஐதரசன் வாயுவே ஆகும்.

செம்பு, அல்லது காபன் அல்லது பிளாற்றினம் ஆடியவற்றில் தாக்காத பதார்த்தமாக ஐதரசன் இருப்பதனால் அது கதோட்டிலே சுயாதீனமாக விடுபடுகிறது ? ஐதரசனாடன் இரசாயனத் தாக்கம் புரிகிற ஓர் உலோகம் அல்லது மின்கடத்தும் பொருள் ஒன்றைக் கூற முடியுமா ?

செம்பு மின்வாய்களைப் பிரயோகித்துச் சோடியங் குனோரைட்டுக் கரைசலை மின்பகுப்புச் செய்தால் என்ன நடைபெறும் ? அனோட்டில் உண்டாகும் குனோரின் செம்புடன் தாக்கம் புரியும் என நாம் எதிர்பார்க்கின்றோம். கதோட்டிலே, சோடியம் விடுபடுமென நாம் எதிர்பார்க்கிறோம். காபன் அனோட்டு பிரயோகித்த போது நடைபெற்றதே மீண்டும் நடைபெறக்காண்கிறோம். அனோட்டிலே ஐதரசன் வாயு வெளிவருகிறது. ஐதரசன் செம்புடன் தாக்கம் புரிவதில்லை. சோடியம் உண்டாவதாகவும் இருக்கலாம் ஆனால் அதற்கும் அறிகுறி இல்லை. நீர் மின்னாற் பகுக்கப்படுவதால்

ஐதரசன் நீரில் இருந்தே வருகிறது எனவும் கூறக்கூடும். ஆனால், அதற்கு அனோட்டிலே ஓட்சிசன் வெளிவிடப்படவில்லை. சோடியம் உண்டாகிறது என நாம் கருதுகிறோம் ஆனால் அது அனோட்டிலே வெளிவரவில்லை. அது நீருடன் தாக்கம் புரிந்து ஐதரசன் வெளிவருவதாக இருக்கலாம். அப்படியாயின், கரைசலிலே, சோடியமைதரோட்சைட்டு இருக்குமென நாம் எதிர்பார்க்கிறோம். பரிசோதித்துப் பார்க்கும்போது, இது உண்மையெனத் தெரிகிறது, அதாவது இங்கு நிகழும் இரசாயனத் தாக்கங்களிலே நீர் பங்குபற்றுகிறது எனத் தோன்றுகிறது.

மின்பகுப்பின் பொறிநுட்பம்

இதுவரை நாம் கண்டுள்ள பலதரப்பட்ட மாற்றங்கள் அனைத்துக்கும், மேலும் பல பதார்த்தங்களைப் பரிசோதிக்கும் போதும் எதிர்பார்க்கக்கூடிய மாற்றங்கள் அனைத்துக்கும், அடிப்படையாக ஒரு தனிப் பொறிநுட்பம் ஏதாவது உண்டா ? கடத்தும் திரவத்தாடாக மின்னோட்டஞ் செல்வதால் ஏற்படும் நேரடி விளைவு இவற்றுள் எதுவாகும் ? திரவத்தினுள்ளே அனோட்டில் இருந்து கதோட்டை நோக்கி மின்னோட்டஞ் செல்கிறதா ? சுற்றின் ஏனைய பதார்த்தத்திலே மின்னோட்டஞ் செல்கிறது என்பதற்குச் சான்றுள்ளது. ஆயின், திரவத்தில் உள்ளது போல் இல்லாமல், அங்கு பிரயோகிக்கப்பட்ட திரவியத்தில் இரசாயன மாற்றம் எதுவும் நடந்ததற்குச் சான்றுகள் இல்லை. ஆகவே, சுற்றின் ஏனைய பாகத்திற்கு செல்லும் மின்னோட்டம் மின்பகுபொருளிலும் செல்கிறது என்ற முடிவுக்கு வருவதற்குச் சான்று தேவையாகும். ஒன்று மட்டும் தெளிவாக உள்ளது. அதாவது, அனோட்டில் உட்புகும் மின்னோட்டம் கதோட்டை அடைந்து மின்கலவடுக்குக்குச் செல்கிறது.

கடத்தும் கரைசலும் கரைப்பானும்

மேலும், கடத்துவதற்கு நீர் ஓர் அவசியமான கூறாகுமா எனவும் அறிதல் வேண்டும். உதாரணமாக, நீரைக் கடத்தியாக்கும் உப்புகள், தாமே கடத்திகளாகத் தொழிற்படுமா ? அதாவது, செப்புக்குனோரைட்டு, அல்லது சோடியங் குனோரைட்டு மின்னோட்டத்தைக் கடத்தி அவற்றின் மூலக்கங்களான செம்பையும் குனோரீனையும், அல்லது சோடியத்தையும்

குளோரீனையும் தருமா? பொற்றருகியம் அயடைட்டு, பொற்றருகியத்தையும் அயடனையும் தருமா? செப்புச்சல்பேற்று எப்படி மாற்றமடையும்? செம்பும் சல்பேற்றும் வினைவுகளாகக் கிடைக்குமென நாம் முன்சுட்டியே கருத முடியுமா? குளோரீன், புரோமீன், அயடன் ஆகிய மூலகங்களின் கூட்டம் போல $\rightarrow \text{SO}_4$ என்பது எச்சுழ்நிலை யிலும் சுதந்திரமாக இருப்பதாகத் தெரிய வில்லை. முதலில் குளோரைட்டுக்கள், புரோமைட்டுக்கள், அயடைட்டுக்கள் ஆகியன குறித்து விசாரணை நடத்துதலே விரும்பத்தக்கதாகும்.

பெரிய பனிக்கு, அல்லது குவியல்களாக வுள்ள பொடியினூடாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த முயன்று திண்மமாகவுள்ள இச்சேர்வைகளை முதலிற் பரிசோதித்தல் வேண்டும். திண்மம் மின் கடத்துகின்றது என்பதற்குச் சான்றுகள் எதுவுமில்லை. (எச்சரிக்கை. இவ்வப்புக்களிற்கிசல் நீர்மயமாகும் இயல்புடையனவாகையால், அவையறிஞ்சும் நீர் ஒரு பகுதி உப்பைக் கரைசலாக்கும். அதனால், சில உப்புக்கள் கடத்துவதுபோலத் தோன்றும்.)

உருகிய கரைப்பான்

அடுத்தபடியாக அப்பதார்த்தம் உருகி இருக்கையில் மின்கடத்துமா எனப் பார்த்தல் வேண்டும். அப்பதார்த்தம் நீரில் கரைசலாக இருக்கையில் மின் கடத்தித் தரும் வினைவுகளையே உருகிய திரவமும் மின்கடத்தித் தருவதாக இருக்கலாம். உதாரணமாக, சோடியம் குளோரைட்டு, அல்லது பொற்றருகியம் புரோமைட்டு ஆகிய ஒன்றை உருக்கிப் பார்க்கலாம்.

பரிசோதனை. நாகக் குளோரைட்டை உருக்கி, உருகிய திரவத்திலே காபன் மின்வாய்களை வைக்கும் போது என்ன நிகழும் என்பதை ஆசிரியர் உங்களுக்குக் காண்பித்திருப்பார். உருகி இருக்கும் போது உருகிய உப்பு ஒன்று மின் கடத்துவதாகிய வியப்பான உதாரணத்தையும் ஆசிரியர் செய்து காட்டுவார். இவ்வப்பு, ஈயப்புரோமைட்டு ஆகும். அது நீரில் கரையுமா?

உருகிய நிலையிலே, சில உப்புக்கள் மின் கடத்துவதுண்டு. ஈயப்புரோமைட்டு ஓர் உதாரணமாகும். திண்ம நிலையிலே, அது மின் கடத்து

வதில்லை. ஆயின், உருகியபின் மின்கடத்துவது மாத்திரமல்ல, மின்வாய்களிலே ஈயம், புரோமீன் ஆகிய மூலகங்களையும் தருகிறது. ஈயம் கதோட்டிலும் புரோமீன் அனோட்டிலும் கிடைக்கப்பெறும்.

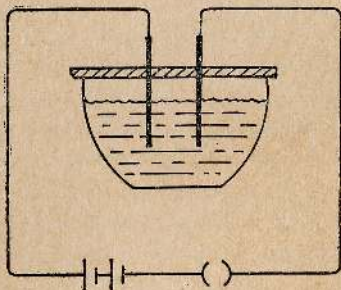
அசையும் தூணிக்கைகள்

நாம் படித்துள்ள பல உதாரணங்களும் சான்று பகருதல்போல, திரவம் ஒன்று மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகையில், அப்பதார்த்தத்தின் மூலக்கூறுகள் இரசாயனப் பிரிக்கையடைகின்றன. சாதாரணமாக, மின்பகுப்பின் விளைவுகள் மூலங்களேயாகும். இவை மின்வாய்களிலே வெளிவிடப்படுகின்றன. குறித்த ஒரு வகுப்பைச் சேர்ந்தவையான மூலகங்கள், அதாவது உலோகங்கள் (ஐதரசன் உட்பட) எப்பொழுதும் கதோட்டிலேதான் தோன்றுகின்றன. ஆகவே, பிரிக்கை மட்டுமல்ல, மின்பகுப்பொருளிலே மின்வாய்களை நோக்கித் தூணிக்கைகளின் இயக்கம் ஒன்று நிகழ்விறது எனவும் இது எண்ணத் தூண்டுகிறது அல்லவா?

திண்மங்களுக்கும் திரவங்களுக்கும் இயல்புகளில் உள்ள பொதுவான வித்தியாசங்களை எடுத்துக் காட்டும் பொருட்டுக் கூறிய கருதுகோளிலே திரவத்திலுள்ள தூணிக்கைகள் (மூலக்கூறுகள்) இயக்கநிலையில் உள்ளன என்று கூறப்பட்டது. ஆனால், இத்தகைய இயக்கம் ஒழுங்கற்றதென்று எண்ணப்பட்டதுடன் மூலக்கூறுகள் தமது அளவுக்கும் சராசரி இடைத்தூரத்துக்குமேற்ப இயங்கச் சயாதீனமாக இருந்தன என்றும் கருதப்பட்டது. மின்கலவடுக்கு ஒன்றின் முனைவுகளுக்கு இணைக்கப்பட்ட மின்வாய்கள் மின்பகுப்பொருளிலே வைக்கப்பட்டதும், அதிலே ஒரு புதிய இயக்கம் உண்டாக்கப்படுகிறதா? அல்லது தொடர்ந்து இயங்கும் மூலக்கூறுகள் தமது ஒழுங்கற்ற இயக்கத்தை விட்டு மின்வாய்களுக்கு நேரே இயங்கக் கூடியதாகப் புதிய ஒழுங்கு ஏற்படுத்தப்படுகிறதா?

உதாரணத்துக்கு, மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகையில் ஈயப்புரோமைட்டு என்ன மாதிரி நடந்து கொள்கிறது என்பதைக் கவனிப்போம். திண்மப் பதார்த்தம் மின்கடத்துவதில்லை; ஆயின் வெப்பமேற்றித் திரவமாக்கியபின் அது எளிதிற் கடத்தியாகிறது. மின்பகுப்புச்

செய்யும்போது, உலோக ஈயம் கதோட்டிலே விடுபடுகிறது. புரோமீன் அனோட்டிலே விடுபடுகிறது. இவை எல்லாம் பரிசோதனையிற் கண்ட உண்மைகள். இந்த ஈயம், கதோட்டுக்கு அண்மையிலே உள்ள ஈயப்புரோமைட்டு



புலம். 2

மூலக்கூறுகளில் இருந்து கிடைத்தன எனவும் புரோமீன் அனோட்டின் அருகாமையில் உள்ள மூலக்கூறுகளில் இருந்து கிடைத்தன எனவும் கருதலாம். அப்படியாயின், ஈயப் புரோமைட்டு மூலக்கூறுகளின் ஒரு பகுதியான புரோமீன் அங்கிருப்பதைக் கதோட்டில் காட்டுதல் வேண்டும். அதேபோல, அம்மூலக்கூறுகளின் மறுபகுதியான ஈயம் அங்கிருப்பதை அனோட்டில் காட்டுதல் வேண்டும். ஆயின், இவ்விரண்டினது அறிகுறியும் எமக்குக் கிடைக்கவில்லை. நாம் காண்பது, கதோட்டிலே ஈயமும் அனோட்டிலே புரோமீனும் மாத்திரமே. இஃது இவ்வண்ணமாயின், கதோட்டிலே ஈயம் விடுபட்டுத் தோன்ற, புரோமீன் பகுதி அனோட்டு உள்ள இடத்துக்கு இயங்கிச் செல்கிறது எனவும், அதேபோல அனோட்டில் புரோமீன் விடுபட்டுத் தோன்ற அங்குள்ள ஈயம் கதோட்டை நோக்கி இயங்கிச் செல்கிறது எனவும் பொருள் கொள்வதா?

கருதுகோள்

இரண்டு வகையான அணுக்களும் இவ்வகையில் இயங்குகின்றன என்று நாம் கருதலாம். எனெனில், நடைபெறுவதை விளக்கிக்கொள்ள இது உதவுகிறது. அப்படியானால், இந்த இரு வகை அணுக்களையும் எதிரான திசைகளில் இயங்கச் செய்வது யாது என்ற வினா எழுகிறது. மின்வாய்கள் ஒரு மின்கலவருக்கின் முனைவுகளுக்கு இணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது

மட்டுமே இந்த இயக்கம் நடைபெறக் காண்கிறோம். நாம் கூறும் இந்த இயக்கம் மின் விசைகளால் ஏற்பட்டதாக இருக்கமுடியுமா? மின்வாய்களினிடையே மின்புலம் ஒன்று இருக்கிறது. எனெனில், ஒன்றிலும் பார்க்க மற்றையது உயர்ந்த மின்னழுத்தத்திலே உள்ளது. விசைப் புலத்திலே உள்ள மின்னேற்ற மற்ற துணிக்கைகள் பொதுவாக உயர்ந்த அழுத்தத்திலிருந்து தாழ்ந்த அழுத்தத்துக்குச் செல்கின்றன. ஆனால், இங்கே ஒவ்வொரு வகையான துணிக்கையும் ஒரு குறித்த மின்வாயை நோக்கிச் செல்லும் ஒருதலைப்பட்சமான இயல்பைக் காண்கிறோம். நேர் ஏற்றம் ஒன்று அனோட்டில் இருந்து கதோட்டுக்குச் செல்லும் என்பதும் மறை ஏற்றம் முன்னையதுக்கு எதிரான திசையிற் செல்லும் என்பதும் இப்பொழுது நினைவுக்கு வருகிறது. அப்படியானால், புரோமீன் அணுக்கள் மறையேற்றம் பெற்ற துணிக்கைகள் போலவும் ஈய அணுக்கள் நேர் ஏற்றம் பெற்ற துணிக்கைகள் போலவும் மின்பகுப்பில் பங்கு கொள்கையில் நடந்து கொள்கின்றனவா? அஃதாயின், ஈயம் புரோமீன் ஆகியவற்றின் நடுநிலையான அணுக்களினின்றும் எப்படி வேறுபடுகின்றன? அல்லது இவ்வணுக்கள் எப்பொழுதும் இக்குறித்த ஏற்றங்களைக் கொண்டிருக்கின்றன வென்ப பொருள்படுகிறதா?

மின்னேற்றப்பட்ட அணுக்கள்

நாம் இவ்வினாக்களை நம்மையே கேட்கும் போது, இத்துணிக்கைகள் தமது வேறுபாடான மின் நிலைமை (சில+ஏற்றம், சில-ஏற்றம் பெற்றுள்ள) காரணமாக இயங்குகின்றன என்ற கருதுகோளை நிலைநிறுத்துதல், (நாம் பிரயோசிக்கும் கொள்கையானது மற்றைய தெரிந்த உண்மைகளுடன் முரணில்லாவிடத்தன்றி), மிகவும் கடினமாகிறது. மின்னோட்டத்தின் தாக்கத்தின் விளைவாக இந்த ஈய அணுக்களும் புரோமீன் அணுக்களும் நேரடியாகவே மின்னேற்றத்துடன் உண்டாக்கப்பட்டிருக்குமா? இது, மின்னோட்டமே ஓர் அணுவைத் தெரிவுசெய்து நேர் ஏற்றக்கொடுத்தும் இன்னொன்றைத் தெரிவுசெய்து மறை ஏற்றக் கொடுத்தும் விடுகின்ற ஒருவகையான தாக்கமாகிவிடும். இப்படி முன்னாடிக் கருதுதல் கடினமானதாகும்.

ஆளிதிருப்பி மின் ஓட்ச்செய்கையுடன் இரசாயனத் தாக்கங்கள் ஆரம்பித்து நிற்பாட்டுகையுடன் நின்றுவிடுகின்றனவென்று பரிசோதனைகள் எப்பொழுதும் காட்டுகின்றன. ஆகவே, எதிர்வகையான மின்னேற்றமுடைய துணிக்கைகள்தான் பங்குபற்றுகின்றன என்ற கருதுகோள் நிலைநிறுத்தப்படுவதற்கு, இந்த மின்னேறிய துணிக்கைகள் மின்னோட்டம் செல்லுமுன்பே அங்கிருந்தன என்று கொள்ளல் வேண்டும். ஆனால், உதாரணத்துக்குப் பார்த்தால், ஈயப்புரோமைட்டு மூலக்கூறுகள் ஈய அணுக்களும் புரோமீன் அணுக்களும் இணைந்திருக்கும் துணிக்கையேயன்றித் தனித்தனி ஈய அணுக்களாகவும் புரோமீன் அணுக்களாகவும் இருப்பன அல்ல. ஆக, வெப்பமுட்டுதல் ஈய புரோமைட்டை உருகச் செய்தது மாத்திரமல்ல, எதிர்வகையான மின்னேற்றம் கொண்டிருக்கும் ஈய அணுக்களாகவும் புரோமீன் அணுக்களாகவும் மூலக்கூறுகளைப் பிரித்தும் இருக்கின்றன.

ஈயப்புரோமைட்டு உருகும்போது, ஈய அணுக்களும் புரோமீன் அணுக்களும் உண்டாகின்றன என்பதற்கு எமக்கு எதுவித சான்றும் இல்லை. உலோகம் போன்ற ஈயமும் புரோமீன் போன்ற ஆவியும் உருகியதிலே இல்லை. அதனால், நேர் ஏற்றமுள்ள ஈய அணுக்கள் சாதாரண ஈய அணுக்கலிருந்து வேறுபட்டவாகவும் மறை ஏற்றமுள்ள புரோமீன் அணுக்கள் சாதாரண புரோமீன் அணுக்கலிலிருந்து வேறுபட்டவாகவும் இருத்தல் வேண்டும். உதாரணமாக, சோடியாகவுள்ள புரோமீன் அணுக்கள், புரோமீன் மூலக்கூறுகள் ஆகின்றன. ஆனால், மறை ஏற்றமுள்ள இரு புரோமீன் அணுக்கள், புரோமீன் மூலக்கூறுகளைத் தருவதில்லை.

இவற்றை எல்லாம் பார்க்கும்போது மின் பகுப்புமுறைபற்றி நாம் அமைக்க முயலும் இந்த விளக்கத்தைக் கைவிடுவதா, அல்லது இரு நிலைமைகளிலும் இணக்கங்காண வழி பார்ப்பதா என்பதுதான் இப்போதைய கேள்வி.

கருதுகோளுக்கேற்ப எடுகோள்கள்

நமது கருதுகோளை முற்றாகக் கைவிடாது, அதை நாம் மாற்றி அமைத்தல் கூடும். அதற்கு, ஈயப்புரோமைட்டின் மூலக்கூறுகள்

முதலிலேயே நேர்மின்னேற்றமுள்ள ஈய அணுக்களாலும் மறைமின்னேற்றமுள்ள புரோமீனாலும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்று கருதுதல் வேண்டும். உருகும்போது மூலக்கூறுகள் இந்த மின்னேறிய துணிக்கைக் கூட்டங்களாகப் பிரிகின்றவைவன்றி அணுக்களாகப் பிரிவதில்லை எனக் கருதுதல் வேண்டும். இவ்விளக்கம், புதிய எடுகோள் எதனதும் தேவையை ஏற்படுத்தவில்லை, புதிய சிக்கல்களையும் உண்டாக்கவில்லை. நாம் செய்வதுயாதெனில், சேர்வையின் அமைப்பிலேயே ஈய, புரோமீன் அணுக்களின் சேர்க்கை மின்னியல்முடையது என்று எடுத்துக் கொள்வதாகும். இந்த அணுக்களை ஒன்றாக இணைத்து வைத்திருக்கும் கூட்டுவிசை யாதெனில், எதிரானவகை மின்னேற்றமுடைய இத்துணிக்கைகளின் இடையே உள்ள கவர்ச்சி விசை போலத் தோன்றுகிறது.

அயனுக்கமும் அயன்களும்

உருகிய ஈயப்புரோமைட்டு எத்தகைய மின் பகுப்பொருளென நாம் அமைத்திருக்கும் மாதிரியமைப்பு மிக எளியது. உருகிய உப்பு ஈயத்துணிக்கைகளும் புரோமீன் துணிக்கைகளும் கொண்டது. இவை நேர் ஏற்றமும் மறை ஏற்றமும் கொண்ட அணுக்களாக இருத்தல் கூடும். ஈயம் நேரேற்றம் உடையது. புரோமீன் மறை ஏற்றம் உடையது. இத்துணிக்கைகளைப் பரடே அயன்கள் என்று அழைத்தார். கதோட்டிலே விடுபட்ட அயன்கள் **கற்றயன்கள்** எனவும் அனோட்டில் காணப்பட்டவை **அனயன்கள்** எனவும் பெயரிடப்பட்டன. மின்னேறிய பொருள் என்பது யாது? ஒன்று நேர் ஏற்றம் பெற்றது எனவும் மற்றையது மறை ஏற்றம் பெற்றது எனவுங் கூறுகிறோம். மின்னேற்றப்பட்டிருக்கையில், அவை ஒவ்வொன்றும் பெற்றிருப்பது யாது?

இலத்திரன் கொள்கை

மின்னேற்றம், அவற்றின் உற்பத்தி, அவற்றின் சேமிப்பு ஆகியனபற்றி அவதானிக்கப்பட்ட பல தரமான உண்மைகளையும் ஒன்றாகத்தற்குப் பல கொள்கைகள் முன்மொழியப்பட்டன. அத்தகைய கொள்கைகள் நிலையின் தூண்டல் எனும் தோற்றப்பாட்டையும் விளக்க முயன்றன. ஆரம்பக் கொள்கைகளுள் ஒன்று, மின்

னோட்டம் என்பது பாய்மம் போன்ற ஒன்றென்று, இவற்றுள் இரண்டு பாய்மங்கள் உள்வென்றும் ஒன்று குங்குலியமின் மற்றையது கண்ணாடியின் எனவும் கருதியது. இருவகையான மின் இருந்தபடியால், இரு பாய்மங்கள் தேவையெனக் கருதப்பட்டது. நடுநிலையான பொருள் ஒன்று இரண்டு வகையான பாய்மங்களிலும் சம அளவு கொண்டிருக்குமெனினும், சில வேளைகளில் இவை அளவில் வேறுபடலாம். உதாரணமாக, ஒரு பொருள் இழக்கும் ஒருவகைப் பாய்மத்தை இன்னொரு பொருள் ஏற்கக்கூடும். பின்பு, ஒருவகையான கருதுகொள் பாய்மமே இருவகையான மின்னேற்றங்களையும் விளக்கப் போதுமானது என்று கருதப்பட்டது. இப்பாய்மத்தை இழத்தல் ஒருவகை மின்னேற்றம் உண்டாக்குகிறது எனவும், பெறுதல் மற்றைய வகை மின்னேற்றத்தை உண்டாக்குகிறதெனவும் கொள்ளலாம்.

மின்னென்பது பெரும்பாலும் துணிக்கைகள் போன்றதேயன்றிப் பாய்மம் பேரன்றதல்ல என்று இன்னொரு கொள்கை கருத்துக் கூறியது. மின்பகுப்புப் பற்றி சேமிக்கப்பட்டிருந்த உண்மைகளையிடும் இத்தோற்றப்பாட்டை விளக்க முறையை எண்ணியும் இந்நடவடிக்கை எடுக்கப்பட்டது. அத்தகையவொரு மின் துணிக்கை உண்மையிலே இருந்ததென்பது ஜே. ஜே. தொம்சன் என்பவரால் 1890 ஆம் ஆண்டுத்தொடரிலே முதன்முதலாகக் காட்டப்பட்டது.¹

மின்பாய்மத்துக்குப் பதிலாக துணிக்கைபற்றிய கருத்து விருத்தியடைந்ததுக்கு ஒரு காரணம் வாயுக்கள் மின் கடத்துவதாகலாம். ஒவ்வொரு அணுவும், அதன் பிரதான பகுதியுடன் கூடவே ஒன்று, அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இலத்திரன்களையும் கொண்டிருந்தது என்ற கொள்கை வளர்ந்தது. எத்தகைய பதார்த்தம் நேர் ஏற்றம் பெற்றது எனவும் எத்தகையது மறை ஏற்றம் பெற்றது எனவும் வோல்ட்டு கலத்திலே மின்திசை எது என்பதுபற்றியும் இருந்த வழக்குக் காரணமாக, இலத்திரன் என்பது மறை ஏற்றம் உள்ளதெனக் கொள்ளவேண்டி இருந்தது. அத்து

டன், அது மிகவும் சிறியதாகவும் இருக்கவேண்டியிருந்தது. இவையிரண்டும் பரிசோதனைகளால் நிலைநிறுத்தப்பட்டனவாகும். மின் என்பது இயல்பிலே துணிக்கைபோன்றது என்று பல உண்மைகளால் எடுத்துக்காட்டப்பட்டபோதிலும் அக்கொள்கையை விளக்கிக் கொள்ளுபவர்கள் மேலும் அதுபற்றிய தகவல்கள் தேவைப்படுகின்றன. அதுபற்றிய ஆராய்ச்சியைப் பின்னொரு நிலைக்கு விட்டுவிடுவோம். இலத்திரன் அடிப்படையிலான மாதிரியமைப்பில் பார்க்கும்பொழுது மின்பகுப்பு என்ற தோற்றப்பாடும் கலங்களின் தாக்கமும் எப்படி விளக்கக் கூடுகின்றன என்பதை இப்பொழுது பார்ப்போம்.

அணு அமைப்பு

மின்னேற்றப்பட்ட பொருளானது மறை ஏற்றம் காவுகைமூலம் பெற்றிருந்தால் இலத்திரன்களால் ஒன்றையோ பலவற்றையோ பெற்றுள்ள அணுக்களைக் கொண்டுள்ளதெனவும், நேர் ஏற்றம் பெற்றிருந்தால் இலத்திரன்களை இழந்த அணுக்களைக் கொண்டுள்ளதெனவும் கருதப்படுகின்றது. (இப்படிச் கூறுகையில் அணுவானது நேரான கருவையும் அதைச் சுற்றிச் சுழலும் இலத்திரன்களையும் கொண்டுள்ளதென்று அணுபற்றியுள்ள எளிய கருத்துப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அணு நடுநிலையில் இருக்கையில் மறை ஏற்றத்தின் மொத்த எண்ணிக்கை, கருவிலுள்ள நேர் ஏற்றத்துக்குச் சமமாகும். இலத்திரன்களால், ஒன்றையோ அல்லது பலவற்றையோ இழந்திருந்தால், அணு நேரானதாகவும் இலத்திரன்களால் ஒன்றையோ பலவற்றையோ ஏற்றிருந்தால் அணு மறையானதாகவும் இருக்கும்.) தந்த ஒரு பொருளானது, சில நிபந்தனைகளின் கீழ், தனது அணுவில் இருந்து இலத்திரன்களை இழக்கின்றது. வேறொரு பொருளின் அணுக்கள் அதே நிபந்தனைகளில் இலத்திரன்களை ஏற்கின்றன.

இப்பொழுது, உதாரணத்துக்கு, ஈயப்பிரோமைட்டு மூலக்கூற்றைப் பார்க்கும்போது அது ஓர் ஈய அணுவும் இரு புரோமீன் அணுக்களும் கொண்டுள்ளது எனக் கருதலாம். அத்துடன்

¹ இலத்திரன் கண்டுபிடிப்புப் பற்றிய கதை மிகவும் நீளமானது. மின்பகுப்புப் போன்ற வேறுபல தோற்றப்பாடுகளும் அத்துடன் சம்பந்தப்பட்டுள்ளன. இக்கதையை இங்கு விவரிப்பது சாத்தியமன்று. இன்னும் பல விடயங்கள் பற்றிப் படிக்காமல் அதன் விருத்தி பற்றி அறிதல் கடினம். இதுபற்றிய மேலதிக விபரங்களை அத்தியாயம் 12 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

கூடவே, ஈய அணு இரு இலத்திரன்களை இழந்துவிட்டதென்றும் இரண்டு புரோமீன் அணுக்களும் ஒவ்வொரு இலத்திரன்களை ஏற்றிருப்பதாகவும் கொள்ளலாம். ஓர் ஈய அணுவும் இரு புரோமீன் அணுக்களுந்தான் சேர் கின்றன என்ற உண்மை, இத்துடன் தொடர் பற்ற பிற முறையாலும் உண்மைகளாலும் நிலைப்படுத்தப்படுகின்றது (இரசாயன நூலைப் பார்க்க). ஈயப்புரோமைட்டின் மூலக்கூறு நடு நிலையானதாகும் (ஈயப்புரோமைட்டுத் திண்ம மொன்ரைப் பொண்ணிலே மின்காட்டியில் வைத்து இதை எளிதில் அறியலாம்). இதிற பங்கு கொள்ளவேண்டிய இலத்திரன்களின் குறைந்ததொகை இரண்டெனினும், அதுவே உண்மையான தொகையெனக் கூறமுடியாது. இதுபற்றி இப்போதைக்கு விட்டுவிடுவோம்.

உருகிய மின்பகுபொருள்கள்

இரண்டு வகையான மின்னேற்றங்கள் உள்ளன என்பதற்கு ஆதாரமாக இப்பொழுது ஓரளவு திருப்திகரமான கருதுகோள் எம்மிட முள்ளது. அணுக்கள் நடுநிலையில் இருக்கும் போது உள்ள இலத்திரன்களின் தொகையே இருக்கக் கூடியதான அளவில் அயன்கள் உள்ளன. மூலக்கூறுகளின் வெவ்வேறு பாகங்களுடன் இணைந்து நிற்கும்படியாக, இலத்திரன்கள் ஒருவகையில் மாற்றி ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டிருப்பதே நிகழ்ந்திருக்கிறது. மின்வாய்களினிடையேயுள்ள மின்புலத்தின் தாக்கத்தில் அயன்கள் இயங்கும்போது, இலத்திரன்களுக்கு யாது நிகழ்கிறது? ஈய அயன் (Pb^{2+}) கதோட்டை அடையும்போது, கதோட்டில் நாம் காணுகிற ஈயப்படிவு தரும் ஈய அணுக்களாக (மூலக்கூறுகளாகவும்) மாறுகிறது. அநாவது, ஈய அயன் கதோட்டிலிருந்து இரு இலத்திரன்களைப் பெறுதல் வேண்டும். மின்கலவடுக்கின் மறை முனைவுக்கு இணைந்திருக்கின்றபடியால், தேவையான இலத்திரன்களை வழங்கும் நிலையிலேதான் கதோட்டு இருக்கிறது. விளக்கம் என்ற வகையில் இது இலகுவானதாகும். ஆயின், கலவடுக்கின் தாக்கமானது, இலத்திரன்களின் மின்சுற்றை மறைமுனைவில் இருந்து நேர்முனைவுக்கு புறத்தாற் செலுத்தி நேர்முனைவில் இருந்து மறை முனைவுக்கு உள்ளால் செலுத்துகிறது. கலத்தின் தாக்கத்தை விளக்குவதற்கு நாம் அமைத்துள்ள எளிதான மாநிரி அமைப்பு இதுவாகும். உருகிய ஈயப்புரோமைட்டு—காபன் மின்

வாய்கள் கொண்ட நம் அமைப்பிலே, கலவடுக்கின் நேர்முனைவு தனது இலத்திரன்களை எங்கிருந்து பெறமுடியும்?

இங்கு விடை எளிதாகவே தோன்றுகிறது. மறையேற்றமுள்ள புரோமீன் அயன்கள் (Br^-) அனோட்டுக்குச் செல்கின்றன. ஆங்கு அவை உலோக புரோமீன் அணுக்களாக விடுபட்டுப் பின் மூலக்கூறுகள் ஆகின்றன. அதனால், இம்மாற்றத்துக்குள்ளாகும் புரோமீன் அயன்கள் தமது ஏற்றத்தை அனோட்டுக்கு இழந்து விடுகின்றன.

மின்பகுப்புக் கரைசல்கள்

இப்பொழுது, உருகிய ஈயப்புரோமைட்டைப் பொறுத்தவரையிலெனினும், மின்பகுப்பொருளின் மாதிரியமைப்பும் மின்பகுப்புச் செயல்முறையும் நிறைவு பெற்றுள்ளன. ஆனால் நீரிலான அமிலங்களின் கரைசல்கள், உப்புக்களின் கரைசல்கள், காரங்களின் கரைசல்கள் ஆகிய மின்பகுப்பொருள்களுக்கு இவ்வினக்கல் எப்படிப் பிரயோகப்படுகிறது?

நாகக்குளோரைட்டு உப்பைக் கருத்திற்கொள்க. நீரிலான இதன் கரைசல், மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகிறது எனவும் அப்பொழுது கதோட்டிலே நாகம் படிக்கிறது எனவும் அனோட்டிலே குளோரீன் விடுபடுகிறது எனவும் கண்டோம். உருகிய ஈயப்புரோமைட்டின் மின்பகுப்பை விளக்குவதற்கு ஈய அயன்களும் புரோமீன் அயன்களும் எமக்குத் தேவைப்பட்டன. அதுபோல, நாகக்குளோரைட்டுக் கரைசலின் மின்பகுப்பை விளக்குவதற்கு நாக அயன்களும் (Zn^{2+}) குளோரீன் அயன்களும் (Cl^-) எமக்குத் தேவை. (கதோட்டில்) நாகமும் (அனோட்டில்) குளோரீனும் இத்தாக்கத்தின் விளைவுகளாக இருப்பதால், நாம் இதை எதிர்பார்க்கிறோம். மேலும், நாகக்குளோரைட்டுத் திண்மம் இருவகை அயன்களை (மற்றைய காரணங்கள் காட்டுவதுபோல குளோரீனில் இரண்டும் நாகத்தில் ஒன்றும்) கொண்டுள்ளதாகக் கருதுதல் வேண்டும். கரைசலாதலின் விளைவாக அல்லது கரைசலாகின்ற நிகழ்ச்சியின் பொழுது நாகக்குளோரைட்டு மூலக்கூறுகள் Zn^{2+} அயன்களாகவும் Cl^- அயன்களாகவும் பிரிக்கப்படுகின்றன என்று தோன்றுகின்றது. (மிகவும் நெருங்கி இணைக்கப்பட்டிருந்த இரு எதிர்

வகை மின்னேற்றம் உடைய துணிக்கைகள் மிக இலகுவாக எப்படிப் பிரிக்கப்படுகின்றன என்று சிந்திக்க கடினமாகவிருத்தல் கூடும். இவ்வினாவைத் தீர்க்கும் முயற்சியைப் பின் போட்டுவிடுவோம்.)

இப்பொழுது, நீரில் கரைத்த சோடியங் குளோரைட்டுக் கரைசலின் மின்பகுப்பைக் கவனிப்போம். இந்த மின்பகுப்பிலே பங்கு பற்றும் அயன்கள் எவையாக இருக்கலாம்? மின்வாய்களில் உள்ள வினைப்பொருள்களைப் பார்க்கும்போது, மற்றைய இரு உதாரணங்களிலும் உள்ளதுபோன்று ஐதரசன் அயன்களையும் குளோரீன் அயன்களையும் நாம் எதிர்பார்க்கிறோம். (இவையே மின்பகுப்பின் வினைப்பொருள்களாகவும் இருக்கின்றன.)

மறுபுறமாக, உப்புக்களை ஒப்பிடுவோமானால் அயன்கள் Na^+ , Cl^- ஆக இருக்குமென எதிர்பார்க்கிறோம். இதிலே, கதோட்டில் சோடியத்துக்குப் பதிலாக ஐதரசன் விடுபடுதல் எப்படி என்பதுதான் கேள்வி. அதில், சோடியம் விடுபடாதிருப்பதேன்? நாம் தெரிவித்த கருத்துயாதெனில், கதோட்டிலே Na^+ அயன்கள் நடுநிலையாகியிருக்கலாம் என்பதும், அது படிவாக கதோட்டிலே இருப்பதற்குப் பதிலாக நீருடன் தாக்கியிருக்கலாம் என்பதுமாகும். அயனாக்கக் கருதுகோளினால் நாம் இதையும் விளக்கமுடியாதா?

நீரின் மின்பகுப்புக் கூட்டப் பிரிவு

H^+ அயன்கள் இருந்திருக்குமானால், இதைப் பார்த்தும் நாம் கவனமின்றி இருந்திருத்தல் கூடும். எமது பரிசோதனைகளின்படி, நீர் அயன்களாவதுபோலத் தோன்றவில்லை யெனக் கண்டோம். உதாரணமாக, அது மின்னோட்டத்தைக் கடத்துவதில்லை. மறுபுறமாக, சிலவேளைகளில் நீர் கடத்தியாகத் தொழில் செய்திருக்கிறது என்றும் கண்டோம். ஒரு சிறிதென்றாலும் நீர் அயனாகின்றது என்று இது பொருள்படவில்லை.

நுட்பமான கருவிகள் கொண்டு செய்யப்படும் பரிசோதனைகள் மூலம் நீர் மிகச்சிறிய அளவுக்கு அயன்களாகிறது என்றும் அவ்வயன்கள் H^+ , OH^- ஆகவிரிக்கலாம் என்றும்

கருதப்படுகிறது. நீரின் மூலக்கூட்டு என்றுடன் இணங்கியுள்ள H^- அயன் ஒன்றைக் கருதுதல் சிறிது கடினமாகையால்¹ ஐதரொட்சோனிய அயன் (H_3O^+) என்ற அமைப்பை நோக்குக. (இத்தகைய இணக்கம் வழக்கமற்றதோ அல்லது H^+ அயன்களுக்கு மாத்திரம் பிரத்தியேகமானதோ அல்ல. (இரசாயன நூலைப் பார்க்க.)

இப்பொழுது நாம் $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{OH}^-$ என்ற மாற்றம் ஓரளவு நிகழுமென ஏற்க வேண்டும்.

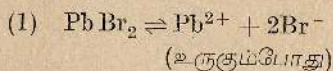
இனி, சோடியங் குளோரைட்டுக் கரைசலின் மின்பகுப்பை மீண்டும் கவனிப்போம். மின்பகுப்பொருளிலே உள்ள Na^+ , Cl^- அயன்களும் மிகக் குறைந்த அளவில் H^+ (அல்லது H_3O^+), OH^- அயன்களும் உள்ளன. இந்நிலையில், Na^+ அயன்கள் கரைசலிலிருக்க, H^+ அயன்கள் கதோட்டில் நடுநிலையாவது ஏன் என்பதுதான் இப்பொழுதுள்ள கேள்வி.

நாகக் குளோரைட்டுக் கரைசலை மின்பகுப்புச் செய்வதைக் கவனித்தால், இதே கேள்வி வேறு வகையில் எழுகிறது. அதிலே உள்ளவை Zn^{2+} , Cl^- , H^+ (அல்லது H_3O^+), OH^- அயன்களாகும். இவற்றுள் நாக அயன்கள் நடுநிலையாக்கப்பட்டு விற்கின்றன போல் தோன்றுகின்றன. ஆனால் H^+ அயன்கள் தாக்கப்படாமலிருக்கின்றன. இப்பொழுது எமது கேள்வி மேலும் பொதுவானதாகிறது. H^+ அயன்கள் இருக்கும்போது சில உலோக அயன்கள் நடுநிலையாக்கப்படுவது போல் தோன்றுகின்றன. ஆனால் H^+ அயன்கள் இருக்கையில் வேறுசில உலோக அயன்கள் நடுநிலையாக்கப்படத் தவறுகின்றன. இந்நிலையிற் கேள்வி சிறிது மாற்றமடைகிறதாயினும் மேலும் பொருள் செறிந்ததாகிறது. ஆயினும், பிறிதொரு சந்தர்ப்பத்தில் விடையளிப்பதற்கு அதை விட்டுவிடுவோம்.

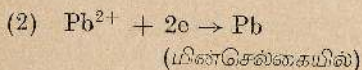
நீரும் அயனாகின்றது என்ற இந்தக் கருத்தானது நீரின் மின்பகுப்பும் பற்றி நாம் கொண்டுள்ள கருத்தை எப்படித் தாக்குகிறது? அது இப்பொழுது சிறந்த பொருள் கொடுக்கிறதா? நாம் அதை ஆராய்வோம்.

¹ ஐதரசன் அணுவின்மீண்டும் இலத்திரானென்று நீக்கும்போது அணுவின் கருவே எஞ்சியிருக்கும். H^- அணுவிற்கு ஓர் இலத்திரன் மட்டும் இருத்தலே இதற்குக் காரணம். ஐதரசன் அயனை ஐதரசன் கருவாகக் கருதுதல் கடினமாகும்.

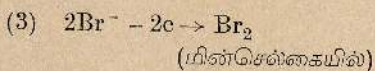
செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலின் மின்பகுப்பை அடுத்துக் கவனிக்க. செம்பு மின்வாய்களைப் பிரயோகிக்கும்போது கதோட்டிலே செம்பு படிவதையும் அனோட்டிலிருந்து செம்பு இழக்கப் படுவதையும் காண்கிறோம். கதோட்டிலே செம்பு படிதல் எதிர்பார்க்கவேண்டியதே. அனோட்டிலிருந்து கரைசலில் செம்பு எப்படிச் செல்கிறது? சல்பேற்று அயன்கள் (SO_4^{2-}) அனோட்டின் செம்பு அணுக்களுடன் இணைந்து செப்புச்சல்பேற்று உண்டாகிற தெனையும் SO_4^{2-} அயன்கள் இரண்டு இலத்திரன்களை இழக்கின்ற வெவ்வும்தோன்றுகிறது. இம்மாற்றங்களை நாம் சமன்பாடுகளாற் குறிக்கமுடியுமா? அவற்றைக் குறிப்பதற்கான ஒரு திட்டம் இப்பொழுது தேவைப்படுகிறது. இலத்திரன் ஒன்றை e யினாலும், இலத்திரன் ஒன்று இழக்கப்படக் கிடைக்கும் அயனை (Na^+ இல் உள்ளதுபோல) + குறியினாலும் ஏற்கப்படுவதை (Cl^- இல் உள்ளதுபோல) - குறியினாலும் நாம் குறிப்பிடுவோம். முன்பு படித்த ஈயப்புரோமைட்டைக் கவனித்தால், அதிலுள்ள தாக்கங்கள் வருமாறு :



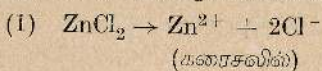
கதோட்டில்



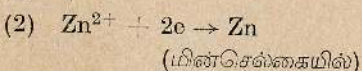
அனோட்டில்



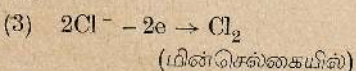
இதேபோல, நாகக்குளோரைட்டுக்கு



கதோட்டில்



அனோட்டில்

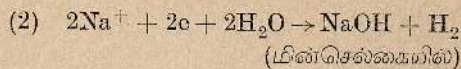


Pb^{2+} என்பதிலே + குறியுடன் உள்ள 2, இரண்டு இலத்திரன்கள் குறைந்துள்ளன என்பதைக் காட்டுகிறது. Cl^- என்பதிலே, - குறியானது ஓர் இலத்திரன் மேலதிகமாக வுள்ளது எனக் காட்டுகிறது.

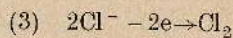
சோடியங்குளோரைட்டுக்குப் பொருத்தமான சமன்பாடுகள் பின்வருமாறு :



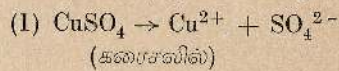
கதோட்டிலே



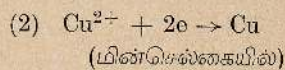
அனோட்டில்



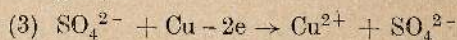
செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலுக்கு,



(a) செம்பு மின்வாய்களுடன் கதோட்டில்



அனோட்டில்



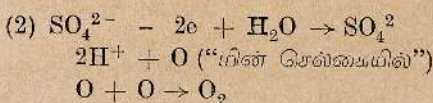
(b) காபன் மின்வாய்களைப் பிரயோகித்தால் கதோட்டிலே செம்பு படிதலும் அனோட்டிலே ஓட்சிசன் விடுபடுதலும் விளைவுகளாகின்றன. இதிலே, ஓட்சிசன் விளைவுப் பொருளாக வருதல் எப்படி? மின்பகுப்பொருளுக்கு என்ன நடைபெறுகிற தென அறிந்ததும், விடை எளிதாகிறது. இறுதியில், நீலநிறக்கரைசல் தெளிவாகி, அதிலே சல்பூரிக்அமில அயன்கள் இருக்கக் காணப்படுகின்றன. SO_4^{2-} அயன்கள் ($2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$) ஆகத் தோற்றமளிக்கின்ற H_2SO_4 தருகிறது என இது காட்டுகிறது.

கதோட்டிலே,

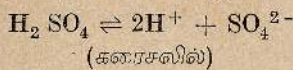


(மின்செல்கையில்)

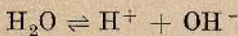
அனோட்டிலே



சல்பூரிக் கமிலம் சேர்க்கப்பட்ட நீரின் மின்ப குப்பை அடுத்துக் கவனிக்க. இதிலே சல்பூரிக் கமிலமானது கடத்தும் அயன்களாகப் பிரிக் கப்படுவதைக் காண்கிறோம்.



அத்துடன்

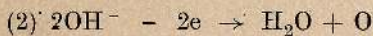


கதோட்டிலே



(ரின்கெசெல்செலில்)

அனோட்டிலே



H_2SO_4 மாற்றமடையாமல் கடைசிவரை இருப்பதால், இக்கருத்து நிலைபெறுகிறது. இந்த ஆராய்வுகளில் எல்லாம், ஒரு சேர்வையின் மூலக்கூறுகள் எதிர்வகையான மின்னேற்ற முடைய பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன என்ற கருதுகோளை ஏற்றுள்ளோம். குறிப்பாக, ஒரு கூட்டம் அணுக்களால் அமைந்த ஓர் அயனைக்கொண்ட செப்புச்சல்பேற்றும் சல்பூரிக் கமிலமும் உள்ளன. வெள்ளி நைட்ரேற்று, வேறு நைட்ரேற்றுகள் ஆகியவற்றையும் பிற உதாரணங்களாகக் கூறலாம். இத்தகைய கூட்டங்கள் தனித்திருப்பதில்லை என நாம் நம்புகிறோமாயினும் மேலதிக இலத்திரன் ஒன்று, இரண்டென் சேர்ந்திருக்கும்போது கரைசலிலே ஒரு கூட்டமாக இவை இருப்பது போலத் தோன்றுகின்றன. சல்பேற்று அயனானது ஒரு குறித்த துணிக்கையாகும். கரைசலினுள்ள இருவகை அயன்களும் நீர் மூலக்கூறுகளுடன் இணைந்து அங்கீகரிக்கின்றன போலும் எதிர்வகை அயன்களைத் தரக்கூடிய தகைமை காட்டும். அம்மூலக்கூறுகள் எப்படி உண்டாகின்றன? உதாரணமாக, நாகக் குளோரைட்டு உண்டாவதெப்படி?

பொருத்தமான அயன்களின் சேர்க்கையால் அவை உண்டாகின்றனவென நாம் உடனடியாகச் சொல்லிவிட இயலாது. உதாரணமாக, Pb^{2+} அயன்களும் Br^- அயன்களும் சேர்ந்து PbBr_2 மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன என்று கூறுதல் இயலாது. ஆயினும் ஈய அணுக்களும் புரோமீன் அணுக்களும் சேர்வதால்லாமல் அயன்களின் சேர்க்கையின்

விளைவாற்றான் Pb Br_2 உண்டாகிறது என்று தான் பெரும்பாலும் தோன்றுகிறது. இத்துறையில் இன்னும் சாத்தியக்கூறுகளை இவ்வாறு ஆராய்வது நோக்கமல்ல. இரசாயன நூலிலே அவ்வாராய்ச்சியைப் பார்ப்போம் ஆயின், குறித்த ஒருவகையிலே நிகழும் பிரிக் கையுடன் ஒருங்கே மூலக்கூறுகள், அல்லது மூலக்கூறு கூட்டங்களின் சேர்க்கையும் நிகழவேண்டும். எந்த ஒரு உண்மையையும் அல்லது நியாயங்களையும் தவறவிடாமல் மிகக் கவனமாக நாம் இவற்றைப் படித்தறிதல் வேண்டும்.

அயனாக்கம் பற்றிய இடம்பாடுகள்

“சேர்க்கை நிலையில் உள்ள இரு துணிக்கைகள் இவ்வளவு எளிதிலே நேர் அயனாகவும் மறை அயனாகவும் பிரிவது எப்படி?” இவ்வினாவை நாம் கேட்கமுடியும். ஓர் உப்பு உருக்கப்படும்தோது, அல்லது நீரில் கரைக்கப்படும்தோது அயன்கள் உண்டாதலான இந்நிகழ்ச்சிகள் நிலைமாற்றத்துடன் தொடர்புபட்டுள்ளன. பதார்த்தமொன்று ஒருகைத் துணிக்கை அமைப்பில் இருந்து சராசரி வேகம் அதிகமாகவுள்ளதும் ஆனால் குறித்த வீச்சுக் குட்பட்டதுமான இயக்கமுள்ள பிறிதொரு துணிக்கை அமைப்புக்கு மாற்றம் பெறுதலே உருகலாகும். பதார்த்தம் திரவமாகும்பொழுது ஏற்படும் மாற்றத்துக்கும் இது பொருந்தும். எதிர்வகை அயன்களுக்கு இடையிலான கவர்ச்சி தளர்த்தப்படுதலே அயனாக்கத்துக்குக் காரணமாகவும் இருத்தல் கூடும்.

கரைசல் ஒன்றைப் பொறுத்தமட்டில், அயன்கள் உண்டாவதுடன் கரைபொருள் ஏதோ ஒரு வகையிலே துரிதமாகத் தொடர்புபட்டுள்ளது என்பது தெளிவு. மின்னேற்ற முள்ள யாதுமிரண்டு பொருள்களின் இடையிலான கவர்ச்சி விசையானது, அவையுள்ள ஊடகத்தின் தன்மையில் பொறுத்ததுள்ளது எமக்குத் தெரியும். அயன்கள் வெற்றிடத்திலிருக்கையிலே தொழிற்படும் தம்முள்ளான விசையுடன் ஒப்பிடுகையில், நீரால் சூழப்பட்டிருக்கையில் உள்ள விசையானது மிகக் குறைவாக இருக்கும். கரைசலாகும்பொழுது அயனாக்கம் நிகழ்வதற்கு இது துணைக்காரணி எனலாம். ஆயினும், எல்லாக் கரையும் பதார்த்தங்களும் நீரிற் கரைகையில் அயனாக்கம் நிகழ்ந்து விடுவதில்லை.

அயனூக்கத்துக்குச் சான்று

நீற்றிற் கரைந்த ஓர் உப்பின் கரைசலிலே கரைபொருள், கரை திரவம் ஆகியவற்றின் மூலக் கூறுகள் தவிர்ந்த பிற துணிக்கைகளும் உள்ளன என்ற கருத்துக்கு ஆதரவான சான்றுகள் யாதேனும் உண்டா? எல்லாக் கரைசல்களுக்கும் அவற்றின் துணிக்கைத் தன்மையால் பொதுவானதாகவும் ஆனால் மின்பகுபொருள் — மின்பகாப் பொருள் என்ற ஒப்பீட்டால் வேறுபடுவதாகவும் உள்ள பௌதிகவியல்பு ஏதாவது உண்டா? திரவங்கள், கரைசல்கள் ஆகியவற்றின் பௌதிகவியல்புகளாக எமது மனதுக்கு வரும் தோற்றப்பாடுகளுள் ஆவியாதலும் ஆவியமூக்கமும், பரவலும், பிரசாரணமும் சிலவாகும். ஒரு மூலக் கூறுனது இருவகைத் துணிக்கைகளை (அயன்களை)க் கொடுத்து அதன் மூலம் உள்ள துணிக்கைகளின் எண்ணிக்கையை இருமடங்காக்குவதன் விளைவாக ஆவியாதலின் வீதத்தில் அல்லது ஆவியமூக்கத்தில் தோன்றும் தாக்கம் ஏதாவது உண்டா? அல்லது பரவல், பிரசாரணம் ஆகியவற்றின் வீதத்தில் தோன்றும் தாக்கம் ஏதாவது உண்டா?

ஒரு கரைசலின் செறிவிற்படி அதன் பௌதிக இயல்புகள் குறித்துச் சில உண்மைகளை முன்னாடியே கூறலாம். உதாரணமாக, சுத்தமான கரைதிரவத்திலும் பார்க்கக் கரைசலின் கொதிநிலை உயர்வானது. மேலும், இந்த மாற்றம் கரைசலில் கரைபொருளின் செறிவுக்குத் தொடர்புடையதாகவிருக்கும். இத்தொடர்பு பற்றிய கொள்கைகளை வகுத்துப் பரிசீலனை செய்யும்போது, மின்பகு கரைசல்கள் மின்பகாப் பொருள்களின்றும் பெருமளவில் வேறுபட்டுத் தோன்றுகின்றன. மின்பகுப்புக்கூடப் பிரிப்பின் (அல்லது அயனூக்கத்தின்) செய்முறை ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டதும், இவ்வேறுபாடுகளை விளக்கக் கூடியதாகவிருந்தது. உறைநிலையற்றக்கம் மற்றும் செய்முறைகளுக்குப் பொருத்தமான விலக்கங்கள் காணப்படுகின்றன. மின்பகுப்புக் கூடப் பிரிப்புக் கொள்கைக்கு இவை எல்லாம் மேலதிகத் துணையாகி நின்றன.

மின்பகுப்பு (அளவறிமுறையாக)

அடுத்ததாக, அளவறிவதன் மூலமும் மின்பகுப்பை ஆராய்வோம். விடுபடும் பதார்த்தத்தின் அளவு மின் செலுத்தப்பட்ட நேரத்திற்

பொறுத்திருக்கிறது என்பது நீங்கள் செய்த பரிசோதனைகளிலிருந்து மிகத் தெளிவாகி இருக்கும். கூடிய மின்னோட்டம் பெரும்பாலும் கூடிய பதார்த்தத்தை விடுபடச் செய்வதாகவும் இருத்தல் கூடும். நீரை மின்னோற் பகுப்பு தற்குரிய அமைப்பை (நீர்வோல்ட்ற்றாமாவியை)ப் பிரயோகித்துச் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலின் மின்பகுப்பு (செம்பு மின்வாய்களுடன்) வெள்ளி நைத்திரேற்றுக் கரைசலின் மின்பகுப்பு (வெள்ளி மின்வாய்களுடன்) ஆகிய பரிசோதனைகளைச் செய்து வெவ்வேறு அளவு மின்னோட்டங்களுக்கும் ஒரேயளவு நேரத்தில் விடுபடும் பதார்த்தங்களின் அளவை அறிந்து, திணிவு - மின்னோட்ட வரைபை வரைந்தால், வரைபுகள் பெரும்பாலும் நேர்கோடுகளாகவே அமையும்.

ஒரேயளவு மின்னோட்டம் வெவ்வேறு அளவு நேரங்களுக்குச் செல்லுகையிலும் இதே போன்ற பரிசோதனைகள் செய்யப்படுகின்றன. திணிவு - நேர வரைபும் நேர்கோடாகவே அமைகிறது. ஆக, விடுபடும் பதார்த்தத்தின் திணிவானது மின்னோட்டத்துக்கும் நேரத்துக்கும் விகிதசமமானது (அதாவது அவற்றின் பெருக்கத்துக்கு) என்று இது காட்டுகிறது. அம்பியரில் அளக்கப்படும் மின்னோட்டத்தினதும் செக்கனில் அளக்கப்படும் நேரத்தினதும் பெருக்கம் மின் கணியத்தைக் கூலோமில் அளவிடுகிறது. ஆகவே, பின்வரும் பிரதானமானதான முடிவு எமக்குக் கிடைக்கிறது.

விடுபட்ட திணிவு m கூலோமின் எண்ணிக்கை,

$$\therefore m = eit.$$

[m = திணிவு, i = மின்னோட்டம், t = நேரம்]

மின் இரசாயனச் சமவலு

e என்ற மாறிலியானது பதார்த்தத்தின் மின் இரசாயனச் சமவலு (மி. இ. ச.) எனப்படும். m கிராமளவையிலும், i அம்பியரிலும், t செக்கனிலும் தரப்படும்போது e ஆனது கூலோமுக்கு எத்தனை கிராம் எனப் பொருள் தரும்.

வெள்ளியில் மி. இ. ச. =

0.001118 கிராம் / கூலோம்.

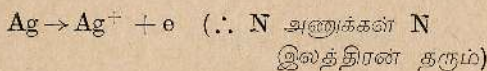
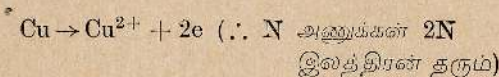
செம்பின் மி. இ. ச. =

0.0003295 கிராம் / கூலோம்.

பரடே

இம்மாறிலிகளைக் குறிக்கும் முறை இன் னென்றுள்ளது. அது ஒரு கலையான இலக் கத்துக்கு நம்மைக் கொண்டு செல்கிறது. வெள்ளியின் அணு நிறை 107.88 ஆகும். வெள்ளியின் கிராம் அணு ஒன்றை விடுபடச் செய்யும் கூலோமின் எண்ணிக்கை அண் ணைவாக 96,500 ஆகிறது. இதே எண்தான் ஐதரசன், சோடியம், பொற்றரசியம், ருனோ ரீன், புரோமின் போன்ற இன்னும் மற்றைய வற்றைப் பொறுத்தவரலிலும் கிடைக்கின்றது. செம்பு, ஈயம், மற்றும் இவை போன்ற மூல கங்களைப் பொறுத்தமட்டில் அவ்வெண்ணிக்கை $2 \times 96,500$ ஆகிறது. இந்த 96,500 என்ற மாறாக் கணியம் ஒரு பரடே எனப்படுகிறது.

எந்த மூலகத்தினதும் ஒரு கிராம் அணு வானது 6.023×10^{23} அணுக்களைக் கொண் டுள்ளதாகும். இதுவே, அவகாசரோவின் எண் (N) ஆகும். ஆகவே, ஒரு கிராம் அணு வெள்ளி, ஒரு கிராம் அணு செம்பு (குப்பிரிக்கு) (2^-) ஆகிய ஒவ்வொன்றும் N அணுக்கள் கொண்டவை. ஆயின் அயனாகத்தின் போது செம்பு அணுவொன்று 2 இலத்திரன்களை இழக்கிறதுவாயினும் வெள்ளி அணுவொன்று ஓர் இலத்திரனை மட்டுமே இழக்கிறது எனக் கண்டோம். ஆகவே,



N இலத்திரன்கள் தருவதற்கு ஒரு பரடே தேவையாகையால் 2N இலத்திரன்கள் தரு தற்கு 2 பரடே தேவைப்படும்.

பயிற்சி 1. செப்புமின்வாய்கள் கொண்ட செப்புச் சலபேற்றுக் கரைசலில் 1.5 அம் பியர் மின்னோட்டத்தை 1 மணி நேரத்

துக்குச் செலுத்தினால் விடுபடும் செம்பின் நிறையாது ?

செம்பின் (2^+) அணு நிறை = 63.57

$$1 \text{ மணி நேரத்துக்கு } 1.5 \text{ அம்பியர்} = 1.5 \times 60^2 \text{ கூலோம்.}$$

$$2 \times 96,500 \text{ கூலோம் விடுவிப்பது } 63.57 \text{ கிராம்.}$$

$$\therefore 1.5 \times 60^2 \text{ கூலோம் விடுவிப்பது}$$

$$\frac{63.57 \times 1.5 \times 60^2}{2 \times 96,500} \text{ கிராம்.}$$

$$= 1.779 \text{ கிராம்.}$$

பயிற்சி 2. வெள்ளி வேல்ட்ரூமானி (வெள்ளி மின்வாய்களுடைய வெள்ளி நைத்திரேற்றுக் கரைசல்) ஊடாக மின் னோட்டம் செலுத்துமபோது, 15 நிமிட நேரத்தின் பின் கதோட்டின் நிறை, 0.985 கிராம் அதிகரித்தது. மின்னோட் டத்தை அம்பியரில் கணக்கிடுக.

(வெள்ளியின் அணு நிறை = 108.)

$$108 \text{ கிராம் வெள்ளியை விடுவிப்பது } 96,500 \text{ கூலோம்.}$$

$$\therefore 0.985 \text{ கிராம் வெள்ளியை விடுவிப்பது}$$

$$\frac{96,500 \times 0.985}{108} \text{ கூலோம்.}$$

$$\therefore \text{மின்னோட்டம்} = \frac{96,500 \times 0.985}{108 \times 15 \times 60} \text{ அம்பியர்}$$

$$= 1.0 \text{ அம் (அண்ணளவாக)}$$

இதுவரை நாம் ஆராய்ந்துள்ள அளவுமுறைத் தொடர்பைப் பரடே இரு விதிகளாகக் கூறி யுள்ளார். அவையாவன :—

பரடேயின் விதிகள்

1. மின்னோட்டம், குறித்த மின்கணியம் ஒன்று ஒவ்வொரு மூலத்திலும் குறித்த திணிவொன்றை விடுவிக்கிறது. இந்தத் திணிவு ஒவ்வொரு மூலகத்துக்கும் மாறி லியாகும். [மி. இ. ச = கூலோம் ஒன்றுக் குரிய திணிவு.]

2. மின்னின் அளவு சமமாக இருந்தால், விடுவிக்கப்படும் வெவ்வேறு மூலகங்களின் திணிவுகள் அவற்றின் அணுநிறைகளுக்கு எளிய விகிதத்தில் உள்ளன. (மூலகம் ஒன்றின் ஒரு கிராம்—அணுவானது 96,500 கூலோபினால் அல்லது 96,500 இன் எளிய பெருக்கம் ஒன்றினால் விடுவிக்கப்படுகிறது.)

பரிசோதனை. செம்பின் மி. இ. ச. ஐ நிரணயிப்பதற்குப் மின்வரும் ஒழுங்கமைப்பு எமக்கு உதவுகிறது. நாம் அளக்க வேண்டிய அளவைகள் வருமாறு:— (1) கதோட்டின் திணிவு, (2) மின்னோட்டம், (3) நேரம். இவற்றை எளிதில் அளந்து விடலாம். மின்பகுபொருளான $CuSO_4$ கரைசல் பளிங்குச் சாடி ஒன்றில், அல்லது பெரிய முகவையில் எடுக்கப்படுகிறது. (ஐதான H_2SO_4 துளிகள் சில சேர்க்கப்படுகின்றன.) மின்வாய்கள் செம்பால் ஆனவை. அனோட்டு U வடிவில் வளைநிறுக்க, கதோட்டு அதன் இடையிலே இருக்கும்.) மின்சுற்று ஒழுங்கு செய்யப்பட்டு சாவி அடைக்கப்பட்டு, மின்னோட்டம் கதோட்டுக்கு ஏற்றதாகச் செப்பஞ் செய்யப்படுகிறது. கதோட்டின் இரு பரப்புக்களும் கணக்கிற் சேர்க்கப்பட்டு, மின்னோட்டமானது சதுர சதம மீற்றருக்கு 0.02 அம்பியரிலும் அதிகரிக்கக்கூடாது.

இப்பொழுது கதோட்டு வெளியில் எடுக்கப்பட்டு, நன்கு கழுவப்பட்டு வெம் காற்றில் உலர்த்தப்பட்டு நிறுக்கப்படுகிறது. பின் அது உரிய நிலையில் வைக்கப்பட்டு, சாவி அடைக்கப்படும் நேரம் குறிக்கப்படுகிறது. 15, 20 நிமிடங்களில், சாவி திறக்

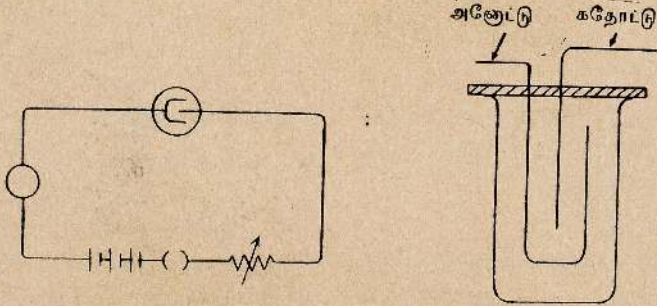
கப்படும் அதே வேளை நேரமும் குறிக்கப்படுகிறது. அம்பியர்மானியின் வாசிப்புக் குறிக்கப்படுகிறது.

கதோட்டுத் தகடு மீண்டும் கவனமாகக் கழுவப்பட்டு, மென்மையாக பன்சன் சவாலையின் மேல் உலர்த்தப்பட்டு, நிறுக்கப்படுகிறது.

இந்தப் பரிசோதனைகள் மீண்டும் செய்யப்படுகின்றன. இதற் பெற்ற அளவீடு கவிலிருந்து செம்பின் மி. இ. ச., பாடே ஒன்றின் அளவு ஆகியன துணியப்படுகின்றன.

இப்பரிசோதனையிலே ஏற்படக்கூடிய வழமூலங்கள் யாவை? அவை கணிதப் பெறுமானங்களை எப்படிப் பாதிக்கும்?

மின்பகுபொருள் ஒன்றிலே மின்னோட்டஞ் செல்கையில் நிகழ்கின்ற இரசாயன மாற்றங்களை விளங்கி விளக்கம் கொடுப்பதற்கு உதவுதற்காக அயனூக்கக் கருதுகோளைப் பிரயோசித்துள்ளோம். மின்கலவருக்குகளை மின்வாய்களுடன் இணைக்கும் கம்பிகளிலே இலத்திரன்கள் ஒருவகையிலே தொடர்ச்சியாக ஓடுவது போன்ற ஒரு மின்னோட்டம் மின்பகுபொருளினுடமிருக்கிறதா? இக்கம்பிகளிலே இயங்கும் பொருள்கள் இலத்திரன்களாகும். இலத்திரன் என்பது மிக நுண்ணிய அளவினதான மறை மின்னேற்றமாகும். மின்னோட்டம் என்னும்போது, கடத்தியிலுள்ள இலத்திரன்களின் ஓட்டத்தையே மனதற் கருதுகின்றோம். ஆனாலும், இலத்திரன் ஒவ்வொன்றும் கலவருக்கின் மறை மின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாய்வரையுள்ள இடத்தைத் தாண்டிச் செல்வதில்லை. ஒவ்வொரு தனி இலத்திரனும் கடத்



படம் 5.3

தம் திரவியத்திலே அதற்கு அடுத்துள்ள அணுவக்கு அப்பாற் செல்லாமலும் இருந்து கொண்டே இதுவும் முறையே அந்த அணுவிலுள்ள ஓர் இலத்திரன் அதற்கும் அருகாமையில் உள்ள இன்னொன்றுக்குச் செல்லக் காரணியாகலாம். இப்படியே இத்தொடர் நீகழ்தல் கூடும். இதவே, இலத்திரன் ஓட்டத்தை அமைக்கலாம். இதுபோன்ற ஓர் இயக்கத்தையே நாம் மின்பகுபொருளிலும் தேடுகின்றோம்.

இருவகைத் துணிக்கைகளின் இயக்கத்தில் அமைந்த கருதுகோள் ஒன்றையே நாம் இதுவரை பிரயோகித்துள்ளோம். இவற்றுள் ஒரு வகையானது, இரண்டொரு மேலதிக இலத்திரன்களைத் தம்முடன் கொண்டு செல்லும் ஓர் அணு, அல்லது ஒரு கூட்டம் அணுக்களைக் கொண்டதாகும். அவைதான் மறை அயன்களாகும். அதனால் மின்பகுபொருளும் இலத்திரனோடும்மொன்று இருக்கிறது போலத் தோன்றுகிறது. ஆயின், ஒன்று, அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இலத்திரன்கள் குறைவாகக் கொண்ட அணுக்களாலான இன்னோர் அருவி உளது. வழக்கிலுள்ள திசையிலே உள்ள நேர் ஏற்றங்களின் ஓட்டம் போல இது தோன்றுகிறது. இதன் விளைவாக இரு மின்வாய்களுக்கிடையில் யாது மொரு புன்வியிலே மேலதிகமான மறை, அல்லது நேர் ஏற்றங்கள் ஏற்படுவதில்லை. இப்பிரதேசத்திலுள்ள திரவம் மின்னியல் நடு நிலையில் உள்ளது. (கதோட்டில் இருந்து அனோட்டுவை மறை அயன்களின் இயக்கம் மின்பகுபொருளுடாக நீகழ்கிறது போலத் தோன்றுகிறது. ஆனாலும், மின்பகுபொருளிலே எங்கும் அயன்கள் உள்ளன என்ற உண்மையை நாம் மறந்துவிடல் கூடாது. அத்துடன் இதில் நீகழ்கின்ற மறை அயன்களின் குடியேற்றம், பெரும்பாலும் அனோட்டை நோக்கி அயன்களின் தொடரெல்லாம் தள்ளப்படுவதுபோலும் இருத்தல் கூடும். அனோட்டுக்கு மிக அண்டையிலுள்ள அயன்களே அங்கு நடுநிலையாக்கப்படுகின்றன. இவை தம் இலத்திரன்களை இழக்கவே, மற்றையவை ஆங்கு மின் செல்லுகின்றன. நாம் எதிர்பார்க்கும் இந்தக் குடியேற்றத்தைப் பரிசோதனை முறைகளால் அவதானிக்கலாம். இப்பரிசோதனை முறைகள் சிலவகை அயன்களுக்குப் பிரத்தியேகமாகவுள்ள நிறங்களிற்

பொறுத்துள்ளது. இவ்வகையிலான பரிசோதனைகளை உங்கள் ஆசிரியர் செய்துகாட்டுவார்.

கலத்தாக்கம்

எளிய (வோல்ட்ஸ்) கலம் எடைப்படும் அமைப்பான செம்பு/ஐதான H_2SO_4 / நாகம் அமைப்பிலே மின்சூழ்விளக்குக் குமிழ் ஒன்றின் முனைவுகளைக் கலத்தின் செம்பு—நாகத் தகடுகளுக்கு இணைத்தால் அக்குமிழ் ஒளிவிடும் என்று “பொளதிகம் 2” இன் எழாம் அத்தியாயத்திற் படித்தோம். மேலும், அம்பியர்மானி எனும் கருவி இச்சூழ்வில் இணைக்கப்பட்டால், அது ஒரு விளக்கத்தைக் குறிக்கிறது என்றுங் கண்டோம். கலமானது குமிழ்டாகவும் அம்பியர்மானியூடாகவும் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகிறது என்பதற்கு இந்த இரண்டு விளைவுகளும் சான்றாக எடுக்கப்பட்டன.

நாகத்தில் இருந்து புறப்பாதை வழியாகச் செம்புக்கு இலத்திரன்களின் ஓட்டமொன்று வது என்று மேலும் கூறப்பட்டது. மேற்கூறிய உதாரணத்திலே, அப்புறப்பாதையானது இணைக்குங் கம்பி, குமிழ், அம்பியர்மானி ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. இந்நூலின் நான்காம் அத்தியாயத்திலே, அம்பியர்மானியின் தத்துவம் பற்றியும் செயல்முறை பற்றியும் படித்தோம். நாம் அம்பியரின் வரைவிலக்கணத்தையும் படித்தோம். ஆகவே, அம்பியர்மானியால் முன்பு அளந்த மின்னோட்டங் குறித்து மிக அதிகமாக எமக்குத் தெரியுமென்று உணரக்கூடிய நிலையில் நாம் இருக்கின்றோம்.

சில திரவங்கள் மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகின்றன என்றும் நாம் இந்த அத்தியாயத்திலே படித்தோம். சில உருகிய உப்புக்கள், மற்றும் அமிலங்கள், காரங்கள் ஆகிய வற்றினூடாக மின்னோட்டம் செல்லும்போது இரகசயன மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன எனவுங் கண்டுள்ளோம். இது மாத்திரமன்று; குறித்தவளவு மின்னோட்டம் (அம்பியரில்) மின்பகுபொருள் ஒன்றுடாகக் குறித்தவளவு நேரத்துக்கு (செக்கனில்) சென்று உண்டாக்கப்படும் ஒவ்வொரு மூலகத்தினும் குறித்தவளவு திணியை (கிராமில்) விடுவிக்கிறது. மின்னோட்டம் என்பதன் கருத்துக்கு இது கூடிய

பொருளைக் கொடுத்துள்ளது. உதாரணமாக, ஒரு கிராம் அணு ஐதரசன், வெள்ளி, அவை போன்ற மற்றும் மூலக்கங்களின் விடுவித்தலுடனே ஒரு குறித்தவளவு மின் கணியத்தை, அதாவது 96,500 கூலோம் (அல்லது அம் பியர்-செக்கன்)களை நாம் தொடர்புபடுத்துகிறோம். அன்றேல், செம்பு, ஈயம், நாகம் போன்றவற்றில் ஒரு கிராம்-அணுவின் விடு வித்தலுடன் $2 \times 96,500$ கூலோமைத் தொடர்பு படுத்துகிறோம். இது மின்னோட்டத்தின் அலகுக் கணியம் என்ற கருத்துக்கு நம்மைக் கொண்டு செல்கிறது. இந்த அலகுக் கணியமானது, உப்பு, அமிலம், அல்லது காரம் ஒன்றினது அயனாக்கத்தாற் பெறப்படும் மூலகம் அல்லது மூலக்க கூட்டத்தின் ஒவ்வொரு கிராம்-அயனுடனும் தொடர்புவையதாகும். உதாரணமாக, ஐதரசன், வெள்ளி, குளோரின் ஆகியவற்றின் ஒரு கிராம்-அயனில் ஒரு பாடேயும் ($96,500$ கூலோம்) அல்லது செம்பு, ஈயம், நாகம், சல்பேற்றுக் கூட்டம் ஆகியவற்றின் ஒரு கிராம்-அயனில் இரு பாடேக்களுமாக, இவை ஒவ்வொன்றினதும் அயன்களில் காணப்படும் எண்ணம். யாதும் ஒரு மூலகத்தின் கிராம்-அணு ஒன்று 6.023×10^{23} அணுக்கள் உடையதாகையால் ஐதரசன் அயன் ஒன்றிற் காணப்படும் மிகக் குறைந்த மின் கணியத்துக்கு இதுவும் ஒரு மதிப்பீட்டைக் கொடுக்கிறது. இக்கணியமானது $96,500 \div 6.023 \times 10^{23}$, அதாவது 1.60×10^{-19} கூலோம் ஆகும்.

பயிற்சி. ஐதரசன் (அல்லது வெள்ளி) அணுவொன்று அயனாவதற்கு ஓர் இலத்திரனை இழக்கிறது. மின்பகுப்பிலே ஐதரசன் கிராம் அணு ஒன்றை விடுவிப்பதற்கு 96,500 கூலோம் தேவை. ஒரு மூலகத்தின் கிராம் அணு ஒன்றிலே 6.023×10^{23} அணுக்கள் உள்ளன. ஓர் அம்பியர் மின்னோட்டம் செக்கனுக்கு எத்தனை இலத்திரன்களுக்குச் சமமாகும்? [விடை : 6.24×10^{18} இலத்திரன் / செக்.]

எளிய கலம்

நாம் படித்தவற்றிலே மின்னோட்டத்தின் முதன்முதலான மூலம் $\text{Cu} / \text{ஐதான } \text{H}_2\text{SO}_4 / \text{Zn}$ ஒழுங்கமைப்பும் திரவக் கடத்திக்கான முதன்முதலான ஒழுங்கமைப்பு காபன்கோல் கருடான ஐதான சல்பூரீக்கமிலமாகும்.

இவற்றுள் பின்னையது, நீரை ஐதரசனாகவும் ஒட்சிசனாகவும் பிரிப்பதற்கான ஒழுங்கமைப்பாக விளங்கிக் கொள்ளப்பட்டதுடன், அயனாக்கக் கருதுகோளைப் மியோகித்ததும் இது போன்றதுமான இரசாயன மாற்றங்களில் மின்னோட்டம் வகிக்கும் பங்கை விளக்குவதாகவும் அமைகிறது. மின்பகுப்பிற் போலவே, எளிய கலத்தாக்கத்திலும் சல்பூரீக்கமிலம் மிகவும் பிரதானமானவொரு பங்கெடுக்கிறது. விளைவுகளுள் ஒன்றாக ஐதரசனும் உண்டாகிறது. எளிய கலத்தில் நீக்கும் தாக்கத்துக்கு மாநிரியமைப்பொன்று விருத்தி செய்வதற்கு அயனாக்கக் கருதுகோள் உதவுகின்றதா? இது சாத்தியமாகுமெனவே நாம் நம்புகிறோம். ஏனெனில், அயனாகிய நிலையிலேயே ஐதான அமிலம் இங்கும் இருத்தல் வேண்டும். அதாவது, கலத்தாக்கத்திலும் H^+ அயன்கள், H SO_4^- அயன்கள், SO_4^{2-} அயன்கள் ஆகியன எதோ ஒரு விதத்தில் சம்பந்தப்பட்டுள்ளனபோலும்.

கலத்திலே நிகழ்வது யாதெனக் கவனிப்போம். மின்னோட்டத்தின் உற்பத்தியுடன் நெருங்கிய தொடர்புடைய தாக்கங்கள் புறனையாகக் கலத்தின் தாக்கத்தை நாம் முழுநையாகப் பார்க்கிறோம் அல்லாமல் ஒவ்வொரு உலோகமும் அமிலம் மீது தாக்குவதை நாம் பார்க்கவில்லை. அதாவது நாகம் தனித்துச் சல்பூரீக்கமிலத்திலே கரைந்து ஐதரசன் வாயு நாகக் கோலில் வெளிப்படுகிறதென்பது எமக்கு முக்கியமானதல்ல. ஆனால், இதே நிகழ்ச்சியால் விடுபடுகிற ஐதரசன் ஏறக்குறைய முற்றாகச் செம்பிலே விடுபட்டு அதே வேளை செம்பும் நாகமும் புறத்தே செம்புக் கம்பியால் இணைக்கப்பட்டிருந்தால், வித்தியாசமான நிகழ்ச்சி நடைபெறுவதை நாம் காண்கிறோம். இந்தத் தோற்றுப்பாடு மின்னோட்டத்துடன் தொடர்புபட்டது என எண்ணுகிறோம். மேலும் தொடர்ந்து ஆராயத் தூண்டப்படுகிறோம்.

கரைசலிலே சல்பூரீக்கமிலமானது H^+ அயன்களாகவும், H SO_4^- அயன்களாகவும் SO_4^{2-} அயன்களாகவும் பிரிக்கப்படுகின்றது என்ற கருத்துடன் ஆரம்பிக்கிறோம். H^+ அயன்கள் உண்மையிலே (ஐதரொட்சிசனியம்) H_3O^+ அயன்களாகவும் இருக்கலாம். கலம் தொழிற்படும்போது, ஐதரசன் வாயு விடுபடுவதுடன் கரைசலுக்கு Zn^{2+} அயன்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன, Zn^{2+} அயன்கள் அங்கிருப்பதை இரசா

யனப் பரிசோதனைகளாற் காட்டக்கூடியதாக இருப்பதால், பின்னைய நிகழ்ச்சி நடைபெறுகிறது என நாம் கூறமுடிகிறது. H^+ அயன்கள் ஐதரசன் வாயுவாக வெளிச் செல்வதற்குக் காரணம் யாது? இவ்வெளிச் செல்லுகை செம்பில் நிகழ்வதேன்?

அமிலக் கலந்த நீரின் மின்பகுப்பிலே ஐதரசன் உண்டாவதை நாம் அவதானித்துள்ளோம். H^+ அயன்கள் (அல்லது H_3O^+ அயன்கள்) கதோட்டிலே நடுநிலையாக்கப்படுதலே இதற்குக் காரணம் எனவும் நாம் விளக்கக் கொடுத்துள்ளோம். ஒவ்வொரு H^+ அயனும் (அல்லது H_3O^+ அயனும்) ஒவ்வொரு இலத்திரனை ஏற்று ஓர் ஐதரசன் அணுவாகும். இரு H அணுக்கள் சேர்ந்து ஐதரசன் மூலக் கூறு உண்டாகும். அமிலத்தில் அயனாக்கம் நிகழ்கையில் ஒவ்வொரு H அணுவும் ஒவ்வொரு இலத்திரனை இழந்து H^+ அயனாக (H_3O^+ அயனாக இருப்பதாகலாம்) மாறுகிறது. கலத்தின் மறை (நாக) முனைவு இலத்திரன்களை அளிப்பதால் கதோட்டிலே இலத்திரனைப் பெறக்கூடியதாக இருக்கிறது. கலவருக்கின் மறைமுனைவுக்கு இணைக்கப்பட்டிருப்பது கதோட்டாகும். ஆகையினால் இது நடைபெறுமென்று நாம் எதிர்பார்க்கிறோம். ஆயின், இலத்திரன்களை நாகம் எங்கிருந்து தொடர்ச்சியாகப் பெறுகிறது? கலத்தாக்கத்துக்கு ஒரு விளக்கத்தை அல்லது மாதிரியமைப்பை நாம் தேறும்போது, இவ்வினாவே எழுகிறது?

கலமானது மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்கும் பொழுது, நாகம் கரைசலின் செல்கிறது என நாம் அறிவோம். கரைசலிலே Zn^{2+} அயன்களாக இருக்கவேண்டிய இந்நாகம், நாகக் கோலில் இருந்து கிடைக்கப்பெறுகிறது. ஒவ்வொரு நாக அணுவும் இரு இலத்திரன்களை இழக்கும் போதுதான் Zn^{2+} உற்பத்தியாகிறது ($Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e$). உண்டாகின்ற ஒவ்வொரு Zn^{2+} அயனுக்கும் நாகக் கோலில் இருந்து இரண்டு இலத்திரன்கள் வீதம் கிடைக்கின்றன என்று இது பொருள் தரவில்லையா? கதோட்டுக்குச் சென்று, H^+ அயன்களை நடுநிலையாக்குகின்ற இலத்திரன்கள் நீரின் மின்பகுப்பில் இருத்தல் வேண்டும். கரைசலிலே நாக அயன்களாகச் செல்லும் இரண்டு நாகத்துக்கு உண்டு போலத் தோன்றுகிறது. இதை ஏற்றுக் கொண்டால், கலத்தின் தாக்கம் விளக்க

குதற்கும் விளக்குதற்கும் இலகுவாகும் என்று தோன்றுகிறது.

ஆயின், நாகம், செம்பு ஆகிய இரண்டையும் கடத்தியால் (உதாரணமாகச் செம்புக் கம்பியால்) இணைத்துத் தொடர்பு படுத்திய பின்புதான் இந்தச் செயல்முறை ஆரம்பிக்கிறது என எதிர்பார்க்கலாமா? இதுதான் நடைபெறுவதாயின், கடத்தும் வழியே எல்லாத் தாக்கங்களும் நிகழ்கின்ற இடமுமாகும் என்று பொருள்படுகிறது. எனினும், அஃது அவ்வாறல்ல என்பதையும் யாம் அறிவோம். உண்மையில், மின்பகுபொருளில் (ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்திலே) தோன்றக்கூடிய மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றபோதிலும், கடத்தியிலே மாற்றமெதுவும் உண்டாவது அரிது. நாகமும் செம்பும் தொடர்பற்று இருக்கையிலுங்கூட, நாக அயன்கள் உண்டாகின்றன என்றே கொள்ளவேண்டும். ஆயின், Zn^{2+} அயன்கள் எந்த அளவுக்கு உண்டாகின்றன? உண்டாகும் Zn^{2+} அயன்களுக்கு ஓர் எல்லை இல்வையா?

எம்மிடம் உள்ள உண்மைகளை நாம் மீண்டும் கவனிப்போம். நாகமும் செம்பும் அமிலத்திலே உள்ளன. ஐதரசன் குமிழிகள் நாகத்திலிருந்து விடுபடுகின்றன. (செம்பு இல்லாத போதும் இது நிகழ்கிறது.) இத்தாக்கம் வலிமையானதல்ல. செம்பிலே வாயுக் குமிழிகள் எதையும் நாம் காண்பதில்லை. நாகத்தையும் செம்பையும் செம்புக் கம்பி ஒன்றால் இணைக்கிறோம். உடனே செம்பிலிருந்து வாயுக்குமிழிகள் மேலெழுவதைக் காண்கிறோம். இந்தத் தாக்கம் நாகத்தில் மூன்பு காணப்பட்ட தாக்கத்திலும் தீவிரமாகக் காணப்படுகிறது. நாகத்திலே குமிழிகள் உண்டாகும் நிகழ்ச்சியும் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. அதாவது, நாகத்தில் உள்ள தாக்கம் நின்றுவிடவில்லை.

சேயல். சோதனைக் குழாய் ஒன்றில் உள்ள ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்திலே நாகத்துள்ளி ஒன்றையிட்டு, வாயு வெளிவரும் வீதத்தைக் கவனிக்க. தடித்த செம்புக் கம்பி ஒன்றை அந்த அமிலத்திலே மூழ்க வைக்க. இப்பொழுது செம்பிலிருந்து குமிழிகள் எதும் உண்டாகின்றனவா? செம்புக் கம்பி நாகத்தைத் தொட லீடுக. இப்பொழுது யாது நிகழ்கிறது? இப்பொழுதும் நாகத்திலிருந்து

குமிழிகள் வெளிவருகின்றனவா ?
(குமிழிகள் உண்டாகும் விதங்களுக்கிடையிலே ஒப்பீடு ஏதாவது செய்யப்பாருங்கள்.)

நாகமும் செம்பும் புறத்தே இணைக்கப்படுகையில், H^+ அயன்கள் (H_3O^+ அயன்கள்) நடுநிலையாக்கப்பட்டு ஐதரசன் மூலக்கூறுகளாக வெளியேறுகின்றன என்றுதான் தோன்றுகிறது. மின்கற்றிலே மின்னோட்டம் இருப்பதை அம்பியர்மாணி பதிவு செய்கையில், இது நிகழ்கிறது. நாகத்திலிருந்து இலத்திரன்கள் செம்புக்குச் செல்லுதல் செய்மில் நேர் அயன்கள் நடுநிலையாக்கப்படுதலுடன் தொடர்புடையது என இது காட்டுகிறது. சுற்றுத் துண்டிக்கப்பட்டவுடன் அம்பியர்மாணியின் வாசிப்புப் பூச்சியமாவதுடன் குமிழிகளாக்கமும் நின்றிருக்கிறது. சுற்றிணைப்புடன் இவையிரண்டும் மீண்டும் ஆரம்பமாகின்றன. செம்புக்கு நாகத்திலிருந்து வருவதாக நாம் கருதுகின்ற இலத்திரன்கள் செம்புக்கு அண்மையில் உள்ள நேர் அயன்களை நடுநிலையாக்குகின்றன. இது நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கையில், நாகத்திலே மேலும் Zn^{2+} அயன்களும் உண்டாகிய வண்ணம் இருக்கின்றன. சில H^+ (அல்லது H_3O^+) அயன்கள் தொடர்ந்து நாகத்தில் நடுநிலையாக்கப்பட்ட வண்ணமே இருக்கின்றன.

மொத்தமாக, நாகமும் செம்பும் இணைக்கப்படும்பொழுது, மேலும் ஐதரசன் உண்டாக்கப்படுகிறது. Zn^{2+} அயன்கள் மேலும் உண்டாகின்றன என்று இது பொருள் தருகிறது. இது நிகழ்வது ஏன்? நாகம் செம்புக்கு இணைக்கப்பட்டிருக்கையில், சில H^+ (அல்லது H_3O^+) அயன்கள் நாகத்திலே நடுநிலையாக்கப்படுகின்றன. ஆகையால், இதற்குப் பொருத்தமான அளவு Zn^{2+} அயன்களும் உண்டாகின்றன. இச்செய்முறை தரும் இலத்திரன்கள்தான் H^+ (அல்லது H_3O^+) அயன்களை நடுநிலையாக்கச் செய்கின்றதாகையால், நாம் இந்த முடிவுக்கு வருகிறோம். நாகம் செம்புடன் இணைக்கப்படுகையில், இலத்திரன்கள் செம்புக்கு மாற்றப்படுவதால், மேலும் இலத்திரன்கள் தேவைப்படுகின்றன. அப்பொழுது, Zn^{2+} அயன்கள் மேலும் உண்டாகின்றன. அதாவது, அயனா தற்கு நாகத்திற்குரிய நாட்டம் நாகம் அண்டியும் நிலையைப் பொறுத்துள்ளது.

உண்டாகும் ஒவ்வொரு Zn^{2+} அயனும் இரு இலத்திரன்கள் நாகத்துடனிருக்கும் நிலையை உருவாக்குகின்றது. ஆகவே, மேலும் மேலும் Zn^{2+} அயன்கள் உண்டாக, நாகமும் மேலும் மேலும் மறை ஏற்றம் உடையதாகின்றது. அதேவேளையில், H^+ அயன்களின் நடுநிலையாக்கம் நாகத்தைக் குறைந்த மறை ஏற்றம் உடையதாகுகிறது. ஆயினும், இதன் முடிவு நாகம் நடுநிலைக்கு வருவதாக இருக்க மாட்டாது. அது நடுநிலைக்கு வந்தால், ஐதரசன் விடுபடுதல் ஓய்ந்துவிடும். இத்துடன் கூடவே பின்பு நாகமும் செம்பும் இணைக்கப்படும்போது நாகத்திலிருந்து செம்புக்கு இலத்திரன் செல்லுதலும் நிகழக்கூடாது. தகடுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைத்திருக்கப்பட்டாலென்ன, இணைக்கப்பட்டிருந்தாலென்ன, நாகம் அயனாகுதல் தவிர்க்கப்படமாட்டாது. எல்லா H^+ (அல்லது H_3O^+) அயன்களும் நடுநிலையாக்கப்பட்டு விட்ட நிலையிலேயே அயனாகும் நிற்குமென நாம் எதிர்பார்க்கலாம். அதாவது, அந்நிலையில் Zn^{2+} , SO_4^{2-} , H^+ (அல்லது H_3O^+), OH^- அயன்கள் மட்டுமே கரைசலில் இருக்கும். (அவற்றின் விதிமும் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும்.)

நாகத்தின் அயனாகும் இயல்பிலேதான் கலத்தாக்கம் பெரிதும் பொறுத்துள்ளது என்று நாம் உறுதியாக எண்ணுகின்றோம். மின்னோட்டம் கண நிகழ்ச்சியாக இருப்பதால் அவ்வியல்பு தொடர்பாக இதிலிருக்கிறது என்றும் அயனாகும் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கிறது என்றும் கருதச் செய்கிறது. அதாவது ஐதான சல்பூரிக் அமிலத்திலே நாகம் இருக்கும்போது, நாக அயன்கள் உண்டாகின்றன. மற்றைய கரைசல்களுள் நாகம் இருக்கையிலும் இவ்வியல்புண்டா? நாகம் நீருடன் தொடர்பாக இருக்கும்போதும் இவ்வியல்புண்டா? அயனாகுகின்ற இயல்பு இச்சந்தர்ப்பங்களிலும் உண்டு என்று இப்பருவத்தில் நாம் பிரயோகிக்க முடியாத முறைகளால் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்தப் பண்பை நாம் இப்பொழுது மேலும் தொடராமாட்டோம். பதிலாக, பிற்தொரு பண்பை நாம் அடுத்து ஆராய்வோம். ஐதான அமிலத்திலே வைக்கப்படும் போது நாகம் நன் அயன்களை உற்பத்தி செய்கிறது எனக் கொண்டால், இந்நேரேற்றமுடைய Zn^{2+} அயன்கள் மறை நாகத்

துக்குத் திரும்பித் தாமே நடுநிலையாக்கப் படமாட்டாவா என்ற கேள்வி எழுகிறது.

பொதுவாக, இந்த இருவழித்தாக்கம் எதிர் பார்க்க வேண்டியதேயாகும். Zn^{2+} அயன்கள் உள்ள கரைசல் ஒன்றிலே (உதாரணமாக நாக்சல்பேற்றுக் கரைசலிலே) நாகத்தை வைத்தால் நாக அயன்கள் உண்டாகும். இவ்வண்ணம் நாகத்தகடு மறையேற்றம் பெற்றதும் நாக அணுக்களாகி நாகத்தகட்டில் படையும் தன்மை Zn^{2+} அயன்களுக்கு அதிகரிக்கிறது. சில நாக அயன்கள் இவ்வண்ணம் நடுநிலையாக்கப்படுகின்றன. ஒரு நிலையிலே இந்த இருவழி இயக்கம் சமநிலை எய்துகிறது. இதன் மொத்த விளைவாக, நாகம் கரைசலுடன் ஒப்பிடுகையில் ஒருவகையிலே மறையேற்றம் பெறுகிறது. யாதும் ஒரு காரணத்தால் இச்சமநிலை தகர்க்கப்படுமாயின், அதை மீண்டும் நிறுவுதற்காக மேலும் அயன்கள் உண்டாகும் அன்றேல் மேலும் அயன்கள் படந்துவிடும்.

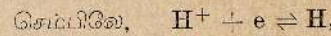
நாகத்தைச் செம்புடன் இணைக்கையிலே உண்மையில் இலத்திரன்கள் முழுத் தூரத்தினுடாகவும் செம்புக்குப் பெயர்த்தும் செலுத்தப் படுவதில்லை. இயக்கம் இணைக்கும் கம்பிகள் வழியே இருக்கிறது. கடத்தும் பதார்த்தத்தின் அணுக்கள் தமது சொந்த இலத்திரன்களை தம்மருகேயுள்ள அணுக்களுக்கு மாற்றுகின்றன. ஆக இறுதியில் நாகத்தில் இருந்து செம்புக்கு இலத்திரன்கள் செல்லும் அதே பயன் உண்டாகிறது.

பொதுவாக, $Zn \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2e$ என்ற முன்னேறும் தாக்கம் மேலோங்கி நிற்கும் இலத்திரன்களைச் செம்புக்குச் செலுத்தும் நிலையில் நாகம் எப்பொழுதும் இருக்கிறது. இலத்திரன்கள் H^+ (அல்லது H_3O^+) அயன்களைச் செம்புத் தகட்டிலே நடுநிலையாக்குகின்றன என்ற கருத்து, முடிய சற்றில் கலம் இருக்கையிலே உள்ள கலத்தாக்கத்தை விளக்க உதவுகிறது போலத் தென்படுகிறது. ஆயின், இன்னொருகேள்வி எழப்ப்பட்டலாம்.

நாகம் கரைந்து Zn^{2+} அயன்களைத் தருகின்றன என நாம் கூறினோம். செம்பும் அயனாக முனைவதில்லையா? செம்பு அயனாகுகின்றதெனின், கரைசலுடன் ஒப்பிடுகையிலே செம்பும் மறையேற்றமுடையதாகவே இருக்கும். ஆக, நாகம் செம்பிலும் பார்க்க மறையேற்றம்

அதிகமாகவிருந்தாலன்றி, இலத்திரன்கள் நாகத்திலிருந்து செம்புக்குச் செல்ல முடியாது. இதை ஏற்றுக்கொள்ளுதற்கு, யாது மொரு நிலையில் கரைசலிலே செம்பு அயன்கள் இருப்பதற்குச் சான்றிருத்தல் வேண்டும். மறுபுறம், நாகத்தைப்போல் அல்லாமல், செம்பு ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்திலே கரைவதில்லை என்பதையும் நாம் அறிவோம். அதிகம் பிரயோகித்த பின்பும், கலத்திலுள்ள அமிலம் Cu^{2+} அயன்களைக் கொண்டிருப்பதில்லைபோலத் தோன்றுகிறது. செம்பானது சிறிதும் அயனாவதில்லைப்போலத் தோன்றுகிறது. Cu^{2+} அயன்கள் இருந்தபோதிலுங் கூட, அதன் தொகை பொருளற்ற அளவுக்குச் சிறிதாக இருத்தல் வேண்டும்.

செம்பு அயனாவதில்லை என்று கொண்டாலென்ன, அன்றேல் அது பொருளற்ற அளவுக்கு அயனாகிறது என்று கொண்டாலென்ன, பின்வரும் சமன்பாடுகள் இரண்டின்படியும் எளிய கலத்தாக்கத்தைக் கருதலாம் எனக் காண்கிறோம்.



கலங்களில் முனைவாக்கம்

பெருமளவு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த எளிய கலம் ஒன்றைச் சிறிது நேரம் பிரயோகிக்கும் போது அக்கலத்தின் மி. இ. வி. குறைவதைக் காண்கிறோம். இதற்குச் செம்புத் தகட்டின்மீது சேருகின்ற ஐதரசனே காரணமெனக் கொள்ளப்பட்டது. கலத்துக்கு ஓய்வு கொடுத்தல் அல்லது ஐதரசனைக் குடைத்துவிடுதல் மி. இ. வி. யை மீண்டும் வழமை நிலைக்குக் கொண்டுவருதலுங் காணப்பட்டது. மி. இ. வி. இவ்வண்ணம் குறைதல் கலத்தின் குறைபாடுகளுள் ஒன்றெனக் கொள்ளப்பட்டது. இது முனைவாக்கம் எனப்பட்டது. இம் முனைவாக்கம் என்பது, அதாவது அதிக ஓட்டத்தைக் கலத்திலிருந்து இழுப்பதால் மி. இ. வி. குறைக்கப்படுதல் H^+ அயன்கள் செம்புத் தகட்டை அடைய முடியாதமை காரணமா? அல்லது H^+ அயன்கள் இலத்திரனை எடுத்து நடுநிலை எய்துவதற்குச் செம்பை அடையா திருப்பதனால் செம்பை அடையும் இலத்திரன்

கள் அதிலே தங்கிலீரும் இயல்பைப் பெறுதல் காரணமா?

செம்பிலே இலத்திரன்கள் சேரும் அதே விரைவில் H^+ அயன்களும் செம்பை அடைந்து நடுநிலை எய்தாவிடின், செம்பானது கரைசலுக்கு மறையாகிறது. அதன் விளைவாக மி. இ. வி. வீழ்ச்சி அடைகிறது. பெரிய ஓட்டம் எனிய கலத்திலிருந்து இழுக்கப்படுகையில் மி. இ. வி. வீழ்ச்சியடைதற்கு இதிலே காரணமாக இருக்கலாம். செம்பின் மீது உண்டாகும் ஐதரசன் குமிழிகள் செம்பை நோக்கி H^+ அயன்கள் சுயாதீனமாகச் செல்வதைத் தடைப்படுத்தும். இதுவும் செம்பின் மீது இலத்திரன்கள் சேர்ந்து நிறுலை ஆதரிக்கும். செம்பின்மீது ஐதரசன் படையாகச் சேருவதைத் தடுத்தல் அவசியம். டானியல் கலத்திலே, செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலைப் பிரயோகிப்பதன் மூலம் இது நடைமுறைப்படுத்தப்படுகிறது.

முனைவகற்றல், முனைவகற்றி

நுண்துளைப் பாத்திரமொன்றில் உள்ள சல்பூரிக் கமிலக் கரைசலிலே வைக்கப்பட்ட நாகக் கோல் டானியல் கலத்தில் உள்ளது. வழக்கமாக, செம்புப் பாத்திரமொன்றில் உள்ள செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலிலே இந்த நுண்துளைப் பாத்திரம் வைக்கப்படுகிறது. செம்பிலே ஐதரசன் சேருவதைச் செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசல் தடைபண்ணுகிறது என்று முன்பு கருத்துத் தெரிவிக்கப்பட்டது. இது ஆங்கு நிகழ்வதன் முழு விளக்கமல்ல.

நுண்துளைப் பாத்திரத்தில் இருக்கும் ஒழுங்கமைப்பானது எனிய கலத்தில் இருந்த அதே அமைப்பாகும். இங்கும், நாகம் அயன்களாய், சிறிது சிறிதாகக் கரைசல் சார்பாக மறையின்னமுத்தம் பெறுகிறது. வெளியறையிலே என்ன நடைபெறுகிறது? இங்கு, செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலில் உள்ள Cu^{2+} அயன்களுடன் தொடர்புள்ளதாகச் செம்புத் தகடு இருக்கிறது. செம்பு அயன்களாவ தில்லையென நாம் முன்பு கருதினோம். இப்பொழுதுள்ள சந்தர்ப்பத்திலே, செம்பு அயன்கள் செம்பில் படியுந்தன்மை கொண்டு கரைசல் சார்பாக அதை நேர் ஏற்றமுடையதாக்குகின்றன. கலம் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துப்பொழுது, செம்புத் தகட்டின்மீது

சிறிது செம்பு படிக்கிறது என்ற உண்மையே இங்கு கூறிய கொள்கைக்குப் பிரதான சான்றாகும்.

ஆக, டானியல் கலத்திலே நாகம் Zn^{2+} அயன்களாகக் கரைசலுள் செல்கிறது. நாகத் தகடும் மெதுவாகக் கரைசல் சார்பாக மறை ஏற்றம் பெறுகிறது. நாகம் வழக்கமாக இரசம் பூசப்பட்டிருக்கும். ஆகையால், கலம் திறந்த சுற்றில் இருக்கையிலுங்கூட நாகம் கரைந்து ஐதரசனை வெளிவிடுவதான விரயத்தாக்கம் நிகழ்வதில்லை. செம்புத் தகடு, செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலுடன் தொடர்பாக இருப்பதால், செம்பு அயன்கள் அதில் படியும். அதனால், கரைசல் சார்பாகச் செம்புத்தகடு நேர் ஏற்றம் பெறும். இப்பொழுது, செம்பையும் நாகத்தையும் கடத்தும் கம்பியால் இணைத்தால் என்ன நிகழ்கிறது?

ஐதரசன் குமிழிகள் செம்புத் தகட்டின் பரப்பிலிருந்து வெளிவராதிருப்பதே நாம் முதலில் அவதானிக்கும் அம்சமாகும். மறுபுறம், செம்புப் பாத்திரம் மீது செம்பு படிக்கிறது எனப் பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன. இது எதிர்பார்த்ததேயாகும். இலத்திரன்கள் நாகத்திலிருந்து செம்புக்குச் செல்லும் பொழுது, செப்புக்கு அண்மையில் உள்ள Cu^{2+} அயன்களை நடுநிலையாக்குதற்கு அவை உதவுகின்றன. இன்னொரு மாதிரிக் கூறிலால், இலத்திரன்களின் வருகை செம்பில் உண்டாகிய சமநிலையைத் தகர்த்தது எனலாம். இலத்திரன்கள் அதைக் குறைந்த நேர்நிலையாக்க முயல்கின்றன. ஆகவே, Cu^{2+} அயன்கள் மேலும் செம்பில் படிந்து சமநிலையை நிலைநிறுத்த முயலும். இலத்திரன்கள் வழங்கப்படும்வரை இது நடைபெறும். இது மாத்திரம்தான் நடைபெறுகின்றதா? ஏனெனில், அப்படியாயின், நுண்துளைப் பிரிசுவர் தேவையற்றதாகும்போல் தோன்றுகிறது.

அப்பிரிசுவர், நுண்துளையற்றதென ஒரு முறை கருதிப்பார்ப்போம். (அதாவது, நாகத்தண்டும் அமில்மும் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் உள்ளன எனக்கொள்வோம்.) இப்பொழுது, ஒவ்வொரு கரைசலிலும் யாது நடைபெறும்? அமில்த்திலே மேலும் மேலும் Zn^{2+} அயன்கள் உண்டாகின்றன. செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலிலே, மேலும் மேலும்

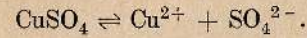
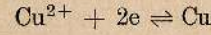
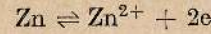
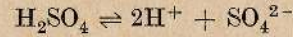
Cu^{2+} அயன்கள் அகற்றப்படும். மிகவிரைவிலே, SO_4^{2-} அயன்கள் மிகையாயி, செம்புக்கு இலத்திரன் செல்லுதற்குப் பாதகமான ஒரு நிலையை உருவாக்கும். ஏனெனில், தள்ளுகை ஒன்று உருவாகும். அதேபோல நேர் அயன்கள் சேர்ந்து தள்ளுகை ஏற்படுவதால், Zn^{2+} அயன்களின் உற்பத்தியும் தடைப்படும். இலத்திரன் ஓட்டமும் தடைப்படும். இத்தகைய பாதகமான நிலையிலே, மின்னோட்டம் ஆரம்பிக்கின்றதா என்று கூட அறிதற்கு அறிகுறிகளைக் காண முடியாதிருக்கும்.

நாகப் பாகத்திலிருந்து பிரிசுவரின் மறுபுறமுள்ள செம்புப் பாகத்துக்கு நேர் அயன்கள் செல்லுதற்கு நுண்ணுயிர் சுவரே தேவையெனக் காண்கிறோம். எனினும், ஒரு பிரதானமான நிலை உருவாகின்றது. நுண்ணுயிர் பாதத்திரத்தில் உள்ள கரைசல், மேலும் மேலும் Zn^{2+} அயன்களையும் குறைந்தளவு H^+ அயன்களையும் கொண்டிருக்க முனைகிறது. நுண்ணுயிர் பாதத்திரத்துக்கு வெளியே உள்ள கரைசலோ, மேலும் மேலும் H^+ அயன்களைக் கொண்டிருக்க முனைவதுடன், குறைந்தளவு Cu^{2+} அயன்களைக் கொண்டிருக்கவும் முனைகிறது. ஐதரசனை வெளிவிடும் எளிய கலத்தின் தாக்கத்தை ஒத்தவொரு தாக்கம் செம்பில் நிகழ முனைகிறது என்று இது பொருள் தரும். இது விரும்பத்தக்கதன்று. ஆகவே, Cu^{2+} அயன்களை வழங்குதல் தொடர்ந்து நடைபெறல் வேண்டும். செம்புப் பாதத்திரத்தின் மீது துணையிட்ட மேடையொன்று வைத்து அதில் செப்புச்சல்பேற்றுப் படிக்களை வைப்பதன் மூலம் செம்பு அயன்கள் வழங்கப்படுகின்றன.

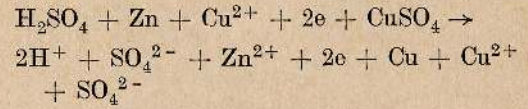
இருவகை அயன்களின் இடையேயும் சமனில் நிலையொன்றை இது இப்பொழுது விடவே மாட்டாதா? நுண்ணுயிர் பாதத்திரத்தினுள்ளே Zn^{2+} அயன்களின் தொகை அதிகரிக்கிறது. அதற்கு வெளியே SO_4^{2-} அயன்கள் அதிகரிக்கின்றன. இருவகை அயன்களும் பிரிவுச் சுவருடாகச் சென்று கரைசலை முழுமையாக நோக்குகையில் அதனுடைய மின்னழுத்தத்தில் ஒர் ஒருமைப்பாட்டை ஏற்படுத்த முனையும் என்று இது பொருள்படுகிறது. நுண்ணுயிர் யிட்ட பிரிசுவரின் தேவை முன்பு குறிப்பிடப்பட்டது. அது என்ன முறையில் தொழிற்படவேண்டுமென இப்பொழுது காண்கிறோம்.

H^+ அயன்கள் பிரிவின் நாகப் பகுதியிலிருந்து செம்புப் பகுதிக்குச் செல்லுகின்றன.

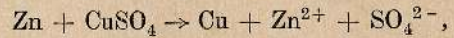
டானியல் கலத்திலே ஏற்படும் முழு இரசாயன மாற்றங்களையும் மீண்டும் ஒரு முறை நாம் கவனிப்போம். பின்வருமாறு சமன்பாடுகளைத் தனியாக எழுதுவோம்.



இவற்றைக் கூட்டுகையில், விளைவு வருமாறு :



அல்லது மொத்த விளைவு வருமாறு :



அல்லது



நாகத்தைச் செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலில் வைத்தால் ஏற்படும் தாக்கத்தைப் போலவே இம்முழுத் தாக்கமும் தென்படுகின்றது.

பரிசோதனை. ஆவியாக்கும் கிண்ணம் ஒன்றிலே சிறிது செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலிட்டு அதிலே நாகத் துண்டொன்றைப் போட்டுச் சிறிது நேரம் விடுக. அதிலே மீதியாக விடப்பட்டிருப்பவையாவையெனக் கவனிக்க. வடிகட்டி, செம்பும் நாகச்சல்பேற்றும் உள்ளனவா எனப் பார்க்க.

(குறிப்பு : தேவையிலும் பார்க்கக் கூடிய அளவு நாகத்தை இடுதல் நலன். ஏன்?)

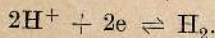
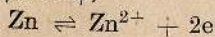
இந்தச் சுவையான வளர்ச்சியை இந்நிலையில் நாம் மேலும் தொடர வேண்டாம்.

இடத்தாக்கம்

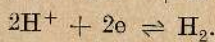
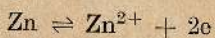
தனித்தனி அம்சங்களைக் கவனியாமல் தாக்கத்தை முழுமையாகக் கவனித்தே கலத்தாக்கத்தை விளங்கிக் கொள்ளல் வேண்டுமென்று

ஆரம்பத்திலேயே கூறினோம். சாதாரணமாக ஐதான அமிலத்திலே நாகம் கரைந்து ஐதரசனை வெளிவிடும் என்பது போன்ற விளக்கம் கூறக்கூடாது. தொடர்ச்சியான மின் அருவியைத் தரும் சாதனமாகக் கலம் தொழிற்படுத்தும் நாகம் அயனாலை வேண்டுமென முன்பு கருத்துக் கூறினோம். நாகம் தனித்திருக்கையிலும், அமிலத்தில் கரைகிறது. இத்தாக்கமும் அயனாலைத் துடன் தொடர்புடைய யதா ?

அதன்படி,



ஐதான சல்பூரிக் கமிலம் எப்பொழுது அதன் அயன்களான H^+ , HSO_4^- , SO_4^{2-} அயன்களைக் கொண்டிருக்கும். நாகம் அயன்களாகக் கரைசலிற் செல்லும்போது, அது கரைசலுடன் ஒப்பிடுகையில் நாகம் மறையேற்றம் உண்டயதாகிறது. உடனே, H^+ அயன்கள் நாகத்திலிருந்து இலத்திரன்களைப் பெற்று முடிவில் H_2 மூலக்கூறுகளாகின்றன. எளிய கலத்திலும்



இங்கும் மொத்த மாற்றம் முன்னையது போலவே இருப்பதைக் காண்கிறோம். எனினும், ஒரு முக்கிய வித்தியாசம் இதிலுண்டு. ஐதான சல்பூரிக் கமிலத்தில் நாகம் சாதாரணமாகக் கரைவின்ற தாக்கத்திலே, ஐதரசன் அதிலேயே வெளிவிடப்படுகிறது. ஆனால் கலத்தாக்கத்திலோ, ஐதரசன் செம்பிலே வெளிவிடப்படுகிறது. முந்திய தாக்கம் ஒரு மாற்றத்துடனான கலத்தாக்கமாக இருத்தல் கூடுமா? அதாவது, நாகம் அமிலத்தில் கரையும்போது, நாகத்துடன் இணைக்கப்பட்ட செம்பு தொழிற்படுவதுபோலத் தொழிற்படும் பதார்த்தம் ஏதாவது நாகத்துடன் இருத்தல் கூடுமோ?

செம்பு, அல்லது இரும்பு போன்ற யாதும் ஓர் உலோகத்துடன் தொடர்பாக இருந்தாலன்றிச் சுத்தமான நாகம் ஐதான சல்பூரிக் கமிலத்திலே தாக்கம் புரிவதில்லை என அறியப்பட்டுள்ளது. வணிக நாகத்திலே உள்ள அசுத்தங்களில் இரும்பும் காணப்படுகிறது., இரும்பு நாகத்துடன் Cu/Zn கலத்தை ஒத்த கலமொன்றை அமைக்கிறது. அதனால், செம்புடன் அது இணைக்கப்படாதிருக்கையிலும்

நாகம் உட்கொள்ளப்படுகிறது. இத்தாக்கம் எளிய கலத்தின் குறைபாடு எனக் கொள்ளப்படுகிறது. ஏனெனில், கலத்திலிருந்து மின்னோட்டம் பெறப்படாதிருக்கையிலும் நாகம் வீணாகிறது. இக்குறைபாடு பொதுவாக **இடத்தாக்கம்** எனப்படும். நாகத்தை இரச அமல்கமாக்குவதன் மூலம் இடத்தாக்கம் பெரிதும் குறைக்கப்படுகிறது.

செயல். சோதனைக் குழாய் ஒன்றிலே சிறிது ஐதான சல்பூரிக் கமிலம் எடுத்து அதனுள் அமல்கமாக்கப்பட்ட நாகத்தில் ஒரு துண்டு வைக்க. குமிழி ஏதாவது வெளிவருகிறதா எனக் கவனிக்க. தடித்த செம்புக் கம்பி ஒன்றை அமிலத்தில் அழுக்குக. அதன் மீது ஏதும் வாயுக் குமிழிகள் உண்டாகின்றனவா? கம்பி நாகத்தைத் தொடர்விடுங்கள். இப்போது என்ன நடைபெறுகிறது? பல்முறை திருப்பிச் செய்து முடிவை உறுதிப்படுத்துக.

வேறு கலங்கள்

ஐதான சல்பூரிக் கமிலக் கரைசலில் வைக்கப்பட்ட எவையேனும் உலோகங்கள் கலமாகத் தொழிற்படுமா? உதாரணமாக, $\text{Cu}/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Fe}$ அல்லது $\text{Fe}/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Zn}$ ஆகியன போன்ற பல அமைப்புகளை நாம் பரிசோதிக்க முடியும். ஐதான சல்பூரிக் கமிலத்திலே, மகனீசியம் எளிதில் கரையும் என்பதறிவோம். ஆக, $\text{Cu}/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Mg}$ அமைப்பு Cu/Zn கலத்திலும் பார்க்கச் சிறந்ததாகவும் இருத்தல் கூடும். ஒருவேளை, வோல்ட்றளவு கூடுதலாகவும் இருக்கலாம். இச்சோடியை நாம் முதலில் பரிசோதனை செய்வோம்.

பரிசோதனை. செம்புத் தகடு ஒன்றையும் மடிக்கப்பட்ட மகனீசியம் நாடாத்துண்டு ஒன்றையும் ஒன்றில் ஒன்று படாதவண்ணம் முகவை ஒன்றிலே வைக்க. இடுக்கி களால் அவற்றைப் பிடித்து, அவ்விடுக்கிகளைக் கம்பியால் வோல்ட்றறுமானியுடன் இணைக்க. இப்பொழுது முகவையில் ஐதான சல்பூரிக் கமிலத்திற் சிறிதளவு ஊற்றி, உடனடியாக வோல்ட்றறுமானியின் வாசிப்பைக் கவனிக்க. அமிலத்திலிருந்து மகனீசியத்தை எடுத்து விடுக. மீண்டும் அதை அமிலத்தில் வைத்து வாசிப்பைக் கவனிக்க.

இவை இரண்டிலும் நேர் முனைவு எது ?
செம்பா, மகனீசியமா ? கம்பிகள் குறுக்
குச் சுற்றுகும்போது என்ன நிகழ்கின்ற
தெனக் கவனிக்க. உலோகங்கள் இணைக்
கப்படும்போது செம்பிலே வாயுக்குமிழிகள்
உண்டாகின்றனவா ?

Cu/Zn கலத்திலும் பார்க்கக் கூடிய
வோற்றளவை **Cu/Mg** அமைப்புத் தருகிறது.
இரு உலோகங்களும் புறத்தே இணைக்கப்படும்
போது, தாக்கம் மேலும் தீவிரமாகிறது. செம்
பிலும் ஓரளவு குமிழிகள் உண்டாகின்றன
வாயினும், அது மிகக் குறைந்த வீதத்தி
லேயே நிகழ்கிறது.

H⁺ அயன்களின் பெரும்பகுதி மகனீசியத்
திலேயே நடுநிலையாக்கப்பட்டுவிடுகின்றன
போலத் தோன்றுகின்றன. (மகனீசியத்தி
லுள்ள அசுத்தங்களே இதற்குக் காரணியாக
இருத்தல் கூடுமோ ?) ஐதான சல்பூரிக்கமி
லத்தில் வைக்கப்படும்போது, **Zn/Mg** அமைப்பு
எவ்வண்ணம் தொழிற்படும் ?

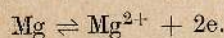
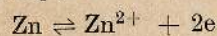
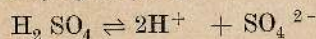
பரிசோதனை. சிறு முகவை ஒன்றிலுள்ள
ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்திலே சிறிய நாகத்
தகடு ஒன்றையும் மகனீசியம் நாடா
வொன்றையும் வைக்க. (உலோகங்கள்
ஒன்றையொன்று தொடக்கூடாது.)

எந்தத் தகடு நேர்முனைவாகத் தொழிற்
படுகிறதென முதலில் அறிந்து கொண்டு,
வோல்ட்ற்றுமானியின் வாசிப்பைக் குறித்
துக் கொள்க. (**Cu/Zn**, **Cu/Mg**
அமைப்புகளிலே இவை மறை முனைவு
களாக இருந்தன என்பதை நினைவில்
நிறுத்திக் கொள்க.)

இவ்விரண்டையும் செம்புக் கம்பியால்
இணைத்து, ஒவ்வொரு உலோகத்திலும்
வாயுக் குமிழிகள் உண்டாகும் வீதத்
தைக் கவனிக்க. இணைக்கப்படாதிருக்கை
யிலும் இரண்டிலுமிருந்து குமிழிகள்
எழுகின்றனவா ? இதுவுள்ள வோல்ட்
ற்றளவு **Cu/Zn**, **Cu/Mg** அமைப்புக்
களின் வோல்ட்ற்றளவுக்கு எவ்வண்ணம்
தொடர்புள்ளது எனக் கூறமுடியுமா ?
அவை முறையே **E₁**, **E₂** வோல்ட்ற்றுக்
கள் எனின், அவற்றின் தொடர்பு யாதாக
விருக்கும் என நீங்கள் கருதுகிறீர்கள் ?

Cu/Zn கலத்திலும் பார்க்கக் கூடுதலான
வோல்ட்ற்றளவை **Cu/Mg** கலம் தருகிறது
என்பதைப் பொதுவாகக் காண்கிறோம். இவற்
றில் நாகம், மகனீசியம் ஆகிய இரண்டும் மறை
யேற்றமுடையவையே (அதாவது, இவையே
இலத்திரன் மூலங்களாகும்). ஆயினும்
Zn/Mg கலத்திலே, மகனீசியம் மறைமுனை
வாக (இலத்திரன் மூலமாக) தொழிற்படு
கிறது போல் தோன்றுகிறது. அத்துடன்,
வோல்ட்ற்றுமானியின் வாசிப்பும் ஏறக்குறைய
Cu/Mg, **Cu/Zn** கலங்களின் வாசிப்புக்களின்
வித்தியாசத்துக்குச் சமமாகத் தோன்றுகிறது.
Cu/Zn கலத்துக்கு அளிக்கப்பட்ட விளக்
கத்தைப் பொதுவாக இம்முடிவுகள் உறு
திப்படுத்தவில்லையா ?

Zn/Mg கலத்தைக் கவனிப்போம்.



உலோகங்கள் புறத்தே இணைக்கப்படுமுன்,
மேலே கூறியுள்ள தாக்கங்களே நடைபெறும்.
ஆயின், சமன்பாடு காட்டாத ஒரு வித்தியாசம்
கட்டாயமாக இருத்தல் வேண்டும். அப்பொழுது
தான் வோல்ட்ற்றுமானியில் திரும்பல் ஏற்
பட்டு நாம் வாசித்தறியக் கூடியதாகவிருக்கும்.
கரைசல் சார்பாக, **Mg**, **Zn** ஆகிய இரண்டுமே
மறையானவை என்பது **Cu/Mg** கலம்
Cu/Zn கலம் ஆகியவற்றிலிருந்து வெளிப்
படை. எனினும், நாகத்திலும் பார்க்க மக
னீசியம் கூடுதலாக மறையாய் இருத்தல்
வேண்டும். இரு உலோகங்களுள்ளும் மகனீ
சியமே கூடுதலாக இரசாயனத் தாக்கம் புரி
யும் இயல்புளதாகையால், இதை முதலிலே
விளங்கிக் கொள்ளுதல் இலகுவாகும். நாகத்
திலும் பார்க்க மகனீசியம் கூடிய அளவு
அயனாகின்றது என்ற கருத்து, இதை ஒரு
கலமென விளக்குதற்கு உதவுகிறது.

வேறு உலோகச் சோடிகள் ஐதான சல்
பூரிக்கமிலத்திலே எவ்வண் தாக்கம் புரியும் ?
அவையும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை ஏற்
படுத்திக் கலங்களாகத் தொழிற்படுமா ?

பரிசோதனை. பின்வரும் கலங்களை
ஒழுங்குபடுத்தி, ஒவ்வொன்றினதும் வோல்
ற்றுமானி வாசிப்புக்களையும் குறித்துக்
கொள்க. ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும்

ஐதான சல்பூரிக் கமிலத்தை மின்பகு பொருளாகப் பிரயோகிக்க. வாயுக் குமிழிகள் ஏதும் வெளிவருகின்றனவா என்பதையும் அது இரண்டு முனைவுகளிலும் இருந்தா அன்றேல் ஒன்றிலிருந்தா என்பதையும், ஒன்றிலிருந்தால் அஃது ஏது என்றும் கவனிக்க. முதலிலே, உலோகங்கள் புறத்தே இணைக்கப்படாதிருக்கையிலும் பின்பு இரண்டையும் செம்புக் கம்பியால் இணைத்துப் பரிசோதனை செய்க. Cu/Fe ; Fe/Zn ; Cu/Pb, Pb/Zn ; இயலுமாயின் Ag/Zn ; Ag/Cu இன்னும் வேறு சோடிகளையும் பரிசோதிக்க.

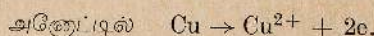
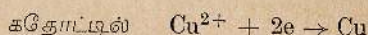
இவ்வாசிப்புக்களில் இருந்து, எந்த உலோகம் மிக மறையானது எனவும் எந்த உலோகம் மிகக் குறைவாக மறையானது எனவும் கூறமுடியுமா ?

[குறிப்பு. அலுமினியத்தில் அதன் மீதுள்ள ஒட்சைட்டு முதலில் நீக்கப்படல் வேண்டும். அது எவ்வண் செய்யப்படல் வேண்டுமென்பதை ஆசிரியர் கூறுவார்.]

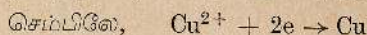
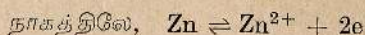
மகனீசியம், நாகம் போன்ற உலோகங்கள் ஐதான சல்பூரிக் கமிலக் கரைசலிலே அயனாகுகின்றன என நாம் கருதினோம். அவ்வண்ணமே செம்பும் அயனாகுகின்றது என நாம் கருதுதற்குத் தேவை ஏற்படவில்லை. அவ்வண்ணம் கருதாமலே நாம் கலத்தாக்கத்தை விளக்க முடிந்தது. செம்புடன் இணைந்து இரு வேறு கலங்களாக Cu/Mg கலம் Cu/Zn கலம் ஆகியவற்றைத் தருவதான உலோகங்கள் Zn/Mg கலத்தில் உள்ளன. முதலாவது கலத்தின் தாக்கத்தை விளக்குதற்கு, மகனீசியம் கரைந்து Mg^{2+} அயன்களைத் தருகின்றன எனக் கருதுகின்றோம். இரண்டாவது கலத்தின் தாக்கத்தை விளக்குதற்கு நாகம் கரைந்து Zn^{2+} அயன்களைத் தருகின்றன எனக் கருதுகின்றோம். Zn/Mg கலத்திலே இரு உலோகங்களும் அயன்களைத் தருகின்றன எனும்போது நாம் புதியதொரு கருதுகோளைக் கூறவில்லை. ஆயினும், நாகத்திலும் பார்க்க மகனீசியம் கூடுதலான அயன்களைத் தந்து சமநிலையை அடைகிறது என நாம் கருதுகின்றோம்.

Fe/Zn கலத்தின் தாக்கத்தை நாம் எப்படி விளக்குகிறோம்? இக்கலமும் வோல்ட்டு மானியில் ஒரு திரும்பலைக் கொடுக்கிறது. இதிலே, நாகமே இலத்திரன் மூலமாகும். மற்றைய இரு கலங்களும் அதாவது Cu/Zn, Cu/Fe ஆகியனவும் நிதானமான மின்னழுத்த வித்தியாசங்களைத் தருகின்றன. இவை இரண்டிலும் செம்பே நேர் முனைவாகும். அதாவது, நாகம் போலவே இரும்பும் அயன்களைத் தருகிறது. ஆயின், இவற்றின் சமநிலைகளோ நாகம் இரும்பை நோக்கிப் புறத்தே அயன்களைத் தள்ளக் கூடியதாக உள்ளது. நாகத்திலும் பார்க்க இரும்பு குறைவான மறையேற்றம் உள்ளது என்பதே. இதிலும், செம்பு குறித்து ஏதுவும் தரப்பட்டதாகக் கொள்ளவில்லை.

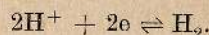
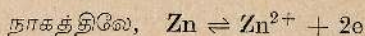
செம்பு மின்வாய்களைப் பிரயோகித்துச் செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலை மின்பகுப்புச் செய்வதை மீண்டும் கவனிப்போம். இதிலே உள்ள தாக்கங்கள் வருமாறு :-



டானியல் கலத்தைக் கவனித்தால்,



எளிய கலத்தில்,



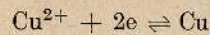
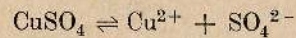
இம்மூன்றிலும், நாகத்தைப் பொறுத்த மட்டிலே நாக அயன்கள் எல்லாம் நாகத்திலிருந்தே கிடைக்கப் பெறுகின்றன. அதனால், ஓரளவுக்கு நாகம் கரைந்த பின் நாகம் அதன் அயன்களுடன் தொடர்பாக இருக்கிறது. Cu^{2+} அயன்கள் பங்குபற்றும் மேற்கூறிய தாக்கங்களில், அயன்கள் நடுநிலையாக்கப்பட்டு, செம்பில் படிக்கின்றன. செம்பு அயன்கள் மட்டுமே ஆங்கிருப்பின், செம்பின் நடத்தை எங்ஙனமிருக்கும்? நாக அயன்கள் மட்டுமே இருப்பின், நாகத்தின் நடத்தை எங்ஙனமிருக்கும்? இவை ஒவ்வொன்றும் மற்றையதன் அயன் மட்டுமே இருப்பின் எங்ஙனம் நடந்து கொள்ளும்?

ஐதான சல்பூரீக்கமிலத்தில் நாகம் எவ்வண்ணம் தாக்கம் புரியுமென நாம் முன்பு கருதிக் கொண்டதற்கிணங்க Zn^{2+} அயன்கள் இருக்கையில், நாகம் எவ்வண் தாக்கம் புரியுமெனக் கூறலாம். அங்கே சில Zn^{2+} அயன்கள் உண்டாகுமெனக் கருதப்பட்டன. நாகச்சல்பேற்றுக் கரைசலில் (அதாவது $Zn^{2+} + SO_4^{2-}$ அயன்கள் உள்ள கரைசலில்) நாகத் தகடு ஒன்றை வைப்பதாகக் கொள்க. சிறிதளவு Zn^{2+} அயன்கள் உண்டாகுமா? அல்லது உள்ள சில Zn^{2+} அயன்கள் நாகத்தில் படியுமா? நாகம் அதன் அயன்களுடன் ஒரு சமநிலையை எய்துகிறது எனக் கருதுகையில், Zn^{2+} அயன்கள் நாகத்தை நோக்கிக் கவரப்படும் என்ற உண்மையை பிரயோகித்துள்ளோம். நாகச்சல்பேற்றுக் கரைசலில் வைக்கப்பட்ட நாகமும் Zn^{2+} அயன்களுடன் சமநிலையை எய்தும். ஆனால், முன்னதாகவே Zn^{2+} அயன்கள் ஆங்கிருப்பதால், மேலும் நாகத்தில் Zn^{2+} அயன்கள் உண்டாகுமா என்ற வினா எழுகிறது. அதாவது, நாகம் கரைந்து Zn^{2+} அயன்களைக் கொடுக்குமா என்று நாம் உறுதியாகக் கூற முடியவில்லை. நாகக் கோலுக்கு அண்மையில் ஆங்குள்ள Zn^{2+} அயன்களின் செறிவுக்கு ஏற்ப, சிறிதளவு அயன்கள் உண்டாகும் என்பதை மட்டுமே நாம் கூறலாம். மொத்தமாக விளைவை நோக்குகையில், நாகத்தின் மீது Zn^{2+} அயன்கள் படிந்திருக்க முடியாது என்றே கூறலாம். அதாவது, கரைசல் சார்பாக நாகம் மறையேற்றம் உடையதாகுமென்றும் எந்த அளவுக்கு அது மறையேற்றமுடையதாகும் என்பது Zn^{2+} அயன்களின் செறிவைப் பொறுத்தே. கரைசல் சார்பாக நாகக் கோல் நேர் ஏற்றம் பெறும் என எதிர்பார்க்க முடியாது. ஏனெனில், அயன்கள் நாகத்தில் படிய முயல்வதிலும் பார்க்க அயனுவதற்கே கூடுதலாக முயல்கிறது. (கலத்தாக்கம் பற்றி ஆராயத் தொடங்கியபோதே, இக்கருத்தையே நாம் கொண்டோம்.)

நிரம்பிய செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலில் ($Cu^{2+} + SO_4^{2-}$) செம்புத் தகடொன்றை வைத்தால், Cu^{2+} அயன்கள் செம்பின்மீது படியும் என நாம் எதிர்பார்க்கலாம். முன்பு கூறிய சந்தர்ப்பங்களிலே இதுவே நிகழ்கிறது. அந்தச் சந்தர்ப்பங்களிலோ, Cu^{2+} அயன்களை நடுநிலையாக்க இலத்திரன்கள் கிடைப்பதனால்

செம்பு படிதல் சாத்தியமாகிறது. ஆனால், இந்தச் சந்தர்ப்பத்திலோ அவ்வாறு இலத்திரன் வழங்கப்படவில்லை. ஆகவே, Cu^{2+} அயன்கள் செம்பிலே படியுமாயின், மொத்த விளைவானது செம்புத் தகட்டைக் கரைசல் சார்பாக நேரேற்றம் உடையதாகும். இது சாத்தியமெனக் கூறுதற்கு இரு காரணங்கள் உள்.

நிரம்பிய செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலுள்ளே செம்புத் தகடொன்றை வைத்தால் சிறிது நேரத்தில் ஓரளவு செம்பு அத்தகட்டில் படிந்திருப்பதைக் காணலாம். சிறிது நேரம் பிரயோகிக்கப்படாதிருக்கும் போது, டானியல் கலத்திலே இது நிகழக் காணலாம். வேறொரு பாத்நிரத்தில் சேகரிக்கப்பட்டாலன்றி, செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசல் நாளடையில் செறிவு குன்றிவிடும். அதில் ஏற்படும் தாக்கத்தைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.



இதற்குத் தேவையான இலத்திரன்கள், முதலில் செம்பிலிருந்து கிடைக்கின்றன போலத் தோன்றுகிறது. இதனால், கரைசல் சார்பாகச் செம்பு நேரேற்றம் பெறுகிறது.

பரிசோதனை. செப்புச்சல்பேற்றில் நிரம்பிய கரைசல் ஒன்று தயாரித்து, அதில் ஒரு பகுதியை முகவை ஒன்றில் எடுக்க. அதனுள்ளே சுத்தமான செம்புத் தகடொன்றை வைக்க.

இன்னொரு முகவையிலே அக்கரைசலின் மிகுதிப் பகுதியை எடுத்து, அதனுள் நாகத்துண்டுகள் சிலவற்றை இடுக. அச்செம்புத் தகட்டின்மீது சிறிது நேரத்திலே செம்பு படிந்திருப்பதைக் காண்கிறீர்களா? அதை எப்படி உறுதிப்படுத்தலாம்?

நாகத்துக்கு என்ன நடந்திருக்கிறது?

Cu^{2+} அயன்களிருக்கையில் செம்பு எப்படித் தாக்கம் புகிறது என்ற இந்த உண்மைகளின் அடிப்படையில், கரைசல் சார்பாகச் செம்பு நேர் ஏற்றம் பெறுகிறது என்று நாம் கூறலாம். இதன் காரணமாக, எளிய கலத்தின் மி. இ. வி. இலும் பார்க்க டானியல்

கலத்தின் மி. இ. வி. கூடியதாகவிருக்கும் என எதிர்பார்க்கலாம். ஏனெனில், கரைசல் சார்பாக நாகம் மறையேற்றம் உடையதாகவும் செம்பு நேரேற்றம் உடையதாகவும் இருக்கிறது. கவனமாகச் செய்யப்பட்ட அளவீடுகள் இஃதுண்மை என உறுதிப்படுத்தியுள்ளன. இவற்றுடான வித்தியாசம் மிகக் குறைவாகையால், பிரயோகிக்கும் வோல்ட்றுமானி அவ் வித்தியாசத்தைக் காட்டுவதில்லை.

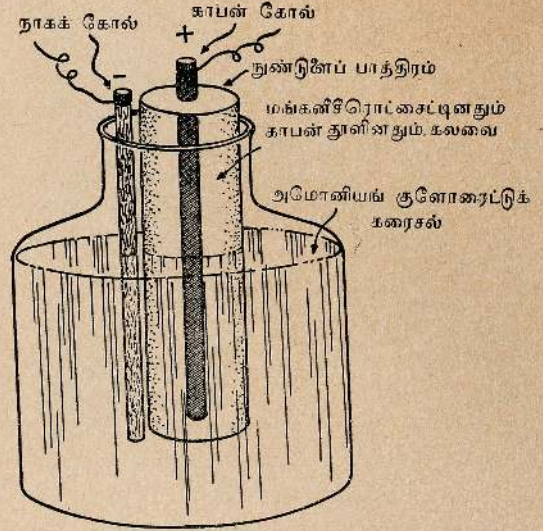
பயிற்சி. வோல்ட்றுமானியைப் பிரயோகிக்காமல், டானியல் கலம் ஒன்றினதும் எளிய கலம் ஒன்றினதும் மி. இ. வி. களை ஒப்பிடும் முறை ஒன்று கூற முடியுமா?

நிரம்பிய செம்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலில் வைக்கப்பட்ட செம்புத் தகடும் நாகச்சல்பேற்றுக் கரைசலில் வைக்கப்பட்ட நாகத்தகடும் கொண்ட அமைப்பு கலமாகக் தொழிற்படுமா? இரு கரைசல்களும் நுண்துளைப் பாத்திரமொன்றால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன என்றால் இரு தகடுகளையும் செம்புக் கம்பியால் இணைக்கும் போது யாது நடைபெறும் என ஆராய்க.

லெக்கினாஞ்சி கலம்

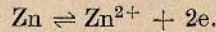
“பௌதிகம் 2” இலே முதலில் அறிமுகமானதும் மின்பு பல பரிசோதனைகளில் பிரயோகிக்கப்பட்டதுமான உலர்கலத்தின் (மின்சூழ்கலம்) தாக்கம் பற்றி அடுத்து ஆராய்வோம். 1865 ஆம் ஆண்டளவில் ஜோர்ஜ் லெக்கினாஞ்சியால் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட லெக்கினாஞ்சிக் கலத்தின் பிறிதோர் அமைப்பே இவ்வுலர் கலமாகும். நிரம்பிய அமோனியங் குளோரைட்டுக் கரைசல் (NH_4Cl) கொண்ட கண்ணாடிச் சாடியிலே, நுண்துளைப் பாத்திரம் ஒன்று உள்ளது. நுண்துளைப்பாத்திரத்தில் மங்கனீசுரொட்சைட்டும் காபன் தூளுந் கொண்ட கலவையிலே காபன் கோல் ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கும். அமல்கமாக்கப்பட்ட நாகக்கோல் ஒன்று கண்ணாடிப் பாத்திரத்திலுள்ள கரைசலில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். நாகம் இக்கலத்தின் மறைமுனைவாகும். காபன் கோல் அதன் நேர்முனைவாகும். மங்கனீசுரொட்சைட்டு முனைவழி பொருளாகப் பயன்படுகிறது. அத்துடன், கலக்கப்பட்ட காபன்தூள், நுண்துளைப் பாத்திரத்தில் உள்ளவற்றை எளிதில் கடத்தியாக்குகிறது.

இதிலே மின்பகுபொருளாக அமோனியங் குளோரைட்டுக் கரைசல் இருக்கின்றபோதிலும், கலத்தாக்கம் மற்றைய வோல்ட்று கலங்களினின்றும் வேறுபட்டதல்ல. இம்மின்பகுபொருள், நேரான NH_4^+ அயன்களையும் மறையான Cl^- அயன்களையும் வழங்குகிறது. நாகம் கரைந்து Zn^{2+} அயன்களை உண்டாக்கி, நாகத்தையும் மறையேற்றமுடையதாக



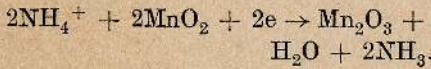
படம் 5.4

குறித்து. பின்வரும் சமன்பாடுகள் இத்தாக்கங்களைக் குறிக்கின்றன.

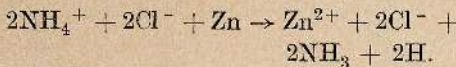


கரைசல் சார்பாக நாகம் மறையேற்றம் பெறுகிறது. காபன் அயனாவதில்லையாகையால், அது மாற்றம் எதுவுமின்றி இருக்கிறது. இரு கோல்களும் செம்புக் கம்பியால் இணைக்கப்படுகையில், நாகத்திலிருந்து இணைக்கும் கம்பியூடாகச் செம்பை நோக்கி இலத்திரன்கள் பாய்கின்றன. காபனிலே, இவ்வயன்கள் நேரான NH_4^+ அயன்களை நடுநிலையாக்கி NH_3 உண்டாக்கும். இது, ஏற்றமற்ற நுணிக்கைகளாகக் கரைசலில் இருக்கும். இதனால் ஐதரசன் அணுக்கள் விடுபடும். இவை, மங்கனீசுரொட்சைட்டுடன் தாக்கம் புரிந்து நீரும்

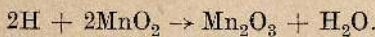
மங்களீசின் தாழ்ந்த ஒட்சைட்டு ஒன்றும் தருகின்றன.



மங்களீசின் தாழ்ந்த ஒட்சைட்டு, பொதுவாக காரற்றிலுள்ள ஒட்சிசனின் தாக்கத்தால் மீண்டும் மங்களீசிரொட்சைட்டாகப்படுவதுண்டு. இந்த மங்களீசிரொட்சைட்டின் தாக்கம், டானியல் கலத்திலுள்ள செப்புச்சல்பேற்றின் தாக்கத்தினின்றும் வேறுபட்டது. பின்னைய திலே, இலத்திரன்கள் செம்பை அடைந்த வுடன் Cu^{2+} அயன்களை நடுநிலையாக்கவே, நேர்முனையில் செம்பு படிக்கிறது. லெக்ளிளாஞ்சி கலத்திலே, H^+ அயன்கள் காபனை அடைந்ததும் இலத்திரன்களால் நடுநிலையாக்கப்படுகின்றன. முடிவில், Zn^{2+} அயன்கள் NH_4^+ அயன்களின் இடத்தை எடுக்கின்றன. அத்துடன், பின்னையது நடுநிலையாக்கிய பின் கரைசலிலே அமோனியா மூலக் கூறுகளாகத் தங்கி நிற்கும். இங்குள்ள முழுத் தாக்கமும்¹ பின்வருமாறு குறிக்கப்படுகிறது.



முனைவழி பொருளுக்கு,



உலர் கலம்

இற்றைநாளிலே மின்சூழிலும், பனிச் சொளிகளிலும், ரேடியோக்களிலும் இன்னும் பலவற்றிலும் அதிகமாகப் பிரயோகிக்கப்படுகின்ற உலர் கலங்கள் எல்லாம், லெக்ளிளாஞ்சி கலத்தின் மாற்றுருவங்களே. உபயோகித்த சில உலர் கலங்களையும் கலவருக்கு கீளையும் பரிசோதித்துப் பார்த்தல் பல விபரங்களையும் விவாங்கிக் கொள்ள வாய்ப்பளிக்கும். இவ்வண் பார்த்தறிந்தபின், இவற்றின் தாக்கத்தை விவாங்கிக் கொள்ள எளிதாகும். ஒரு தனிக்கலம் (அல்லது அலகு கலம்) ஏறக்குறைய 1.5 வோல்ட்ற்று மி. இ. வி. யைக் கொடுக்கும். கலவருக்குகளைப் பிரயோகித்து 3.5 வோல்ட்ற்று, 6.0 வோல்ட்ற்று, 9.0

வோல்ட்ற்று, 22.5 வோல்ட்ற்று, 150 வோல்ட்ற்றுக் களைப் பெற முடியும். பின்னைய சில ரேடியோக்களுக்குப் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன.

செயல். பிரயோகித்த கழித்த உலர் கலச் சோடியொன்றை எடுத்து, அவற்றுள் ஒன்றை கவனமாக உடையுங்கள். உடைக்கும் போது, பதார்த்தங்களின் ஒழுங்கமைப்பை அறிவதும் அங்குள்ள பதார்த்தங்களின் மாதிரிக்குச் சிறிதளவைத் தனித்தனி பெறுவதும் உங்கள் நோக்கம் என்பதை நினைவில் வைத்திருத்தல் வேண்டும்.

(a) உள்ளே உள்ள பதார்த்தங்களைப் பழுதடையச் செய்யாது முதலிலே வெளி மூடியைக் கவனமாக அகற்றிப் புறச் சோதனை செய்க.

(b) உள்ளே உள்ளவற்றை இரசாயனப் பரிசோதனை செய்க.

இவ்விரண்டிலும் நீங்கள் பெறும் அவதானிப்புக்களை விபரமாகக் குறித்து வைத்துக் கொள்க. பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடை காணல் பயனுள்ளதாகும்.

வெளி மூடி எதனால் ஆனது? இதற்கு அடுத்து யாதுள்ளது?

மேல் மூடியை அகற்று. அது எதனால் ஆனது என்று கூற முடியுமா? மேலும் ஏதாவது மூடி அங்கிருந்தால் அதையும் நீக்கி, உலோகக் கொள்கலத்தை நீள் பக்கமாக இரண்டு அல்லது மூன்று இடங்களிற் பிரித்து, உள்ளே உள்ள பதார்த்தங்களைப் பாதிக்காமல் இத்துண்டுகளை, அகற்று.

உலோக மூடியின் அருகே அடுத்ததாக உள்ள பதார்த்தத்தின் தோற்றம் என்ன? (அது பண்போன்றிருக்கிறதா?) மேற்படையை அகற்றி ஒரு புறத்தே வைக்க.

இப்படையை அடுத்து, துணிபோன்ற ஒரு பொருள் இருக்கிறதா? அதற்குள்ளே உள்ளது எந்திறமுடையது? என்ன நிலையில் உள்ளது?

¹ லெக்ளிளாஞ்சிக் கலத்திலே நிகழும் தாக்கமுறை இங்கு குறிப்பிட்டதுபோல எளிதானதல்ல. தாக்கம் மிகவும் சிக்கலானது என்பதற்கு அறிகுறிகள் உள். ஆனால் பொதுமாதிரி, இங்கு குறிப்பிடப்பட்டது போன்றதேயாம். என்ய விளக்கத்துடன் நாம் நிறுத்திக்கொண்டோம்.

இக்கலங்களுக்கு அதிகம் பாதுகாப்புத் தேவையில்லை. அமோனியம் ருனோரைட்டை மாற்றுவதே தேவையான ஒரே கவனிப்பாகும். நாகக் கோலை மாற்றுதல், எக்கலத்திற்கும் பொதுவான தேவையே.

இவற்றை ஐதாக்கி, அதனுள் உள்ள காபன் கோலைக் கவனமாக எடுக்க. (துணிப்பையையும் அதனுள் உள்ளதையும் பின் பிரயோகிப்பதற்காக ஒரு புறத்தே வைக்க.)

உலோகக் கொள்கலத்தின் துண்டுகளைப் பரிசோதிக்க. அது நாகம் என்று எண்ணுகின்றீரா? அதன் உட்பரப்பிலே என்ன காணப்படுகிறது?

கலம் அமைக்கும்போது, நாகமே பதார்த்தங்கள் வைக்கப்படும் கொள்கலமாகிறது. கலம் தொழிற்படுதல் நின்ற பின், அதன் நிலை யாது? அது மிகக் கூடுதலாகப் பாதிக்கப்பட்டுத் தோன்றுவது எவ்விடத்தில்? (சில துண்டுகளைப் பாடசாலைக்கு எடுத்துச் சென்று இரசாயனப் பரிசோதனை செய்க.) துணிப்பையுள் இருந்த பதார்த்தத்தில் சிறிதளவு எடுத்து, குவளை ஒன்றிலுள்ள நீரிலே போட்டுக்கலக்கி விடுக. இதைத் திரவம் A என்க.

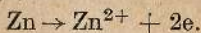
துணிப்பையின் வெளிப்புறத்தேயுள்ள பதார்த்தத்திலிருந்தும் இத்தகையவொரு கரைசல் தயார் செய்து அதைத் திரவம் B என்க.

இவை ஒவ்வொன்றிலும் சிறிதளவைத் தெளித்தெடுத்து, அவற்றை உலரும்வரை ஆவியாக்கி எஞ்சியிருப்பது யாதெனக் காண்க. (இம்முயற்சிகளுட் சில பாடசாலையிலே செய்யப்படல் வேண்டும்.) தின்மப் பதார்த்தங்களுக்கு ஏதும் மணம் உண்டா? (மணம் இருந்தால்) அதன் சிறப்பியல்பென்ன? சுண்ணாம்புடன் கலந்தால், என்ன நிகழ்கிறதெனப் பரிசோதிக்க. இப்பொழுது ஏதாவது மணம் வீசுகிறதா?

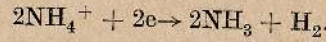
காபன் மின்வாய்களைப் பிரயோகித்துத் திரவங்கள் A, B ஆகியவற்றை மின் பகுப்புச் செய்தால் என்ன நடக்குமென எதிர்பார்க்கிறீர்கள்?

உல கலத்தில் நிகழும் மொத்த இரசாயன மாற்றம் விளங்கிக் கொள்ளக் கூடியதே. அவற்றைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்.

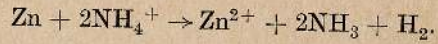
நாகத்திலே,



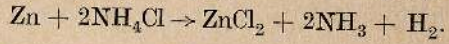
காபனிலே,



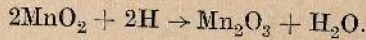
ஆகவே இறுதியாக,



அல்லது இன்னும் முழுமையாகக் கூறினால்,



அமோனியங் குளோரைட்டின் அயனுகத் தால் கிடைக்கப்பெறும் Cl^{-1} அயன்களைப் பொறுத்தமட்டில் மாற்றம் எதுவுமே இல்லை. ஐதரசன் மங்களிச் சீரொட்டைட்டுளே தாக்கம் புரிந்து நீரும் மங்களிசின் தாழ்ந்த ஒட்டைட்டு ஒன்றும் உண்டாகின்றன.



இதைப் பார்க்கையில், நாகம் ஒன்றே பிரயோகிக்கப்படுகின்றது போலத் தோன்றுகிறது. ஆயினும், பிரயோகிக்கப்படாத நாகம் எஞ்சியிருக்கையிலுந் கூடச் சிறிது காலத்தில் கலம் செயலிழக்கிறது. வெல்க்கினாஞ்சிக் கலத்திலே, காலத்துக்குக் காலம் அமோனியங் குளோரைட்டு மாற்றப்படல் வேண்டும் என்பது நாம் அறிந்ததே. அமோனியங் குளோரைட்டிலும் பார்க்க நாகம் கூடிய காலத்துக்குப் பயன்படுகிறது. உலர்கலத்திலே, அமோனியங் குளோரைட்டு, நாகம் ஆகிய இரண்டும் ஒருமித்தே முற்றாக முடியும் வரை பிரயோகிக்கப்பட்டுவிடும். அமைப்பைக் குலைக்காமல், நாகத்தையாவது அமோனியங் குளோரைட்டையாவது மீண்டும் சேர்ப்பதற்கு இலகுவான வழிவகை எதுவுமில்லை.

ஒரு முக்கியமான வினா இப்பொழுது எம் மனதில் எழுகின்றது. NH_4^+ , Cl^{-} அயன்களைத் தருகின்ற அமோனியங் குளோரைட்டு, நீரில் அமோனியா வாயுவின் கரைசலாக மாறுகின்றது. ஆனால், இக்கரைசலிலும் Cl^{-} அயன்கள் இருக்கின்றன. இந்த அமோனியா (NH_3) வாயு NH_4^+ அயன்களை உற்பத்தி செய்யாதிருத்தல் எப்படி? இதை முண்கட்டியே உணர்தல் கடினமல்லவாயினும் இது பற்றிய விபரங்களை இரசாயன நூலிற் காணலாம்.

கலமொன்றின் கொள்ளளவு

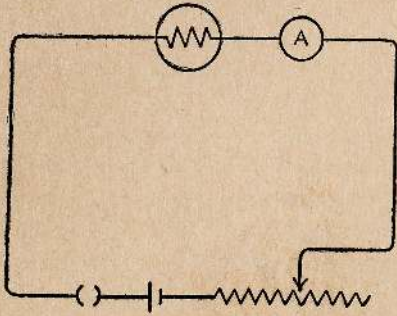
தரப்பட்ட ஓர் உலர்கலத்தை நாம் எவ்வளவு காலம் பிரயோகிக்கலாம்? இதை

நாம் பரிசோதனையாலே தீர்மானிக்க முடியுமா? கலத்திலிருந்து நாம் எடுக்கும் மின்னோட்டத்தில் இது பொறுத்துள்ளதா?

பரிசோதனை. படம் 5.5 இல் காட்டப் பட்டது போன்ற சுற்று ஒன்றை ஒழுங்கு படுத்திக். ஒரு குறித்த வீதத்தில் மின்னோட்டத்தைத் தொடர்ந்து தரும் நிலையில் புதியவொரு கலத்தை அதில் வைக்க. உதாரணமாக, அக்குறித்தவதளவு மின்னோட்டம், மின்குமிழ் ஒன்றைப் பிரகாசமாக ஒளிர்ச் செய்யத் தேவையான மிகக் குறைந்த அளவாக இருக்கலாம். 15 நிமிட இடைவேளைகளில் வாசிப்புக்களைக் குறிக்க.

எவ்வளவு நேரத்துக்குக் கலம் மாற ஒட்டம் செலுத்துகிறது?

கலம் மின்னோட்டம் செலுத்துவதை நிறுத்த எவ்வளவு நேரமாகும்?



படம் 5.5

மின்னூற் பகுத்தல் பற்றிப் படிக்கும்போது, குறித்தவளவு மின்கணியம் குறித்தவளவு பதார்த்தத்தை மின்வாயில் அளித்தது எனக் கண்டோம். உதாரணமாக, ஒரு கிராம் அணு ஐதரசன் 96,500 கூலோமினால் விடுவிக்கப் படுகிறது. அதேபோல, ஒரு கிராம் அணு குளோரீன், $2 \times 96,500$ கூலோமினால் விடுவிக்கப்படுகிறது. ($H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e$, $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$) ஒரு கிராம் அணு நாகத்தின் சேர்க்கையால் எத்தனை கூலோம் மின்கணியம் பெற முடியும்? (நாகத்தின் அணுநிறை = 65.4 அண்ணளவாக.)

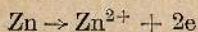
65.4 கிராம், $2 \times 96,500$ கூலோமைத் தருமெனக் கொண்டு, குறித்த (அல்லது தேவையான) ஒரு மின்கணியத்தை ஒரு கலம்

தருவதற்கு, எவ்வளவு நேரமாகும் எனக் கணித்தறியலாம். உதாரணமாக, ஒரு கலம் 10 கிராம் நாகரூபையதாயின், அது தரக் கூடிய மிகக்கூடுதலான மின்கணியம் $\frac{2 \times 96,500}{65.4} \times 10$ கூலோம் ஆகும். ($\frac{2 \times 96,500}{65.4} \times 10$ ஐச் சுருக்கினால், அண்ணளவாக 30,000 கூலோம்.) அதாவது, அண்ணளவாக 30,000 கூலோம் (அம்பியர் — செக்கன்) கிடைக்கப்பெறும். இதை அம்பியரிலும் மணி நேரத்திலும் குறிப்பிட்டால், 1 அம்பியர் ஏறக்குறைய 8 மணிநேரத்திற்குக் கிடைக்கும், அல்லது 0.5 அம்பியர் ஏறக்குறைய 16 மணிக் கும், அல்லது 0.1 அம்பியர் ஏறக்குறைய 80 மணிக் கும் விடைக்கும். அம்பியர் — மணிநேரத் தில் குறிப்பிடுதல் மேலும் உண்மையான கருத்தைக் கொடுப்பதைக் காண்கிறோம். ஆகவே, 30,000 கூலோமை $\frac{30,000}{3,600}$ அம்பியர் — மணியாக மாற்றுகிறோம். ஒரு கலம் அத்தனை அம்பியர் — மணிக் கொள்ளளவுடையதெனக் கூறுகிறோம்.

நாம் தவறவிடக்கூடாத பிறிதொரு அம்ச மும் உள்ளது. கலத்தின் அகத் தடையால், அதிலிருந்து நாம் பெறக்கூடிய மின்னோட் டத்தின் அதிகூடிய அளவுக்கும் ஓர் எல்லை யுண்டு. உதாரணமாக, உலர் கலம் ஒன்றின் அகத்தடை 0.6 ஓம் என்ற தரவைப் பிர யோகித்தால், மிகக்கூடிய மின்னோட்டம் 1.5 வோல்ட்டு $\div 0.6$ ஓம் ஆகும். அதாவது 2.5 அம்பியர் ஆகும். இத்தகைய மின்னோட் டம் இக்கலத்திலிருந்து போதிய நேரத் துக்குக் கிடைக்காதிருக்கலாம். அதாவது, குறித்தவொரு கலத்தின் கொள்ளளவு 8 அம் பியர் — மணி என்ற வாக்கியத்துக்கு விவக் கங் கொடுக்கும்போது, அது எவ்வளவு நேரத் துக்கு 3 அம்பியர் மின்னோட்டம் தரும் எனக் கணக்கிடுதல் தகாது. ஏனெனில், இவ்வளவு மின்னோட்டத்தை அக்கலம் தரவே முடியாது.

ஒரு கிராம் அணு நாகம், $2 \times 96,500$ கூலோம் தருதல் வேண்டும் எனக் கூறுதல், இன்னொரு வகையாகப் பார்க்கும்போது மேலும் விளக்கமாக இருக்கிறது. யாதொரு மூலகத்தின் ஒரு கிராம் அணுவானது

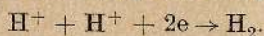
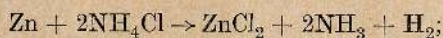
6.023 × 10²³ அணுக்கள் கொண்டுள்ளது என்ற உண்மையில் ஆரம்பித்து,



என்ற சமன்பாட்டைப் பிரயோகித்து, 65.4 கிராம் நாகம் 2 × 6.023 × 10²³ இலத்திரன் களைத் தருகிறது என்று உய்த்தறிகிறோம். நாகக்குளோரைட்டின் மின்பகுப்பிலே,

$\text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ எனக் கிடைக்கிறது. மேலும், 65.4 கிராம் நாகம் பெறுதற்கு, நாம் 2 × 96,500 கூலோம் மின்கணியத்தைப் பிரயோகித்தல் வேண்டும். 2 × 96,500 கூலோம் என்ற கணியம் 2 × 6.023 × 10²³ இலத்திரன்களே எனக் கருதலாம்.

5 அம்பியர் - மணி கொள்ளளவுள்ள கலத்தை அமைப்பதற்கு எவ்வளவு நாகமும் எவ்வளவு அமோனியங் குளோரைட்டும் தேவை? இது உற்பத்தியாளர்களுக்குத் தேவையான ஒரு செயன்முறைப் பிரச்சினையாகும். நாகத்தின் அணு நிறையையும் அமோனியங் குளோரைட்டின் மூலக்கூற்று நிறையையும் தாக்கங்களுக்கான சமன்பாடுகளையும் தெரிந்து கொண்டால், கணித்தல் மிக இலகுவாகும்.



$$[\text{N} = 14; \text{H} = 1; \text{Cl} = 35.5.]$$

அதாவது, 65.4 கிராம் நாகமும் 107 கிராம் அமோனியங் குளோரைட்டும் தாக்கம் புரிகின்றன. இவை ஒவ்வொரு நிறைக்கும் 2 × 6.023 × 10²³ இலத்திரன்கள் அளிக்கப்படுகின்றன. மேலும், 6.023 × 10²³ இலத்திரன்கள் 96,500 கூலோமுக்குச் சமமாகும். 5 அம்பியர்-மணி 18,000 கூலோமுக்குச் சமமாகும். இதிலிருந்து 18,000 ÷ 2 × 96,500, அல்லது $\frac{18}{193}$ என்ற பின்னம் கிடைக்கிறது. அதாவது, குறைந்தது $\frac{18}{193} \times 65.4$ கிராம் நாகமும் $\frac{18}{193} \times 107$ கிராம் அமோனியங் குளோரைட்டுமாகுதல் தேவை என இது காட்டுகிறது.

'லக்சப்பாணு' கலங்களின் உற்பத்தியாளர்கள் தாம் பிரயோகிக்கும் பதார்த்தங்கள் குறித்து இத்தகைய கணிப்புக்களைச் செய்கிறார்கள் என எண்ணுகிறீர்களா? அவர்கள் கணித்துப் பெற்ற அளவிலும் பார்க்க மேலதிக நாகத்தைப் பிரயோகித்து அமோனியங் குளோரைட்டில் மேலதிகமாகப் பிரயோகிக்காமல் விடு

வார்களா? இவற்றுக்குக் காரணமென்ன? கலம் பயனற்றதாகும்போது, திரும்பப் பெறத் தகுந்த பிரயோகிக்கப்படாத பதார்த்தம் எதுவும் இருக்குமா?

சேமிப்புக்கலங்கள்

ஓர் உலர் கலம், அல்லது கலவருக்குத் தரும் மின்னோட்டத்துக்கு எவ்வளவுண்டு. அதன் ஆயுள் முடிந்ததும், நாம் அதை வீசிவிடுகிறோம். அது எவ்வளவு காலம் நீடித்துழைக்கும் என்பது அதிலிருந்து நாம் எடுக்கும் மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்தது. ஆயின், இது தவிர, அதிலிருந்து மேலும் பயன்பெறுதற்கு இலகுவான வழி வேறெதுவும் இல்லை. உள்ளெடுக்கப்படும் இரசாயனப் பொருள்களை மீண்டும் ஆங்கமைத்தல் அவசியமாகிறது. ஆனால், அதுவோ புதிய கலம் செய்வது போன்ற கடினமான வேலையேயாகும். பதார்த்தங்களைச் சேர்க்காமலே மீண்டும் மீண்டும் புதுப்பிக்கக் கூடிய ஒருவகைக் கலங்கள் உள்ளன. அவற்றுக்கு வழங்கப்படும் மின்னை அவை சேமித்து வைக்கின்றன. இவ்வண்ணைச் சேமித்து வைக்கப்பட்ட மின்னை நாம் தேவையெற்படும் போதெல்லாம் பிரயோகிக்கலாம். மோட்டர் வாகனங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் பிரயோகிக்கப்படும் கலவருக்குக்கள் இவ்வகைத்தானவையே. புகையிரதத் தொடர்களிலும் இவை அதிகமாகப் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன. புகையிரதம் நிலையாக நிற்கும்போதும் எஞ்சின தொடர்பற்றிருக்கும்போது மின்விளக்குக்களுக்கும் பிற மின் சாதனங்களுக்கும் இக்கலங்களே மின் வழங்குகின்றன.

செயல். மோட்டர் வாகனமொன்றின் கலவருக்கைப் பார்த்து, ஓர் ஆரம்ப பரிசோதனை செய்து கொள்க. அதன் பிற அம்சங்கள் யாவை? கூர்ந்து அவதானித்த பின், என்ன விபரங்களைக் காண முடிகிறது? உதாரணமாக, அதில் எத்தனை கலங்கள் உள்ளன? கலங்கள் தொடரிணைப்பிலா, அல்லது சமாந்தர இணைப்பிலா உள்ளன? முனைவுகளுள் எது நேர் முனைவு? எது மறை முனைவு? எனப் பிரித்தறியமுடியுமா? மூடிபோட்ட துளைகள் எதற்காக உள்ளன? மின்பகுபொருள் யாது? உங்கள் விவரணம் முழுமையடைதற்கு என்ன அளவீடுகள் செய்வீர்கள்?

கலவடுக்குடனே எத்தகைய விபரங்களை உற்பத்தியாளன் தருவான்? புதிய கலவடுக்கு ஒன்றை வாங்குகையில், வாங்குபவர் விற்பனையாளருக்கு என்ன விபரங்களைக் கொடுப்பார்?

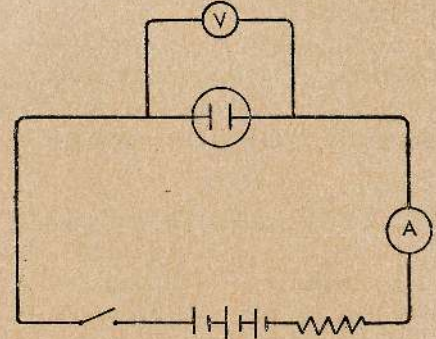
மோட்டர் வண்டியின் பழைய கலவடுக் கொன்றையாராவது உங்களுக்குக் கொடுத்தால், மேலும் என்ன பரிசோதனைகளைச் செய்து என்ன விபரங்களைப் பார்வையிடுவீர்கள்? [இக்கலங்களின் உழைப்புக்கும் எல்லையுண்டு. அது ஏன் என்பது இவ்வாராய்ச்சியைத் தொடர்பு புலனாகும்.]

மோட்டர் வாகனக் கலவடுக்கிலே சல்பூரிக் கமிலக் கரைசல் மின்பகுப்பொருளாகவும் ஈயத்தகடுகள் மின்வாய்களாகவும் உள்ளன. மின்முதலாக இக்கலம் புரிகின்ற தாக்கம், அதனூடாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகையில் மின்வாய்களில் நிகழும் இரசாயன மாற்றங்களிற் பொறுத்துள்ளது. நீரை மின்னூற் பகுப்பதற்குரிய ஒழுங்கமைப்பே இதற்குமுண்டு. ஆயினும், மின் கடத்தப்படுகையில் ஓட்சிசன் வாயு வெளிவிடப்படாதிருத்தல் ஒரு வித்தியாசமாகும். மின்வாய்கள் காபனாக அல்லது பிளாற்றினமாக இருந்தால், கதோட்டில் ஐதரசன் வாயுவும் அனோட்டில் ஓட்சிசன் வாயுவுமே விளைவு பொருள்களாகக் கிடைக்கப்பெறும். அனோட்டில் ஈயம் இருக்கையில், ஓட்சிசன் வாயுவாக வெளிவராமல் சேர்க்கையால் ஈயவொட்சைட்டாக மாறிவிடும்.

ஐதான H_2SO_4 கலந்த நீரை, செம்பு மின்வாய்கள் பிரயோகித்து மின்பகுப்புச் செய்தால், விளைவு பொருள்கள் யாதாகும்?

ஆரம்பத்திலே நாம் எடுத்துக்கொள்ளும் ஈயமின்வாய்கள் மாற்றம் அடையாதிருப்பதில்லை. ஓட்சிசனுடன் புரியும் தாக்கத்தால், அனோட்டுத்தான் மாற்றம் அடைகிறது. அதன்மீது ஈயவொட்சைட்டுக்களின் படையொன்று உண்டாகின்றது. இதில் ஈரொட்சைட்டே பிரதானமாகவுள்ளது என்று கூறலாம். தனியாக நோக்குமிடத்து இம்மாற்றம் அவ்வளவு முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததல்ல. கலத்தினூடாக மின்னோட்டம் சிறிது நேரம் பாய்ந்தபின் அதை நிறுத்தினால் இரண்டு மின்வாய்களுக்கு மிடையே வேலற்றளவொன்று காணப்

படுகிறது. லொல்துறுமானி ஒன்றினால் இது தெளிவாகக் காட்டப்படும் (படம் 5.6). மின்பகுப்பின்போது அனோட்டாகப் பிரயோகிக்கப்பட்ட தகடு, இப்பொழுது நேர்முனைவாகத் தொழிற்படுகிறது. முனைவுகளைப் புறத்தே இணைக்கும்போது, எளிய கலத்திற் போலவே



படம் 5.6

அங்கு ஐதரசன் வாயு வெளிவிடப்படுகிறது. மேலும், ஈயவொட்சைட்டுக்கள் இந்த ஐதரசனால் ஈயமாக இருக்கப்படுகின்றன.

இவ்வொழுக்கமைப்பு மின்கலமாகத் தொழிற்படுகையில், மின்பகுப்பு நிகழ்ந்தபோது பாதிக்கப்படாதிருந்த கதோட்டு, இலத்திரன்களின் மூலமாகத் தொழிற்படுவதெப்படி? மின்பகுப்பு நிகழ்ந்தபோது, இவ்வயத்தகட்டிலேயே ஐதரசன் வாயு வெளிவிடப்பட்டது. மின்பகுப்பின்போது அதை அடைந்த இலத்திரன்கள் எல்லாம் H^+ அயன்களை நடுநிலையாக்கியிருத்தல் வேண்டும் என இது பொருள்படுகிறது. ஈயத்தகடு இலத்திரன் எதையும் வைத்திருக்க முடியாது. $Cu/H_2SO_4/Pb$ கலத்திலே தொழிற்பட்ட ஈயத்தகடு மாற்றமடைந்த மாநிலியே ஈண்டும் மறையேற்றம் பெற்ற ஈயத்தகடு தொழிற்படுகிறதா?

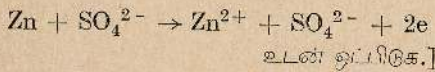
சல்பூரிக் கமிலக் கரைசலிலே வைக்கும்போது ஈயம் அயனுகின்றது எனப் படித்துள்ளோம். சமநிலையிலே, ஈயத்தில் மறையேற்றமிருக்கத் தக்கதாக மின்னிரட்டைப்படை உள்ளது. இதே போன்ற இன்னொரு இரட்டைப்படை செம்பில் நேரேற்றம் இருக்கத்தக்கதாக அமைந்துள்ளது. இவற்றையும் முன்பு படித்துள்ளோம். ஈயத்தகடுகள் மாத்திரம் இருக்கும்போது, இரண்டும் ஒரேவகை இரட்டைப்படைகள் கொண்ட

ருக்கும். அதனால், இலத்திரன் அழுக்க வேறு பாடு அவற்றிடையேயிராது. மின்பகுப்பின் போது, அனோட்டின்மீது படிசூன்ற ஒட்சைடுக்கள் காரணமாக அது மாற்றமடைய இந் நிலையும் மாறிவிடுகிறது. மாற்றம் எதுவும் இல்லாத ஈயத்தகட்டிலிருந்து ஒட்சியேற்றப்பட்ட ஈயத்தகட்டுக்கு இலத்திரன்களைச் செலுத்தக் கூடியதான இலத்திரன் அழுக்க வித்தியாசம் இப்பொழுது இருக்காடியும். இவ்வொழுங்கமைப்பு ஒரு கலமாகத் தொழிற்படுதல் எப்படி என்பதற்குப் போதியவளவு வினக்கமாக இது அமைகிறது போல் தோன்றுகிறது.

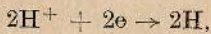
இவ்வொழுக்கமைப்பு ஒரு கலமாகத் தொழிற்பட்டு, புறச்சுற்று ஒன்றினூடாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகையில் மின்வாய்களில் உண்டாகும் மாற்றங்கள் என்ன? எளிய கலத்திலேபோல, நேர்த்தகட்டிலே (Cu) ஐதரசன் கிடைக்கின்றதா? எளிய கலத்திலே நாகம் பிரயோகிக்கப்படுவதுபோல, மறைத்தகட்டிலிருந்து ஈயம் உள்ளெடுக்கப்படுகிறதா? ஐதரசன் வெளிவிடப்படுவதை நாம் காணவில்லை என்னும், நேர்த்தகட்டிலே ஒட்சைடுகள் தாழ்த்தப்படுகின்றன. மறைத்தகட்டின் மேற்பரப்பிலே வழக்கமாக ஈயச்சல்பேற்றுப் படையொன்று படிந்து காணப்படுகிறது. ஈயச்சல்பேற்று கரையுந்தன்மையற்றதாகையால் Pb^{2+} ஆகவும் SO_4^{2-} ஆகவும் கரைசலில் இருக்க முடியாது. எனவே, இவ்வண்ணம் படிதல் எதிர்பார்க்கவேண்டியதே யாகும். அத்தாக்கத்தைப் பின்வரும் சமன்பாட்டாற் குறிக்கலாம்.



[இதை



நேர்த்தகட்டிலே தாக்கம் பின்வருமாறு இருக்கலாம்.



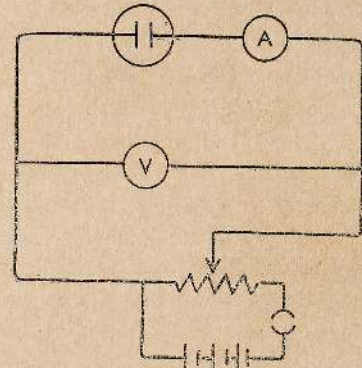
அனோட்டிலேயே ஈயம் ஒட்சியேற்றப்படுகிறது. அதனால், மின்பகுப்பில் ஏற்பட்ட தாக்கத்தின் மறுதலையிடுவெனக் கொள்ளலாம். மின்பகுப்பின்போது கதோட்டிலே நிகழ்ந்தது ஐதரசன் வெளிவந்தமை மாத்திரமல்ல. அங்கிருந்த மின் இரட்டைப்படையில் முன்னதாகவே

அயன்கள் சில இருந்தனவாகையால், சில Pb^{2+} அயன்கள் நடுநிலையாக்கப்பட்டன. ஈய அணுக்கள் இப்பொழுது ஈயச்சல்பேற்றை உண்டாக்கும். அது வீழ்படிவாகத் தோன்றும்.

$$Pb^{2+} + 2e + 2H^+ + SO_4^{2-} \rightarrow PbSO_4 + H_2.$$

தகடுகளைப் புறத்தே இணைக்கையில் நிகழும் மாற்றுச் செயன்முறையால், மின்பகுப்பின் போது வழங்கப்பட்ட மின், மீண்டும் கிடைக்கப் பெறும் செய்முறையென இதை விடைக்கலாம். இன்னொருவகையாகக் கூறின், முனைவுகளிலே மி. இ. வி. ஒன்று இருக்கிறது. இது ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டால், இத்தகைய மி. இ. வி. மின்பகுப்புச் சிறிதுநேரம் நிகழ்ந்தபின்பு மாத்திரமன்றி எப்பொழுதும் இருக்கும். இத்தகைய மி. இ. வி. ஆனது, மின்பகுப்பொருளினூடாக மின்னைச் செலுத்த நாம் பிரயோகிக்கும் மி. இ. வி. யை எதிர்க்கமாட்டாதா? இத்தகையவோர் எதிர்ப்பு உளது என்பதற்குச் சான்றேதும் உண்டா?

பரிசோதனை. படம் 5.7 இற் காட்டப்பட்டது போன்ற சுற்றை ஒழுங்குசெய்க. சல்பூரிக் கமிலத்திலுள்ள ஈயமின்வாய்களிலே பிரயோகிக்கப்படும் வெவ்வேறு வோல்ட்ஜன்களையும் பொருத்தமான அம்பியர் மானி வாசிப்பு, வோல்ட்ஜமானி வாசிப்பு ஆகியவற்றைக் குறித்துக்கொள்க. (படம் 5.7). ஐதான சல்பூரிக்கமிலமும் காபன் முனைவுகளும் பிரயோகித்துப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க.



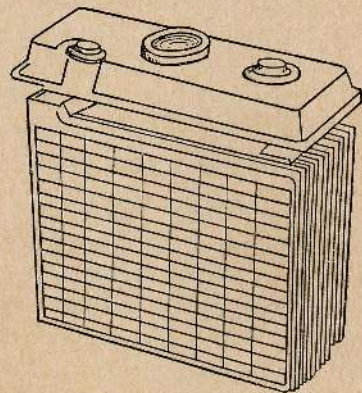
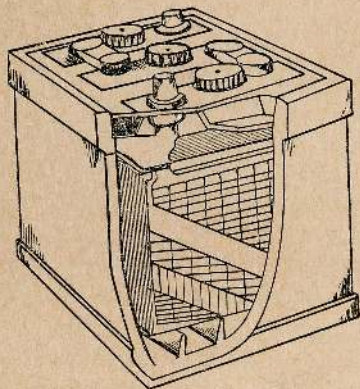
படம் 5.7

அம்பியர்மானி பூச்சிய வாசிப்புக் காட்டு தற்கேற்ற அளவான வோல்ட்ஜன்கள் ஏதும் காணப்படுகிறதா?

நீரை மின்பகுப்புச் செய்வதற்குப் பிரயோகிக்கும் வோல்ட்ற்றளவு 2 வோல்ட்ற்றிற் கூடியதாக இருத்தல் வேண்டுமெனப் பரிசோதனை காட்டுகிறது. சிறிது நேரம் மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்ட $Pb/H_2SO_4/Pb$ கலத்தில் வோல்ட்ற்றளவும் இதுவே என வோல்ட்ற்றாமானி வாசிப்புக் காட்டுகிறது. இது சில வேளை மிகைவோல்ட்ற்றளவு எனப்படும்.

செம்பு மின்வாய்களுடன் செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலை மின்பகுப்புச் செய்யும் ஒழுக்கமைப் பிலே பகுப்பு நிகழ்வதற்குக் குறித்த மிகை வோல்ட்ற்றளவு எதுவும் தேவையில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

ஆக்கப்பட்ட ஈயச் சேமிப்புக்கலமானது, இதுவரை ஆராய்ந்த $Pb/H_2SO_4/Pb$



படம் 5.8

என்ற ஒழுங்கமைப்புப்போல எளியதன்று. உற்பத்தியாளர்கள் பல பரிசோதனைகளையும் சோதனைகளையும் செய்து திறன்மிக்க கலத்தைச் செய்ய முயன்றார்கள். அதன்பலனாக, திறன்மிக்கதும் நெடுநாள் உழைப்பதுமான கலம் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. ஈயச்சேமிப்புக்கலத்தின் தகடுகள் ஒரு சிக்கலான முறையிலே செய்யப்படுகின்றன. ஆரம்பத்திலேயே அவற்றில் ஈய ஒட்சைட்டுக்கள் சேர்க்கப்படும். மின்னேற்றுதல், மின்னிறக்குதல் ஆகிய நிகழ்ச்சிகளின்போது உண்டாகும் இரசாயன மாற்றங்களின் திறமை அதிகரிக்கிறது. அதாவது, மின்பகுப்பொருளுடாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகையில் மின்வாய்களிலே சில இரசாயன மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன. பின், மின்னோட்டம் பெறுதற்கு இவற்றைப் பிரயோகிக்கும்

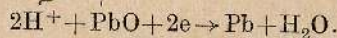
போது, குறிப்பாக மின்வாய்களிலே மீண்டும் நிகழும் இரசாயன மாற்றங்கள் உள்ளன. இப்படிச்செய்த தகடுகள், இரசமாற்றங்கள் கூடிய திறமையுடன் நிகழச் செய்கின்றன.

ஆயின், இந்த ஏற்பாட்டினால் முழு ஈயத் தகட்டிலும் பார்க்க இத்தகடுகள் பொறிமுறையிற் பலம் குன்றியவைக்கப்படுகின்றன. ஆகவே, ஏற்றவகைத் தகட்டைத் தீர்மானிக்குமுன், பல பரிசோதனைகள் தேவைப்பட்டன. இதில் ஒருவகைத் தகடுகள், நெய்யரிவடிவில் அமைந்த ஈயத் தகடுகளாகும். நெய்யரியின் இடைவெளிகளைச் செவ்வீயமும் (Pb_3O_4) சல்பூரிக் கமிலமும் கலந்த கலவையால் செறிவாக அடைத்து நேர்த்தகடு செய்யப்படுகிறது. மறைத்தகட்டின் வெளிகள் ஈயவொட்சைட்டும்

(PbO) சல்பூரிக் கமிலமும் கலந்த கலவையால் அடைக்கப்படும்.

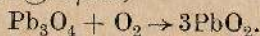
சல்பூரிக் கமிலத்தைச் சேர்த்தபின், கலம் மின்னேற்றப்படல் வேண்டும். மின்னேற்றும் பொழுது (கலத்துடாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் பொழுது) நிகழும் இரசாயன மாற்றங்கள் வருமாறு :—

கதோட்டிலே

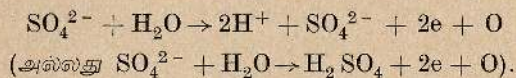


H^+ அயன்கள் அரிஸ்த்தின் அயனாகத்தாற் கிடைக்கின்றன. மின்பகுப்பொருளுடாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் மின்முதலிலிருந்து இலத்திரன்கள் வருகின்றன.

அனோட்டிலே,



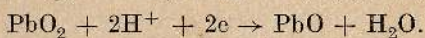
சாதாரணமாக காபன், அல்லது பிளாற்றினம் மின்வாய்களுடன் நீரை மின்பகுப்புச் செய்கையிற் போலவே, ஒட்சிசன் அணுக்கள் கிடைக்கப் பெறுகின்றன. ஆனால், இதிலே ஒட்சிசன் செவ்வியத்துடன் தாக்கம்புரிகிறது. நீரை மின்னாற் பகுக்கும்போது நிகழ்ந்த தாக்கம் மின்வரும் சமன்பாட்டாற் குறிக்கப்பட்டது.



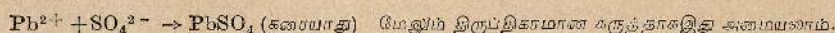
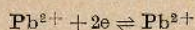
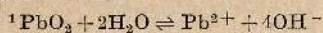
இங்கும் அதே தாக்கத்தாற்றினம் ஒட்சிசன் கிடைக்கப்பெறுகிறது.

மின்னேற்றப்பட்டதன் விளைவாக அக்கலம் ஒரு மறைத்தகடும் ஒரு நேர்த்தகடும் உடையதாகிறது. மறைத்தகடு, நெய்யரி வடிவில் உள்ள ஈயமும் அதன்மீதிருந்த ஈயவொட்சைட்டு தாழ்த்தப்பட்டதனால் உண்டாகிய மென்மையான ஈயப்படையுமாகும். நேர்த்தகட்டின் மீது பிரதானமாகவுள்ளது ஈயவொட்சைட்டாகும். இக்கலம் மின்முதலாகத் தொழிற்பட்டு, புறச் சுற்று ஒன்றினூடாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகையில் உண்டாகும் மாற்றங்கள் என்ன?

மறைமின்வாயிலே, இலத்திரன் அமூக்கம் ஒன்றுள்ளது. நேர்த்தகட்டிலே, ஈயத்தகடொன்று ஈயவொட்சைட்டால் மூடப்பட்டுள்ளது. இத்தகடுகள் புறத்தே இணைக்கப்படும்போது, நேர்த்தகட்டிலே தோன்றக் கூடிய மாற்றம் எதுவுமில்லை. வோல்ட்டுக் கலத்தில் நிகழ்வதுபோல, அங்கே ஐதரசன் வெளிவிடப்படுமென நாம் எதிர்பார்ப்போம். ஆனால், ஈயவொட்சைட்டுத் தாழ்த்தப்பட்டு, ஈயவொட்சைட்டாவதையே நாம் காண்கிறோம். அதாவது, நேர்த்தகட்டிலே

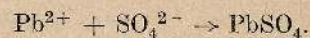
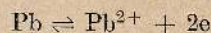


ஈயச்சல்பேற்று உண்டாகித்தென்பதற்கும் சல்பூரிக் கமிலம் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது என்பதற்கும் நேரடிச் சான்றுகள் உள்ளன.¹



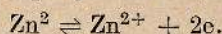
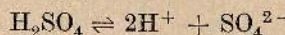
² நீர்மானியானது சாதாரண வகையிலிருந்து அதிகம் வேறுபட்டதன்று. மேல் முனைவில் காற்றுள்ள குழிற் கண்ணாடி உறிஞ்சி ஒன்றினுள்ளே இது வைக்கப்பட்டிருப்பதே இதிலுள்ள சிறப்பிடமாகும். அமிலத்தைச் சோதிக்கவிருப்பின், அறிஞ்சித்தனவு உறிஞ்சியில் எடுக்கப்படுகிறது. அவ்வாறு உறிஞ்சப்பட்ட அமிலத்தில் நீர்மானியைக்கொடியோது, அதன் சாரடர்த்தியை வாசுத்தறியலாம். உறிஞ்சியை அமூக்கி அமிலத்தை மீண்டும் கலத்துள் விட்டுவிடலாம்.

மறைத்தகட்டிலே இலத்திரன் ஓட்டம் தொடர மேலும் Pb^{2+} அயன்கள் உண்டாவதுடன், கரையாத தன்மையுள்ள ஈயச்சல்பேற்றுத் தகட்டிலே படிக்கிறது. மறைத்தகட்டிலே,



எனிய கலத்தின் நேர், மறை முனைவுகளிலுள்ள தாக்கங்களுடன் ஒப்பிடின், இவை எப்படியுள்ளன?

அதிலே, மறைத்தகட்டில்

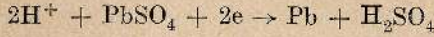


நேர்த்தகட்டில், $[\text{Cu}] + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2 + [\text{Cu}]$.

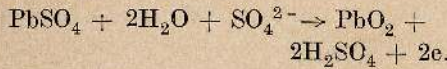
சிறிது நேரம் மின் பெறப் பிரயோகிக்கப்பட்ட ஈயச் சேமிப்புக்கலமொன்றின் இரு தகடுகளையும் அவதானித்தால், அவையிரண்டின்மீதும் வெண்ணிறப் படிவொன்று காணப்படும். இது ஈயச்சல்பேற்றுக் இருத்தல் வேண்டும். சோதனைகள் இதை உறுதிப்படுத்துகின்றன. மேலும், மின்பகுபொருளின் சாரடர்த்தி குறைகிறது. கரையாத தன்மையுள்ள ஈயச்சல்பேற்று உண்டாகும்போது சல்பூரிக் கமிலம் பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளது என்பதை இது உறுதிப்படுத்துகிறது. முற்றாக மின்னேற்றப்பட்ட கலமொன்றின் சாரடர்த்தி பொதுவாக 1.25 ஆகும். மின்னிறங்கி மீண்டும் மின்னேற்ற வேண்டிய நிலையையடைந்ததும் அதன் சாரடர்த்தி அண்ணளவாக 1.15. ஆகும் இதை அளக்கச் சிறப்பான நீர்மானிகள் உள்.²

சேமிப்புக்கலத்தின் கண்டுபிடிப்பு, பிளாற்றினம் மின்வாய்களைப் பிரயோகித்து நீரை மின்பகுப்புச் செய்வதுடன் தொடர்புடையது. பின், ஈயமின்வாய்கள் பிரயோகிக்கப்பட்டன. அதற்கும் பின்பு செய்யப்பட்ட ஈயமின்வாய்கள் மேலும் திறன்பிக்கன என்று காணப்பட்டது.

பிரயோகிக்கப்படாதிருக்கும்போதும் ஈயச் சல்பேற்றுத் தொடர்ந்து உண்டாகியவண்ணம் இருப்பதால், ஈயச்சேமிப்புக்கலத்தின் பராமரிப்பு மிக முக்கியமானது. ஆகவே, இதை காலத்துக்குக்காலம் சேர்த்து, திருப்பி மின்னேற்ற வேண்டியது அவசியமாகும். சல்பேற்று அதிகமாக உண்டானால் பிரச்சினைகளும் உண்டாகும். சல்பேற்றை ஒட்சைட்டாகவும் உலோகமாகவும் தாழ்த்துவது பின்பு கடினமாகிவிடும். உதாரணமாக, மின்னேற்றும்பொழுது, மறைமுனைவிலே (கதோட்டிலே) உள்ள தாக்கம் வருமாறு :-



அனோட்டிலே,



சல்பேற்று அதிகமாக இருந்தால், இவ்விரண்டு தாக்கங்களும் நிகழ்வது நிச்சயமில்லை.

அமிலத்தை மீண்டும் சேர்க்கவேண்டிய அவசியம் ஏற்படுவதில்லை. ஆயின், ஆவியாதல் மூலமும் மறைத் தகடு உலோகமாக மாறிய பின்பும் தொடர்ந்து மின்னேற்றுகையில் உண்டாகக்கூடிய நீரின் பகுப்பு மூலம் நீர் இழக்கப்படலாம். உற்பத்தியாளர் எதிர் பார்க்கும் அளவுக்கு மின்பகுபொருளின் அளவு இருந்தற்காக காலத்துக்குக்காலம் காய்ச்சி வடித்த நீர் சேர்க்கப்படல் வேண்டும்.

ஈயச் சேமிப்புக்கலத்தின் மி.இ.வி. 2 வோல்ட்றிலும் சற்றுக் கூடுதலானதாகும். அதன் அகத் தடை மிகமிகக் குறைவு. ஆகவே, அதிலிருந்து மிகக்கூடிய அளவு மின்னோட்டத்தை எடுக்கலாம். அதிக அளவில் மின்னிறக்கும் ஓட்டம் தகடுகளுக்கு பெரும் பாதுகாத்தை விளைவிக்கலாம். ஆகவே, மின்னேற்றும் வீதமும் அதியுயர்ந்த மின்னிறக்கும் வீதமும் பாதுகாப்பு எல்லை ஒன்றுக்கு உட்பட்டதாக அமைதல் வேண்டும். இவ்வெல்லைகள், கலங்களும் கலவடுக்குகளும் எத்தேவைகளுக்காகச் செய்யப்பட்டன என்பதைப் பொறுத்ததாகும்.

தொடர்ந்து பிரயோகிக்கும்போது, மின்பகுபொருளின் சாரடர்த்தியும் கலத்தின் மி.இ.வி. யும் வீழ்கின்றன. மீண்டும் மின்னேற்ற வேண்டும் எனக் காட்டும் உறுதியான அறிகுறிகளாக இவை அமைகின்றன. ஈயச் சேமிப்

புக்கலம் 60 அம்பியர்-மணி என அளவிடப்பட்டிருந்தால், உதாரணமாக 5 அம்பியர் ஓட்டத்தை 12 மணித்தியாலத்துக்கு எடுத்தவுடன் அது முற்றாக மின்னிறங்கிவிடுகிறது எனப் பொருள்படும். ஆனால், இம்முழு மின்னிறக்கம் ஏற்படவிடுதல் நன்றன்று. மின்னேற்றும் போதெல்லாம் 60 அம்பியர்-மணியைக் கொள்ளக்கூடிய நிலையை உண்டாக்குதற்கு நெடுநேரம் மின்னேற்றப்படல் அவசியமாகும்.

நேர் கலம் அல்லது நிக்கல்-இரும்புச் சேமிப்புக்கலம். மின்பகுபொருள் ஒரு காரக் கரைசலாகவும் (KOH) மின்வாய்கள் சுத்தமான இரும்பும் நிக்கல் ஓட்சைட்டும் ஆகவும் (NiO₂) உள்ள ஒருகலத்தைத் தொமஸ் எடிசன் கண்டுபிடித்தார். முன்னையது-இரும்பு-மறை முனைவு; பின்னையது நேர்முனைவு. முழுமையாக மின்னேற்றியபின், இந்த நேர் முனைவு ஈயவீரொட்சைட்டும் (PbO₂) ஈயமூமாக உள்ள ஈயச் சேமிப்புக்கலத்தின் நேர்முனைவுக்கு மிக ஒற்றுமையுடையது.

கலம் மின்னோட்டம் தருகையில், மறை முனைவில் இரும்பொட்சைடு (FeO) உண்டாகிறது. நேர்முனைவில் நிக்கலின் தாழ்ந்த ஓட்சைடு (NiO) உண்டாகிறது.

ஈயச் சேமிப்புக்கலத்துக்குத் தேவையானது போன்ற கவனமான பராமரிப்பு நிக்கல் இரும்புச் சேமிப்புக்கலத்துக்குத் தேவையவில்லை. அதன் மி.இ.வி. குறைவாகவும் (1.4 வோல்ட்ற்று) அகத்தடை அதே கொள்ளுள்ள (அம்பியர்-மணி) ஈயச் சேமிப்புக்கலத்தின் தடையிலும் பார்க்கக் கூடுதலாகவும் இருப்பினும் ஈயச் சேமிப்புக்கலங்களில் மின்னிறக்கும் வீதத்திலும் பார்க்கக் கூடிய வீதத்திற் பிரயோகிக்கலாம். மின்வாய்கள் பழுதடைந்து விடுமென்ற ஆபத்துக்கு இடமில்லை. காலவரையின்றி மின்னேற்றப்படாதிருந்தாலும், பின் மின்னேற்றியதும் திறமையுடன் தொழிற்படும் இயல்பு இதற்குண்டு. தாழ்ந்த மி.இ.வி. யும் ஓப்பீடாக உயர்ந்த அகத்தடையுமே இதன் பிரதானமான குறைபாடுகளாகும். மின்பகுபொருள் காரமாக இருப்பதால், அமிலங்களிலிருந்து பாதுகாக்கப்படல் வேண்டும். இத்திரவம் அமிலத்திலும் பார்க்க அரிக்குந்தன்மை கூடியதாகையால், செம்புக் கம்பியின் காவலிகளை இலகுவில் அரித்து விடுகிறது.

பயிற்சி 5

1. முனைவுகள் இரண்டும் மாத்திரம் வெளியே தெரியும் வண்ணம் பெட்டியில் அடைக்கப் பட்டுள்ள மின்கல அடுக்கொன்று தரப்பட்டுள்ளது. எம்முனைவு நேரானது எது மறையானது எனக் காட்டப்படவில்லை.

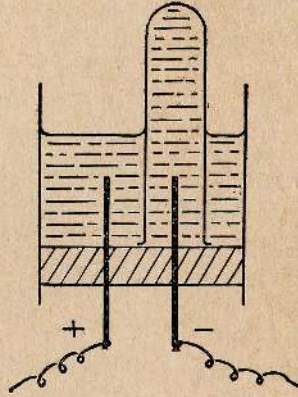
இரசாயன வினைவைப் பயன்படுத்தி, இம்முனைவுகளுள் எது மறையானதென விரைவில் காண்பதற்கு ஒரு முறை கூறுக.

இதற்குப் பிரயோகிக்கக்கூடிய பாதார்த்தங்களைப் பெயரிட்டு அவற்றுள் எதைப் பாடசாலை ஆய்கூடத்திலே இலகுவிற் பெறலாமெனவுங் கூறுக.

2. கரைபொருள் அயன்களாகியிருப்பதாற்றான் கரைசல் ஒன்று மின்கடத்துகிறது எனக் கருதுகிறீர்களா? அல்லது மின்னோட்டத்தின் விளைவாகவே அயன்கள் உண்டாகின்றன வெனக் கருதுகிறீர்களா? உங்கள் விடைக்கு ஆதரவாகக் காரணஞ்சில காட்டுக.

ஒருவகை அயனை நீக்குதற்கு யாதுமொரு வழியுண்டாயின் கரைசல் மின்னேற்றமொன்றைக் கொண்டுள்ளதாக இருத்தல் வேண்டும். செப்புச்ல்பேற்றுக் கரைசலில் இருந்து Cu^{2+} அயன்களை நீக்குதற்கு ஒரு முறை கூறுக. இதன் வினையாகக் கரைசல் மறையேற்றம் பெறுகின்றதா? காரணங்கூறுக.

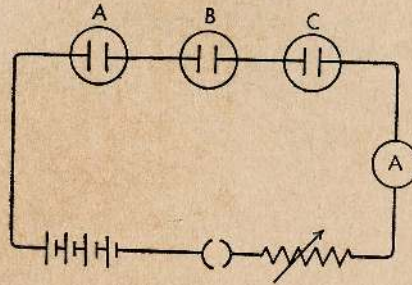
3. மின்பகுப்பின்பொழுது கதோட்டின் படிவை நிறுப்பதன்மூலம் மின்னோட்டத்தை அளவிடலாம். இதற்கு ஒரு செய்முறையை எழுதி, மின்னோட்டத்தை எவ்வாறு அம்பியரில் கணித்தறிவீர்கள் எனவும் கூறுக. இதில் நீங்கள் பிரயோகிக்கும் எடுகோள்களையும் கூறுக.



படம் 5.9

4. மின்பகுப்பொன்றிலே கதோட்டில் விடுபடும் வாயுவைச் சேகரிக்கும் ஒழுங்கமைப்பொன்றைப் படம் 5.9 காட்டுகிறது. குறித்தவொரு சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டத்தை அளக்க இது பிரயோகிக்கப்பட்டது எனவும் உங்களுக்குக் கூறப்படுகிறது. இஃதெப்படிச் செய்யப்பட்டிருக்கலாமென விவரிக்கமுடியுமா? (செய்முறையை விவரித்து, மின்பகுப்பொருளாகவும் மின்வாய்களாகவும் பிரயோகிக்கப்பட்டிருக்கக்கூடிய பாதார்த்தங்களைப் பெயரிடுக.)

5. (a) S என்னும் ஒரு கரைசல் காபன் மின்வாய்களுடன் மின்பகுப்புச் செய்யப்படும்போது கதோட்டிலே உலோகம் போன்ற படிவு எதுவும் உண்டாகவில்லை. ஆனால், கதோட்டிலிருந்து வாயுக்குமிழிகள் வெளிவருகின்றன.
- (b) இதே கரைசலை, இருவேறு உலோக மின்வாய்களான A, B என்பவற்றுடன் ஒழுங்கு செய்திருக்கும்போது, இச்சேர்க்கை ஒரு கலமாகத் தொழிற்படுகிறது.
- (c) தனியாக, கரைசல் S இலே A கரையவில்லைபோலத் தோன்றுகிறது. ஆனால், சேர்க்கைக் கலமாகத் தொழிற்படுகையில் B உள்ளெடுக்கப்படுகிறது.
- (i) A, B ஆகிய உலோகங்களுள் எது மறைமுனைவாக இருக்கலாம் ?
- (ii) கரைசல் S இலே, A யும் காபன்கோல் ஒன்றுமாகக் கலம்போலத் தொழிற்படுமா ?
- (iii) B, நாகமோ மகனீசியமோ அல்லவென்றால் அது என்னவாக இருக்கலாம் ?
- (iv) A, செம்பல்லவெனின், அது என்னவாக இருக்கலாம் ?
- (v) S, ஐதான சல்பூரிக்கமிலம் அல்ல எனின், அது என்னவாக இருக்கலாம் ? உங்கள் முடிவுகளுக்குப் பொருத்தமான காரணங்களையும் கூறுக.
- (vi) S, பின்வருவனவற்றுள் ஒன்றாக இருத்தல் கூடுமா ? நாகச்சல்பேற்றுக் கரைசல், அமோனியம் குளோரைட்டுக் கரைசல், சோடியம் குளோரைட்டுக் கரைசல்.
6. வெள்ளிறைத்திரேற்றை மின்பகுப்புச்செய்கையில், வெள்ளி எப்பொழுதும் கதோட்டிலே படிக்கிறது. கரைசலிலுள்ள வெள்ளி அயன்கள் நேர் ஏற்றங் கொண்டவை என்ற எடுகோளால் இது விளக்கப்பட்டது.
- (i) வெள்ளி அயன்கள் நேர் ஏற்றங் கொண்டவை எனக் கருதுதற்கான தேவை என்ன ?
- (ii) கரைசலில் உள்ள வெள்ளி அயன்கள் எவ்வகை ஏற்றமாயினும் எதற்காகக் கொண்டிருத்தல் வேண்டுமெனக் கூறமுடியுமா ?
7. படம் 5.10 இலே
- A என்பது, பிளாற்றினம் மின்வாய்களும் ஐதான சல்பூரிக்கமிலமும் கொண்ட நீராகும்.



படம் 5.10

B என்பது வெள்ளி மின்வாய்கள் கொண்ட வெள்ளி நைத்திரேற்றுக் கரைசலாகும்.

C என்பது செம்பு மின்வாய்கள்கொண்ட செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலாகும்.

குறித்த நேரத்துக்கு அம்பியர்மானியின் வாசிப்பு மாறிலியாக நிலைநிறுத்தப்படுகிறது. 1 கிராம் ஐதரசனும், 108 கிராம் வெள்ளியும், 32 கிராம் செம்பும் விடுக்கப்படுகின்றன.

ஐதரசன், வெள்ளி, செப்பு ஆகியவற்றின் அணுக்களின் நிறை முறையே 1 : 108 : 64 ஆகும்.

(a) ஓர் ஐதரசன் அணுவாலும் ஒரு வெள்ளி அணுவாலும் கொண்டு செல்லப்படுகின்ற மின்னேற்றங்கள் குறித்து இத்தானங்கள் யாது கருத்தைக் கூறுகின்றன ?

(b) ஓர் ஐதரசன் அணு அல்லது வெள்ளி அணு கொண்டு செல்லும் மின்னேற்றத் துடன் ஒப்பிடுகையில் ஒரு செப்பு அணு கொண்டு செல்லும் ஏற்றத்தைப்பற்றி இத்தானங்கள் என்ன கருத்தை உண்டாக்குகின்றன ?

8. ஒரு கிராம் அணு ஐதரசனை விடுவிக்கும் மின்கணியம் அண்ணளவாக 96,500 கூலோம். எம் வினுவின் தரவுகளைப் பயன்படுத்தி பின்வருவனவற்றைக் காண்க.

(i) (a) 32 கிராம் செம்பை விடுவிப்பதற்கு (b) 108 கிராம் வெள்ளியை விடுவிப்பதற்கு எத்தனை கூலோம் தேவை ?

(ii) ஒரு கிராம் அணு ஐதரசனில் 6.023×10^{23} அணுக்கள் உள்ளனவெனக் கொண்டு, 32 கிராம் செம்பை விடுவிப்பதற்குக் கலம் எத்தனை இலத்திரன்களை வழங்குகிறதெனக் காண்க.

(iii) A யில் ஒரு கிராம் ஐதரசனை விடுவிப்பதற்கு இலத்திரன்கள் எங்கிருந்து கிடைக்கப் பெறுகின்றன.

[விடை : (i) 96,500 கூலோம் ; (ii) 6.023×10^{23} .]

9. வெள்ளி நைத்திரேற்றை மின்பகுப்புச் செய்யும் பொழுது 27 கிராம் வெள்ளிப்படிவு பெறப்படுகிறதாயின், பிரயோகிக்கப்பட்ட மின்கணியம் என்னவாக இருக்கலாம் ? இப்படிவை 90 நிமிடங்களிற் தரக்கூடிய மின்னோட்டத்தை அண்ணளவாகக் காண்க.

[விடை : 24,125 கூலோம் ; 4.5 அம்.]

10. பொற்றாசியம் அயடைட்டுக் கரைசல் ஒன்றிலே வீற்றர் ஒன்றுக்கு 10 கிராம் உப்பு வீதம் உள்ளது. 5 கிராம் அயடைன் விடுவிக்கப்படும்பொழுது, கரைசலில் இருந்து எத்தனை இலத்திரன்கள் அனோட்டுக்கு மாற்றப்படுகின்றன ? (ஒரு கிராம் அணு மூலகம் 6.023×10^{23} அணுக்கள் கொண்டிருக்கும். $I = 127$.) டானியல் கலங்களால் மின்கலவடுக்கொன்றால் இம்மின்னோட்டம் வழங்கப்பட்டால், இதற்காக எத்தனை கிராம் நாகம் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கலாம் ? [$Zn = 65.4$.]

[விடை : 2.372×10^{22} ; 1.28 கி.]

பொருள்கள் இயங்கும் விதம் பற்றி நாம் படித்தபோது, ஒரு குறித்த பொருளானது மாறும் பருமனுள்ளவொரு கதியிலே இயக்கக் கூடுமென்ப பொது அனுபவ வாயிலாகக் காணலாமென அறிந்தோம். அதன் பாதையின் யாதாயினுமொரு பாகம், அல்லது பாகங்களுள் கதி மாறாமல் இருக்கக் கூடுமெனினும், வேறெந்தப் பாகம், அல்லது பாகங்களுள் கதி அதிகரிக்கவோ குறையவோ கூடும். பொருள் அசைகின்ற திசையும் இதனையொத்த விதத்தில் மாறக் கூடும். அதாவது, பாதையானது யாதாயினுமொரு நிலைத்த எதேச்சைத் திசையுடன் ஒரே கோணத்தில் அல்லது வெவ்வேறு கோணங்களிற் சாய்ந்துள்ள நேர்கோடுகளாய் அமையும் சிறிய, அல்லது பெரிய பாகங்களைக் கொண்டிருக்கும்.

எந்தவொரு குறித்த திசையிலும் அளக்கப் படும் கதியானது, அத்திசையிலே இயங்கும் பொருளின் வேகம் எனப்படும். இயக்கத்தின் முழுப் பாதையும் ஒரு நேர்கோடாக இருக்கும் போது சராசரி வேகமும் கதியும் பருமனிற் சமமாகும். பாதையின் ஒவ்வொரு சிறிய பகுதிக்கும் சராசரிக் கதி சமமாக இருக்கும் போது கதி சீரானதென நாம் கூறுகிறோம். இதே போன்ற நேர்கோட்டுப் பாதை அதன் நேரான ஒரு பாகத்தின் ஒவ்வொரு சிறிய பகுதிக்கும் வேகத்தின் சராசரிப் பெறுமதி சமமாக இருக்கும்போது அந்நேர்கோட்டுப் பாதைக்கு, அல்லது அதன் பாகத்திற்கு வேகம் சீரானதென நாம் கூறுகிறோம்.

மூன்றாம் அத்தியாயத்தில் இயக்கம் பற்றி நாம் படித்த விடயங்களை மேலுள்ள புத்தியிலே சுருக்கிக் கூறியுள்ளோம். ஒரு பொருளின் இயக்கம் பற்றி விவரிக்கையில், இந்த அம்சங்களை பொதுவாக உள்ளடக்கிக் கூறப்படும். ஒரு பொருள் தன் தானத்தை மாற்றுவதாகவுள்ள ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் எமது அவதானிப்புக்களிலிருந்து இப்பேறு

கள் கிடைப்பதாக அறிகிறோம். தான மாற்றமே இயக்கம். விவரங்கள் தந்து நாம் இயக்கத்தை விவரிக்கலாம். ஆனால், எந்தவொரு குறித்த இயக்கமும் ஏற்பட எது காரணமாகவுள்ளது என்பது பற்றி மேலும் பரிசீலிக்க நாம் விரும்புவதில்லையா? தான மாற்றம் சில வேளைகளில் எமது ஆர்வத்தைத் தூண்டலாம். சிலவேளைகளில் அது எமது மனத்தைக் குழப்பலாம். இதன் விளைவாக நாம் எம்மிடமே சில வினாக்களை வினாவலாம். ஒரு பொருள் இயங்குவது ஏன்? அது இயங்கியது ஏன்? ஒரு பொருளை இயக்கச் செய்வது எது? அதனை இயக்கிக் கொண்டு இருக்கச் செய்வது எது?

எமது சூழலில் இயங்கும் பொருள்கள் சில இருப்பது எமது ஆவலைக் கிளறவில்லை. சில பொருள்களின் ஓய்வு நிலைபற்றி நாம் அறிந்திருக்கும் அளவிற்கு அவற்றின் இயக்கம் பற்றியும் அறிந்திருக்கிறோம். இதுவரை ஓய்விருந்த ஒரு பொருள் இப்போது இயங்கத் தொடங்கியமை பற்றி நாம் பொதுவாக வினாவதில்லை. உதாரணமாக, ஒரு குறித்த தேங்காய் ஏன் விழுந்ததென எம்மிடமே வினவப் பார்க்காமல், தேங்காய் போன்ற பொருள்கள் ஏன் விழுகின்றனவென்பதை அறிய முற்படுகிறோம்.

பொருள்கள் தாங்கப்படாதிருக்கும்போது நிலத்தில் விழுவது இயல்பேயென அனுபவத்தினின்றும் அறிகிறோம். அதாவது, ஒரு பொருள் விழச் செயாதீனமாக இருக்கும்போது விழுகின்றது. தாங்கப்படுமொரு பொருள் யாதோவொரு காரணத்திற்காகச் செயாதீனமாய் இருப்பின், அது பொதுவாக விழக் காணப்படும். பொருள் விழுகிறதென்னும் உண்மையோடு அது விழும் விதம் பற்றியும் நாம் அறிவோம். ஆகவே, விழ்ச்சி (இயக்கம்) ஒரு நிலைக்குத்துக் கோட்டில் ஏற்படுகிறதெனவும், அது விழ அதன் வேகம் ஒரு மாறு விதத்

தில் அதிகரிக்கிறதெனவும் நாம் கூறலாம். விழுக்கின்ற ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் இவ்வீவரணம் ஏற்றதாக அமைவதில்லை. ஆகாயத்தில் ஒரு வாணம் வெடிக்கும் போது அதன் துகள்கள் எல்லாத் திசைகளிலும் பரவும். சில பழங்கள், அல்லது விதை நெற்றுக்கள் வெடிக்கும் போது விதைகள் பரப்பப்படுவதை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள்.

நீங்கள் ஒரு பந்தை எறிவீர்களெனக் கருதுவோம். அது நிலைக்குந்தாகவிழுமா? அதன் பாதை ஒரு நேர்கோடாகுமா? சிலவேளைகளில் ஒரு குழந்தை ஒரு பந்தை மேல்நோக்கி எறிந்து பந்து கீழ்நோக்கி வரும்போது அதனைப் பிடிக்கும். பந்து என் கீழ்நோக்கி வருகின்றது? ஒரு குழந்தை இன்னொரு குழந்தையிடம் பந்தைப் பிடிக்குமாறு எறியக் கூடும். இங்கு பாதையானது வளைவாக இருக்குமென்பது தெளிவு. பாதை வளைந்திருப்பதேன்?

இயக்கத்திலிருந்து ஓய்வுக்குள்ள மாற்றங்களிலும் பார்க்க ஓய்விலிருந்து இயக்கத்துக்குள்ள மாற்றங்களே எமது ஆர்வத்தை ஓரளவுக்குத் தூண்டுகின்றன. நீங்கள் ஒரு சைக்கிளை, அல்லது காலை ஓட்டுபவர்களாயின், பல விதிவிலக்குகள் உள்ளனவெனக் காண்பீர்கள். ஒரு காலைச் செலுத்தும் சாரதி அக்கார் நிற்கக்கூடிய அறிகுறிகளைக் காட்டுவதாகக் காண்கின்றான். காரிலே யாதோவொரு பிழை உள்ளதென அவன் உணர்கிறான். கார் இருக்கவில்லையென அவன் தனக்குள்ளே கூறிக் கொள்ளலாம். இதற்கான காரணத்தை அவன் அறிய விழையின்றான். இங்கு, எஞ்சினின் சாதாரண தள்ளுகை விசை தொழிற்படாதொழிவதாகத் தோற்றுகிறது. இதுபோலவே அவன் சிந்தித்துக் கொண்டிருக்கிறான். இது ஓரளவுக்குப் பிழையானது; அவன் அதற்கான காரணத்தைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும்.

இத்தகைய நிலைமைகளில், இயங்க வேண்டிய பொருள்கள் ஓய்வுக்கு வர நாடுவதன் காரணங்களை அறிய முற்படுகிறோம். ஒரு காரின் இயக்கம் பற்றிய வகை ஓரளவில் இலகுவானது. எஞ்சின் ஒரு தள்ளுகை விசையை உதற்றினாலெழிய, கார் நகர்ந்துகொண்டிருக்கமாட்டாது. இயக்கம் தொடர்ந்து ஏற

பட வேண்டின், எப்பொழுதும் ஒரு விசை தாக்க வேண்டுமென அனுபவத்தினின்றும் நாம் கூறுதல் முற்றிலும் பொருத்தமானது.

மறுசார், எந்தக் கார்ச் சாரதியும் (அல்லது சைக்கிளோட்டியும்) காலை (சைக்கிளை) நிறுத்த விரும்பும்போது அதை நிற்பாட்டுதற்கான விசையைப் பிரயோகிக்க வேண்டும் என்பதுபற்றி அறிவான் எஞ்சினை (அல்லது சைக்கிளை மிதித்தோட்டுவதை) நிற்பாட்டுதல் போதிய தன்று. இங்கு தடுப்புக்களைப் பிரயோகிப்பதோடு மிகப் பெரிய விசைகளைச் செயற்படுத்தவும் வேண்டும். ஓய்விலிருந்து இயக்கத்திற்கோ, இயக்கத்திலிருந்து ஓய்விற்கோ ஏற்படும் மாற்றம் யாதோவொரு தாக்கத்தால் ஏற்படுகிறது. இது விசைபற்றிய கருதுகோள் தோன்றிய விதத்தை ஒத்தது (எனினும், காரர்கள், சைக்கிள்கள் போன்றவை இதற்குக் காரணமாக இருக்கவில்லை).

எமது பொது அனுபவத்திலிருந்து நாம் அறிந்து கொள்ளும் இழுப்புக்களுக்கும் தள்ளுகைகளுக்கும் பொதுப் பெயராக விசை என்னும் சொல்லை முன்னர் கையாண்டோம். இழுப்புக்களை உதற்ற, விற்கனையும் றப்பப் பட்டைகளையும் பயன்படுத்தினோம். இனி முன்னர் படித்தவற்றை மேலும் விவரமாக ஆராயத் தொடங்குவோம்.

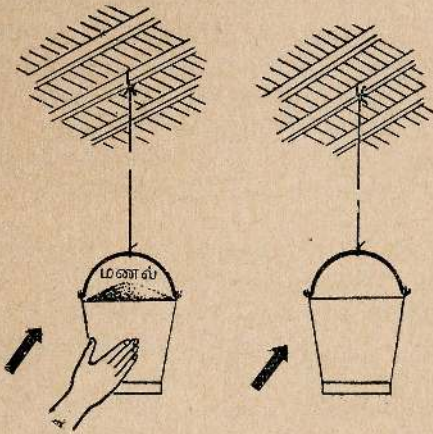
ஒரு பொருளை இயங்கச் செய்வதற்கு அதன்பீது ஒரு விசையை, அல்லது விசைகளைப் பிரயோகிக்கிறோம். இயங்குகின்றவொரு பொருளை ஓய்வுக்குக் கொணர் தற்கு நாம் விசைகளைப் பிரயோகிக்கிறோம். உங்கள் சொந்த அனுபவத்தில் நீங்கள் அறிந்து கொண்ட இவ்வகைத் தாக்கத்தின் உதாரணங்கள் பற்றிய ஒரு பட்டியலை அமைக்க முடியுமா?

ஒரு பொருள் தன் இயக்கத்தை மாற்றுக வேண்டற்கு ஒரு விசை தாக்க வேண்டியது அவசியம். ஒரு பொருளை (ஓய்விலிருந்து ஆரம்பித்து) இயங்கச் செய்ய அதன்பீது ஒரு விசையைப் பிரயோகிக்க வேண்டும் என்பதில் உறுதியாக இருக்கிறோம். இயக்க நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளை நிற்பாட்டுதற்கும் நாம் ஓர் ஏற்ற விசையைப் பிரயோகிக்க வேண்டும். ஆனால், இவ்வகையில் நாம் பொதுவாக அவதானிக்கும் ஒரு விடயம் எம்மைக் குழப்புகிறது.

ஒரு பொருளைத் தானாக விட்டால், அதனை ஓய்வுக்குக் கொணர்வதற்கு விசையெதனையும் குறிப்பாகப் பிரயோகிக்காமல் விடினும் அது தானாகவே ஓய்வுக்கு வருவதாகத் தோற்று கிறது. இது இவ்வாறு நிகழினும், ஒரு பொருளை இயங்கச் செய்வது எளிதாக இருக்கும் அதே வேளையில் இன்னொன்றை இயங்கச் செய்வது கடினமாயிருக்கும் என்னும் உண்மையை நாம் உறுதியாக நம்புகிறோம். இதைப் போன்று முதல் வகைப் பொருளை ஓய்வுக்குக் கொணர்வது இலகுவும், இரண்டாம் வகையினதை இயக்கத்திலிருந்து ஓய்வுக்குக் கொணர்வது சற்றுக் கடினமுமாகும்.

ஒரே மாதிரியான இரு வாளிகளை எடுத்து, உங்கள் வீட்டின் வளையிலே சுயிறுந் தொங்க விடுக. ஒரு வாளியை மணலால் நிரப்புக.

அவற்றை உங்கள் கையால் ஊக்கி ஆட விடுக. நீங்கள் பிரயோகிக்க வேண்டிய ஊக்கு விசைகளில் விந்தியாசமெதனையும் அவதானிப்பீர்களா? அவை கணிசமானவளவு வீச்சத்துடன் ஆடுமாறு செய்க. இப்போது ஒவ்வொரு வாளியை



புலம் 6.1

யும் ஓய்வுக்குக் கொண்டுவர முயலுக. இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் இவ்வாறு செய்வது எளிதெனக் காண்பீர்களா? இல்லையெனில், எதனை நிறுத்துவது கடினமாக உங்களுக்குத் தோற்றும்?

எது அதிக நேரம் ஆட நாடுகிறது?

மணல் நிரப்பித் தொங்கவிட்ட வாளியிலும் பார்க்க, தொங்கவிட்ட வெறும் வாளியை

அசையச் செய்தல் எளிதானதென நீங்கள் கூறுவீர்கள். ஒவ்வொரு வாளியையும் ஊசலாடச் செய்து அவற்றை நிற்பாட்டும்தோது வெறும் வாளியை நிற்பாட்டுதல் எளிதெனவும் மணல் நிரம்பியதனை நிற்பாட்டுதல் கடினமெனவும் காண்பீர்கள். மணல் நிரப்பப்பெற்ற வாளியின் அசைதற்கான நாட்டமின்மை அதிகரிக்குமெனவும், வாளியை அசையச் செய்து விட்டால், மணல் நிரப்பப்பெற்ற வாளியை நிற்பாட்டுதற்கான நாட்டமின்மை அதிகரிக்குமெனவும் தோன்றுகின்றது. “அசைதற்கான நாட்டமின்மை”, அல்லது “நிறுத்தப்படுதற்கான நாட்டமின்மை”வைக் கருதியே விஞ்ஞானிகள் இவ்வியல்பினை ஒரு பொருளின் **சடத்துவம்** என அழைக்கின்றனர்.

மட்டமான வீதியில் ஒரு மோட்டர்காரைத் தள்ளும் அனுபவம் உங்களுக்கு ஏற்பட்டதுண்டா? உண்டெனில், ஆரம்பத்திலே காரை இயங்கச் செய்தல் கடினமெனக் கவனித்திருப்பீர்கள். ஆனால், கார் ஒருமுறை இயங்க ஆரம்பித்ததும் அதனை வசதியாகத் தள்ளுவதால் அதன் இயக்கத்தைப் பேணுவது கடினமாயிராது. இவ்வெளிப்படை வித்தியாசத்திற்கு என்ன விளக்கங் கொடுப்பீர்?

இயக்கமீது சடத்துவத்தின் விளைவுகள்

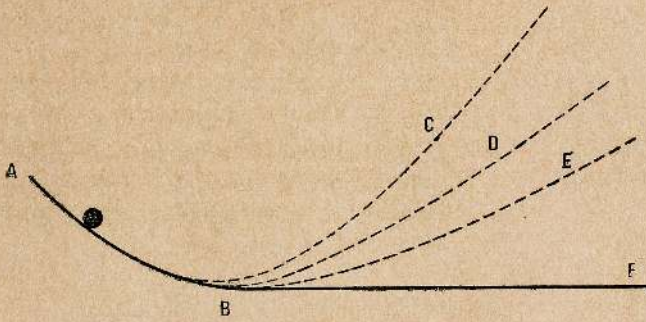
ஒரு பொருளின் இயக்கம் அதன் சடத்துவத்தால் எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறதென்பதைப் பற்றி, **கலீலியோ (1564-1642)** முதன்முதலாய் ஆராய்ந்தார். அவர் பெற்ற முடிவுகள் பற்றி நல்லினக்கம் பெறும் பொருட்டு அவர் சிந்தித்த அதே வழியில் நாமும் சிந்திப்போம். பொதுவாக இயங்குவனவென நீங்கள் அறிந்த பொருள்கள் பற்றியவொரு பட்டியலைத் தயாரிப்பின், அது மற்றைய பொருள்களிடையே பின்வருவனவற்றையும் கொண்டுள்ளதாக அமையுமென நம்பியிருக்கலாம்.

1. மோட்டர்காரர்கள்
2. புகைவண்டிகள்
3. ஆகாயமிமானங்கள்
4. விண்வெளிக் கப்பல்கள்
5. வாணங்கள்
6. சந்திரன்
7. விழும் தேங்காய்.

இவற்றுட்கில, சிலவேளைகளில் இயங்காமலும் இருக்கலாம். எனினும், ஒரு பொருள்

அசைவற்று நின்றலும் இயங்குதலும் இயற்கையேயென, கலிலியோ கருதினார். எனின், “அசையும் பொருள்களை எது நிற்பாட்டுகின்றது” என்ற வினாவை எழுப்பினார். கலிலியோ ஒரு சாய்தளங்களை ஒரள்கே வைத்தார். ஒரு சாய்தளத்தில் கீழ்நோக்கி உருளும் ஒரு குண்டு, மற்றையதில் மேல்நோக்கி ஏறுமாறு அவை இருந்தன. நாம் இப்பரிசோதனையைப் பின்வருமாறு செய்யலாம் :

பரிசோதனை. 1 மீற்றர் நீளமும் 10 சமீ. அகலமுங் கொண்டவொரு கல்வளைசியத் தகட்டுக் கிலத்தைத் தேர்ந்தெடுப்போம். படம் 6.2 இற் காட்டியுள்ள ABC, ABD, ABE ஆகிய வடிவங்களை அடுத்தடுத்து எடுக்குமாறு அக்கிலத்தை வளைத்துக்கொள்வோம்.



படம் 6.2

ஓர் உருக்குக் குண்டுப் போதிகையை கிலத்தில் A யிலே தொடங்கிக் கீழ்நோக்கி உருளுமாறு விடுவோம். பகுதி BF ஆனது சிடை மேசைமீது இருக்குமெனின், குண்டுப் போதிகை விழ விடப்படுங் கணத்தில் மேசைக்குமேலே போதிகையின் உயரத்தை அளப்போம். கல்வளைசியத் தகட்டுக் கிலம் ABC என்னும் வடிவத்தை எடுக்கும்போது BC வழியே குண்டுப் போதிகை எழும்பும் உயரத்தை மேசைக்கு மேலாகத் துணியோம். அக்கிலத்தை ABD, ABE ஆகிய வடிவங்களில் வளைத்து, பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்கோம்.

BC, BD, அல்லது BE வழியாகக் குண்டுப் போதிகை எழும்பும் உயரங்கள் அதிக வேறுபாடு இல்லாதனவாகவும் ஆனால், அது விடப்படும் உயரத்திலும் பார்க்க எப்பொழுதும்

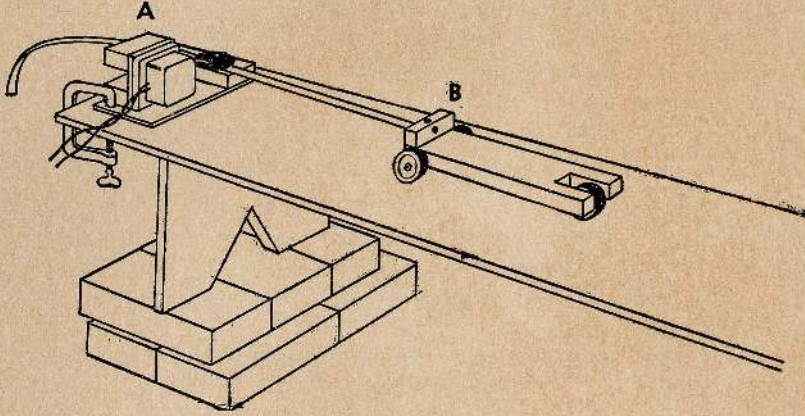
குறைந்தனவாகவும் இருக்கக் காண்போம். உயரங்களிடையேயுள்ள சிறிய வித்தியாசம் கல்வளைசிய கிலத்துக்கும் குண்டுப் போதிகைக்கும் இடையேயான உராய்வினாலானதென நாம் கருதலாம். இப்பரிசோதனையை உராய்வின்றி மறுபடியும் செய்யின், ஒரே உயரங்களைப் பெறலாமென நாம் கூறலாம் (நடைமுறையில் உராய்வை முற்றாக நீக்குதல் சாத்தியமன்று. உராய்வு முற்றாக நீக்கப்படும் போது என்ன விளைவுகள் ஏற்படலாமென்பதுபற்றி நாம் கற்பனை மட்டுமே செய்யலாம். இத்தகைய இலட்சிய நிலைமைகள் ஏற்படுவனவாகக் கருதப்பெறும் பரிசோதனைகள் “சிந்தனைப் பரிசோதனைகள்” எனப்படும். கலிலியோ இந்நிலைமைக்கு ஆளானபோது இவ்வாறே சிந்தித்தார். விஞ்ஞான விருத்தியில் “சிந்தனைப் பரிசோதனைகள்” முக்கியம் வாய்ந்தன.)

கல்வளைசிய கிலமானது ABF வடிவத்தில் (இங்கு BF சிடையானது) (படம் 6.2) அமையும்போது A யிலிருந்து குண்டுப்போதிகை விடப்படுமாயின், குண்டுப் போதிகை எவ்வாறு அசையும்மென எதிர்பார்ப்பீர்? குண்டுப் போதிகையானது விடப்பட்ட உயரத்தை என்றும் அடையமாட்டாதாகையால், அது BF வழியாக எப்போதும் நகருமென இச் “சிந்தனைப் பரிசோதனை” யிலிருந்து நாம் எதிர்பார்க்கலாம்.

குண்டுப் போதிகையையும் கல்வளைசியத் தகட்டுக் கிலத்தையுங்கொண்டு செய்த பரிசோதனையை, குண்டுப் போதிகையின் வேகத்தையும் ஆர்முடுகிலையும் அளக்கக்கூடியதாக விரிவாக்க முடியுமா? இயங்கும் பொருள்களின் வேகத்தையும் ஆர்முடுகிலையும் அளத்தற்குரிய ஒரு முறைபற்றி அத்தியாயம் 3 இலே படித்துள்ளோம். இதற்காக ஓர் அநிரியையும் “நிக்”கொலி நாடாவையும் பயன்படுத்தினோம். கல்வளைசிய கிலத்தின் வழியே குண்டுப் போதிகையின் இயக்கத்தை ஆராய் தற்கு இதே மாதிரியானவோர் ஒழுங்கைப் பயன்படுத்தலாமா? உருளுகின்றவொரு குண்டுப் போதிகையில் ஒரு ஊதாசி நாடாவைத் தொடுத்தல் சாத்தியமன்றதலின், குண்டுப் போதிகையை இயங்கும் பொருளாகக் கையாண்டு மேற்சூறிய ஆய்வைச் செய்தல் அசாத

தியமென நீங்கள் அவதானிப்பீர்கள். அத்தியாயம் 3 இலே பயன்படுத்திய அதே தரலியை இங்கும் பயன்படுத்துவோம்.

பரிசோதனை. ஏறத்தாழ 2 மீற்றர் நீளமும் 20 சமீ. அகலமுங் கொண்டவொரு மரப் பலகையை



படம் 6.3

எடுத்துக் கொள்க. (இத்தேவைக்கு ஒரு நீளமான பள்ளிக்கூட வாங்கு பயனுடைத்து.) இப்பலகை சாய்ந்திருக்கையில் இதன் மீது தரலியின் இயக்கத்தை ஆராய்வோம்.

மரப் பலகையைக் கிடையுடன் ஏறத்தாழ 30° கோணத்திலே சாய்த்துப் பிடிக்க. பலகையின் மேல் நுனியிலே அதிரி A யை இறுக்குக.

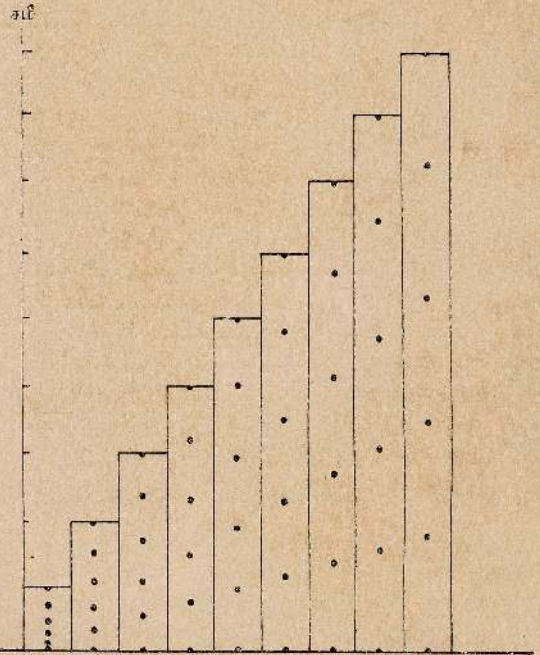
பின்னர் (அத்தியாயம் 3 இலுள்ள பரிசோதனைகளிற் பயன்படுத்தியதுபோன்ற) ஒரு கடதாசி நாடாவை எடுத்து, அதிரி A ஊடாக அதனைச் செல்லவிட்டு, நாடாவின் ஒரு நுனியைத் தரலி B யிலே ஒட்டிவிடுக (படம் 6.3).

தரலியை அதிரிக்குக் கிட்ட வைத்து, அதிரியைத் தொழிற்படுத்தியதும் தரலியை, அதிரியினூடாகக் கடதாசி நாடாவை இழுத்துக் கொண்டு சாய்தளத்தில் கீழ்நோக்கி இயங்குமாறு விடுக. கடதாசி நாடாவை அகற்றியதும், அதன் நீளம் பலகையின் நீளத்துக்கு ஏறத்தாழச் சமமெனக் காணலாம். அதன் மீதுள்ள புள்ளிகள் படம் 6.4 இலே காட்டியுள்ள மாதிரி அமையும். இந்நாடாவை, ஒவ்வொன்றிலும் 5 புள்ளிகள் உள்ள பல ஊண்டுகளாக வெட்டி, படம் 6.4 இலே காட்டியுள்ளவாறு அவற்றை வரிசையாக ஒட்டிவிடுக. படம் 6.4

இலுள்ள ஒவ்வொரு நாடாத் துண்டினதும் நீளம் ஐந்து திக்கொலிகள் எடுக்கும் நேரத்திலே தரலி செல்லுந் தூரத்தைத் தரும்.

ஒரு “திக்கிடை” என்பது ஒரு செக்கனின் என்ன பின்னம் என்பதைக் காணுதற்குரிய வொரு முறை பற்றி அத்தியாயம் 3 இல் படித்துள்ளோம். மின்கலமூலம் பெறப்படும் மின்னோட்டத்தால் இயங்கும் ஒரு சாதாரண அதிரிக்கு ஒரு “திக்கிடை” ஏறத்தாழ ஒரு செக்கனின் 1/30 ஆகும். தற்போதைய தேவைக்கு ஒரு “திக்கிடை” ஒரு செக்கனின் 1/30 எனக் கொள்வோம். (ஆனால், ஆய்கூடத்

தில் இப்பரிசோதனையைச் செய்யும்போது, அத்தியாயம் 3 இல் விவரித்துள்ள முறையைக்கொண்டு உங்கள் அதிரியின் காலத்தைத்



படம் 6.4

துணிய வேண்டும்.) இப்பரிசோதனையிலே, படம் 6.4 இலுள்ள கடதாசிக் கலம் ஒவ்வொன்றினதும் நீளம் 1/6 செக்கனில் தூரலி அசைந்த தூரமாகும். ஒரு செக்கனின் ஒவ்வொரு 1/6 இலும் தூரலி செல்லுந் தூரமானது மரப் பலகை வழியாகத் தூரலி செல்லுந் தூரத்துடன் அதிகரிக்குமென்பதை நீங்கள் அவதானிப்பீர்கள். எவையேனுமிரண்டு அடுத்து வரும் நாடாக் கிலங்கனிடையேயான நீள வித்தியாசம் ஏறத்தாழ ஒரேயளவாக இருப்பதையும் அவதானிப்பீர்கள். படம் 6.4 இலே கிலங்களை 1, 2, 3, 4, ... என இலக்கமிட்டு நீளத்தை சமீ. இலே அளப்போமாயின், கிலம் 1 இனது நீளத்தை 1/6 செக்கனூற் பிரிக்க வருவது முதற் செக்கனில் தூரலியின் சராசரி வேகத்தைத் தரும். இதே மாதிரியாக ஒவ்வொரு 1/6 செக். நேர இடைக்குமான சராசரி வேகத்தைக் கணித்து, பின்வரும் அட்டவணையைப் பூரணப்படுத்துக :

கிலத்தின் இல.	நீளம் (சமீ)	சராசரி வேகம் (சமீ/செக்)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

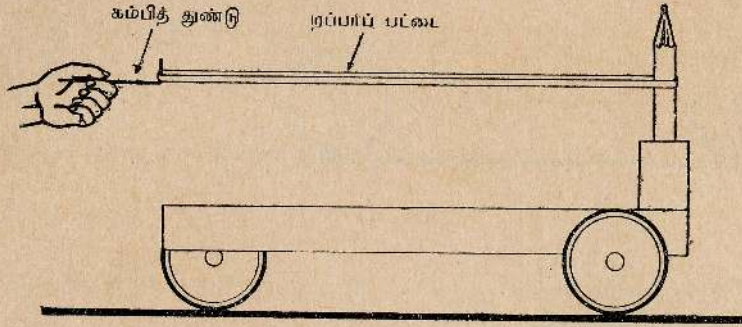
இவ்வட்டவணை பூரணப்படுத்தப்பட்டதும், இத்தூரலியின் இயக்கத்திற்குச் சராசரி வேகம் ஒரு மாறா வீதத்தில் அதிகரிப்பதைக் காணலாம். தூரலி சீராக ஆர்முடுகுவதாக நாம் கூறுகின்றோம். ஒரு செக்கனின் 1/6 இல் வேகத்திலுள்ள அதிகரிப்பு என்ன? நீங்கள்

தயாரித்துள்ள அட்டவணையைக் கொண்டு இதனைத் துணியலாம். ஒரு செக்கனின் 1/6 இல் வேகத்திலுள்ள அதிகரிப்பினை 1/6 ஆற் பிரிக்க வருவது செக்கனென்றில் வேகத்திலுள்ள அதிகரிப்பைத் தரும். அதாவது, இது தூரலியின் ஆர்முடுகலை சமீ/செக்/செக் இலே அளவிடுகின்றது. இவ்வாறாகக் கணிக்கப்படும் ஆர்முடுகலை, படம் 6.4 இலுள்ள எவையேனுமிரண்டு அடுத்துவரும் கிலங்களின் நீளங்கனிடையேயான வித்தியாசத்தை 1/6 ஆல் இருமுறை பிரிப்பதன் மூலம் இன்னும் வசதியாகப் பெறலாமெனவும் காண்பீர். எனினும், எல்லா வித்தியாசங்களும் சமமாக இராதபோது, வித்தியாசங்களின் சராசரியை எடுக்க வேண்டுமென்பது ரூபகத்தில் இருக்க வேண்டும்.

கிடையுடன் தளத்தின் சாய்வு ஏறத்தாழ 20° ஆகும்போது தூரலியின் ஆர்முடுகல் யாது? சாய்வு ஏறத்தாழ 10° ஆகும்போது ஆர்முடுகல் யாது? முதல் வினாவுக்கு விடை காணுதற்கு, கிடையுடன் ஏறத்தாழ 20° இற் பலகை சாய்ந்திருக்க, பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்தல் வேண்டும். ஏறத்தாழ 10° சாய்வுக்கு இப்பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்தல் வேண்டும்.

சாய்வின் வெவ்வேறு பெறுமதிகளுக்கான மேற்கூறிய பரிசோதனைகளிலிருந்து, பலகையின் கிடையுடனான சாய்வு குறைதலுற, தூரலியின் ஆர்முடுகற் பெறுமதி குறையுமென உணர்வீர். புலியீர்ப்பினிற் சயாதீனமாக நிலைக்குத்தாய் விழும் பொருளொன்றிற்கு ஆர்முடுகல் ஏறத்தாழ 1,000 சமீ / செக்.² ஆகும் (பலகை நிலைக்குத்தாகப் பேணப்படும் போதுள்ள நிலையே இது). பலகையின் கிடையுடனான சாய்வு 0° ஆகும்போது தூரலியின் ஆர்முடுகல் என்ன? (உருளும் குண்டுப் போதிகைக்கு இதே வினாவைக் கலிலியோ எழுப்பினார்.) கலிலியோ செய்த அதே "சிந்தனைப் பரிசோதனை"யை நாமும் செய்து, பலகை கிடையாக இருக்கும்போது தூரலி ஆர்முடுகலெதையும் கொண்டாராதெனக் கூறுவோம். அதாவது, உராய்வின்றியவொரு கிடைத் தளத்திலே தூரலி ஆர்முடுகலெதையும் கொண்டிராது. தூரலி ஒரு மாறா வேகத்துடன் இயங்குமாயின், அது ஒரு நேர்கோட்டில் என்றும் இயங்கும், அல்லது ஓய்வில் இருக்குமாயின்,

அது அவ்வாறே எப்பொழுதும் இருக்கும் என்பதே இதன் கருத்து. முதன்முதலில் இம் முடிபுக்கு வந்தவர் கலிலியோ. இம்முடிபைப் பின்வருமாறு எடுத்துரைத்தவர் நியூற்றன் : ஒரு பொருளின் மீது சமன்செய்யப்படாத விசையெதுவும் தாக்காதவிடத்து அப்பொருள் ஒப்பில் இருக்கும், அல்லது ஒரு நேர்கோட்டில் மாறு வேகத்துடன் இயங்கும். இது நியூற்றனின் முதலாம் இயக்க விதி, அல்லது கலிலியோவின் சுடத்துவ விதி எனப்படும்.



படம் 6.5

நியூற்றனின் இரண்டாம் இயக்க விதி

ஒரு பொருளின்மீது தாக்கும் சமன்செய்யப்படாத விசையே அப்பொருளின் ஓய்வு நிலையை அல்லது சீரான வேகத்துடன் இயங்கும் நிலையை மாற்றுகின்றதென நியூற்றனின் முதலாம் விதி கூறுகின்றது. உதாரணமாக, ஒரு கிடை மேசைமீதுள்ள ஒரு தூலியைச் சிறிது தள்ளுவோமாயின், அது இயங்க ஆரம்பிக்கும். உராய்வு என்பது ஒரு பொருளின் இயக்கத்தை எதிர்க்குமொரு விசையென அத்தியாயம் 2 இலே படித்துள்ளோம். ஆதலால், தூலியீது தாக்கும் சமன்செய்யப்படாத விசையாகிய உராய்வு காரணமாகத் தூலி படிப்படியாய் ஓய்வுக்கு வருகின்றது. அதாவது, தூலியீது தாக்கும் சமன்செய்யப்படாத உராய்வு விசை தூலி ஒரு மாறு வேகத்தைப் பேணுதற்கு இடையூறாகும்.

அசையும் பொருளொன்றின்மீது அதன் இயக்கத்தை எதிர்க்குமாறு ஒரு விசை தாக்கும் போது, பொருளின் வேகம் குறைவதாகத் தோன்றுகிறது. இனி, “ஒரு பொருளின்மீது அதன் இயக்கத் திசையிலே ஒரு விசை தாக்கும் போது பொருளின் வேகத்திற்கு என்ன

நிகழ்கின்றது?” என எம்மையே வினவுவோம். அதாவது, அப்பொருள் அசைதல் எங்கனம்? இதுபற்றியே நாம் இப்போது எடுத்து நோக்கவேண்டும். இதனை எவ்வாறு ஆராயலாம்? இதனை ஆராய்தற்கு (a) ஒரு தகுந்த பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்; (b) பொருளின் இயக்கத் திசையிலே ஒரு விசையைப் பிரயோகித்தற்கான ஓர் ஏற்ற வழி பற்றித் தீர்மானிக்க வேண்டும்; (c) பொருள்

ளின் வேகத்தை அளத்தற்குரிய ஒரு முறையை உருவாக்கவேண்டும்.

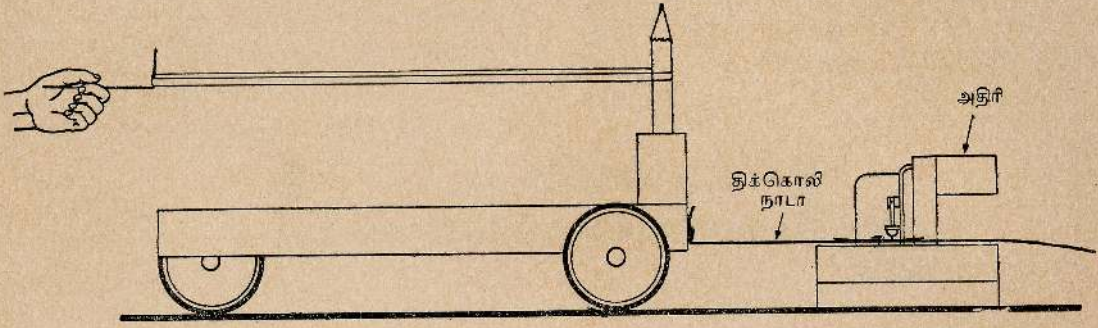
இயக்கத்தின் சில வகைகளைப் பரிசீலித்தற்காக எவ்வே தூலியைப் பயன்படுத்தியுள்ளோம். தூலி இவ்வாராய்ச்சியிலும் பயன்படுத்தக்கூறொர் உபகரணமாகும். ஒரு மீள்தன்மை றப்பர்ப் பட்டையைப் பயன்படுத்தி ஒரு பொருள் மீது விசையைப் பிரயோகிக்கும் முறையொன்று பற்றி நாம் அறிவோம். தூலியீது விசையைப் பிரயோகித்தற்கும் ஒரு றப்பர்ப் பட்டையைப் பயன்படுத்தலாம். இயங்கும் தூலியின் வேகத்தை அளத்தற்கு, நிக்கொலி நாடா—அநிரி ஏற்பாடு மிக உகந்தது. மெருகிட்டவொரு கிடைமேசையிற் பரிசோதனையைச் செய்யத் தீர்மானித்தால், தூலியீது மாறு இழுப்பினைப் பிரயோகிப்பது எங்கனம்? ஒரு றப்பர்ப் பட்டை உருற்றும் இழுப்பு அதன் நீட்சிக்கு விசைமென அத்தியாயம் 1 இலே படித்துள்ளோம். தூலியின் றப்பர்ப் பட்டையைத் தொடுத்து அதனை இழுத்து, தூலியின் இயக்கம் எங்கனும் விரித்த நீளத்தை மாறாது பேண வேண்டும்.

தூலியின் பின்புறத்தில் நீண்டிருக்கும் ஓர் ஆணியில் றப்பர்ப் பட்டையைத் தொடுக்கலாம்.

சங்கோணங்களில் வளைத்தவொரு கம்பித் துண்டைக் கொண்டு, படம் 6.7 இலே காட்டிய வாறு றப்பர்ப் பட்டையை இழுக்கலாம் (உதாரணமாக, துரலியின் இயக்கமென்கணும், றப்

படம் 6.8 இற்காட்டியுள்ளவாறு இத்துண்டுகளை ஒரு கடதாசியில் ஓட்டுக.

திக்கொலி நாடாக் கிலங்கலின் இவ்வொழுங் கினின்றும் வெளியாதும் உண்மை யாது ?



படம் 6.6

பர்ப் பட்டையின் விரித்த நீளத்தைத் துரலியின் நீளமாக வைத்திருக்கலாம்). எனின், துரலியிது ஒரு மாறா விசையை உருற்று கிறேமென நாம் அறிவோம். அப்பொழுது, அம் பாற் காட்டியுள்ள நிலையிலே துரலி இயங்கும். துரலி இயங்குகையில் றப்பர்ப் பட்டையின் விரித்த நீளத்தை மாறாது வைத்திருத்தல் சுற்றுக் கடினமெனினும், சிறிது அனுபவத்தோடு இவ்வாறு செய்யலாம். துரலியின் பின்புறத்துடன் திக்கொலி நாடாவைத்தொடுத்து, நீலைப் பட்டவோர் அதிரியூடாக நாடாவைச் செல்லவிடுவதன் மூலம் (படம் 6.6), துரலியின் வேகத்தை அளப்பதற்கான ஓர் ஏற் பாட்டை அமைக்கலாம்.

(படம் 6.8 பார்க்க.) வேகம் மாறிலியன் றென்னும் உண்மையை நாம் நேரடியாய்க் காணலாம். உண்மையில் துரலி தொடர்ந்து இயங்கும்போது வேகம் அதிகரித்துக்கொண்டு இருப்பதாகத் தோற்றுக்கிறது. அதாவது, துரலி யானது ஆர்முடுகுகிறது. இனி, வேகத்திலுள்ள அதிகரிப்பு சீரானதா மாறத்தக்கதாவென நாம் பரிசீலிக்க வேண்டும். வேகத்தில் அடுத்த



படம் 6.7

இப்பரிசோதனையிற் பெறப் படும் திக்கொலி நாடா படம் 6.7 இற் காட்டியுள்ள மர்திரி அமையும்.

ஒவ்வொன்றும் ஐந்து " திக்கடைகள் " கொண்ட பல துண்டுகளாக இந்தத் திக்கொலி நாடாவை வெட்டி,



படம் 6.8

தடுத்தள்ள வித்தியாசங்களை ஒப்பிட்டு இதனைச் செய்யலாம். அடுத்தடுத்த நேர இடைகளுக்கு அதிகரிப்புகள் ஏறத்தாழச் சமமெனத் தோற்று கிறது. ஒரு திட்டமான முடிப்புக்கு வருமுன் இவ்வளவீடுகளை ஒரே இழுப்புக்கு மீண்டும் மீண்டும் எடுப்போம். விசை தாக்கும் திசையில் ஒரு மாற ஆர்முடுகல் இருக்குமென இம்முடிபுகளின் பொது அமைப்பு தெரிவிக்கிறது.

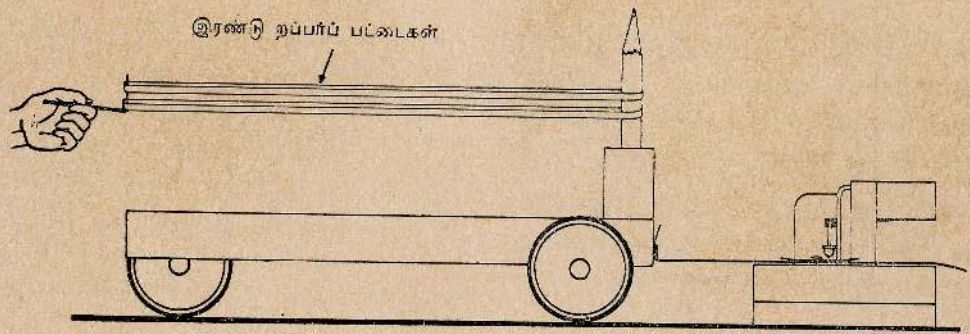
இப்பரிசோதனையில் ஒரு குறித்த எதேச்சை விசையைப் பிரயோகித்து, மாறிலியாகத் தோற்றும் ஓர் ஆர்முடுகலுடன் தரலி இயங்கியதாகக் கண்டோம். வேறுனவொரு பருமன் கொண்ட ஒரு விசையைப் பிரயோகிப்பின் ஆர்முடுகல் என்னவாக இருக்கும்? உதாரணமாக, பிரயோக விசையை இரட்டிக்கும்போது ஆர்முடுகல் இரட்டிக்கப்படுமா? ஒரு பொருள் மீது ஒரு பெரிய விசை தாக்கும்போது அப்பொருள் விரைவாய் இயங்குவதாகத் தோற்றுமெனப் பொது அனுபவம் காட்டுவதனால் இது நிகழக்கூடியதென நாம் ஊహிக்கலாம். இந்த அம்சத்தையும் ஆராய்வதற்குப் பரிசோதனைகளைச் செய்ய நாம் முற்படலாகாதா?

முன்னைய பரிசோதனையில் ஒரு றப்பர்ப் பட்டையைப் பயன்படுத்தி, ஒரு மாற அளவினால் அதனை சர்த்து வைத்திருந்தோம். இதின்மீதும் மாறும் பருமனுள்ள ஒரு

பயன்படுத்தலாம். இவ்வாறாக, 2, 3, 4, 5 போன்ற எதேச்சை அலகுகள்ள விசைகளைப் பெறலாம். றப்பர்ப் பட்டைகளில் எதுவும் குறித்த ஒரேயளவால் சர்க்கப்படின ஒரே இழுப்பை உஞற்றுமென்னும் எடுகோள் இங்கு மறைமுகமாய் அமைந்துள்ளது. நாம் பரிசோதனையை நடத்தி 2, 3, 4 முதலான எதேச்சை அலகுகளுள்ள விசைகள் ஒவ்வொன்றிற்கும் முன்னர்போல் அளவீடுகளைப் பல தடவை எடுப்போம்.

இவ்வாறாக விசையை மாற்றி இவ்விசைகள் ஒவ்வொன்றிற்கும் பல திக்கொலி நாடாப் பதிவுகளைப் பெறுவோம். இவற்றினின்றும் ஒவ்வொரு விசைக்கும் ஆர்முடுகல்களைக் கணித்து, பல்வேறு விசைகளினதும் இவற்றையொத்த ஆர்முடுகல்களினதும் பெறுமதிக்கொண்டவோர் அட்டவணை தயாரிக்கப்படுகின்றது. அடுத்து, இவ்விரு கூட்டம் பெறுமதி

இழுப்பு (விசை) எதேச்சை அலகுகளில்	ஆர்முடுகல் (மீ/செக்.²)
1	
2	
3	
4	
5	



படம் 6.9

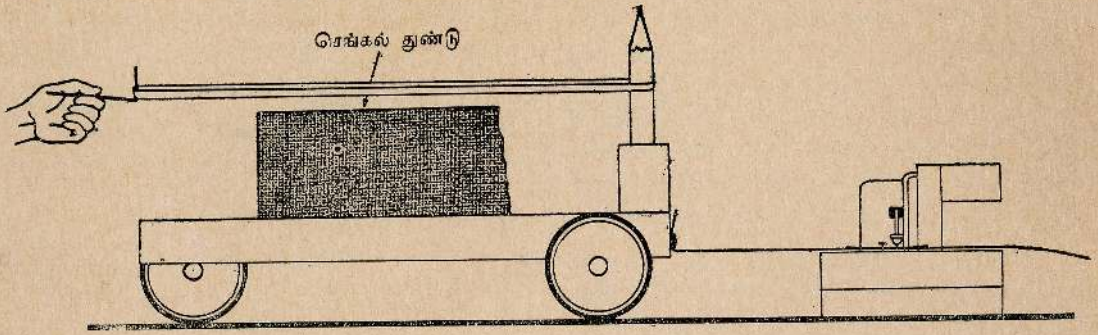
விசையைப் பெறோம். இதனை இப்பரிசோதனையிலும் ஓர் எதேச்சை அலகாகப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வலகு விசையின் மடங்குகளைப் பெற, படம் 6.9 இற் காட்டியுள்ளவாறு இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட சர்வசமனான றப்பர்ப் பட்டைகளை ஒருங்கே (சமாதரமாய்)

கூடியும் குறித்துப் பெறப்படும் வரைபு பரிசீலிக்கப்பட்டது. இவ்வாறு குறிக்கப்படும் புள்ளிகள் ஏறத்தாழ ஒரே நேர்கோட்டில் இருப்பதாகத் தோன்றும். இதிலிருந்து, விசையும் ஆர்முடுகலும் தத்தமக்கிடையே நேர்விகிதசமமானவையென நாம் முடிபு கொள்ளலாம்.

ஒரு குறித்த தரலியைக் கொண்டு செய்த பரிசோதனைகளால் மேற்படி தொடர்பைப் பெறக்கூடியவர்களாக இருக்கிறோம். மற்றைய தரலிகளுக்கும் இத்தொடர்பு உண்மையாகுமா? நாம் விரும்பும் எந்தத் தரலியையும் பயன்படுத்தலாம். அத்துடன், நாம் விரும்பிய எந்தத் திட்டத்திற்கையவையும் தரலியை அமைக்கக் கூடியவர்களாக இருக்கிறோம். ஆதலால், நாம் வெவ்வேறு தரலிகளைப் பயன்படுத்தும் போது பிரயோக விசைக்கும் ஆர்முடுகலுக்குமிடையே வெவ்வேறு வகைத் தொடர்புகள் உள்ளனவென்று காண்போமெனக் கருதக் காரணமேதுமில்லை. ஆயினும்,

பெறுக. இவற்றிலிருந்து இத்தரலியின் ஆர்முடுகலையும் துணியலாம்.

இரு தரலிகளும் இயக்கப்படும் ஆர்முடுகல்கள் இப்போது ஒப்பிடப்படுகின்றன. ஒரே விசைக்கு இசைவான ஆர்முடுகல்களின் பெறுமதிகளில் எந்த வித்தியாசமும் அவதானிக்கப்படுவதில்லை. இன்னொரு மூன்றாம் தரலி மீது விசை P உண்டாக்கும் ஆர்முடுகலும் அதேயாகுமென்பது இதன் கருத்தாகுமா? இப்போது எந்தப் பொது முடிபுக்கும் வாய்ப்புமில்லை இருப்பதாக உணர்கிறோம். இதற்கு மேலும் பரிசோதனைகள் செய்தாக வேண்டும். நாம் இதுவரை பயன்படுத்திய தரலிகளினின்றும் வேறுபடுவதாகத் தோற்றும்



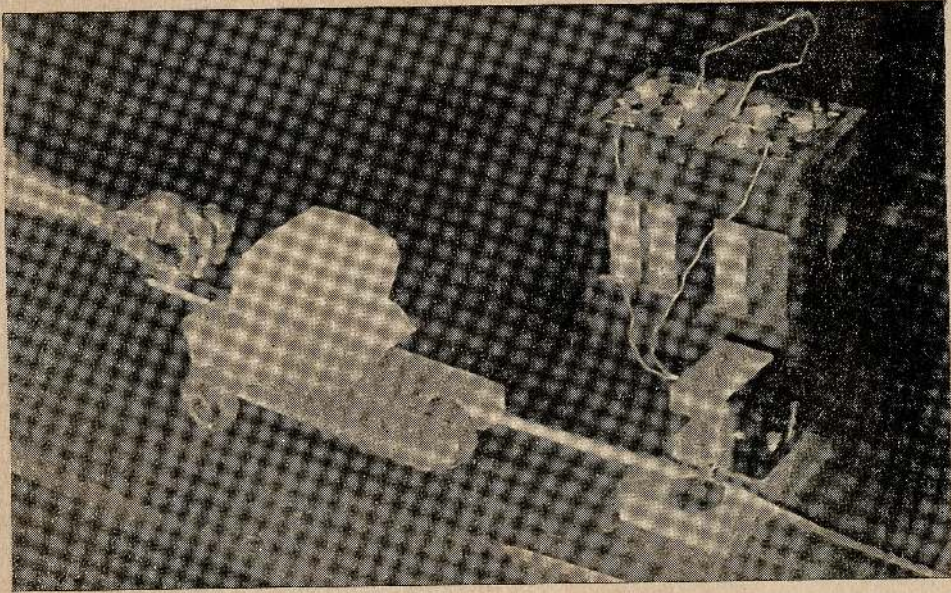
படம் 6.10 (a)

எமது கவனத்தை ஈர்க்கும் இன்னொரு வினா இங்கு இயல்பாக எழுகின்றது. வெவ்வேறு தரலிகள் மீது தாக்குகின்ற ஒரே விசை ஒரே ஆர்முடுகலை உண்டாக்குமா? அல்லது இவ்வார்முடுகல்கள் வித்தியாசப்படுமா? இவ்வினாவுக்கான விடையைக் காண்பதற்கும் பரிசோதனையே வழிவகையாக அமைந்துள்ளது.

இன்னொரு தரலியைப் பயன்படுத்தின் ஆர்முடுகல் என்னவாக இருக்கும்?

இப்பரிசோதனையில் இன்னொரு தரலியும் ஒரு தனி றப்பர்ப் பட்டையும் பயன்படுகின்றன. முதற் பரிசோதனையில் நாம் பயன்படுத்திய அதே றப்பர்ப் பட்டையை முன்னர், போன்று, அதே அளவால் ஈர்த்துப் பிடித்துக் கொண்டு, தரலியை இயக்குமாறு விடுக. முன்னர் போல திக்கொலி நாடாப் பதிவுகளை

இங்கு ஒரு மூன்றாம் தரலி தேவையற்ற, தென உணர்கிறோம். நாம் எழுந்தமானமாகச் சில பொருள்களுடன் பரிசோதனை செய்து பார்க்க வேண்டும். இதற்காகப் புத்தகங்கள்ப் செங்கறிகள், மரக் குற்றிகள் போன்றவற்றை எடுக்கலாம். அப்போது தரலியைப் போலல்லாது இங்கு அவற்றை ஒரு கிடைமேசையில் நகர்த்தும்போது, அவற்றின் மீது கணிசமான அளவு விசை தாக்குவதாகக் காண்போம். நாம் அவற்றிற்குச் சிலலுக்களைப் பொருத்தலாகாதா? அத்தகைய ஒவ்வொரு பொருளையும் தரலிமீது வைத்து அவற்றை ஒருரிக்க ஒப்பினால் தேர்வு எழுந்தமானமாக இருக்காதா? நாம் ஒவ்வொன்றின் மீதும்



படம் 6.10 (b)

ஒரே விசையைப் பிரயோகித்து ஆர்முடுகலை முன்னர்ப் போன்று துண்டிக்கும்.

வாறு அட்டவணைப் படுத்தி ஒப்பிட்டுப் பார்க்க :

பரிசோதனை. முன்னைய பரிசோதனையிற் பயன்படுத்திய தூலி மீது படம் 6.10 காட்டியுள்ளவாறு செங்கல் துண்டிகள், புத்தகங்கள் போன்ற பல்வேறு பொருள் களை வைத்து, பொருத்தமான ஒரு றப்பர்ப் பட்டையால் ஒரு மாறு இழப்பைப் பிரயோகித்து ஒவ்வொரு தடவையும் உண்டாகும் ஆர்முடுகலைத் திக்கொலி நாடாப் பதிலிலிருந்து பெற்றுக் கொள்ளலாம். முன்னைய பரிசோதனையிற் பயன்படுத்திய அதே றப்பர்ப் பட்டையை இங்கும் பயன்படுத்தி அது ஈர்க்கப்படும் நீளம் முன்னர்ப் போன்று தூலியின் நீளத்திற்குச் சமமாகுமாறு பேணுவதால் முன்னர் பிரயோகித்த விசை P யிற்குச் சமமானவொரு விசை பிரயோகிக்கப்படுவதாகக் கருதலாம். முன்னர்ப் போல றப்பர்ப் பட்டைகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்து இப்பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்வதன் மூலம் பெறப்படும் முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டிய

தூலியின் வைக்கப்பட்ட பொருள்	பயன்படுத்திய றப்பர்ப் பட்டைகளின் எண்ணிக்கை	ஆர்முடுகல் (மீ. செக்.- ²)
(i) செங்கல் துண்டு	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
(ii)	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
(iii)	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	

தூலிமீது வெவ்வேறு பொருள்களை வைத்து இப்பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்து, அதே இழுப்பு P யிற்கு ஒரு சிறிய ஆர்முடுகலைப் பெறுகிறோம். நற்பர்ப் பட்டைகளின் கூட்டு ஒவ்வொன்றுடனும் பெற்ற ஆர்முடுகலானது முதற் பரிசோதனையில் நாம் பயன்படுத்திய தூலிக்குப் பெற்ற ஒத்த பெறுமதிகளிலும் சிறியதாகத் தோற்றும். தூலியில் ஒன்று சேர்க்கும் பல்வேறு பொருள்களுக்கேற்ப ஆர்முடுகல் மாறுவதாகத் தோற்றுக்கிறது. முதலிரண்டு தூலிகளையும் ஒருமிக்கப் பயன்படுத்தினால் ஆர்முடுகல் என்னவாக இருக்கும்? இரு தூலிகளையும் நுனிக்கு நுனி இணைத்து இக்கூட்டை ஒரு தனித் தூலியாக நகர்த்தலாம், அல்லது ஒரு தூலியை மற்றதன்மீது ஏற்றி நகர்த்தலாம்; ஏனெனில் இத்தகைய கூட்டை இலகுவாக நகர்த்தலாம். நாம் இங்கு தூலியை ஓரளவிற்கு இரட்டிக்கிறோம்; அப்போது விசை மாற்றப்படாதிருப்பதனால் இங்கு பெறப்படும் ஆர்முடுகலானது ஒரு தனித் தூலிக்குப் பெறப்பட்ட பெறுமதியின் அரைவாசியாக இருக்குமென உணர்கிறோம். இது ஓர் ஊகம்; இதற்குக் காரணமாகவுள்ளது ஒரு சிறிய பொருளிலும் பார்க்க ஒரு பெரிய பொருளை நகர்த்தல் கடினமென்றும் பொது அனுபவமே.

முன்னர்ப் போன்று, இரண்டு, மூன்று, நான்கு, ஐந்து நற்பர்ப் பட்டைகளை ஒருமிக்க வைத்துப் பரிசோதனைகளை மறுபடியும் செய்க. விசையுடன் ஆர்முடுகலின் மாறலை மீண்டும் பரிசீலிக்க. விசைக்கு ஒத்ததாய் ஆர்முடுகலைக் குறித்துப் பெறப்படும் வரைபானது ஒரு நேர்கோட்டிலிருந்து பெரிதும் வேறுபடாதென இங்கும் காண்போம். ஆனால் இப்போது விசிதசமவியல்பு மாறிலியானது (ஒரு தூலிக் கான்) முன்னைய பெறுமதியின் ஏறத்தாழ அரைவாசியாகும். ஆர்முடுகல் f உம் நாம் பிரயோகிக்கும் விசை P யும் ஆயின்,

$f \propto P$. ஆகவே, $f = kP$; இங்கு k ஒரு மாறிலி. தனித் தூலி ஒவ்வொன்றுக்கும் அத்துடன் இரு தூலிகள் கொண்ட கூட்டுக்குமான வரைபுகள் காட்டும் தொடர்பை எடுத்துரைக்கும் சமன்பாடு இதவேயாகும். இரண்டாம் வகையிலுள்ள k யின் பெறுமதி முதல் வகையிலுள்ளதன் அரைவாசியெனக் காணப்பட்டுள்ளது.

இவ்வாறாக மாறுகின்ற மாறிலி (k) யின் சிறிப்பியல்பு என்ன? வெவ்வேறு பொருள்களாகிய தனித் தூலி, புத்தகங்கள்கலை வைக்கப்பட்ட அதே தூலி, இரண்டு தூலிகளின் கூட்டு ஆகியவற்றின்மீது ஒரே விசையைப் பிரயோகித்து வெவ்வேறான ஆர்முடுகல்களையே பெற்றோம். மாறிலி k ஆனது அப்பொருளின் யாதோவொரு குறித்த இயல்பின் அளவீடாகும் என்பது இதன் கருத்தாகாதா? இவ்வியல்பானது (இதனை எப்படியும் அழைக்கலாம்) ஒரு குறித்த பொருள்மீது ஒரு தந்த விசை உண்டாக்கும் ஆர்முடுகலின் பருமனைத் துணிவதாகத் தோற்று கிறது.

ஒரு விசை ஒரு பொருள் மீது தாக்கும் போது, ஓர் ஆர்முடுகல் உண்டாகுமென்பது தெளிவு. பிரயோகிக்கப்படும் விசையின் பருமனுக்கேற்ப இவ்வார்முடுகல் மாறுமென்பதும் தெளிவு. அப்பொருளின் ஒரு குறித்த இயல்பிற்கேற்பவும் ஆர்முடுகல் மாறுமென இப்போது கண்டுள்ளோம். $f = kP$ ஆகிய தொடர்பு எம்மை ஒரு புதிய கருதுகோளுக்கு இட்டுச்செல்கின்றது.

யாதோவொரு விதத்தில் இரு பொருள்கள் வேறுபடுவதாகத் தோற்றுக்கிறது. இவ்விதம்பற்றி நாம் இன்னும் அறியோம். இதுவே k யிலுள்ள வித்தியாசம். ஏற்கெனவே செய்த பரிசோதனைகளில் நாம் எதிர்நோக்கிய இவ்வியல்புக்கு ஒரு வரைவிலக்கணத்தை உருவாக்கக்கூடாதா? அதனையும் நாம் அளக்கக்கூடாதா? தூலியைப் பொறுத்தவளவில் மாறிலி k என்பது f/P யின் பெறுமதியாகும். ஏனெனில், அச்சமன்பாட்டை எமது வரைபுகளிலிருந்து $f = kP$ என்னும் வடிவிலே பெற்றோம்.

மேலும், சேர் ஐசாக் நியூற்றன் (1642-1727) என்பவர் விசைக்கும் ஆர்முடுகலுக்கும் இடையேயான விசிதசமவியல்பு மாறிலியை f/P யின் பெறுமதியல்லாமல் P/f இன் பெறுமதியென வரையறுத்தார். அதாவது, $f = kP$ யில் உள்ளவாறு மாறிலி k யைப் பயன்படுத்தாமல் அதன் நிகர்மாற்றைப் பயன்படுத்தினார். எனவே, இச்சமன்பாடு $f = (1/m) \cdot P$ என அமைகின்றது; இங்கு, $m = \frac{1}{k}$ ஆகவே, இப்போதுள்ள சமன்பாடு $P = mf$. அவர்

இம்மாறிலியைப் பொருளின் திணிவு என அழைத்தார். அவர் எமக்கு அளித்த புதிய எண்ணக்கரு திணிவு என்பதாகும். ஒரு பொருளின் திணிவு என்பது, விசை P யிற்கும் பொருள் மீது P தாக்கும் போது உண்டாகும் ஆர்முடுகல் f இற்குமுள்ள மாறாதவீதமாகும்.*

நாம் $f = kP$ என்னும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி, புதிய எண்ணக்கருவாகிய திணிவுமாறிலி k யை வரையறுத்திருக்கலாமென நீங்கள் நினைக்கிறீர்களா?

$1/k$ யைப் பொருளின் திணிவென அழைக்கும்போது நாம் வெறுமனே ஒரு வழக்கைப் பின்பற்றுகிறோமா? (நீங்கள் பின்னைய கட்டமொன்றில் இக்கருத்துக்களை நயக்கும் நிலையில் இருப்பீர்கள்.) ஒரு பொருளின்மீது ஒரு குறித்த விசை

தாக்கும்போது உண்டாக்கும் ஆர்முடுகலைத் துணியும் காரணி அப்பொருளின் திணிவே யாகும். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டே நாம் உதாரணமாக ஒரு கல்லின் திணிவு இன்னொன்றினதிலும் பெரியதென முடிபுசெய்கிறோம். m_1, m_2 என்பன அவற்றின் திணிவுகளும், f_1, f_2 என்பன அப்பொருள்கள் மீது அதே விசை P உண்டாக்கும் ஆர்முடுகல்களும் ஆயின், $P = m_1 f_1 = m_2 f_2$ என்பனவே சமன்பாடுகளாகும். ஆகவே $m_1/m_2 = f_2/f_1$. $f_2 > f_1$ எனின், $m_1 > m_2$.

ஓர் ஆர்முடுகலுடன் ஒரு பொருள் இயங்குமாறு செய்வது யாது? இவ்வார்முடுகலின் பருமனை எது துணிகின்றது?

குறித்த தூரலிகள் மீது பல்வேறு விசைகள் உண்டாக்கிய ஆர்முடுகல்களை அளத்தற்கு நடைபெற்ற பரிசோதனைகளின் விளைவாக ஒரு பொருளின் திணிவு எனப்படும் எண்ணக்கருவைப் பெற முடிந்தது. ஒரு குறித்த றப்பர்ப் பட்டையின் நீட்சிசார்பாக எதேச்சையாய் வரையறுத்தவொரு விசையலகைப் பயன்படுத்தி, தொடர்புபட்ட பருமன்கள் கொண்ட

விசைகளைப் பிரயோகித்தோம். முதலாம் றப்பர்ப் பட்டையுடன் ஒவ்வாத றப்பர்ப் பட்டைகளை நாம் பயன்படுத்தின், ஒரு குறித்த பொருளுக்கு அதே மாறிலி பெறப்படுமா?

P யிற்கு எதிரே f இன் வரையானது திணிவு (மாறிலி) m இன் எண் பெறுமதியைத் தரும். இன்னொரு றப்பர்ப் பட்டையைக் குறித்து அலகு விசையை வரையறுத்து இதனையும் இதனையொத்த வேறு றப்பர்ப் பட்டைகளையும் பயன்படுத்தி விசைகளைப் பிரயோகிக்கும்போது பொருளின்மீது உண்டாக்கப்படும் ஆர்முடுகல்கள் புதிய அலகுகளில் எடுத்துரைக்கப்படும் விசைகளுக்கு விசைசமமாயிருக்கும். விசைகள் 1, 2, 3, 4, 5 அலகுகளெனின், ஆர்முடுகல்கள் $f^1, 2f^1, 3f^1, 4f^1, 5f^1$ முதலியனவாகும்; ஆனால் இவை முன்னர் பெற்ற f, 2f, 3f, முதலான பெறுமதிகளினின்றும் வித்தியாசப்படும். நாம் பயன்படுத்தும் விசையலகிலே m இன் எண் பெறுமதி தங்கியிருக்கும் என்பது இதன் கருத்தாகாதா?

ஆர்முடுகல் அலகிலே m இன் எண் பெறுமதி தங்கியிருக்குமா? ஆர்முடுகல் அலகானது மீ.கி.செ. தொகுதியில் 1 மீ. செக்.⁻² உம், ச.கி.செ. தொகுதியில் 1 சமீ. செக்.⁻² உம், அ.இ.செ. தொகுதியில் 1 அடி செக்.⁻² உம் ஆகும். மீ.செக்.⁻² இல் அளக்கப்படும் ஆர்முடுகலை சமீ.செக்.⁻² அல்லது அடி செக்.⁻² ஆக மாற்றும்போது வெவ்வேறு இலக்கங்களாக மாறும். ஆகவே m இன் எண் பெறுமதியானது ஆர்முடுகல் அலகுகளிலும் தங்கியிருக்கும்.

றப்பர்ப் பட்டைகளின் நீட்சியின் தொடர்பில் நாம் வரையறுத்துள்ள எதேச்சை அலகுகளுக்குப்பதிலாக விசையின் ஒருதனி (முறைமை) அலகொன்றை நாம் வரையறுக்கக்கூடாதா? $P = mf$ என்னும் சமன்பாட்டைக் கவனிப்பின், f என்னும் கணியத்தை மட்டுமே வரையறுத்த அலகுகளில் எடுத்துரைக்கலாமெனக் காண்போம். உதாரணமாக, 1 மீ. செக்.⁻² என்பது ஓர் ஆர்முடுகல் அலகாகும். இங்கு,

* இம்மாறிலிபற்றி நியூதற்கன் ஆரம்பத்திலேயே உணர்ந்திருந்தார். பொருளொன்றின் விசைக்கும் ஆர்முடுகலுக்குமுள்ள விசைமலியல்பு மாறிலி அப்பொருளின் ஒரு நிறப்பியல்பென அவர் அறிந்திருந்தார். ஆனால், விசைக்கும் ஆர்முடுகலுக்குமுள்ள தொடர்பிலிருந்து திணிவு பற்றிய எண்ணக்கருவை விளக்கு முன் அவர் அதனைப் பொருளின் திணிவென அழைத்தார். எனினும் இயக்க விதிகளை எடுத்துரைக்கும், போது இவை இரண்டுக்குமுள்ள வித்தியாசத்தை அறிந்து கொண்டார்.

விசையை அளத்தற்கான ஓர் அலகை வரையறுப்பதே எமது நோக்கு. நாம் விசையை அளத்தற்கான அலகை முதலில் வரையறுப்போமெனின், $P = mf$ ஆகிய சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி இதனைச் செய்யலாம். இதேமாதிரியாக, விசையலகை வரையறுத்ததும் திணிவலகைப் பெறலாம். திணிவலகை முதலில் வரையறுப்பதா, விசையலகை முதலில் வரையறுப்பதா என்பது இப்போதுள்ள பிரச்சினை.

இவை இரண்டிலும் ஒரு பொருளின் திணிவானது ஒரு சாராக் கணியமாகவுள்ளது. ஆகவே, திணிவை அளத்தற்கான அலகை முதலில் ஏற்படுத்த வேற்செல்வோம். ஒரு நியமப் பொருளை வரையறுத்து, திணிவை அளத்தற்கான அலகாக அதன் திணிவைப் பயன்படுத்துவது இதனைச் செய்வதற்கான ஒரு வழி. இம்முறையானது ஒரு குறித்த பொருளின் திணிவை அலகாகப் பெயரிடுவதாகும். இங்கு நாம் பயன்படுத்தும் அலகானது பினாற்றினம் இரிதியக்கட்டி. யொன்றின் திணிவாகிய ஒரு கிலோகிராம் ஆகும். இது நியமப் பணியகத்திற்குப் பாதுகாத்து வைக்கப்பட்டுள்ளது.

நியமத் திணிவு கொண்டவொரு பொருள் மீது P எதேச்சை அலகுகள் உள்ள ஒரு விசை தாக்கும்போது ஆர்முடுகல் f_1 m செக்.⁻² ஐ உண்டாக்குவதாகக் கொள்வோம். திணிவு (m) துணியப்பட்ட வேண்டிய ஒரு பொருள்மீது அதே விசை தாக்கும்போது ஆர்முடுகல் f_2 m செக்.⁻² ஐ உண்டாக்குகிறதென்க. இதனின்றும்

$$P = 1 \times f_1,$$

$$P = m \times f_2$$

ஆகிய சமன்பாடுகள் வெறப்படுகின்றன. ஆகவே,

$$mf_2 = 1 \times f_1,$$

$$\therefore m = f_1/f_2 \times 1 \text{ கி.கி.}$$

மேலே, விசை மாறுபடுபடுகிறதென்க கொண்டு ஒத்த ஆர்முடுகல்களை அளந்தோம். ஆர்முடுகலை அளத்தற்கென ஒரு முறை உள்ளது. ஆர்முடுகல்கள் அறியப்பட்டிருப்பின் திணிவை அறிந்து கொள்ளலாம். நாம் ஆர்முடுகலை மாறுபடுவைத்துக் கொண்டு, m இன் பெறுமதியைக் காண்பதற்கு விசை

ளுக்கு அளவீடுகளைப் பயன்படுத்தலாம். இங்கு பெறப்படும் சமன்பாடுகளாவன :

$$P_1 = 1 \times f,$$

$$P_2 = m \times f.$$

$$\therefore m = P_2/P_1 \times 1 \text{ கி.கி.}$$

நாம் விரும்பியவாறு எந்த விசை P_1 ஐயும் தேர்ந்தெடுத்து, 1 கி.கி. திணிவுள்ள பொருளின் ஆர்முடுகல் f ஐ அளக்கலாம். ஆனால் P_2 ஐக் காண்பது அவ்வளவு எளிதன்று. P_2 இன் சரியான பெறுமதியைக் காணுமுன், பல பரிட்சையகளைச் செய்வது அவசியமென உணர்கிறோம். சமன்பாடு $P = mf$ இலுள்ள பெருக்கம் mf ஆல் விசைகளை அளத்தல், விசைகளை அளத்தலால் திணிவுகளை அளத்தலிலும் எளிதெனக் காண்கிறோம். திணிவை அளத்தற்கான அலகினை முன்னர்ப் போன்று வரையறுக்க நாம் விரும்புவது நியாயமென இது காட்டுகின்றது.

புலியீர்ப்பு விசை

ஒரு பொருள் மீது புலி உன்றும் விசையானது பொருளின் திணிவிலும் அவ்விடத்திலுள்ள ஆர்முடுகல் g யின் பெறுமதியிலும் தங்கியிருக்கும். g மாறுதிருக்கும் போது, இவ்விசை (பொருளின் நிறையாவது பொருளின் திணிவுக்கு நேர்விசைமமாகும். m , 1 கி.கி. ஆகிய இரு திணிவுகளும் தமது நிறைகள் கொண்டுள்ள அதே விசைத்திலுள்ளனவெனக் காண்கிறோம். ஆகவே,

$$W_1 = 1 \times g \text{ யும் } W_2 = m \times g \text{ யும் ஆகும்.}$$

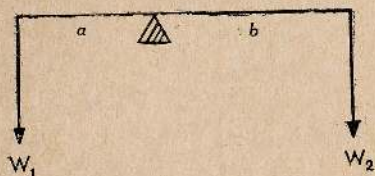
எனவே $m = \frac{W_2}{W_1} \times 1 \text{ கி.கி.}$

ஒரு பொருள் மீது ஈர்ப்பு இழுப்பு

விழும் பொருளொன்றின் ஆர்முடுகலை அளத்தற்குரிய ஒரு முறைபற்றி அத்தியாயம் 3 இற் படித்தோம். ஒரு விழும் பொருளின் ஆர்முடுகல்க்கான பரிசோதனைமுறைப் பெறுமதி ஏறத்தாழ 32 அடி செக்.⁻² அல்லது 10 மீற்றர் செக்.⁻² ஆகக் காணப்பட்டுள்ளது. இப்பெறுமதி வழக்கமாக g யாற் குறிக்கப்படும். ஒரு பொருள் ஓர் ஆர்முடுகலுடன் இயங்கின், அப்பொருளின் மீது சமன்செய்யப்படாத விசையொன்று தாக்க வேண்டுமென முன்னர்ப் படித்தோம். சுயாதீனமாய் விழ

கின்றவொரு பொருளின் மீது தாக்கும் சமன் செய்யப்படாத இவ்விசை என்னவென இப்போது அறிவீர்கள். சுயாதீனமாய் விழுகின்ற M திணிவுள்ளவொரு பொருளின் ஆர்முடுகலானது $P = Mg$ எனும் சமன்பாட்டால் தரப்படும். M கிலோகிராமினும், g மீற்றர் செக்⁻² இலும் அளக்கப்பட்டின், விசை நியூற்றனில் இருக்கும். Mg யானது விழும் பொருளின் ஈர்ப்பு விசையை எடுத்துரைக்கும்.

கி திணிவுள்ளவொரு விழும் தேங்காய் மீதான ஈர்ப்பு விசையை நியூற்றனில் உங்களாற் கணிக்க முடியுமா?



படம் 6.11

நாம் நிறைகளை நிறுத்தற்கு ஒரு கருவியைப் பரவலாகப் பயன்படுத்தியுள்ளோம். அது புயத் தராசம் அதன் திருந்திய வடிவமாகிய இரசாயனத் தராசமாகும். இத்தராசின் தத்துவமும் நெம்பின் தத்துவமும் ஒன்றே. ஒரு நெம்பின் நுனிகளிலே தொங்கவிட்ட W_1 , W_2 என்னும் நிறைகள் அதனை ஒரு கிடை நிலை யிலே சமநிலையிற் பேணுவதாகக் கொள்க (படம் 6.11). பொறுதியிலிருந்து இவ்விசைகளின் தூரங்கள் முறையே a , b என்றால்,

$$W_1 \times a = W_2 \times b.$$

தராசின் புயம் நெம்பாரும். அத்துடன் அதன் புயங்கள் பொதுவாக மிகக் குறுகியனவாக இருக்கும். ஆதலால், புயத்தின் நுனிகளிலே தொங்க விடப்படும் பொருள்களின் திணிவுகள் m_1 , m_2 எனின், நிறைகள் W_1 , W_2 என்பன முறையே m_1g , m_2g என்பவற்றால் தரப்படும். :

எனவே, சமன்பாடு பின்வருமாறு அமைகின்றது :

$$m_1g \times a = m_2g \times b,$$

$$\text{அல்லது } m_1 \times a = m_2 \times b.$$

$$a = b \text{ எனின்,}$$

$$m_1 = m_2 \text{ ஆகும்.}$$

g யிலே இம்முடிவு தங்கியிருப்பதில்லை. திணிவை அளத்தற்கு மிகவும் வசதியானவொரு முறையே இது தருகின்றது. இரசாயனத் தராசு மிகவும் திருத்தமாய் அளக்கும் கருவியெனப் பெயர்பெற்றது.

நாம் இப்போது திணிவை அளத்தற்கான அலகை வரையறுத்து, அதனை அளத்தல் பற்றி அறிந்துள்ளோம். இனி, விசையை அளத்தற்குரிய அலகினைப் பெறுவோம். இதனை எளிதாகப் பெறலாம். இங்கு, (பொருளுக்குத்) திணிவையும் அது பெறவுள்ள ஆர்முடுகலையும் குறித்துக்கூற வேண்டும். பின்னர், குறித்துக்கூறிய ஆர்முடுகலை உண்டாக்குதற்குக் குறித்துக்கூறிய திணிவுள்ள பொருள் மீது தாக்க வேண்டிய விசையே விசையலகாகின்றது. மீ. கி. செ. தொகுதியில் திணிவலகு கிலோகிராமும் ஆர்முடுகல் அலகு 1 மீற்றர் செக்⁻² உம் ஆகும். ஆகவே, அலகு விசை என்பது 1 கி. திணிவுள்ளவொரு பொருள் மீது தாக்கும் போது அதன்மீது 1 மீ. செக்⁻² ஆர்முடுகலை உண்டாக்கும் விசையாகும். இவ்வலகானது **நியூற்றர்** எனப்படும். (இதுவே தற்கால விஞ்ஞான அலகு.)

சில தேவைகளைப் பொறுத்து வேறுபல அலகுகளும் கையாளப்படுகின்றன. உதாரணமாக, இருத்தலி என்பது, 1 இருத்தல் திணிவுள்ளவொரு பொருள் மீது தாக்கும் போது அதன்மீது 1 அடி செக்⁻² ஆர்முடுகலை உண்டாக்கும் விசையாகும். **கைன்** என்பது முன்னைய மீற்றர்முறை அலகு (ச.கி.செ. அலகு). இது, 1 கி. திணிவுள்ளவொரு பொருள் மீது தாக்கும் போது அதன் மீது 1 சமீ. செக்⁻² ஆர்முடுகலை உண்டாக்கும் விசையாகும்.

பொதுவாகப் பயன்படும் ஓர் அலகு, 1 கி. திணிவுள்ள ஒரு பொருளின் நிறையாகும். இது 1 கி. நிறை எனப்படும். இது g நியூற்றனுக்குச் சமமாகும்; இங்கு, மீ. செக்⁻² இல் g எடுத்துரைக்கப்படுகிறது. இதேபோன்று 1 இரு. நிறை என்பது g இருத்தலி விசையாகும்; இங்கு, அடி. செக்⁻² இல் g எடுத்துரைக்கப்படுகிறது. g பொதுவாக 9.80 மீ. செக்⁻² அல்லது 32 அடி. செக்⁻² என எடுக்கப்படுகிறது. ஆனால், இடத்துக்கிடம் இப்பெறுமதி மாறும் என்பது நினைவில் வைத்துக்

கொள்ளத்தக்கது. இம்மாறல் பொதுவாகச் சிறியதாக இருக்கும்.

பயிற்சி :

1. 5 கி. திணிவுள்ளவொரு பொருள் மீது தாக்கி 6 மீ. செக். ⁻² ஆர்முடுகலை உண்டாக்கத்தக்க விசை யாது ?

(விடை : 30 நியூற்றன்.)

2. 3 கி. திணிவுள்ள ஒரு பொருள் மீது ஓர் 7·8 நியூற்றன் விசை தாக்கும்போது உண்டாகும் ஆர்முடுகல் யாது ?

(விடை : ஆர்முடுகல் = 2·6 மீ.செக். ⁻².)

$$[P = mf \text{ இலிருந்து } f = \frac{P}{m} =$$

$$\frac{7 \cdot 8 \text{ நியூற்றன்}}{3 \text{ கி.}} = 2 \cdot 6 \text{ மீ. செக். } ^{-2}.]$$

3. ஒரு குறித்த பொருள் மீது 7 நியூற்றன் விசையொன்று தாக்கி, 2 மீ. செக். ⁻² ஆர்முடுகலை உண்டாக்குகிறது. பொருளின் திணிவு யாது ?

$$P = mf,$$

$$P \quad 7 \text{ நியூற்றன்}$$

$$\therefore m = \frac{P}{f} = \frac{7}{2 \text{ மீ. செக். } ^{-2}} = 3 \cdot 5 \text{ கி.}$$

4. ஒரு நப்பர்ப் பட்டை (0·5 கி. நிறைக்கு அப்பாற் சமையேற்றப்படக் கூடாது), ஒரு "இரு. நிறை" என்பன தரப்பட்டின், 1 இரு (திணிவு) இல் எத்தனை கிராம் (திணிவு) உள்ளதென்பதை எவ்வாறு காண்பீர்கள் ? உங்கள் முறையை விவரிக்க. [இங்கு நீங்கள் மீற்றர் முறை நிறைப் பெட்டியைப் பயன்படுத்தலாம்.]

நாம் இதுவரை படித்தவற்றை இக்கட்டத் திலே சுருக்கிக் கூறுவோம். இது உண்மைகள் எல்லாவற்றையும் தெரிந்து கொள்ள உதவும்.

1. ஒரு பொருள் மீது தாக்குகின்றவொரு சமன்செய்யப்படாத விசையின் விளைவாக ஓர் இயக்கம் ஏற்படும் ; இவ் வியக்கம், மாறிலியானதும் விசை தாக்குகின்ற திசையில் உள்ளதுமான ஆர்முடுகலைக் கொண்டிருக்கும்.

2. (அ) ஒரே பொருளின் மீது புறப் பாய்த் தாக்குகின்ற வெவ்வேறு பருமன்களுள்ள விசைகள் சம மற்ற ஆர்முடுகலை உண்டாக்கும்.

(ஆ) ஆர்முடுகலானது விசைக்கு நேர் விசைசமம்.

3. (அ) வெவ்வேறு பொருள்கள் மீது ஒரே விசை தாக்குவதன் விளைவாகப் பொதுவாக வெவ்வேறு ஆர்முடுகல்கள் இருக்கும்.

(ஆ) விசைக்கும் ஆர்முடுகலுக்கும் இடையேயான தொடர்பு எம்மைத் திணிவு பற்றிய கருத்துக்கு இடஞ்ச் செல்கின்றது.

(இ) ஆர்முடுகலானது திணிவுக்கு நேர்மாறு விசைசமமாகும்.

(ஈ) கொள்மைப்படி சம விசைகளைப் பிரயோகித்து ஆர்முடுகலை அளந்து பொருள்களின் திணிவுகள் ஒப்பிடப்பட வேண்டியுள்ளன.

$$[P = m_1 f_1, P = m_2 f_2.]$$

$$\therefore m_1/m_2 = f_2/f_1.]$$

4. புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகல் மாறிலியாகவுள்ள சுற்றலில் ஒரு புயத் தரளின் தட்டுக்கள் இருத்தலால் அதனைக் கொண்டு பொருள்களின் திணிவுகளை ஒப்பிட (அல்லது அளக்க) முடியும்.

5. நியமத் திணிவு (1 கி.) இற்குச் சமமான திணிவு கொண்ட பொருள் மீதுள்ள புவியின் கவர்ச்சி விசையானது g நியூற்றனுக்குச் சமம் ; இங்கு, g என்பது மீ. செக். ⁻² இல் புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகல். g மாறுதலால் இதுவும் இடத்துக்கிடம் மாறுகிறது.

[1 கி. நிறை = g நியூற்றன் ; m கி. நிறை = mg நியூற்றன். பொருளின் நிறை W நியூற்றனெனின், அதன் திணிவு W/g கி. ஆகும்.]

6. (அ) m கி.கி. திணிவுள்ளவொரு பொருள் மீது P நியூற்றன் விசையொன்று தாக்கும்போது ஆர்முடுகல் P/m மீ. செக்.⁻² ஆகும்.

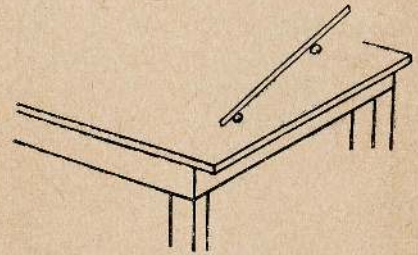
(ஆ) m கி.கி. திணிவுள்ளவொரு பொருளை m மீ. செக்.⁻² ஆர்முடுகலுடன் இயங்குமாறு செய்யத் தேவைப்படும் விசை mf நியூற்றன் ஆகும்.

எறிபொருள்கள் (அ-து. நிலைக்குத்தாக மேல்நோக்கி, அல்லது கிடையாக அல்லது கிடையுடன் ஒரு கோணத்தில் எறியப்படும் பொருள்கள்) இயக்கம் போன்ற இயக்கங்களும் பொதுவாக உள்ளன. இவை எமது ஆராய்ச்சியுடன் பெரிதும் தொடர்புபட்டுள்ளனவாகத் தோற்று கின்றன. ஒரு கோணத்தில் ஒரு கல்லை எறியும்போது அது வளைவான பாதையில் எப்பொழுதும் செல்வதைக் காண்பீர்கள். யாதா யினுமொரு கணத்தில் எறிபொருளின் வேகம் யாது? அதன் ஆர்முடுகல் என்ன? இங்கு, புலியீர்ப்பு விசை தாக்குவதனால் ஓர் ஆர்முடுகல் இருக்க வேண்டுமென நாம் எதிர்பார்க்கிறோம். விசை நிலைக்குத்தாகக் கீழ்நோக்கித் தாக்குவதனால் ஆர்முடுகல் நிலைக்குத்தாகக் கீழ்நோக்கி இருக்கும். ஆகவே ஒரு கிடை வேகத்துடனும் பூச்சிய நிலைக்குத்து வேகத்துடனும் புறப்படுகின்ற ஓர் எறிபொருள் ஓர் அதிகரிக்கும் நிலைக்குத்து வேகத்தைப் படிப்படியாக எய்தும். வலியின் தடையைத் தவிர வேறெந்தச் சமன்செய்யப்படாத கிடை விசையும் இல்லையாதலால் கிடை வேகம் மாறாதிருக்கும். இங்கு தற்போதைய பரிசீலனையைப் பொறுத்து வலியின் தடையை நாம் புறக்கணிக்கலாம்.

யாதாயினுமொரு கணத்தில் ஒன்று கிடையானதும் மற்றையது நிலைக்குத்தானதுமொன இரு வேகங்கள் எறிபொருளுக்கு இருக்கும் என்னும் உண்மையைக் கொண்டு நாம் பாதை வளைவாயிருத்தலை விளங்கிக் கொள்ள முடியுமா? இரு வேகங்களும் மாறாதிருப்பின் பாதை வளைவாயிருக்குமா? இயக்கங்கள் உடனிகழ்வதனால் பாதை வளைவாகின்றது என்பதைத் தவிர, கிடை இயக்கமும் நிலைக்குத்தியக்கமும் புறம்பாக நிகழ்கின்றனவெனத் தோற்று கிறது.

செயல். இதனைப் பரிசீலிப்பதற்கு இரு மாபிள்களை எடுத்து, ஒன்றைக் கிடையாகவும் மற்றையதை நிலைக்குத்தாகவும் ஒரே நேரத்தில் எறிக. மாபிள்களைப் படம் 6.12 இற் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு கிடை மேசையில் வைத்து, அவை ஒரே முறையில் மேசையை விட்டு அகலுமாறு எறிவது ஒரு முறை. மாபிள்களை மட்டு மட்டாய்த் தொடுமாறு அடிமட்டம்போன்றவொரு மரக் கீலத்தை வைத்து, கிட்டவுள்ள மாபிள்க் குறித்து அதனைச் சடுதியாகத் திருப்பித் தூரவுள்ள மாபிளை எறிவதொடு கிட்டவுள்ளதனை மட்டுமட்டாக விடுவிக்க. [உமது நண்பர் உங்களுக்கு உதவி செய்வதுடன், பல பரிட்சைகள் செய்க.]

எந்த மாபிள் நிலத்திலே முதலில் மோதும்? எந்த மாபிள் மேசைக்கு அப்பால் ஒரு கிடைத் தூரத்தில் விழும்?



படம் 6.12

ஒவ்வொரு மாபிளினதும் இயக்கத்தைப் புலியீர்ப்பு விசை எவ்வாறு பாதிப்பதாகத் தோன்றும்? (ஒரே மாதிரியான இரு நாணயங்களைக் கொண்டு இப்பரிசோதனையை நீங்கள் செய்து பார்க்கலாம்.)

இதே உண்மைகளை எடுத்துக் காட்ட வேறு பரிசோதனைகளை நீங்கள் உருவாக்குவீர்களா?

தூரலிப் பரிசோதனைகள் கொண்டு சமன்பாட்டை நிறுவியுள்ள போதிலும், பொதுவாகப் பெறத்தக்க சான்றுகள் யாவற்றுக்கு மிணங்க, $P = mf$ என்னும் சமன்பாடு எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களுக்கும் பொருந்துமென ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. எனினும், விசை P என்பது பொருள் மீது தாக்கும் விசைகள் அனைத்தினதும் விளையுனென்பதும், இவ்வினை

யுளையே நாம் சமன்செய்யப்படாத விசையென அழைக்கத் தேர்ந்தெடுத்தீர்களோம் என்பதும் ஞாயகத்தில் இருக்க வேண்டும். ஓய்வி லுள்ள ஒரு பொருளிடத்து ஆர்முடுகலேதும் இராதாகவே சமன்செய்யப்படாத விசை பூச்சிய மாகும். (உதாரணமாக, ஒரு கிடைப் பாதையில் ஒரு தூலி ஓடும் போது நிலைக்குத்து இயக்கமெதுவும் இராது. ஆகவே நிலைக்குத்துத் திசையிலே சமன்செய்யப்படாத விசையேதும் இராது.) ஆர்முடுகல் பூச்சியமாய் இருப்பது சமன்செய்யப்படாத விசையேதும் இல்லையென்பதைக் கருதுகிறதேயன்றி பொருள் ஓய்வி லுள்ள தென்பதைக் கருதுவதில்லை. பொருள் அத்திசையில் ஒரு மாறு வேகத்துடன் இயங்குவதாக இருக்கலாம். (ஒரு கிடை வேகத்தில் எறியப்படும் மார்பின் பற்றிச் சிந்திக்க.)

$P=Mi$ எனும் சமன்பாடானது நியூற்றனின் (இயக்கச்) சமன்பாடு எனப்படும்.

தொடர்ந்து படிக்கு முன்னர் நியூற்றனின் இயக்கச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்திப் பின்வரும் பிரச்சினைகளைச் செய்தல் உங்களுக்கு நன்மை பயக்கும் :

பயிற்சி

1. ஒரு கிடை மேசை மீதுள்ள 20 கி. திணிவு கொண்டவொரு பொருள் மீது 5 நியூற்றன் விசையுள் விசையொன்று தாக்குகின்றது. மேசையின் பரப்புக்கு இவ்விசை சமந் தரமெனின், பொருளின் ஆர் முடுகலைக் கணிக்க.
2. ஒரு மனிதன் 30 நியூற்றன் விசையை உடற்றி ஒரு பெட்டியை முரடான கிடை நிலத்திலே தள்ளுகின்றான். பெட்டிமீது உராய்வு 5 நியூற்றன் இழுப்பொன்றை உடற்றுகின்றது. பெட்டியின் திணிவு 30 கி. எனின்,

(i) பெட்டிமீதுள்ள ஆர்முடுகும் விசையையும்,

(ii) பெட்டியின் ஆர்முடுகலையும் கணிக்க.

3. 1 கி. திணிவுள்ளவொரு தூலி ஒரு கிடை மேசையிலே 2 மீற்றர் செக். ⁻² ஆர்முடுகலுடன் இயங்குகின்றது. தூலியின் ஆர்முடுகும் விசையை

- (i) நியூற்றனில்
- (ii) தைனில்
- (iii) இருத்தலியில்

கணிக்க. (1 இருத்தல் = 453.6 ரொம், 1 மீற்றர் = 3.28 அடி.)

4. பிரசினம் 3 ஐப் பயன்படுத்தி

- (i) எத்தனை தைன் ஒரு நியூற்றன் எனவும்,
- (ii) எத்தனை இருத்தலி ஒரு நியூற்றன் எனவும் காண்க.

உந்தம்

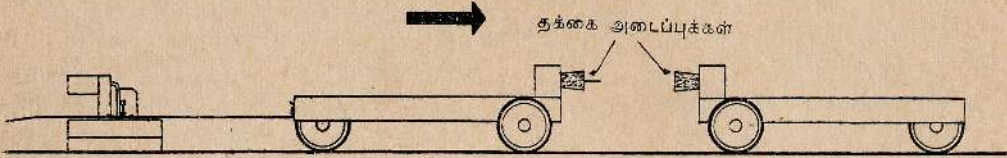
ஒரு கார் 10 மை/ம. வேகத்திற் செல்லக் கூடியது. இதே கார் 50 மை/ம. வேகத்திலும் செல்லக் கூடியது. அது இரண்டாம் சந்தர்ப்பத்தில் அதிக வேகத்திற் செல்வதாகக் கூறலாம். அச்சந்தர்ப்பத்தில் இயக்கத்தின் அளவு அதிகமெனவும் நாம் கூறலாம். ஒரு மோட்டர்ச் லைக்கிள், 30 மை/ம. வேகத்திற் செல்லும் ஒரு புனைவண்டியின் அதே வேகத்தை எய்த வல்லது. ஆனால் புனைவண்டியிலுள்ள “வேகத்தின் அளவானது” மோட்டர்ச் லைக்கிளிலுள்ள “இயக்கத்தின் அளவிலும்” அதிகமென நாம் கூறுகிறோம். இந்த “இயக்கத்தின் அளவு” என்பதன் கருத்தை விளக்கிக் கொள்வதற்குப் பின்வரும் செயலை நாம் செய்யலாம்.

செயல். ஒரு தூலியில் ஒரு தக்கையை யும் ஊரிகையையும், சம திணிவுள்ள இன்னொரு தூலியில் ஒரு தக்கையையும் இறுக்குக. திக்கொலி நாடாவொன்றின் ஒரு நுணியை முதலாம் தூலியுடன் தொடுத்து, நாடாவின் மற்றைய நுணியை ஓர் அதிரியினூடாகச் செல்லவிடுக. ஓர் ஒப்பமான கிடை மேசையின் நடுவிலே இரண்டாம் தூலியை வைக்க (படம் 6.13). அதிரியைத் தொழிற்படுத்தி, முதலாம் தூலியானது மேசை வழியாகச் செல்லுமாறு அதனை மெதுவாகத் தள்ளுக.

தூரலிகள் மோதும் போது, ஊசி நக் கையிலே பதிந்து, தூரலிகள் ஒன்று சேர்ந்து ஓடும் (படம் 6.14).

மோதுகைக்கு முன்னும் பின்னும் தூரலியின் வேகங்களை நாடாவிருந்து காணலாம். இங்கு, மோதுகைக்கு முன் ஓர்

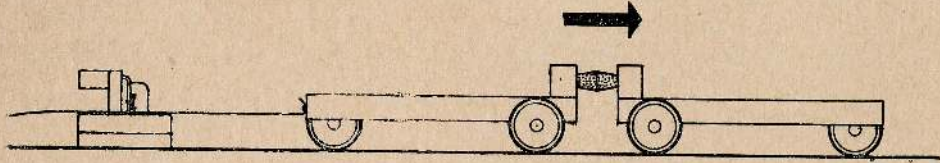
திக்கொலி நாடாவிருந்து உண்மையாய் எடுத்த அளவீடுகளைக்கொண்டு, மேலுள்ள அட்டவணியின் 2 ஆம், 5 ஆம் நிரல்களைப் பூரணப்படுத்துக. பின்னர் 3, ஆம் 6 ஆம் நிரல்களைப் பூரணப்படுத்துக. மூன்று சந்தர்ப்பங்களிலும், மோதுகைக்குப் பின்னும்



படம் 6.13

அலகுத் திணிவும் மோதுகைக்குப் பின் இரு அலகுத் திணிவுகளும் இயங்குகின்றன. தூரலியின் அதே திணிவுள்ள ஒரு செங்கல் துண்டை இரண்டாம் தூரலி

வேகத்தினதும் திணிவினதும் பெருக்கமானது மோதுகைக்கு முன்னுள்ள வேகத்தினதும் திணிவினதும் பெருக்கத்தைப் போன்று ஒரேயளவாக இருக்குமென மேலுள்ள



படம் 6.14

மீது வைத்து இப்பரிசோதனையை மீண்டும் செய்க. இப்பரிசோதனையில், மோதுகைக்குமுன் ஓர் அலகுத் திணிவும் மோதுகைக்குப்பின் இரு அலகுத் திணிவுகளும் இயங்குகின்றன.

அட்டவணியின் 3 ஆம், 6 ஆம் நிரல்கள் காட்டுகின்றன.

“திணிவு \times வேகம்” என்னும் இக்கணியத்தையே நாம் “இயக்கத்தின் அளவு” எனக் குறிப்பிட்டோம். இக்கணியம் சிறப்பாக, உந்

மோதுகைக்கு முன் திணிவு M_1	மோதுகைக்குச் சற்றுமுன் வேகம் V_1	$M_1 V_1$	மோதுகைக்குப் பின் திணிவு M_2	மோதுகைக்குச் சற்றுப்பின் வேகம் V_2	$M_2 V_2$
1			2		
1			3		
1			4		

தம் எனப்படும். மேலுள்ள பரிசோதனையில், $M \times V$ என்னும் கணியம் காப்பிடப்பட்டுள்ளதாக உணர்வீர். அதாவது, ஒரு பொருளிலுள்ள இயக்கக் கணியம் அல்லது உந்தம், இயங்கும் பொருளின் திணிவினதும் வேகத்தினதும் பெருக்கத்தால் அளக்கப்படும்.

நியூற்றனின் இரண்டாம் விதியைக் கணித முறையாய் ஆராய்தல்

நியூற்றனின் இரண்டாம் இயக்க விதி பின் வருமாறு எடுத்துரைக்கப்படும் :

$$P = Mf \dots\dots\dots (i)$$

இங்கு, P என்பது தனியலகுகளில் அளக்கப்படும் விசையும், M என்பது திணிவும், f என்பது ஆர்முடுகளும் ஆகும்.

$$V = U + ft,$$

$$\text{அல்லது } f = \frac{V - U}{t} \dots\dots\dots (ii)$$

என அத்தியாயம் 3 இலே படித்துள்ளோம். இங்கு, U என்பது ஆரம்ப வேகமும், V என்பது நேரம் t யிலே எய்தப்பெறும் இறுதி வேகமும் ஆகும். ஆகவே, சமன்பாடு (i)

இலே f இற்குச் சமன்பாடு (ii) இலிருந்து பிரதியிட,

$$P = \frac{M(V - U)}{t},$$

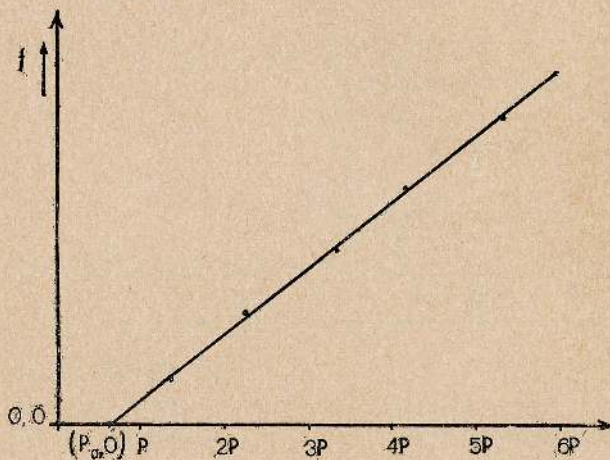
$$\text{அ-து. } P = \frac{MV - MU}{t} \dots\dots\dots (iii)$$

உந்தத்தின் வரைவிலக்கணத்திலிருந்து, $MV - MU$ என்பது நேரம் t யிலே பொருளின் உந்தத்திலுள்ள மாற்றமாகும். அதாவது, ஒரு பொருளின்மீது தாக்கி அதனை இயங்கச் செய்யும் விளையுள் விசையானது பொருளின் உந்த மாற்ற வீதத்துக்குச் சமமாகும் என நாம் கூறலாம். நியூற்றன் தமது இரண்டாம் இயக்க விதியை எடுத்துரைத்தது இவ்வாரம்ப வடிவத்திலேயேயாகும்.

மோதுகைக்கு முன், ஓர் அலகுத் திணிவும் மோதுகைக்குப் பின் நான்கு அலகு குத் திணிவுகளும் இயங்கக் கூடியதாக, இயங்காதிருக்கும் இன்னொரு செங்கல் துண்டை வைத்து இப்பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க. முடிபுகளைக் கீழ்க் காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக :

பயிற்சி 6

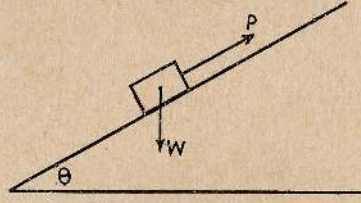
1. யாதாயினுமொரு குறித்த பொருள் மீது புவி ஒரு கவர்ச்சி விசையை உருற்றுகிறதென நாம் எவ்வாறு அறிகிறோம்? (உங்களுக்குத் தெரிந்த வழிகள் எல்லாவற்றையும் இங்கு தருக.)
2. “விசை என்பது ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை அல்லது ஒரு நேர்கோட்டில் அதன் சீரான இயக்கத்தை மாற்றுகிற அல்லது மாற்ற நாடுகிறதொன்றாகும்.” நீங்கள் இவ்வரைவிலக்கணத்தை ஏற்றுக்கொள்ளின், ஒரு (a) தேங்காய், (b) மேசைமீதுள்ள புத்தகம், (c) பறக்கும் விமானம், (d) கிறிக்கெற்றுப் பந்து மீது புவி ஒரு கவர்ச்சியை உருற்றுகிறதென்று நீங்கள் ஏற்றுக் கொள்வதற்கு என்ன சான்று உள்ளது?
3. உராய்வு விசையை நீங்கள் அறிந்துகொள்ள உதவுவது யாது?
4. ஒரு கிடை மேசைமீது ஒரு தூலியை ஓடவிட்டு, ஒரு திக்கொலி நாடாவில் அதன் இயக்கத்தின் பதிவு எடுக்கப்பட்டது. சர்வசமமான றப்பர்ப் பட்டைகளை ஒரே அளவுக்கு ஈர்த்து P, 2P, 3P, 4P, 5P, 6P ஆகிய மாறும் இழுப்புக்களை உருற்றச் செய்தபோது பெறப்பட்ட ஆர்முடுகல்கள் (f) வித்தியாசப்படுவதாகக் காணப்பட்டது. படம் 6.15 இலே தந்துள்ள வரைபு அவை வித்தியாசப்படுவதைக் காட்டுகிறது.



படம் 6.15

- (a) புள்ளி (0,0) இனூடாக வரைபு செல்லாமைக்குக் காரணம் யாது?
- (b) x-அச்சை வரைபு வெட்டும் இடத்தின் பெறுமதிகள் $(P_0, 0)$ இற்கு என்ன பொருண்மையைக் கொடுக்கலாம்?
- (c) P_0 எதனைக் குறிக்கின்றது?
- (d) நேர்கோட்டு வரைபிற்கு ஏற்றதொன்றாகப் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள கோட்டிலும் பார்க்க, P யிற்கும் 2P யிற்கும் இடைப்பட்ட ஒரு புள்ளியில் x-அச்சை வெட்டுகின்ற ஒரு நேர்கோட்டைத் தேர்ந்தெடுத்தல் நன்றல்லவா? இதற்குக் காரணங்கள் தருக.

5. 4 (d) யிற்கான உங்கள் விடை சரியாவென எவ்வாறு பார்ப்பீர்கள் ? இதற்கான ஒரு சோதனை, அல்லது பரிசோதனையைக் குறிப்பிடுக.
6. ஒரு சாய்தளத்தில் ஒரு பொருளானது அத்தள வழியே பிரயோகிக்கப்படும் ஒரு விசையால் மேல்நோக்கி இழுக்கப்படுவதைப் படம் 6.16 காட்டுகின்றது.



படம் 6.16

அப்பொருள் மீது தாக்குமின்ற விசைகள் அனைத்தையும் குறிக்க. தளத்திற்குச் சமாந்தரமாகத் தாக்கும் சமன்செய்யப்படாத விசை யாது ? பொருள் தளவழியே என்ன ஆர்முடுகலுடன் இயங்குகிறது ? அது (i) நிலைக்குத்து, (ii) கிடை வழியே ஆர்முடுகலெதனையும் கொண்டுள்ளதா ? கொண்டுள்ளதெனின், அவை யாவை ?

7. படம் 6.16 இலுள்ள தளம் மிகவும் ஒப்பமானதெனின், பொருள் சுயாதீனமாய் வழக்கக் கூடியதாகும் போது, அது தளத்தில் என்ன ஆர்முடுகலுடன் கீழ்நோக்கி வழக்கும் ?
8. 20 கி. நிறையுள்ள ஒரு சைக்கிளின் கதியானது 3 செக்கனிலே 10 மீ/செக் இலிருந்து 5 மீ/செக் ஆகக் குறைக்கப்படுகின்றது.
(i) தாக்கும் விசையின் பருமனையும்,
(ii) உந்த மாற்றத்தையும் கணிக்க.
[விடை: (i) 33.3 நி; (ii) 100 கி. மீ/செக்.]
9. 15 அந். நிறையானவொரு மோட்டர்க் காரின், 10 செக்கன் இடைவேளைகளில் எடுக்கப் பட்ட கதிமானி வாசிப்புக்கள் பின்வருமாறு :

நேரம் t (செக்.)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
கதிமானி வாசிப்பு V (மை./ம.)	0	5	10	15	15	15	15	15	15	5	0

t செக். இற்கு ஒத்ததாய் V மை./ம. அமைய ஒரு வரைபு வரைந்து, அதனைக்கொண்டு பின்வருவனவற்றைக் காண்க :

- (a) கார் சென்ற மொத்தத் தூரம், மைலில்
(b) முதல் 30 செக்கனில் காரின் ஆர்முடுகல், அடி/செக்² இல்
(c) இறுதி 20 செக்கனில் தடுப்புக்கள் உருற்றும் சராசரி விசை, இறுத்தலியில்.

[விடை : (a) 1050 மைல் ; (b) 0.73 அடி/செக்.² ; (c) 1848 இறுலி.]

10. 300 கிராம் திணிவுள்ள ஒரு தரலி ஒரு மீள்தன்மை றப்பப் பட்டையால் ஓர் ஒப்பமான கிடை மேசையிலே இழுக்கப்படுகின்றது. அது ஓய்விலிருந்து 4 செக்கனில் 1 மீற்றர் செல்கின்றது. தரலியின் ஆர்முடுகலையும் றப்பப் பட்டை அதன்மீது உருற்றும் விசை

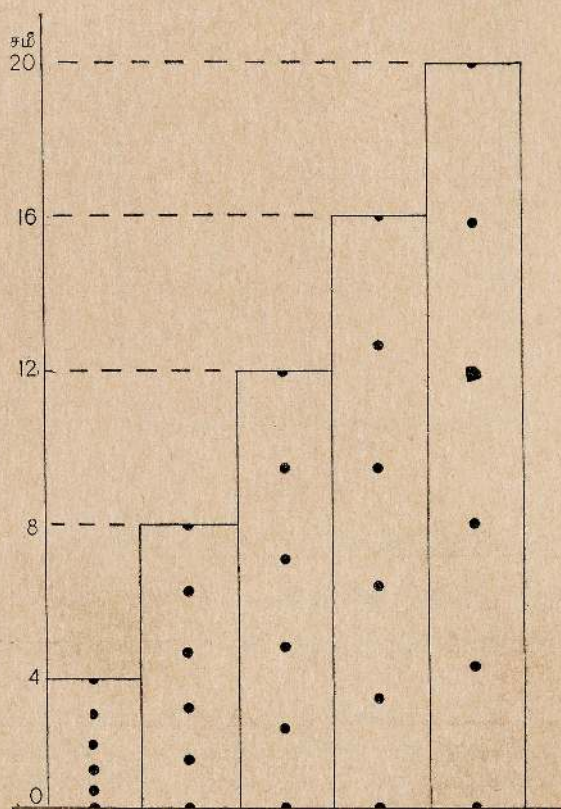
யையும் காண்க. முதலாம் துரலியின் அதே திணிவுள்ள இன்றொரு துரலி முதலாம் துரலியில் வைக்கப்பட்டு, இரு ஒத்த சமாந்தர மீள்தன்மை றப்பர்ப் பட்டைகளால் இழுக்கப்படுமாயின், ஆர்முடுகல் என்ன? (மீள்தன்மை றப்பர்ப் பட்டைகள் இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் ஒரே நீட்சியை உடையனவாய் இருக்குமாறு இழுக்கப்படுவதாகக் கொள்க.)

[விடை : (i) $1/8$ மீ/செக்.²; (ii) $3/80$ தி; (iii) $1/8$ மீ/செக்.².]

11. 30 கிகி. திணிவுள்ளவொரு பையன் 4 மீ/செக். என்னும் சீரான கதியிலே ஓடி, ஒரு கிடைத் தரையிலே சுயாதீனமாய் இயங்கத்தக்க, ஓர் இயங்காதிருக்கும் துரலிக்குட் குதித்து அதன்மீது நிற்கினான். துரலியின் திணிவு 10 கிகி. ஆகும். துரலி அதன்மீது பையன் நிற்க இயங்கும் கதியைக் கணிக்க.

[விடை : 3 மீ/செக்.]

12. ஒரு மாறா விசையுடன் இழுக்கப்படும் ஒரு துரலிக்கு அமைக்கப்பட்ட திக்கொலி நாடாக் கோட்டுப்படம் பின்வருமாறு :

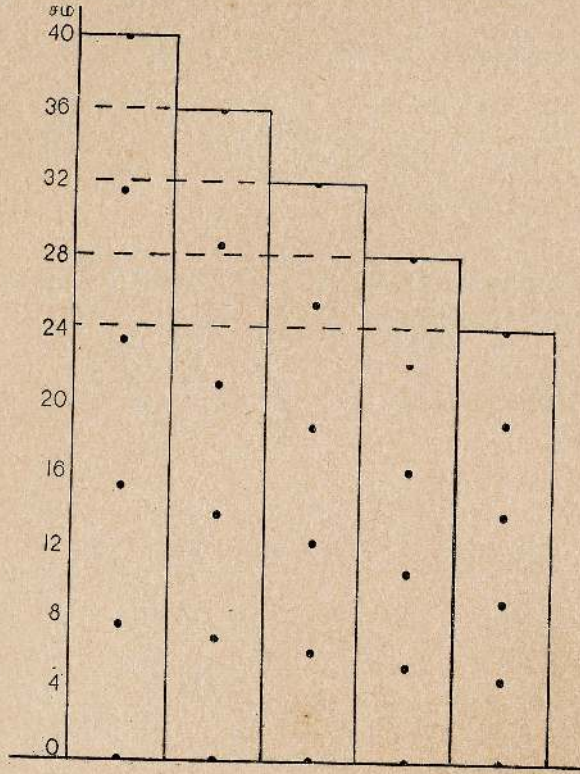


படம் 6.17

இத்துரலியின் திணிவு 1 கிகி. ஆயும் அதிரி செக்கொன்றில் 30 அதிர்வுகள் முடிப்ப தாயும் இருப்பின்,

- (i) துரலியின் ஆர்முடுகலை சமீ/செக்.². இலும்,
(ii) துரலியின் திணிவுள்ள ஆர்முடுகும் விசையை நியூற்றனிலும் கணிக்க.

13. 2 க்கி. நிறையானவொரு மரக் குற்றியுடன் ஒரு திக்கொலி நாடா தொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஓர் அதிரியினூடாக அந்நாடா செலுத்தப்பட்ட பின்னர் ஒரு கிடை மேசை வழியே குற்றியானது அடிக்கப்படுகின்றது. திக்கொலி நாடாக் கோட்டுப்படம் கீழ்க் காட்டியவாறு இருக்கும் :



மடம் 6.18

இந்த அதிரி செக்கனொன்றில் 50 அதிர்வுகளை ஆக்கின்,

- (i) மரக்குற்றி மீதுள்ள அமர்முடுகும் விசையின் பருமனையும்,
(ii) இவ்வமர்முடுகும் விசை எதன் விளைவானதென்பதையும் துணிக.
14. ஒரு 10 நியூற்றன் விளையுள் விசை x க்கி. திணிவொன்றிற்கு 10 மீ/செக்.² ஆர்முடுகலைக் கொடுக்கின்றது. அது y க்கி. திணிவொன்றிற்குப் பிரயோகிக்கப்படுகையில் 20 மீ/செக்.² ஆர்முடுகலைக் கொடுக்கின்றது. x உம் y யும் இணைக்கப்பட்டின், அதே விசை என்ன ஆர்முடுகலை உண்டாக்கும்? :

[விடை : 6 $\frac{2}{3}$ மீ/செக்.².]

15. 2 மீ/செக். கதியிற் செல்லும் ஒரு 1 க்கி. தூரலி, ஆரம்பத்தில் ஓய்விலிருக்கின்ற இன் னொரு 1 க்கி. தூரலியுடன் மோதி, அதனுடன் இணைகின்றது. அவை என்ன கதியிலே இயங்கும்?

[விடை 1 மீ/செக்.]

16. உயர்வுக்கதி எய்தப்படும் வரை ஒரு மாறு வீதத்தில் ஆர்முடுகத்தக்க ஒரு கார் உள்ள தெனக் கருதுக. அது 10 செகுகளில் 60 மை/ம. உயர்வுக் கதியை எய்தக் கூடிய தெனவும் சாரதி உட்பட அதன் நிறை 3,000 இறுத்தலெனவும் கூறுவோம். இக் காரில் (ஒன்னொருவரும் 150 இறுத்தல் நிறையான) 4 மேலதிக பயணிகள் இப்போது பயணஞ் செய்யின், அது 60 மை/ம. கதியை அடைய மேலும் எவ்வளவு நேரம் எடுக்கும்? இச்சந்தர்ப்பத்தில், கார் தன் உயர்வுக் கதியை எய்துமுன் மேலும் எவ்வளவு தூரம் செல்லும்?

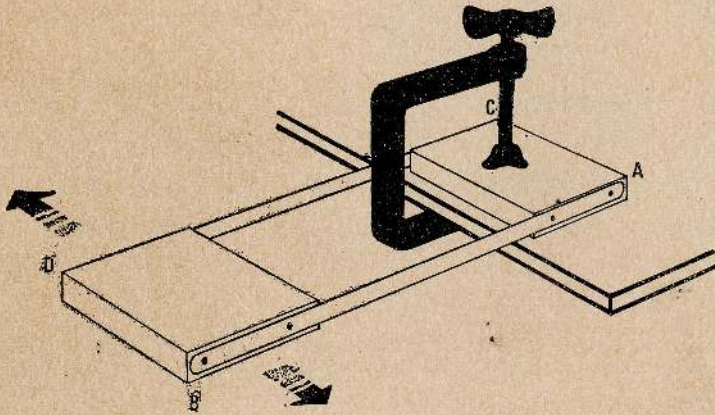
[விடை: 12 மீ/செக்; 528 அடி.]

17. பொருளொன்று அதன்மீது தாக்கும் முழு ஈர்ப்பு விசையும் பூச்சியமாகுமாறு உள்ள தானமொன்றிலே அகிலத்தில் இருப்பின், அப்பொருளின் நிறையென்ன? அப்பொருள் மீது யாதாயினுமொரு சமன்செய்யப்படாத விசையை உஞற்றின் அது மேலும் ஆர்முடுகாமல் இருக்குமா?

18. புவியின் இழுப்பு இல்லாத இடமொன்றிலே பொருளொன்றின் திணிவை அளக்க முடியுமா?

தந்தவொரு வில்லிலே A, B என்னும் இரு பொருள்கள் வெவ்வேறுகத் தொங்க வைப்பும்போது ஒரே நீட்சியை உண்டாக்கின், இரு பொருள்களும் ஒரே திணிவுள்ளவையென நாம் கூறலாம். இங்கு புவியின் இழுப்பினைத் திணிவின் ஓர் அளவையாகக் கருதியுள்ளோம். ஒரு பொருளைப் புவி ஈர்க்கும் இழுப்பு அப்பொருளின் நிறை என நாம் அறிவோம். மேற்கூறிய செயன்முறையில், பொருளொன்றின் நிறை அதன் திணிவிற்கு விதிகமென எடுத்துக்கொண்டுள்ளோம்.

புவியின் இழுப்பு இல்லாத இடங்களில் இம்முறைப்படி திணிவை அளத்தல் சாத்தியமன்று. புவியின் இழுப்புடன் சம்பந்தப்படாமலே திணிவை அளக்கும் இன்னொரு முறைபற்றி யோசிக்க முடியுமா? அத்தகையவொரு முறையை ஏற்படுத்தற்கு, வெவ்வேறு திணிவுகள் கொண்ட பொருள்கள் உண்டாக்கும், அளக்கத்தக்க வேறு விளைவுபற்றிச் சிந்திக்க வேண்டும். பின்வருவது, புவியின் இழுப்பிலே தொடர்பில்லாமல் திணிவினது ஒரு விளைவை அளப்பதெங்ஙனம் எனக் காட்டும் ஒரு பரிசோதனையாகும்:



படம் 6.19

படம் 6.19 இலே காட்டியுள்ள கருவியை இப்பரிசோதனைக்காகப் பயன்படுத்துவோம். இக்கருவியை அமைப்பதும் இலகு. AB, CD என்பன இரு வெட்டுவாள்கள். இவற்றின் அந்தங்களை, ஏறத்தாழ 4 அங். x 4 அங். அளவுகொண்ட இரு செவ்வக மரத்துண்டு

கனிலே திருகிலை இறுக்குக. இவ்வாறாக அமைக்கப்படும் கருவியானது விதிர்விதிர் பொறி எனப்படும். பரிசோதனையின் அடுத்த கட்டமாக, இப்பொழுது மரத் துண்டுகள் லொன்றை ஒரு மேசையின் விளிம்பில் இறுக்குக. மற்றையதை மேசைக்கு அப்பால் நீட்டியிருக்குமாறு விடுக. வெளியே நீட்டியிருக்கும் மரத் துண்டு ஒரு கிடைத் தளத்திலே சுயாதீனமாய் அலைவதற்குத் தகுது. நிறுத்தற் கடிக்காரத்தைக் கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை அலைவுகளுக்கு எடுக்கும் நேரத்தைக் கணக்கிடுதலால் அத்துண்டின் அலைவுக் காலத்தைத் துணியலாம். அலையும் மரத் துண்டின்மீது வெவ்வேறு பொருள்களை வைத்து ஒவ்வொன்றுக்கும் அலைவுக் காலத்தைத் துணிக. அலையும்போது அப்பொருள் நழுவாதவாறு அதனை மரத்துண்டுமீது வைத்தல் வேண்டும். பரிசோதனை செய்யும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் வெவ்வேறு அலைவுக் காலங்கள் பெறப்படக் காண்பீர்கள். விதிர்விதிர் பொறியின் அலையும் முனைபீது வைக்கப்பட்ட பொருளுக் கேற்ப அலைவுக்காலம் மாறுவதற்குத் தோன்றும். விதிர்விதிர் பொறியீது வைத்து வெவ்வேறான அலைவுகளை ஆக்கும்போது ஒரே அலைவுக் காலத்தைத் தருவன X, Y ஆகிய பொருள்களெனின், இப்பொருள்கள் இரண்டினதும் நிணீவுகள் சமமென கூறமுடியும். காலங்கள் சமமாக இராதபோது திணீவுகள் சமமல்லவெனக் கூறமுடியும்.

விதிர்விதிர் பொறியில் வைத்துள்ள பொருள் மீது தாக்கும் யாதுமொரு நிலைக்குத்து இழுப்பானது அதன் அலைவுக் காலத்தில் மாற்றம் ஏற்படுத்துமா? இதனை எங்கனம் பரிசீலிக்கலாம்? விதிர்விதிர் பொறி, இரும்பாலான பொருள்கள் சில, வலிய காந்தம் உதவியவற்றைப் பயன்படுத்தி, விதிர்விதிர் பொறியொன்றின் அலைவுக் காலத்தை நிலைக்குத்து இழுப்புப் பாதிக்கிறதாவென்பதைப் பரிசீலித்தற்கான பரிசோதனையொன்றை ஏற்படுத்த முடியுமல்லவா? இதனைச் செய்து பார்க்க.

விதிர்விதிர் பொறியீது வைத்த பொருளொன்றின் அலைவுக் காலத்தை நிலைக்குத்து இழுப்பொன்று பாதிப்பதில்லையென இத்தகைய பரிசோதனைகளிலிருந்து காணலாம். ஆகவே இவ்விதிர்விதிர் பொறியைப் பயன்படுத்தி நிணீவை அளக்கும் முறையொன்றைப் பெறலாமென எந்தவித சந்தேகமுமின்றிக் கருதமுடியும். இதற்கேற்ப விதிர்விதிர் பொறி யொன்றினதும் அதன்மீது உள்ள யாதுமொரு பொருளினதும் பொது அலைவுக் காலம் புவிமீதேனும் விண்வெளிக் கப்பலிலேனும் சமமென்பது தெளிவு.

விதிர்விதிர் பொறியின் தொழிற்பாட்டை ஈர்ப்புப் பாதிப்பதில்லையாதலின் அது ஈத்துவத் தராசு எனப்படும்.

19. கிடையான மேசையொன்றின்மேல் ஓய்விவிருக்கும் 50 கிராம் திணீவுள்ள ஒரு மரக் குற்றி ஒரு கிடையான விசையோடு ஒரு விற்றராசினில் இழுக்கப்பட்டது. விற்றராசு

- 15 கிராம் நிறையைக் காட்டியபோது குற்றி ஓய்விவிருந்தது எனவும்,
- 25 கிராம் நிறையைக் காட்டியபோது குற்றி மட்டாக இயங்க ஆரம்பித்தது எனவும்,
- 20 கிராம் நிறையைக் காட்டியபோது குற்றி மாறவேகத்துடன் இயங்கியது எனவும் அவதானிக்கப்பட்டது.

இம்முன்று சந்தர்ப்பங்களிலும் மேசைக்கும் குற்றிக்குமிடையே ஏற்படும் உராய்வு விசையைக் காண்க. விற்றராசு 30 கிராம் நிறையைக் காட்டும்போது குற்றியின் ஆர்முடுகலையும் காண்க.

$$(g = 980 \text{ சமீ/செக்.}^2)$$

[க.பொ.த. (சா.) டிசம்பர் 1967]

[விடை : (a) 15 கிராம் நிறை ; (b) 25 கிராம் நிறை ;

(c) 20 கிராம் நிறை ; ஆர்முடுகல் 196 சமீ/செக்.².]

நேர்ப் பாதைகள் வழியே செல்லும் பொருள்களின் இயக்கம் பற்றி மட்டுமே அத்தியாயம் 6 இல் ஆராய்ந்தோம். பொது அனுபவத்தில், நேர்ப் பாதைகள் வழியாக இயங்கும் பொருள்களிலும் பார்க்க வளைவுப் பாதைகள் வழியாக இயங்குவனவே அதிகம். காற்றில் எறியப்படும் ஒரு கல் பொதுவாக ஒரு வளைவுப் பாதையில் இயங்கும். மோட்டர்க் கார்கள் வளைவான தெருக்கள் வழியாகச் செல்லும். புவியைச் சுற்றி இயங்கும் சந்திரனும், செயற்கைக் கோள்களும், சூரியனைச் சுற்றி இயங்கும் கோள்களும் செல்வது ஏறத்தாழ வட்டமான பாதைகளிலேயாம். இவ்வண்ணம் வளைவான பாதைகளிற் செல்லும் பொருள்களின் இயக்கம் பற்றி இந்த அத்தியாயத்திலே பரிசீலிப்போம்.

கல் சுழற்றப்படுகையில், நூல் கையை இழுப்பதாக உணர்கிறோம். நூல் கல்லையும் இழுக்கின்றதா ?

உதாரணமாக, ஒரு நூலினைப் பொருளொன்றிலே கட்டி அதனைத் தூக்கும்போது, கைமீது நூல் ஓர் இழுப்பை உருற்றுவதுடன், அந்நூல் பொருளின்மீதும் ஓர் இழுப்பை உருற்றும்படி எமக்குத் தெரியும். ஆதலால், மேற்கண்டவாறு கல்லைச் சுழற்றுகையில், வட்டப் பாதை வழியே கல் இயங்கும் போது, கல்லை நூல் இழுக்கின்றதென நாம் எண்ண இடமுண்டு. கல் ஒரு வட்டத்தில் இயங்குதற்கு, அதன்மீது வட்டத்தின் மையத்தை நோக்கி ஒரு விசை தாக்க வேண்டுமென்ற கருதுகோளை நாம் மேற்கொள்ளலாம். இக்கருது



படம் 7.1

2 மீற்றர் நீளமுள்ள ஒரு நூலில் ஒரு கல்லைக் கட்டி, அது படம் 7.1 இலே காட்டியுள்ளவாறு ஒரு நுனியிற் பிடித்துச் சுழற்றுதல் மூலம் இதனை நாம் பரிசீலிப்போம்.

கோளைப் பரிசீலித்தல் எங்ஙனம் ? கல்லானது ஒரு வட்டத்திற் சுழல்கையில் யாதாயினுமொரு கட்டத்தில் நூலை விடுவோமாயின், இழுவையின் தாக்கம் அற்றுப் போனபின்னரும் கல்

தன் ஆரம்ப வட்டப் பாதையிலே தொடர்ந்து இயங்குமா? இப்பரிசோதனையைச் செய்து பார்ப்பீராயின், கல் தன் வட்ட இயக்கத்தைப் பேணமுடியாதெனக் காண்பீர். அதாவது, ஒரு பொருளை ஒரு வட்டப் பாதையில் இயங்கு மாறு பேணுதற்கு அதன்மீது வட்டத்தின் மையத்தை நோக்கிய ஒரு விசை தாக்க வேண் டும்.

புவியைச் சுற்றிச் சந்திரனின் இயக்கம்

இனி, புவியைச் சுற்றிச் சந்திரனின் இயக் கத்தை எடுத்து நோக்குவோம். மேற்கூறிய வாதத்திலிருந்து, சந்திரன் புவியைச் சுற்றி ஒரு வட்டப் பாதையிலே தொடர்ந்து இயங்கு வதற்கு அதன்மீது ஒரு விசை தாக்கவேண்டு மென நாம் அறிவோம். சந்திரனுக்கு அதன் வட்டப் பாதையைப் பேணுமாறு உதவும் விசை யாது? இவ்வினாவுக்கு விடையளித்தவர் நியூற்றனாவர். சந்திரன்மீது புவி ஓர் இழுப்பை உண்டுபண்ணுதெனவும் சந்திரனுக்கு அதன் வட்டப் பாதையைப் பேணுதலில் இவ்விழுப்பு உதவுகின்றதெனவும் அவர் கருதினார். இந்த இழுப்பானது புவியின் திணிவினதும் சந்திர னின் திணிவினதும் பெருக்கத்திற்கு நேர் விசைமெனவும், அவற்றினது இடைத்தூரத் தின் வர்க்கத்திற்கு நேர்மாறு விசைமென வும் முடிபு கொண்டார். இவ்விதியானது, **அகில சர்ப்பு விதி** எனப்படும். கணிதமுறையாக இதனைப் பின்வருமாறு எடுத்துரைக் கலாம் :

$$P \propto \frac{M_o \times M_m}{d^2};$$

இங்கு புவியின் திணிவு M_o , சந்திரனின் திணிவு M_m , அவற்றின் மையங்களிடையே யுள்ள தூரம் d . மேலுள்ள கோவையை

$$P = G \frac{M_o \times M_m}{d^2}$$

என்ற சமன்பாடாக எழுதலாம்; இதில் G ஒரு மாறிலி. இம்மாறிலியானது **அகில சர்ப்பு மாறிலி** எனப்படும். அகிலத்திலுள்ள பொருள் கள் அனைத்திற்கும் பொருந்தமாறு இவ்விதி யை விரிவுபடுத்தலாமென நியூற்றன் கண்டார். எந்தப் பொருளும் இவ்விதிக் கேற்ப மற்றைப் பொருள்களாற் கவரப்படுகின்றதென அவர் எடுத்துரைத்தார். முறையே M_A , M_B திணி

வுள்ள A , B என்னும் இரு பொருள்கள் d இடைத்தூரத்தில் இருப்பின், அவற்றினையே யேயுள்ள கவர்ச்சி விசை,

$$P = G \frac{M_A \times M_B}{d^2}$$

என்னும் சமன்பாட்டாலே தரப்படும். சூரியன் மையமாகக் கிரகங்கள் சுற்றுவது அவற்றிற் கிடையேயுள்ள சர்ப்பு விசையாலானதென நியூற்றன் இச்சமன்பாட்டின் மூலம் தெளிவு படுத்தினார்.

புவிக் கண்மையிலுள்ள பொருள் ஒன்றன் மீது புவியின் சர்ப்பு

புவிப் பரப்புக்கு மேலே h உயரத்தில் m திணிவுள்ளவொரு கல் வைக்கப்படுமென்ன், அது புவியை நோக்கி,

$$P = G \frac{M_o \times m}{(R_o + h)^2}$$

என்பதாலே தரப்படுகின்றவொர் இழுப்பாற் கவரப்படும்; இங்கு புவியின் ஆரை R_o .

புவிப் பரப்புக்கு மிக அண்மையில் இந்நக் கல் இருக்கின்றதென நாம் கருதின, R_o உடன் ஒப்பிட h ஐப் புறக்கணித்து, பின்வரு மாறு எழுதலாம் :

$$P = G \frac{M_o \times m}{R_o^2}$$

கல்லானது புவியை நோக்கிக் கவரப்படும் விசை இதுவேயாகும். புவிப் பரப்புக்கு அண்மையி லுள்ள புள்விகளில் ஒரு பொருளின் மீதான நிலைக்குத்து இழுப்பினை ஏற்கெனவே எடுத்து நோக்கியுள்ளோம். புவியீர்ப்பினாலான ஆர் முடுகல் g என்றால், திணிவு m மீது mg பருமன் கொண்டவொரு நிலைக்குத்து இழுப்பு தாக்குகின்றதென நாம் அறிவோம். யாதா யினுமொரு பொருள்மீது தாக்கும் இந் நிலைக்குத்து இழுப்பும் புவியை நோக்கி அப் பொருளை சர்க்கும் விசையும் சமமாதலின், புவிப்பரப்புக்குக் கிட்டவுள்ள புள்விகளிலே

$$mg = G \frac{M_o \times m}{R_o^2},$$

$$\text{அ-து, } g = G \frac{M_o}{R_o^2} \dots \dots \dots (i)$$

என நாம் எழுதலாம்; இங்கு G யும் M_o யும் மாறிலிகள். ஆதலால், g ஆனது R_o^2 உடன்

நேர்மாறாக மாறுவதாகத் தோற்றுக்கின்றது. புவி ஒரு பூரண கோளானதென நாம் அறிவோம். அதன் மத்தியகோட்டு ஆரை, முனை வாரையிலும் பெரியது. ஆகவே, மேற்கூறிய கோவையிலிருந்து, மத்தியகோட்டிலே புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகலானது, முனைவுகளிலே புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகலிலும் குறைவென நாம் எதிர்பாரக்கலாம். புவிப் பரப்பிலுள்ள சில இடங்களில் புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகலின் பரிசோதனைமுறைப் பெறுமதி கீழ்ப் பின்வரும் அட்டவணை தருகின்றது :

இடம்	அகலங்கு	ஆர்முடுகல் (மீற்றர்/ செக. ²)
மத்தியகோடு	0°	9.780
கொழும்பு	7° வ	9.781
கல்கத்தா	22° 33' வ	9.788
நியூ யோக்கு	40° 48' வ	9.803
லண்டன்	51° 25' வ	9.812
லெனின்கிராட்டு	59° 57' வ	9.819
வட துருவம்	90° 0' வ	9.832
கேப்ரவுன்	33° 56' தெ	9.796
மெல்பன்	39° 50' தெ	9.800

சந்திரனிலே புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகல்த் துணிதற்குச் சமன்பாடு (i) பிரயோகிக்கப்படலாம். சந்திரனில் புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகல் g' எனின்,

$$g' = G \frac{M_m}{R_m^2} \dots\dots\dots(ii)$$

இங்கு, a கில சர்ப்பு மாறிலி G , சந்திரனின் திணிவு M_m , சந்திரனின் சராசரி ஆரை R_m .

சந்திரனில் ஒரு பொருளின் நிறை.

யாதொரு பொருளின் திணிவு m இருத்தலெனின், புவியில் அதன் நிறை mg இருத்தலி என நாம் அறிவோம். இங்கு g என்பது புவியீர்ப்பின் ஆர்முடுகலாகும், சந்திரனில் சர்ப்பு ஆர்முடுகல் g'

என்றால், அங்கு பொருளின் நிறை mg' இருத்தலி ஆகும். g' இன் பெறுமதி அறியப்பட்டிருப்பின் சந்திரனில் பொருளின் நிறையை நாம் அறியமுடியும்.

நாம் ஏலவே பெற்ற

$$g = G \frac{M_e}{R_e^2},$$

$$g' = G \frac{M_m}{R_m^2}$$

ஆகிய சமன்பாடுகள் இரண்டிலுமிருந்து

$$\frac{g'}{g} = \frac{M_m}{R_m^2} \times \frac{R_e^2}{M_e} \text{ எனப் பெறு}$$

வோம். ஆதலின், சந்திரனில்

$$g' = \frac{M_m}{R_m^2} \times \frac{R_e^2}{M_e} \times g \text{ ஆகும்.}$$

ஆர்முடுகல் இப்படியாக g' ஐ g யில் பெறுவதனால் சந்திரனில் ஒரு பொருளின் நிறையைத்துணிய முடியும்.

12 அந். திணிவுள்ள ஒரு பொருளின் நிறையைச் சந்திரனின் பரப்பின் மீது என்னவாக இருக்குமெனக் காண்போம்.

($R_e = 3960$ மைல், $R_m = 1081$ மைல்,

$$\frac{M_e}{M_m} = 81.4, g = 32)$$

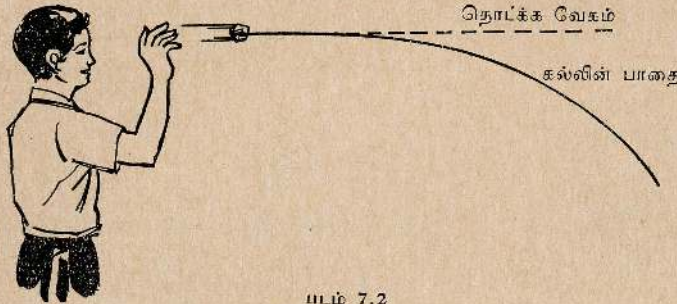
$$\begin{aligned} g' &= \frac{M_m}{M_e} \times \frac{R_e^2}{R_m^2} \times g \\ &= \frac{1}{81.4} \times \frac{3960^2}{1081^2} \times 32 \\ &= 5.3 \text{ அடி/செக.}^2. \end{aligned}$$

ஆகவே, சந்திரனில் பொருளின் நிறை

$$\begin{aligned} mg' &= 12 \times 112 \times 5.3 \text{ இருத்தலி} \\ &= 7123 \text{ இருத்தலி.} \end{aligned}$$

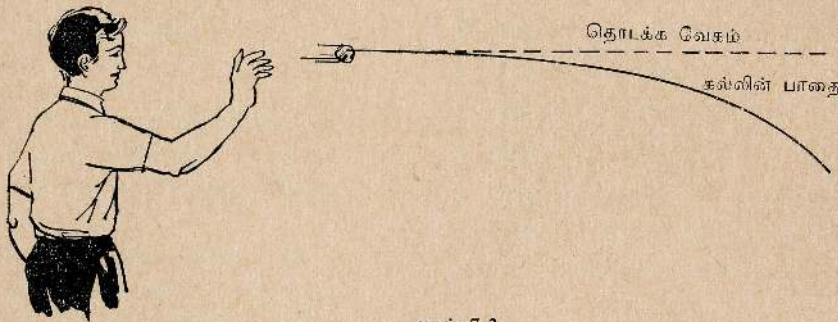
உபகோள் இயக்கம்

கிடையாக எறியப்படும் கல்லொன்று கிடையாய்ச் செல்லாமல் ஒரு பரவளைவிற் சென்று நிலத்தை அடைகிறதென நாம் அறிவோம் (படம் 7.2).



படம் 7.2

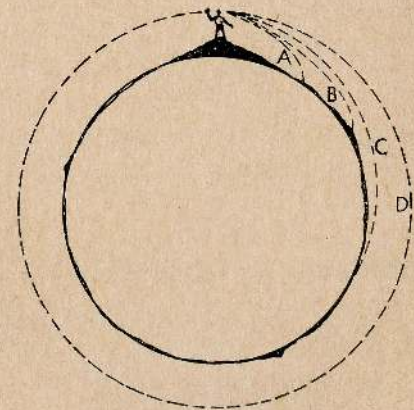
கல்லை விரைவு கூட்டியெறிந்தால் அது இன்னுந் தொலைவிலே நிலத்தை அடையும் (7.3).



படம் 7.3

ஒரு மலையின் உச்சியில் நிற்குமொரு மனிதன் கல் எறிதலைக் கற்பனை செய்க. அவன் அந்தக் கல்லைக் கிடையாக எறிவானாயின், கல்லானது படம் 7.4 இலே காட்டியவாறு, வெவ்வேறு வேகங்களுக்கு வெவ்வேறு பாதைகளிலே செல்லும்.

இது நியூற்றன் செய்த ஒரு “சிந்தனைப் பரிசோதனை”. ஒரு மலையின் உச்சியிலிருந்து வெவ்வேறு வேகங்களில் எறியப்படும் கற்கள் ஆரம்ப வேகத்தைப் பொறுத்து, தரையிலே வெவ்வேறு புள்ளிகளில் படுமென்றால், போதிய வேகத்துடன் எறியப்படுகின்ற ஒரு கல்லானது தரையை அடையாமல் புவியைச் சுற்றி வட்டவட்டைச் சாத்தியமென அவர் கருதினார் (படம் 7.4). நியூற்றனின் இந்தச் சிந்தனைப் பரிசோதனை இப்போது உண்மையாகி



படம் 7.4

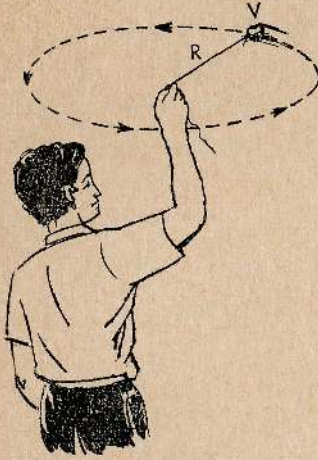
யுள்ளது. இக்காலத்திலே புவியைச் சுற்றி உபகோள்கள் செல்வதைப் பற்றிக் கோள்விப்படுகின்றோம். இரஷ்யர்கள் 1957 ஆம் ஆண்டு ஒக்டோபர் 4-ஆந் தேதியன்று முதலாம் உபகோளை (ஸ்புட்னிக் 1) விண்வெளிக்குச் செலுத்தினர். இவ்வுபகோள்கள் ரெக்கெற்றுகளிலே கொண்டு செல்லப்பட்டு, புனிப்பாப்புக்குமேல் உயர்ந்த இடங்களிலிருந்து, பெரு வேகங்களில் வீசப்படுகின்றன. (இது, விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தில் சிந்தனைப் பரிசோதனையின் பங்கை எடுத்துக் காட்டுகின்றது.)

வட்டத்தில் இயக்கம்

இந்த அத்தியாயத்தின் தொடக்கத்திலே விவரிக்கப்பட்டும் நூலையும் கல்லையும் கொண்டு செய்யப்படுவதுமான பரிசோதனையை

விரிவாக்கி வட்ட இயக்கம் பற்றிய மேலதிக விபரங்களைத் திரட்டலாம்.

உதாரணமாக, கல்லீல மிகவும் விரைவாகச் சுழற்றின் (படம் 7.5), கையில் அரையலிக்கும் இழுப்பைப் பற்றி என்ன கூறலாம்?

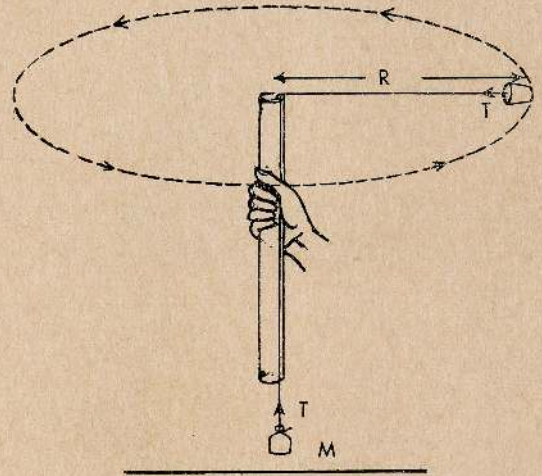


படம் 7.5

இதனைச் செய்து பார்ப்பீராயின், கல்லீலை கதி அதிகரிக்க இழுப்பும் அதிகரிக்குமென்பதை நீர் உணர்வீர். கதிக்கும் இழுப்புக்கு மிடையே தொடர்பெதுவும் உள்ளதா என்பதைப் பரிசீலித்தற்கு இவற்றை அளக்கக் கூடியதாக இப்பரிசோதனையைத் திருத்தியமைத்தல் கூடுமா? செக்கனென்றிலுள்ள சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கையானது கல்லீலின் கதியைத் தரும். இந்த எண்ணிக்கையை எளிதாக அளவிடலாம். உமது நண்பரொருவனின் துணைகொண்டு, ஏறத்தாழ 20 சுழற்சிகளுக்கு எடுக்கும் மொத்த நேரத்தை ஒரு நிறுத்தற் சரிகாரத்தினால் காணலாம். இதனின்றும், செக்கனென்றிலுள்ள சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கையைத் துணியலாம். இந்த எண்ணிக்கையை வட்டத்தின் பரிதியாற் பெருக்கி, பொருளின் சுழற்சி வேகம் பெறப்படும். இனி, இழுப்பை எவ்வாறு அளப்பது? இப்பரிசோதனைக்காக நாம் நூலைப் பயன்படுத்துகின்றமையால் கல்லீலின் மீதுள்ள இழுப்பு நூலின் இழுவையேயாகும். ஒரு நூலிலிருந்து ஒரு நிறையைத் தொங்கலிடின், அந்நூலிலுள்ள இழுவை இந்நிறைக்குச் சமமென்று நாம் அறிவோம். நூல்நிலைக்குத்தாக இருக்கும்போதே இது இவ்வாறிருக்கும். உம்மைச் சுற்றிக் கல்

லீலைச் சுழற்றும் நூலின் இழுவையை அளத்தற்கு நாம் இக்கருத்தைப் பயன்படுத்தக் கூடுமா? படம் 7.6 இலுள்ள ஒழுங்கினைக் கொண்டு இதனை ஆராயலாம்.

ஏறத்தாழ 10 அங். நீளமுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழாயின் இரு அந்தங்களும் தீயிலே மெருகிடப்படுகின்றன. இப்பொழுது கண்ணாடிக் குழாய்ப்பாக ஒரு நூலை இறுக்கமாகச் செலுத்துக. ஆய்கூடத்திலே தேர்ந்தெடுத்த ஒரு றப்பர் அடைப்பானே சுழலும் பொருளாகும். நூலை நூலின் ஒரு துனியிலே இந்த அடைப்பான் இணைக்கப்படுகின்றது. நூலின் மற்ற நுனியிலிருந்து ஒரு தெரிந்த நிறை M தொங்க விடப்படுகின்றது. இப்போது கண்ணாடிக் குழாயை ஒரு சிறிய வட்டத்திலே சுழற்றுவதன் மூலம் றப்பர் அடைப்பானைச் சுழற்றலாம். கையிலே நூலின் ஒரு துனியைப் பிடித்துக்கொண்டு கல்லீலச் சுழற்றிய முன்நிலை பரிசோதனையிலே தூரம் R ஆனது நிலையாய்ப் பேணப்பட்டது. ஆனால் இப்போது நூலின் சுழலும் பாகத்தின் நீளம் வேறுபடக்கூடுமாதலால் ஆரம்பப் பரிசோதனையிற் போல நூலில் நீளம் R ஐ



படம் 7.6

மாறாமல் வைத்துக்கொண்டு, இழுவைக்கும் கதிக்கும்மிடையே தொடர்புமே உள்ளதா வெண்ப் பார்த்து. நூலிலே ஒரு மைக் குறியிட்ட, சுழற்சியின்போது கண்ணாடிக் குழாயின் மேல் விளிம்பிலே இக்குறி அமைபுமாறு பிடிப்ப

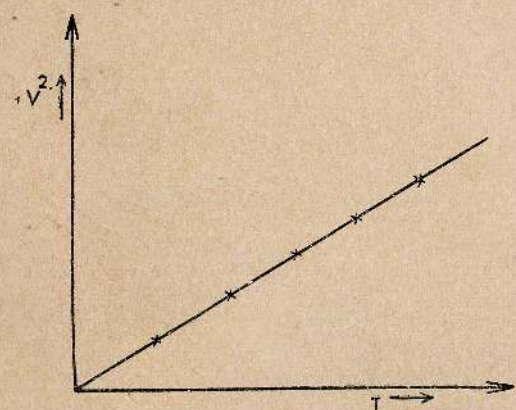
தன மூலம் இதனைச் செய்யலாம். இழுவைக் கரும் கதிக்குமிடையேயான தொடர்பை ஆராய்தற்கும் R ஐ நிலைப்படுத்துவோம். 20 சுழற்சிகளை ஆற்றி முடிப்பதற்கு றப்பர் அடைப்பான் எடுக்கும் நேரத்தை ஒரு நோக்குனர் காணலாம். R மாறாமலிருக்க, M இன் ஆறு வெவ்வேறு பெறுமதிகளுக்கு இப்பரிசோதனை மையத் திருப்பிச் செய்து, கீழ்க் கண்டவாறு பெறுகளை அட்டவணைப்படுத்துக :

தொடர்பேதும் உள்ளதா என்பதைப் பரிசீலித்தற்கு, நிரல் 3 (அ-து. T) இன் பெறுமதிகள் x-அச்சிலும் நிரல் 4 (V = 2πR × 20/t) இன் பெறுமதிகள் y-அச்சிலும் அமைய ஒரு வரைபு வரைக. இவ்வரைபு ஒரு பரவலைவிட பகுதியாக இருப்பதை நீங்கள் காணலாம். ஆனால், இழுப்பு (T) ஆனது x-அச்சிலும் கதியின் வர்க்கம் (V²) ஆனது y-அச்சிலும் அமைய வரையப்படும் வரை

M (கி) நிறை அளவு	20 சுழற்சிக்கு எடுக்கும் நேரம் t (செக்)	நூலின் இழுவை T=Mg (தைன்)	வேகம் V = 2πR × $\frac{20}{t}$ எம்/செக்	V ²

றப்பர் அடைப்பின் திணிவு m=...ராம், வட்டப் பாதையின் ஆரை R=...சமீ.

மேற்கூறிய அட்டவணையைப் பூரணப்படுத்திய பின்னர், இழுப்புக்கும் கதிக்குமிடையே



படம் 7.7

பானது படம் 7.7 இலே காட்டியுள்ளவாறு நேர்கோடாக இருக்கும்.

இவ்வரைபிலிருந்து, $V^2 \propto T$(1)

என உய்த்தறியலாம்.

இங்கு V என்பது கதியும் T என்பது நூலின் இழுவையுமாகும்.

இது, நிலைப்பட்ட ஆரையுள்ள ஒரு வட்டத்தில் இயங்குகின்றவொரு பொருளினது சுழற்சிக் கதியின் வர்க்கமானது மையத்தை நோக்கிய இழுவைக்கு நேர்விகிதசமம் என காட்டுகின்றது.

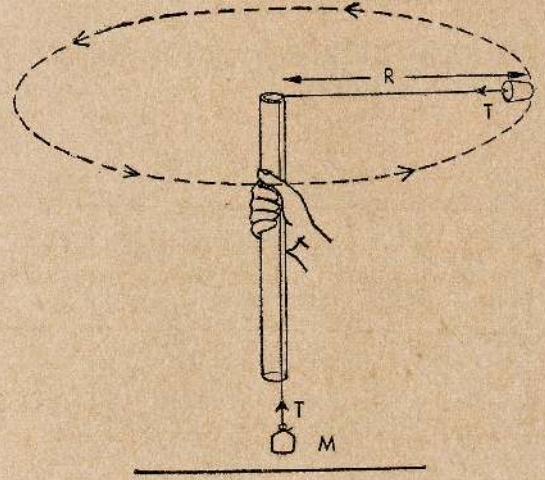
கதிக்கும் வட்டப் பாதையின் ஆரைக்கு மிடையே தொடர்பு

படம் 7.1 இலே எடுத்துக் காட்டியுள்ள செய்கையை மீண்டும் ஆராய்வோம். கல்

மைச் சுற்றிச் சுழலும்போது R மாறாதுள்ளது (படம் 7.8). கல் சுழல்கையில் நூலானது விசைச் சுற்றுப்படி விடுவோமாயின், கல்லின் சுழற்சிக்கதி அதிகரிக்க, ஆரை குறைகின்ற தென்பதை நாம் அவதானிக்கலாம். இது, சுழலும் பொருளின் கதியானது வட்டத்தின் ஆரையுடன் தொடர்புபட்டுள்ளதென்பதை எடுத்துக் காட்டுகின்றது. R ஆனது T யுடன் எவ்வாறு தொடர்புபட்டுள்ளதென்பதைப் பரிசீலிப்பதற்கு நாம் T யை மாறாது பேண வேண்டும். (V யானது T யுடன் எவ்வாறு தொடர்புபட்டுள்ளதென்பதை ஆராய்கையில், நாம் R இனை எவ்வாறு மாறாது வைத் தோமென்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள்.) முன் னைய பரிசோதனையிலே பயன்படுத்திய அதே உபகரணத்தை இங்கும் பயன்படுத்தலாம்.

இப்பரிசோதனையில் T யை மாற்றாது வைத் திருக்க. R இன் சில பெறுமதிகளுக்கு இப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்து, 20 சுழற்சிகளுக்கு எடுக்கும் நேரத்தை முன்னைய பரிசோதனையிற்போன்று துணிக. முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்தாக :

ஒரு குறித்த பொருள் ஒரு வட்டத்திலே, வட்டத்தின் மையத்தை நோக்கி ஒரு மாறா இழுப்புடன் சுழலும்போது அதன் சுழற்சிக் கதியினது வர்க்கம் வட்டத்தினது ஆரைக்கு நேர்விகிதசமம் என்று இது காட்டுகின்றது.



படம் 7.8

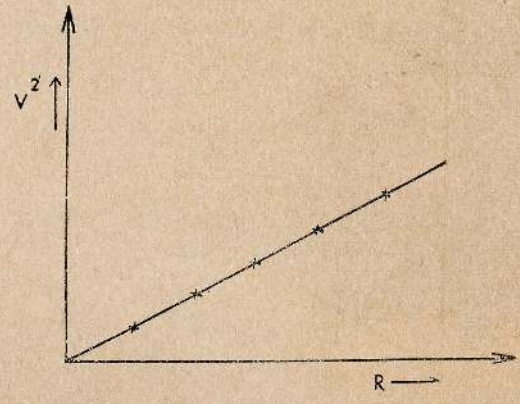
R (சமீ)	20 சுழற்சிகளுக்கான நேரம் t (செக்.)	$V = 2\pi R \times 20/t$ (சமீ/செக்)	V^2
250			
200			
150			
100			
50			

$T = Mg = \dots$ தைன்,
 $M = \dots$ கிராம்.

நிரல் 1 இன் பெறுமதிகளுக்கு ஒத்ததாய் நிரல் 3 இன் பெறுமதிகளைக் குறித்து, அ-து. R இற்கு ஒத்ததாய் V யைக் குறித்து நாம் ஒரு வரைபு வரைதல் வேண்டும். இவ்வரைபு ஒரு வளைவியாகும். R இற்கு ஒத்ததாய் V^2 இன் ஒரு வரைபை நீர் வரைவீரெனின், படம் 7.9 இலே காட்டியவாறு ஒரு நேர் கோட்டினைப் பெறுவீர்.

இவ்வரைபினின்றும்,
 $V^2 \propto R$ (T மாறிலியாக இருக்கும் போது)(ii)

என உய்த்தறியலாம்.



படம் 7.9

பொருளின் வேகத்திற்கும் திணிவிற்குமிடையே தொடர்பு

ஒரு வட்டத்தில் இயங்குகின்ற ஒரு குறித்த பொருளுக்கு,

R மாறாதிருக்கும்போது $V^2 \propto T$ எனவும்,

T மாறாதிருக்கும்போது $V^2 \propto R$ எனவும், நீங்கள் படித்திருக்கிறீர்கள்.

நீங்கள் பயன்படுத்திய பொருள் ஆய்கூடத்திலே தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு ரப்பர் அடைப்பாகும். ரப்பர் அடைப்பின் திணிவு சுழற்சிக் கதியிலே விளைவேதனையும் கொண்டுள்ளதா? இதனை எவ்வாறு ஆராயலாம்? சுழலும் பொருளினது திணிவுக்கும் சுழற்சிக் கதிக்குமுள்ள தொடர்பினைப் பரிசீலித்தற்கு, T யையும் R ஐயும் மாறாது வைத்துக் கொண்டு திணிவை மாற்ற வேண்டுமெனக் காண்பீர்கள். இப்பரிசீலனைக்காக வெவ்வேறு திணிவுகள் கொண்ட பல ரப்பர் அடைப்புகள் தேவைப்படும். சுழல்கின்ற பொருளின் திணிவோடு சுழற்சிக் கதி எவ்வாறு தொடர்புபட்டுள்ளது என்பதைப் பரிசீலிப்பதற்கு இப்பரிசோதனையை உம்மால் மாற்றியமைக்க முடியுமா? உமது பேறுகளை அட்டவணைப்படுத்தி ஓர் ஏற்ற வரைபு வரைக. இவ்வாறு செய்யின், ஒரு வட்டத்திலே சுழல்கின்றவொரு பொருளுக்கு இழுப்பும் வட்டத்தின் ஆரையும் மாறாது பேணப்படும்போது, அதன் கதியின் வர்க்கம் அதன் திணிவுக்கு நேர்மாறு விகித சமம் என்று காண்பீர்கள்.

அதாவது, T யும் R உம் மாறாது பேணப்படும்போது

$$V^2 \propto \frac{1}{m} \dots \dots \dots (iii) \text{ ஆகும்.}$$

(i), (ii), (iii) ஆகிய தொடர்புகளை ஒன்று சேர்த்துப் பின்வருமாறு எழுதலாம் :

$$V^2 \propto \frac{TR}{m}$$

அ-து. $V^2 = k \frac{TR}{m}$ இங்கு k ஒரு மாறிலி.

இது வழக்கமாகப் பின்வருமாறு எழுதப்படும் :

$$T = \frac{1}{k} \frac{mV^2}{R}$$

$\frac{1}{k} = K$ என நாம் எழுதின, (இங்கு K இன்னொரு மாறிலி),

$$T = K \frac{mV^2}{R}$$

ஒரு வட்டத்திற் சுழல்கின்றவொரு பொருள் மீது தாக்குகின்ற, வட்டத்தின் மையத்தை நோக்கிய இழுப்பு இக்கோவையிலிருந்து பெறப்படும். பக்கங்கள் 000 இலும் 000 இலும் விவரித்த பரிசோதனையைக் கொண்டு T, m, V, R ஆகியவை பெறப்படும். இவற்றின் பெறுமதிகளை மேற்குறித்த கோவையில் பிரதியிட K யின் பெறுமதியைக் காணலாம்.

இக்கோவையில், 'T' நியூற்றனிலும், m கிலோகிராமிலும், V மீ/செக் இலும், R மீற்றரிலும் அளக்கப்பட்டின், K=1 எனக் காணப்படும். அப்போது கோவை,

$$T = \frac{mV^2}{R}$$

என ஆகும்; இங்கு, m கிலோகிராமிலும், V மீ/செக் இலும், R மீ இலும் அளக்கப்படுகின்றது.

T, m, V, R என்பன ச.கி.செ. அலகிலும் அ.இ.செ. அலகிலும் அளக்கப்படும் போதும் இச்சமன்பாடு உண்மையெனக் காணப்படும்.

மையநோக்கு ஆர்முடுகல்

ஒரு பொருள் மீது தாக்கும் இழுப்பினை அப்பொருளின் திணிவாற் பிரிக்க வருவதே விசையின் திசையிலே அப்பொருளின் ஆர்முடுகலாகுமென நியூற்றனின் இரண்டாம் இயக்க விதியிலிருந்து நாம் அறிவோம். ஆதலால், ஒரு வட்டத்திலே சுழல்கின்ற ஒரு பொருளுக்கு,

$$f = \frac{V^2}{R}$$

இனாலே தரப்படும் பருமன் கொண்ட, வட்டத்தை நோக்கிய ஓர் ஆர்முடுகல் இருக்குமென நாம் இப்போது கூறலாம்.

பயிற்சி 7

1. $\frac{1}{4}$ கி.மீ. திணிவுள்ள ஒரு பறவை 30 மீற்றர் ஆரையுள்ள ஒரு வட்டத்தைச் சுற்றி 5 மீற்றர்/செக் கதியிலே பறக்கின்றது. வட்டத்தின் மையத்தை நோக்கி, பறவைமீது தாக்கும் விசையாது ?

[விடை : 5/24 நி.]

2. சூரியனை நோக்கி புவிமீதுள்ள இழுப்பின் பருமன் என்ன ?

($G = 1.1 \times 10^{-9}$ இரூலி அடி²/இரூ²; புவியின் திணிவு = 6.6×10^{21} தொன். சூரியனின் திணிவு = 2×10^{27} தொன்; புவிக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையேயான தூரம் = 930 இலட்சம் மைல்.)

[விடை : 3.02×10^{28} இரூலி.]

3. 2 கி.மீ. திணிவுள்ள கல் உராய்வின்றிய மட்டமானவொரு மேசைமீது ஒரு கிடை வட்டத்தில் ஓர் இழையினூடே சுழற்றப்படுகின்றது. இழையின் நீளம் 4 மீற்றர் ஆகும்போது அவ்வட்டத்தின் ஆரை 4 மீற்றர் ஆகும். கல் அதன் மண்டலத்தைச் சுற்றி 7 மீற்றர்/செக் கதியிலே சுழலுகின்றது. (i) கல்லின் ஆர்முடுகலையும், (ii) இழையின் இழுவையையும் கணிக்க.

[விடை : (i) 12.25 மீ செக்⁻², (ii) 24.5 நி.]

4. உபகோள் ஒன்று புவியைச் சுற்றி 90 நிமிடத்துக்கு ஒரு முறை சுழலுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் மண்டலம் வட்டமானதெனக்கொண்டு, புவிய் பரப்புக்கு மேலே அதன் உயரத்தை மதிப்பிடுக. (புவியின் வரரசரி ஆரை = 4,000 மைல்; புவியின் திணிவு = 6.6×10^{21} தொன்; $G = 1.1 \times 10^{-9}$ இரூத்தலி அடி²/இரூ²)

[விடை : 337 மைல்.]

விசையொன்றின் பிரயோகப் புள்ளி இடம் பெயரும் போது வேலை செய்யப்படுகிற தென, பொறிகள் பற்றிப் படித்தவிடத்துக் குறிப்பிட்டோம். விசையாற் செய்யப்படும் வேலையின் அளவானது விசையினதும், விசை தாக்குந் திசையிலே அதன் இடப்பெயர்ச்சியினதும் பெருக்கத்தால் அளக்கப்படுமென அங்கே படித்தோம். விஞ்ஞானத்தில் வேலை என்னும் சொல் இச்சிறப்புக் கருத்திற் கையாளப்படுகின்றது. “வேலை அதிகம்” என்னும் சொற்றொடரில் வேலை என்னும் சொல் உடலாற் செய்யப்படும் வேலை போல மனத்தாற் செய்யப்படும் வேலையையும் கருதுகின்றது. இதனால், மனத்தாற் செய்யப்படும் வேலையினிடத்து யாதாயினுமொரு விசை அதன் தாக்கக்கோடு வழியே இடம்பெயருகிறதென நாம் கருதலாகாது. ஆதலால் மனத்தாற் செய்யப்படும் வேலை பௌதிகக் கருத்திற் கையாளப்படும் வேலையினின்றும் முற்றாக வேறுபட்டதாகும். ஆனால், உடலுழைப்பாலான வேலை என்பது, ஒருவருடைய தசையால் உகுற்றப்படும் விசையொன்றின் விளைவாக இருக்கலாம். மனிதனொருவன் ஒரு கிணற்றிலே தண்ணீர் வாளியை இழுக்கும் போது ஒரு குறித்தவளவு வேலை செய்கின்றான். வாளியை இழுக்கும் போது அவன் விசையை உகுற்றுதிருள். அவ்விசையின் பிரயோகப் புள்ளியும் இடம்பெயருகின்றது. இங்கு உகுற்றப்படும் விசையானது தண்ணீர் வாளியின் நிறைக்குச் சமனென நாம் கருதின, அவன் தண்ணீர் வாளியை இழுக்கும்போது செய்யும் வேலையைக் கணிக்க முடியும்.

கிராமப்புறங்களில் கிணறுகளிலிருந்து தண்ணீர் இறைக்கப் பயன்படும் துலாவிலே புவி யீர்ப்பு விசையே பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. கிணற்றிலிருந்து நீரை இறைக்க மின்னாள் தொழிற்படும் பம்பியையும் (மின்பம்பி) பயன்படுத்தலாம். மின்மோட்டர் என்பது பம்பி

தொழிற்படத் தேவையான விசையை வழங்கக் கையாளப்படும் ஓர் உபாயமாகும். தண்ணீர் வாளியை இழுக்கும் போது, உடலைக் கொண்டு விசையை உகுற்றுதலால், செய்யப்படும் வேலை பொறிமுறை வேலையாகும்.

வேலையைச் செய்ய விசையொன்று தேவைப்படுகின்றது. ஒரு விசையை உகுற்ற யாதாயினுமோர் உபாயம் வேண்டப்படும். இதற்காகக் கையாளத்தக்க ஓர் உபாயம் மின்மோட்டராகும். மோட்டருக்கு மின் கிடைக்காதவிடத்து அது இவ்விசையை உகுற்றாது. மின் வழங்கப்படும் போது மாத்திரம் மோட்டர் தொழிற்படும். மோட்டர் தொழிற்படுகையில் அதிலிருந்து ஒரு விசையும், விசையின் இடப்பெயர்ச்சியும் உண்டாகும். வேலை செய்யப்படும் போது மின் செலவிடப்படும். மோட்டர் தொழிற்படச் செலவாகும் மின் போன்ற பொருளொன்று, வேலை செய்யக் கையாளக்கூடிய வேறு உபாயத்திற்கும் வேண்டப்படுமா?

கிணற்றிலிருந்து தண்ணீரை இறைக்க மனிதன்கூட ஒரு பம்பியைத் தொழிற்படுத்தலாம். அப்போது இறைக்கப்படும் நீரின் நிறையையும் அது உயர்த்தப்படும் உயரத்தையும் கொண்டு இங்கு செய்யப்படும் வேலையை அளக்கலாம். இதற்குத் தேவைப்படும் விசையானது அவனுடைய தசையால் உகுற்றப்படும். அப்போது தசையின் இயக்கமும் ஏற்படும். ஆனால், இங்கு செய்யப்படும் வேலையை அளக்க, தசையால் உகுற்றப்படும் விசையின் அளவையும் அவ்விசையின் இடப்பெயர்ச்சியையும் நாம் பயன்படுத்துவதில்லை. அதற்குப் பதிலாக, உயர்த்தப்பட்ட நீரின் நிறையையும் நீர் உயர்த்தப்படும் உயரத்தின் அளவையும் பயன்படுத்துகிறோம். மனிதன் நீரை உயர்த்தும்போது வேலை செய்கையில் யாதாயினும் செலவாகின்றதா? மோட்டரைப் பம்பியைத் தொழிற்படுத்துகையில் மின் செலவிடப்படுதலுடன்

ஒப்பிட்டுப் பார்க்குமிடத்து மனிதன் பம்பியைத் தொழிற்படுத்தும் போதும் யாதாயினுமொரு பொருள் செலவாகின்றதெனத் தெரிகின்றது.

நாம் உட்கொள்ளும் உணவின் ஒரு பகுதி யானது உலை ஓரளவுக்கு வெப்பநிலையில் வைத்திருக்கப் பயன்படுகிறது. கிணற்றிலிருந்து தண்ணீர் அள்ளுதல், கல், செங்கல் போன்ற பொருள்களைத் தூக்குதல், ஓடுதல், பாய்தல் போன்ற உடல்களைக்கும் தொழில்களைச் செய்பவர்கள் அதிக அளவு வேலைசெய்கின்றனர். வாசிக்கையில், அல்லது எழுதுகையில் அவ்வாறு உடல் களைப்புற வேண்டியதில்லை. வாசிக்கையிலோ, எழுதுவகையிலோ அவ்வளவு பொறிமுறை வேலை உண்டாவதில்லை. பொதுவாக உடலால் அதிக அளவிற்கு பொறிமுறை வேலை செய்பவர்களுக்கு அதிக உணவு தேவைப்படும்.

பெற்றோல், அல்லது மசல் எண்ணெயில் தொழிற்படுகின்ற நீர்ப்பம்பியை நோக்குவோம். இப்பம்பி தொழிற்பட ஓரளவு எரிபொருள் தேவைப்படுகின்றது. ஆதிகாலத்தில் சாங்கத்திலிருந்து நீரை அகற்றுற்கு நீராவி எஞ்சினோ பயன்பட்டது. நீரை வெப்பமாக்கி, ஒரு நீராவி எஞ்சினைத் தொழிற்படுத்தத் தேவையான நீராவியை உண்டாக்கலாம். இந்நீரைக் கொதிப்பிக்கக் கரி, அல்லது விறகு பயன்படுத்தப்படும். இவ்வேலையை அதிக அளவிற்கு செய்ய அதிக எரிபொருள் தேவைப்படும். பல்வேறு எரிபொருள்களைக் கொண்டு தொழிற்படும் பொறிகளைப் (எஞ்சின்) பயன்படுத்தி வேலை செய்யலாமாதலின், வேலை செய்தற்கு மனிதரின் உதவி அவ்வளவிற்குத் தேவைப்படாது.

கிணற்றிலிருந்து தண்ணீர் இறைக்கப் பயன்படும் துலா இருப்பதனால் மட்டும் நாம் தண்ணீர் அள்ளுவதில்லை. முதலில் அதன் ருனியொன்றில் பிரயோகிக்கப்படும் பாரமான பொருளை உயர்த்த வேண்டும். துலாயிது கயிற்றால் ஒரு விசையை உகற்றி, அல்லது துலா மிதித்து இப்பொருளை உயர்த்த முடியும். இப்பொருளை உயர்த்தும் போது வானி கிணற்றுள் இறங்கி, தண்ணீரை நிரப்பும். அதன் பின்னர், அப் பாரமான பொருளைக் கீழ்நோக்கிச் செல்ல விரும்புபொது தண்ணீர் நிரம்பிய வானி உயர்த்தப்படும். உயர்த்தப்பட்ட பொருளானது மேல் மட்டமொன்றிலிருந்து கீழ் மட்டமொன்றிற்குச்

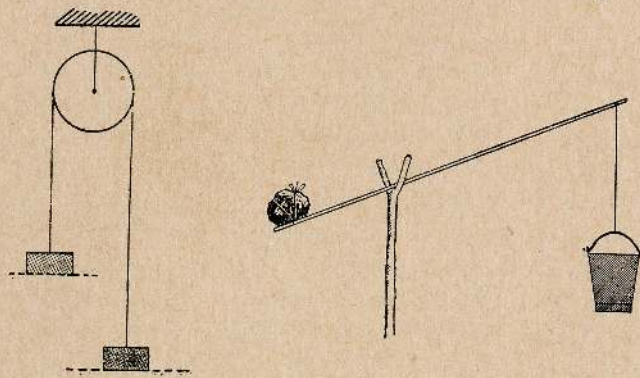
செல்கையில் அதற்கு வேலை செய்யும் ஆற்றல் இருக்கும். பொருளை உயர்த்துமுன் அப்பொருளுக்கு அப்படிப்பட்ட வேலை செய்யும் ஆற்றல் இருக்கவில்லை. ஒரு மின் மோட்டருடன் துலாவை ஒப்பிடலாம். துலாவைத் தொழிற்படுத்த அதில் இணைத்துள்ள பொருளை உயர்த்தும்போது, வழங்குவது எதுவாயினும் அது ஒரு மின் வலுவிற்கோ, அல்லது உணவலுவிற்கோ சமானமென நாம் கருதலாம். வேலை செய்யும் ஆற்றலை மனிதனுக்குக் கொடுப்பது உணவென்று நாம் பொதுவாகக் கூறுவதில்லை. அதற்குப் பதிலாக, உணவு வழங்கும் சக்திதான் மனிதனுக்கு வேலை செய்யும் ஆற்றலைக் கொடுக்கிறதெனக் கூறுகிறோம். உணவிலிருந்து சக்தி பிறக்கின்றது. வேலைசெய்யும் ஆற்றலைச் சக்தி அளிக்கின்றது.

உணவு எமக்குச் சக்தியைக் கொடுக்கின்றது. பெற்றோல், மசல் எண்ணெய், நிலக்கரி போன்ற எரிபொருள்கள் எஞ்சினில் எரியும் போது சக்தி கிடைக்கப்பெறும். வேலைசெய்யச் சக்தி தேவைப்படும். வேலை செய்யும் போது சக்தி செலவிடப்படும். சக்தி என்பது பொருள்களில் இயற்கையாய்த் தோன்றுகின்ற ஒரு தன்மை. மலையுச்சிகளின் காணப்படும் நீர்த்தேக்கங்களிலுள்ள நீரிலும் இச்சக்தி இயற்கையாய்த் தோன்றும். செயற்கை நீர்த்தேக்கங்களிலும் இத்தகைய சக்தி உள்ளது. நாம் பயன்படுத்தும் மின்னின் ஒரு பகுதி இது போன்ற தேக்கங்களிலுள்ள நீரிலிருந்தும் பெறப்படுகின்றது. எரிபொருளிலும் சக்தி உள்ளது. சக்தியானது மனிதரின் உணவிலும் விலங்குகளின் நீனிலும் உள்ளது. மின்னுக்கும் தொழில் புரியும் ஆற்றல் உண்டு. எனினும், மின்னிலே சக்தி உள்ளதென நாம் கூறுவதில்லை. எரிபொருள் தீயும்போது உண்டாகும் வெப்பத்திற்கும் தொழிற்படும் ஆற்றல் உண்டு. இங்கும் வெப்பத்திற்குச் சக்தி உண்டென நாம் கூறுவதில்லை. அதற்குப்பதிலாக, வெப்பமும் மின்னும் சக்தியின் வெவ்வேறு நிலைகளைக் கூறுகின்றோம். வெப்பச் சக்தியும் மின் சக்தியும் சக்தியின் இரு நிலைகளாகும்.

வெப்பம், மின் முதலிய சக்தி நிலைகளை நோடியாக அளக்க முடியும். இதற்காக, சக்தியின் நிலைக்கேற்ப வெவ்வேறு அலகுகள் பயன்படுத்தப்படும். சிலவேளைகளில் சக்தியை

அளப்பதற்கு அதனை செய்யப்படும் வேலையின் அளவைப் பயன்படுத்துவது எளிதானதாகும். அப்போது சக்தியானது வேலையலகுகளால் அளக்கப்படும். ஒரு கலன் பெற்றோலிலிருந்து ஓரளவு சக்தி கிடைக்கின்றது. ஒரு கொத்து அரிசியிலும் அதே விதமாக ஓரளவு சக்தியைப் பெறலாம். எனினும் ஒரு கொத்து அரிசியிலிருந்தோ ஒரு கலன் பெற்றோலிலிருந்தோ கிடைக்கும் சக்தியின் அளவை எளிதாய்க் கணிக்க முடியாது. ஆனால், இப்பொருள்கள் எரியும்போது வெளிப்படும் வெப்பத்தை எளிதாய்க் கணிக்கலாம். ஆகவே, ஒரு கலன் பெற்றோல், அல்லது ஒரு கொத்து அரிசியினின்றும் கிடைக்கும் சக்தியைக் கலோரிகளில் எளிதாக எடுத்துரைக்க முடியும்.

வெப்பச் சக்தியும் மின் சக்தியும் சக்தியின் இரு நிலைகளை எற்கெனவே கூறினோம்.



படம் 8.1

அது போன்று மின்கலமொன்றிலிருந்து ஒரு மின்னொட்டத்தைப் பெறும்போது இரசாயனச் சக்தி மின் சக்தியாக மாறுமென நாம் படித்துள்ளோம். இவற்றைவிட வேறு சக்திநிலைகளும் உள்ளனவா?

சுரப்பு நிலைச் சக்தி

பொருளொன்றை உயர்த்தச் சக்தி தேவையென நாம் படித்துள்ளோம். m கி.கி. திணிவு கொண்ட பொருளொன்று புவிசைய நோக்கி mg நியூற்றன் (அலகு) விசையொன்றால் சுரக்கப்படுகின்றது; இங்கு புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகல் g மீ/செ². இதுள்ளது. யாதாயினும்பொருள் மட்டத்திலிருந்து h மீற்றர் நிலைக்குத்தாக மேலேயுள்ள ஒரு மட்டத்திற்கு இப்பொருளை மெதுவாக உயர்த்தும்போது

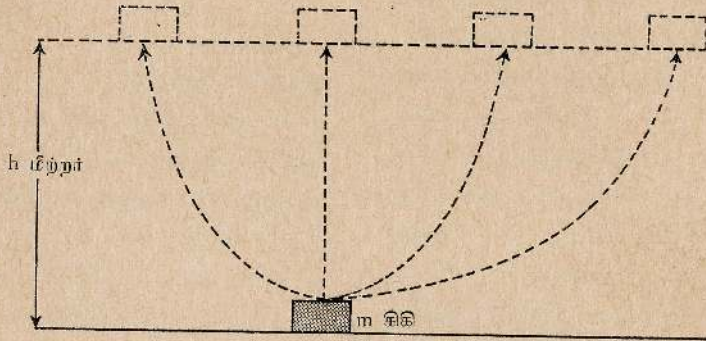
செய்ய வேண்டிய வேலை mgh நியூற்றன்-மீற்றர் ஆகும். ஆகவே, பொருளை உயர்த்தும் போது வழங்கப்படும் சக்தியானது mgh நியூற்றன்-மீற்றர் என்னும் அளவிற்குச் சமமானம்.

உயர்த்தப்பட்ட ஒரு பொருளை விடுவிக்கும் போது இன்னொரு பொருளை உயர்த்தப் பிரயோகிக்கப்படும் இரு உபாயங்கள் படம் 8.1 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. பொருளை உயர்த்துகையில் வழங்கப்பட்ட சக்தி அப்பொருளில் திரண்டுள்ளதெனக் கூறுகிறோம். உயர்த்தப்பட்ட பொருள் h மீற்றர் தூரத்தினூடாகக் கீழே விழும்போது அப்பொருள் மீது தாக்கும் சுரப்பு விசை (mg) ஆனது h மீற்றர் தூரத்தினூடாக அவ்விசையின் திசையில் இடம்பெயரும். அப்போது செய்யப்படும் வேலை mgh நியூற்றன் மீற்றர் ஆகும். ஆதலால், உயர்த்தப்பட்ட பொருளிலே திரண்டுள்ள சக்தியானது அப்பொருளை உயர்த்தும்போது மாற்றப்பட்ட சக்தியின் அளவுக்குச் சமமானமெனக் கூற முடியும். அதாவது, இப்பொருளிலே திரண்டுள்ள சக்தி mgh நியூற்றன்-மீற்றர் ஆகும். இக்கூற்றினையடி, பல்வேறு பொருள்களிலும் கொள்ளப்பட்ட சக்தியானது இப்பொருள்களின் நிறையும் இவை இருக்கும் மட்டமும் அதிகரிக்க அதிகரிக்குமெனத்தெரிசின்றது. உயர்த்தப்பட்ட பொருளானது ஒரு மீட்டர்

திற்கு விழுந்த தறுவாயில் மட்டம் அப்பொருளிற்குள்ளேயுள்ள சக்தியைப் பெற முடியுமென நீங்கள் படம் 8.1 இலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம். எனினும், பொருள் விழுமென சக்தி அதில் திரண்டிருக்கும். பொருளொன்றை உயர்த்தும்போது சுரப்பு விசையை வெல்ல வேலை செய்தல் வேண்டும். இவ்வாறு உயர்த்தப்பட்ட பொருளொன்று இருக்கும் மட்டத்திற்கேற்பத் திரண்டுள்ள சக்தியானது சுரப்பு நிலைச் சக்தி எனப்படும். சிலவேளைகளில் இது சுருக்கமாக நிலைச் சக்தி எனவும் படும். நாம் இப்போது பொருளொன்றின் சுரப்பு நிலைச் சக்தியிலுள்ள மாற்றம் பற்றியே ஆராய்கின்றோமாதலால் முதலிலிருந்த மட்டத்தில் பொருளின் நிலைச் சக்தியின் பெறுமதி வேண்டியதன்று. வசதிக்காக இது பூச்சியமென நாம் கருதலாம்.

ஒரு பொருள் இருக்கும் மட்டம் அதிகரிக்கும்போது அதில் திரண்டுள்ள சக்தியும் அதிகரிக்குமெனக் கண்டோம். பொருள் ஒரே மட்டத்தில் வெவ்வேறு இடங்களில் இருக்கும் போது சக்தியின் அளவு சமமாகுமா? அல்லது வித்தியாசப்படுமா?

m கிகி. திரண்டுள்ள பொருளொன்று h மீற்றர் உயரத்திலுள்ள ஒரு மட்டத்திற்கு உயர்த்தப்படும் போது அதன் நிலைச் சக்தி எவ்



படம் 8.2

வாறு மாறுகின்றதென்ப பார்ப்போம். இப்பொருளை வெவ்வேறு பாதைகளினூடாக h மீற்றர் உயரத்திலுள்ள ஒரு மட்டத்திற்கு மெதுவாக உயர்த்தலாம் (படம் 8.2 பார்க்க). எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் பிரயோகிக்கப்பட வேண்டிய மேன்முக நிலைக்குத்து விசை மிகவும் அண்ணளவாக mg நியூற்றனுக்குச் சமானம். இவ்விசையின் திசையிலே ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சி h மீற்றர் ஆகும். ஆகவே, எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் செய்த வேலை $mg \times h$ நியூற்றன் மீற்றருக்குச் சமம். எனவே ஒவ்வொரு போதும் நிலைச் சக்தியானது $mg \times h$ நியூற்றன்-மீற்றர் என்னும் அளவால் அதிகரிக்கும். முதல் மட்டத்தில் நிலைச் சக்தி பூச்சியமெனக் கருதும் போது ஒரே மட்டத்தில் வெவ்வேறு இடங்களில் இப்பொருளின் நிலைச் சக்தி mgh இற்குச் சமம். ஆதலால்,

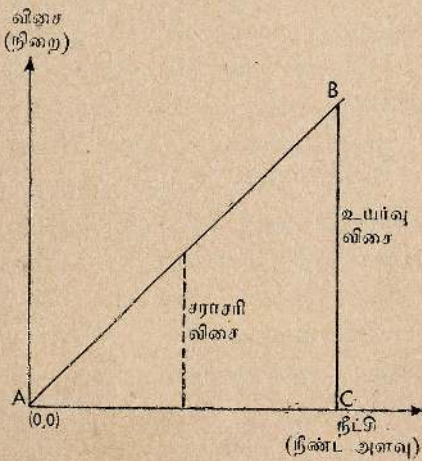
பொருளொன்று ஒரே மட்டத்தில் பல்வேறு இடங்களில் இருக்கும்போது அப்பொருளின் ஈர்ப்பு நிலைச் சக்தி சமமெனக் கூறமுடியும்.

மீள்தன்மை நிலைச் சக்தி

உயர்த்தப்பட்ட பொருளொன்றிலே சக்தி திரண்டுள்ள விதம் பற்றி நாம் நோக்கினோம். பொருளை உயர்த்தும்போது ஈர்ப்பு விசையை

வெல்ல யாதாயினுமோர் அளவு வேலை செய்யப்படல் வேண்டும். சுருளிவில்லொன்றையும் நெருக்கி இம்முறையாகச் சக்தியைச் சேமித்து வைக்க முடியும். அவ்விலை நெருக்கும்போது பிரயோகிக்கும் விசைக்கு எதிராக வில்லால் ஒரு மீள்தன்மை விசை உளுற்றப்படும். ஆகவே, வில்லை நெருக்கும் போது இம்மீள்தன்மை விசையை வெல்ல ஓரளவு வேலை செய்யப்படல் வேண்டும். ஈர்ப்பு விசையை வென்று உயர்த்தப்பட்ட பொருளொன்றிலே சக்தி திரண்டுள்ளமை போன்று மீள்தன்மை விசையை வென்று நெருக்கப்பட்ட வில்லினும் சக்தி திரண்டுள்ளது. விளையாட்டுத் துவக்குக்களில் இத்தகைய சுருளிவில்லொன்று பொருத்தப்பட்டுள்ள விதத்தை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள். ஒரு துப்பர்ப் பட்டையை இழுக்கும் போதும்

பிரயோகிக்கும் விசைக்கு எதிராக நற்பர்ப் பட்டையால் ஒரு மீள்தன்மை விசை உருந் நற்பட்டும். நற்பர்ப் பட்டையை இழுப்பதற்கு இம் மீள்தன்மையை விசையை வென்று வேலை செய்ய வேண்டும். உயர்த்திய பொருள், அல்லது நெருக்கிய சுருளிவில்லொன்றிற் போல இழுக்கப்பட்ட நற்பர்ப் பட்டையிலும் சக்தியைச் சேமித்து வைக்க முடியும். வில் லொன்றைக் கொண்டு அம்பை எய்கையில் வழங்கப்படுவதும் வில்லை இழுக்கையிலே சேமிக் கப்பட்ட சக்தியாகும். ஒரு கடிகாரவில்லைச் சுற்றுக்கையில் அங்கு சக்தி சேமிக்கப்படும். மணிக்கூடு தொழிற்படுதற்கு இச்சக்தி தேவைப் படும். சுருளிவில், மணிக்கூடு வில், நற்பர்ப் பட்டை ஆகியவற்றிற் சக்தி சேமித்துவைக்கப்படும் போது அவற்றின் இயற்கை வடிவத்தில் நிகழும் மாற்றங்களை அவதானிக்க. சில வேலைகளில் பொரு ளொன்றிற்குச் சக்தியை வழங்கிய போது அப்பொருளின் நீளம், அகலம், தடிப்பு, தோற்றம் ஆகிய இயல்புகளுள் ஒன்றோ பலவோ மாறுமென அப்போது நீங்கள் தெரிந்து கொள்வீர்கள். பொருளொன்றின் நீளம், அகலம், தடிப்பு, தோற்றம் ஆகிய இயல்புகள் மாறுதலைக் கருத்திற் கொண்டு



படம் 8.3

அதில் சேமித்துவைக்கப்பட்டுள்ள சக்தியை மீள்தன்மை நிலைச் சக்தி என அழைப்போம்.

பொருளொன்றின் ஈர்ப்பு நிலைச் சக்தி அப் பொருளின் நிறைக்கும் தான மட்டத்திற்கும் ஏற்ப மாறுமென அறிவோம். இழுத்த நற்பர்ப் பட்டை அல்லது சுருளிவில் லொன்றிலுள்ள சக்தி எந்தக் காரணிக் கேற்ப மாறும்?

இதற்காக, “பொளதிகம் 1” என்னும் நூலில் விசைபற்றிப் படித்தபோது நற்பர்ப் பட்டையொன்றிலே வெவ்வேறு நிறைகளைத் தொங்க விட்டுச் செய்த பரிசோதனையை நினைவு படுத்துவோம். அங்கு ஒவ்வொரு நிறைக்கும் இசைவாக நற்பர்ப் பட்டையின் நீட்சியை (இழுக் கப்படும் அளவு) நீங்கள் காண வேண்டி யிருந்தது. நீட்சிக்கெதிராக விசை (நிறை) யைக் குறிக்கும்போது நீங்கள் பெறும் வரைபு படம் 8.3 இலுள்ளவாறு இருக்கும்.

தொடக்கத்தில் நீட்சி பூச்சியமான போது பிரயோகித்த விசை யாது? நீட்சி உயர்வுப் பெறுமதியை எய்தியபோது பிரயோகித்த விசை யாது? இங்கு பிரயோகித்த சராசரி விசை யாது? அவ்விசையின் இடப்பெயர்ச்சி என்ன?

இந்த நற்பர்ப் பட்டையை இழுக்கும்போது செய்த வேலையானது நற்பர்ப் பட்டையை இழுக் கப் பிரயோகித்த சராசரி விசையினதும் நீட்சி யினதும் பெருக்கத்திற்குச் சமமென நீங்கள் காண்பீர்கள். இந்த அளவு வேலையானது வரைபிலே முக்கோணி ABC யின் பரப்பள வாகக் காட்டப்படுகிறது. நற்பர்ப் பட்டையை இழு க்கையில் வழங்கப்பட்ட சக்தியானது மீள் தன்மை நிலைச் சக்தியாகத் தன்மை மாறுகிற

தெனக் கருதும்போது சேமிக்கப்பட்டுள்ள மீள் தன்மை நிலைச் சக்தியானது ற்ப்பர்ப் பட்டை மீது உகூற்றும் சராசரி விசையினதும் அதில் உண்டாகும் நீட்சியினதும் டெருக்கத்திற்குச் சமமாகும். வரைபை நன்கு அவதானிப்பீர் களாயின், ற்ப்பர்ப் பட்டை நீளும் அளவு அதிகரிக்க ற்ப்பர்ப் பட்டையால் உகூற்றப்படும் விசையும் முக்கோணியின் பரப்பளவும் அதி கரிக்குமெனக் காண்பீர்கள். ஆதலால், ற்ப் பர்ப் பட்டையை அதிக அளவால் இழுக்கை யில் அதிக அளவு வேலை செய்யப்படும். அப் போது, ற்ப்பர்ப் பட்டையிற் சேமித்துள்ள மீள் தன்மை நிலைச் சக்தியும் அதிகரிக்கும்.

பயிற்சி

இழுபடா நிலையில் 100 சமீ நீளங் கொண்ட ற்ப்பர்ப் பட்டையொன்றில் 200 கி. நிறையொன்றைத் தொங்க விடும் போது ற்ப்பர்ப் பட்டையின் நீளம் 110 சமீ வரை அதிகரிக்கின்றது.

- (i) ற்ப்பர்ப் பட்டையின் நீட்சி எவ்வளவு?
- (ii) ற்ப்பர்ப் பட்டையிற் பிரயோகிக்கும் சராசரி விசை எவ்வளவு?
- (iii) ற்ப்பர்ப் பட்டையிற் சேமித்துள்ள மீள்தன்மை நிலைச் சக்தி எவ்வளவு?
- (iv) இதனைப் போன்ற இரு ற்ப்பர்ப் பட்டைகள் 110 சமீ ஆல் நீளும் போது அவற்றிற் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியின் முழு அளவும் என்ன?

[விடை: (i) 10 சமீ. (ii) 100 கி. நிறை. (iii) 1000 சமீ. கி. நிறை. (iv) 2000 சமீ. கி. நிறை.]

இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி

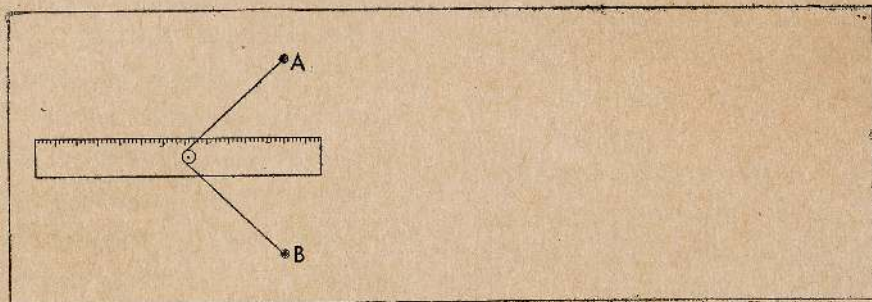
மரமொன்றை வீழ்த்தும்போது அல்லது கல் லொன்றை உருட்டும் போது ஓரளவு வேலை செய்யப்பட வேண்டுமென நாம் அறிவோம். வேகமாய்க் காற்றடிக்கும் நாளில் பெரிய மரங்கள் வேருடன் வீழ்தலை நீங்கள் கண் டிருப்பீர்கள். அதுபோலவே, வேகமாய் ஓடும் நீரானது கல் போன்ற பாரமான பொருள் களையும் அடித்துக் கொண்டு போவதை அவ தானித்திருப்பீர்கள். ஆதலால் இயங்கும் வளியும் நீரும் சக்தியை உடையனவென நாம் கருத முடியும். அப்போது வினாக்கள் சில உங்கள் மனத்தில் எழலாம். இயங்கும் எந்தப் பொருளுக்கும் இயக்கத்திற்கேற்ப சக்தியின் அளவு அமையுமா? சக்தி இருக்குமெனின், அதனை எப்படிக் கண்டுக்கொள்ளலாம்? உயர்த் தப்பட்ட பொருள், அல்லது இழுக்கப்பட்ட ற்ப்பர்ப் பட்டையொன்றிற் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியானது சில காரணிகளுக்கேற்ப மாறுகிறது. இயங்கும் பொருளொன்றில் இருப்பதாகக் கருதப்படும் சக்தி எந்தக் காரணிக்ேற்ப மாறும்? இதன் பொருட்டு ஏற்ற பரிசோதனையொன்றை நீங்கள் சிந்திக்க முடியுமா? இதற்காகப் பயன்படக் கூடிய முறையொன்று கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

ற்ப்பர்ப் பட்டையொன்றை இழுக்க ஓரளவு வேலை செய்யப்பட வேண்டுமெனப் படித்தோம். ற்ப்பர்ப் பட்டையை இழுக்கும் அளவை அதி கரிப்பதற்கு அதிக அளவு வேலை செய்யப்பட வேண்டுமென அங்கு நீங்கள் படித்தமையால், இயங்கும் பொருளொன்றின் சக்தியை, அல்லது வேலை செய்யும் ஆற்றலைப் பற்றிய அறிவைப் பெறுதற்கு ற்ப்பர்ப் பட்டையொன்றைப் பயன்படுத்த முடியும் என அறிவீர்கள். இயங்கும் பொருளிலுள்ள சக்தி எந்தக் கார

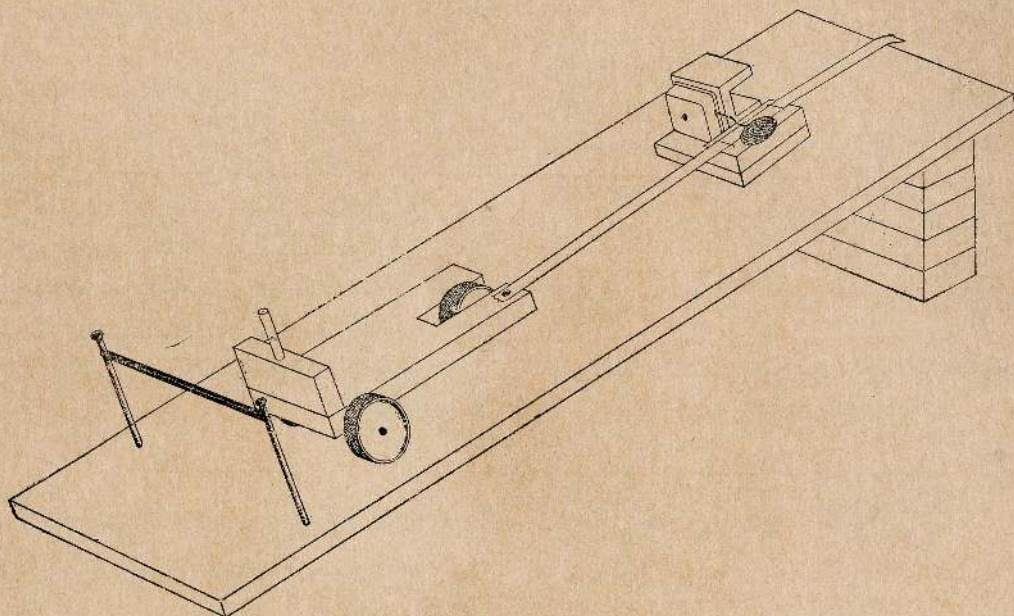
ணிக்கேற்ப மாறுகிறதென்பதைக் கண்டுகொள்ளப் பின்வரும் செயலைச் செய்க.

செயல். படம் 8.4 இறகாட்டியுள்ளவாறு, நீண்ட பலகையொன்றில் ஏறத்தாழ 6 அங்குல நீளங் கொண்ட இரு ஆணிகளை

கொண்டு காண்க. இப்போது றப்பர்ப்பு பட்டையால் அதிகமாய் இழுத்து றப்பர்ப்பு பட்டையின் நடுப் புள்ளி இடம்பெயரும் முறையை அவதானிக்க. அப்போது றப்பர்ப்பு பட்டையை அதிகமாய் இழுக்கும்



படம் 8.4 (a)



படம் 8.4 (b)

(அல்லது இரும்புக் கம்பிகளை) நிலைக்குத்தாக நாட்டுக. இவ்வாணிகள் இரண்டிலும் ஒரு றப்பர்ப்பு பட்டையை நன்கு முடிச்சிடுக. அப்பலகையின்மீது அடிமட்ட மொன்றை வைத்து றப்பர்ப்பு பட்டையின் நடுப்புள்ளியிலிருந்து இழுத்து, கோடு AB யிலிருந்து றப்பர்ப்பு பட்டையின் நடுப் புள்ளியின் இடம்பெயர்ச்சியை அடிமட்டம்

போது றப்பர்ப்பு பட்டையின் நடுப் புள்ளியானது கோடு AB யிலிருந்து அதிக அளவிற்கு இடம்பெயருமெனக் காண்பீர்கள்.

நீங்கள் ஒழுங்குபடுத்திய பலகைமீது தரலியொன்றை வைத்து, தரலியானது ஈர்ப்பு விசையின்கீழ் பலகைவழியாக இயங்கக்கூடியதாக பலகையைச் சரித்து வைக்க. தரலியின்

கதியை அளக்க திக்கொலி நாடாவொன்றைப் பயன்படுத்துக. ற்ப்பர்ப் பட்டையின் நடுப் பகுதியில் முட்டுமாறு துரலியை விட்டுவிடுக. துரலியானது ற்ப்பர்ப் பட்டையில் முட்டும் போது ற்ப்பர்ப் பட்டை நீளம் உயர்வு அளவை அவதானிக்க. துரலி அதிக கதியில் ற்ப்பர்ப் பட்டையில் முட்டுதற்கு, பலகையில் மேலுள்ள இடமொன்றிலிருந்தோ, பலகையின் சாய்வை அதிகரித்தோ துரலியை ஓட விடுக. இச்சந்தர்ப்பத்திலும் ற்ப்பர்ப் பட்டை நீளம் உயர்வு அளவை அவதானிக்க. ஒவ்வொரு முறையும் துரலியின் உயர்வு வேகத்தை ஒரு திக்கொலி நாடாக் குறிப்பி விருந்து காண்க.

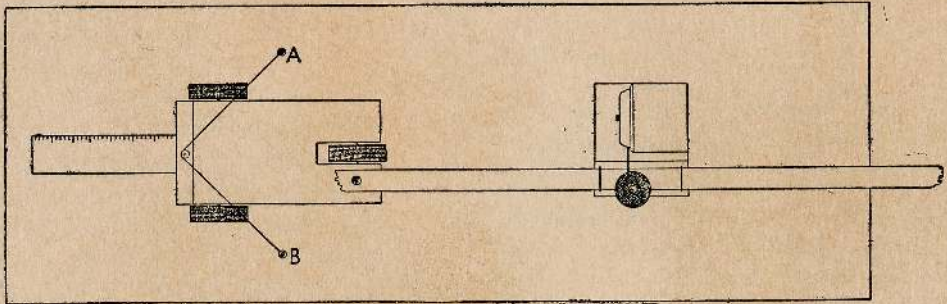
அப்போது துரலியின் கதி அதிகரிக்குமிடத்து ற்ப்பர்ப் பட்டை நீளம் அளவும் அதிகரிக்கக் காண்பீர்கள். ஆகவே, பொருளின் கதி அதிகரிக்க பொருள் செய்யக் கூடிய வேலையின் அளவும் அதிகரிக்குமெனக் கூற முடியும். அதாவது, கதி அதிகரிக்க, இயக்கக் காரணமாகப் பொருளின் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியும் அதிகரிக்கும்.

எனினும், திக்கொலி நாடாக் குறிப்பைக் கொண்டு துரலியின் கதியைக் காணும்போது இச்சந்தர்ப்பங்கள் இரண்டிலுமே கதி மிகவும் அண்ணளவாகச் சமமெனக் காண்பீர்கள். ஆகவே, இயங்கும் பொருளொன்றின் திணிவு அதிகரிக்க, பொருளின் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியும் அதிகரிக்குமென நாம் கூறமுடியும்.

இவ்வாறு பொருளொன்றின் இயக்கக் காரணமாக அதிலுள்ள சக்தியானது **இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி** எனப்படும்.

மேற்கூறிய செயலின் கட்டங்கள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன :

- (i) துரலி நகருகின்றது.
- (ii) அது ற்ப்பர்ப் பட்டையில் மோதி வேகக் குறைந்து செல்கின்றது. அப்போது ற்ப்பர்ப் பட்டையும் நீளுகின்றது.
- (iii) ற்ப்பர்ப் பட்டையும் துரலியும் கணப் பொழுதிற்கு அசையாதிருக்கின்றன.
- (iv) துரலியும் ற்ப்பர்ப் பட்டையும் திரும்பிச் செல்கின்றன.
- (v) ற்ப்பர்ப் பட்டை நிற்பாட்டப்படுகின்றது.



படம் 8.4 (c)

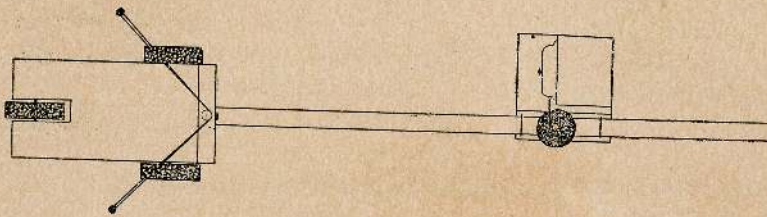
முன்னர்ப்போன்று துரலியை யாதாயினுமோர் இடத்திலிருந்து ஓட விட்டு, துரலியின் வேகத்தையும் ற்ப்பர்ப் பட்டை நீளம் அளவையும் அவதானிக்க. துரலிமீது செங்கல்லொன்றை வைத்து அதன் நிறையை அதிகரிக்க. துரலியானது முதலாம் இடத்திலிருந்து ஓட விட்டு, அதன் கதியையும் ற்ப்பர்ப் பட்டை நீளம் உயர்வு அளவையும் கண்டு கொள்க. அப்போது அதிக திணிவு கொண்ட பொருளால் ற்ப்பர்ப் பட்டை அதிக மாய் இழுக்கப்படும். திணிவு அதிகரிக்க அதிக அளவில் வேலை செய்யப்படும்.

- (vi) துரலி செல்கின்றது. இங்கு,
 - (1) துரலியின் கதி குறைய ற்ப்பர்ப் பட்டையின் நீட்சி குறையுமெனவும்,
 - (2) ற்ப்பர்ப் பட்டையின் நீட்சி குறையத் துரலியின் கதி குறையுமெனவும் நாம் காண்கிறோம்.

துரலியின் கதி குறைய அதிலுள்ள இயக்கப் பாட்டுச் சக்தி குறையுமெனவும் கதி அதிகரிக்க இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி அதிகரிக்குமெனவும்,

றப்பர்ப் பட்டையின் நீட்சி அதிகரிக்க அதி
லுள்ள மீள்தன்மை நிலைச் சக்தி அதிகரிக்கு
மெனவும் நீட்சி குறைய மீள்தன்மை நிலைச்
சக்தி குறையுமெனவும் அறிகிறோம். இதன்
படி துரலியின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி
குறைய, றப்பர்ப் பட்டையின் மீள்தன்மை
நிலைச் சக்தி அதிகரிக்கும். றப்பர்ப் பட்டையின்
மீள்தன்மை நிலைச் சக்தி குறைய துரலியின்
இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி அதிகரிக்கும். ஆகவே,
இங்கு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியானது மீள்தன்
மை நிலைச் சக்தியாகவும், மீள்தன்மை
நிலைச் சக்தியானது இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியாக
வும் நிலை மாற்றப்பட முடியுமெனக் காண்
பீர்கள். அதாவது, துரலியின் இயக்கப்பாட்டுச்
சக்தி றப்பர்ப் பட்டைக்குக் கிடைக்கும் போது
அதன் மீள்தன்மை நிலைச் சக்தி அதிகரிக்க
கும். றப்பர்ப் பட்டையின் மீள்தன்மை

கொடுப்பதற்கு ஓர் ஈர்த்த றப்பர்ப் பட்டை
யைப் பயன்படுத்துகிறோம். நியூற்றன் விதி
பற்றிப் படிக்கும்போது பயன்படுத்திய றப்பர்ப்
பட்டை இதற்கு உகந்தது. சமமான றப்பர்ப்
பட்டைகள் சம நீளத்தால் நீளும்போது
அவற்றிற் சேமிக்கப்பட்டுள்ள மீள்தன்மை
நிலைச் சக்தி சமமெனக் கருத முடியும்.
ஒரு றப்பர்ப் பட்டையால் வழங்கப்பட்ட சக்தி
யின் அளவு ஓர் அலகெனக் கருதுவோம்.
இவ்வாறாக, பயன்படுத்தப்படும் றப்பர்ப் பட்டை
களின் தொகையை அதிகரித்து, பொரு
ளுக்கு வழங்கப்படும், சக்தியை இருமடங்கு,
மும்மடங்கு, என்று இவ்வாறாக அதிகரித்
துக் கொள்ளலாம். பொருளொன்றிற்கு
வெவ்வேறு அளவு சக்தி கிடைக்கும்போது
பொருளின் வேகம் எவ்வாறு மாறுகின்ற
தெனப் பார்ப்போம்.



படம் 8.5 (a)

நிலைச் சக்தி துரலிக்குக் கிடைக்கும் போது
துரலியின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி அதிகரிக்கும்.

பொருளொன்றின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி
அப்பொருளின் திணிவுக்கும் கதிக்குமேற்ப
மாறுமெனப் பண்பறிமுறையாய்ப் படித்
தோம். அப்பொருளின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி
அளவறிமுறையாய்ப் பொருளின் வேகத்திற்
கும் திணிவிற்குமேற்ப எப்படி மாறும்?

இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி ஒரு பொருளின்
திணிவு, வேகம் ஆகிய இரு கணியங்களுக்கு
மேற்ப மாறுகின்றமையால் அதில் ஒரு
கணியத்தை மாற்றுகு வைத்துக் கொண்டு



படம் 8.5 (b)

மற்றைய கணியத்திற்கேற்ப, சக்தி எப்படி
மாறுகின்றதென்பதை எளிதாய் அறிந்து
கொள்ளலாம். அப்பொருளாகத் துரலி
யொன்றை எடுத்து அதற்கு ஓரளவு சக்தியைக்

பரிசோதனை. ஒப்ப
மான பலகையொன்
றிலே, படம் 8.5 (a)யிற்
காட்டியபடி, ஏறத்தாழ 6
அங்குல நீளக் கொண்ட
ஒரு ஆணிகளை ஏறத்
தாழ 8 அங்குல இடைத்
துரத்தில் இறுக்கி அவ்
வாணிகளைச் சுற்றி றப்பர்ப்

பட்டையொன்றைவைக்க. அப்பலகை மீது
ஒரு துரலியை வைத்து அத்துரலியின் பின்
புறத்தில், திக்கொலி நாடாவொன்றை
இறுக்கி ஓர் அதிரியினூடாக இந்நாடாவைச்
செலுத்துக. றப்பர்ப் பட்டை நீளமாறு
படம் 8.5 (a) யிற் காட்டியுள்ள விதமாக
துரலியை ஒரு பக்கத்துக்குத் தள்ளுக.
ஒய்வுத் தானத்திலிருந்து ஏறத்தாழப்
10 சமீ நீளும்போது துரலியின் தானத்தை
அறிந்து கொள்க. அந்த அதிரி
யைத் தொழிற்படுத்தித் துரலியை விடு
விக்க. திக்கொலி நாடாவின் திக்கிடை
களைச் சோதிக்க. அங்கு திக்
கிடைகள் முதலில் நெருங்
கியும் அதன் பின்னர் படிப்
படியாகத் தூரத்திலும்,
மீண்டும் நெருங்கியும் இருக்
கக் காண்பீர்கள் [படம் 8.5 (b)].
2, 3, 4, 5, 6 றப்பர்ப் பட்டைகளைப்
பயன்படுத்திப் பரிசோதனையை மறுபடி
யுஞ் செய்க. எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும்

றப்பர்ப் பட்டையை ஒரே அளவால் இழுக்க மறத்தல் கூடாது. ஒவ்வொரு துண்டிலும் 5 திக்கிடை வீதம் இருக்குமாறு திக்கொலி நாடாவைப் பல துண்டுகளாக வெட்டி, ஒவ்வொரு முறையும் திக்கொலி நாடாக் குறிப்பொன்றை அமைக்க. திக்கொலி நாடாக் குறிப்புக்களிலிருந்து ஒவ்வொரு முறையும் தூரலியின் உயர்வு வேகத்தைக் காண்க. ஈர்த்த றப்பர்ப் பட்டையொன்றால் மாற்றமுற்ற சக்தி அளவின் அலகு 1 எனக் கொள்க. முடிபுகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு அட்டவணைப்படுத்துக :

பயன்படுத்தப்பட்ட றப்பர்ப் பட்டைகளின் தொகை	மாற்றப்பட்ட சக்தி அலகுகளின் அளவு	உயர்வுக் கதி (சமீ/திக்கிடை)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

பொருளுக்கு வழங்கப்பட்ட சக்தி அதிகரிக்க அப்பொருளின் உயர்வுக் கதியும் அதிகரிக்குமென்ப பரிசோதனை முடிபுகளிலிருந்து அறிகிறோம். இங்கேயும் ஏற்படும் மாற்றைத் தீர அறிந்து கொள்ளுதற்குக் கதிக்கு எதிராகச் சக்தியைக் குறித்து வரைபொன்று வரைக. அப்போது வளையியொன்று பெறப்படும். வேகத்தின் வர்க்கத்திற்கு எதிராகச் சக்தியைக் குறித்து வரைபொன்று வரைக. அப்போது நேர்கோட்டு வரைபொன்று பெறப்படும். ஆகவே, பொருளொன்றின் வேகத்தின் வர்க்கம் அப்பொருளுக்கு நிலைமாற்றப்பட்ட சக்திக்கு நேர்விசைசமமென அதிலிருந்து முடிபுகொள்ளலாம்.

$$V^2 \propto E \dots\dots\dots(1)$$

இங்கு V என்பது பொருளின் கதியும், E என்பது பொருளின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியுமாகும்.

யாதாயினுமொரு திணிவு கொண்ட பொருளொன்றிற்குப் பல்வேறு அளவு சக்திகள் கிடைக்கும் போது அப்பொருளின் வேகம் மாறும் விதம் பற்றி மேற்குறித்த பரிசோதனையினின்றும் படித்தோம். வெவ்வேறு திணிவுகள் கொண்ட பொருள்களுக்கு ஒரேயளவு சக்தி கிடைக்கும்போது அவற்றின் கதி மாறுவது எங்ஙனம்? இதன் பொருட்டு, சம அளவிற்கு நீண்ட சமமான றப்பர்ப் பட்டைகள் பலவற்றைப் பயன்படுத்தி, பொருளின் திணிவு மாற அதன் வேகம் மாறும் விதத்தைக் காண்போம்.

பரிசோதனை. தூரலிக்குச் சக்தியைப் பெற்றுக் கொடுக்க இரண்டு, அல்லது மூன்று றப்பர்ப் பட்டைகளைப் பயன்படுத்தி, இங்கும் முதற் பரிசோதனை செய்யப்பட்ட அதே முறையிற் பரிசோதனையைச் செய்வோம். தூரலியின் திணிவுக்குச் சமமான திணிவு கொண்ட செங்கல்லைப் பயன்படுத்தித் தூரலியின் திணிவை 2, 3, 4, 5, 6 மடங்காக்கிப் பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. ஒவ்வொரு போதும் 5 திக்கிடை கொண்ட துண்டுகளாக திக்கொலி நாடாவை வெட்டித் திக்கொலி நாடாக் குறிப்பொன்றைத் தயாரிக்க. இக்குறிப்பைக் கொண்டு தூரலியின் உயர்வு வேகத்தைப் பெற்றுக் கொள்க. முடிபுகளைக் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

திணிவு	உயர்வுக் கதி (சமீ/திக்கிடை)
1M	
2M	
3M	
4M	
5M	
6M	

திணிவு அதிகரிக்க, கதி குறையுமென இவ்வட்டவணையைப் பூரணப்படுத்தும்போது தெரியவரும். விஞ்ஞான கணிதத்தைப் படிக்கும் போது இதுபோன்ற மாறும் கணியங்களுக்கு நீங்கள் வரைபுகள் வரைந்துள்ளீர்கள். அவ்

வரைபுகளை நினைவுகூரும்போது இப்பரிசோதனையின் முடியின் பொருட்டு, வேகத்திற்கெதிரே (1/திணிவு) ஐக் குறித்து வரைபொன்று வரைதல் உகந்ததென உணர்வீர்கள்.

வேகத்திற்கு எதிராக (1/திணிவு) ஐக் குறித்து வரைபொன்று வரைக. அப்போது வளைகோடொன்று பெறப்படும். அவ்வரையின் வடிவைக் கொண்டு அடுத்ததாக என்ன செய்யலாமென்று உங்களாற் கூற முடியுமா? வேகத்தின் வர்க்கத்திற்கு எதிராக (1/திணிவு) ஐக் குறித்து வரைபொன்று வரைக. அப்போது நேர்கோட்டு வரைபொன்று பெறப்படும்.

பொருளொன்றின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி மாறுதிருக்கும் போது அப்பொருளின் வேகவர்க்கம் பொருளின் திணிவுக்கு நேர்மாறு விசுதசமமென இவ்வரையினின்றும் அறியலாம். குறியீடுகளைப் பயன்படுத்தி இதனைப் பின்வருமாறு எடுத்தரைக்க முடியும் :

$$V^2 \propto 1/M \dots \dots \dots (2)$$

சமன்பாடு (1) இலிருந்து, $V^2 \propto E$ ஆகும்.

சமன்பாடுகள் (1) இலும் (2) இலுமிருந்து,

$$V^2 \propto E/M$$

என முடிபுகொள்ளலாம்.

$$\therefore MV^2 \propto E,$$

$$\text{அ-து.} \quad E \propto MV^2.$$

இதனை வசனமுறைப்படி எடுத்தரைப்பின், பொருளொன்றின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி அப்பொருளின் திணிவினதும் வேகவர்க்கத்தினதும் பெருக்கத்திற்கு நேர்விசுதசமமெனக் கூறமுடியும்.

மேற்குறித்த கோவையை

$$E = kMV^2$$

எனவும் எழுதலாம் ; இங்கு k ஒரு மாறிலி. $E = kMV^2$ என்னும் கோவையில் M ஐக் கிராமிலும் V யை மீற்றர்/செக் இலும் அளந்தால், MV^2 ஆகிய கலியத்தின் அவகு

$$\frac{\text{கி.} \times \text{மீ.} \times \text{மீ.}}{\text{செக்}^2}$$

ஆகும். இது நீயூற்றன்-மீற்றர் என்பதற்குச் சமானம். ஆகவே, M ஐக் கி. இலும், V யை மீ/செக். இலும் அளக்கும்போது சக்தி E யை நீயூற்றன் மீற்றரில் (யூலில்) பெறலாம்.

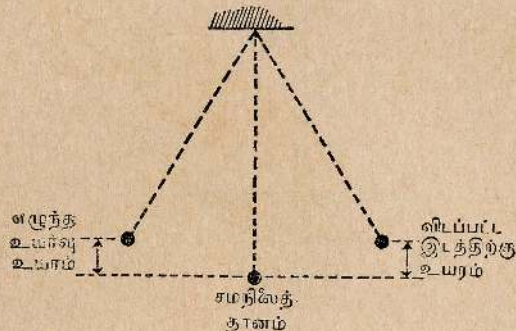
M ஐ இறுத்தலிலும் V யை அடி/செக். இலும் அளக்கும் போது, E யை அடி-இறுத்தலியிலும், M ஐக் கிராமிலும் V யைச் சமீ/செக் இலும் தைன் சமீ (எக்கு) இலும் பெறலாமெனக் காட்டுக.

$E = kMV^2$ என்னும் சமன்பாட்டிலுள்ள M, V ஆகிய கலியங்களின் பெறுமதியை அளக்க முடியுமெனினும், k யின் பெறுமதியை அறிந்து கொள்ள E யின் பெறுமதியை அளக்க வேண்டும். தூரலி இயக்குகையிற் பிரயோகிக்கப்படும் உராய்வு விசையை வெல்ல ஓரளவு வேலை செய்தல் வேண்டும். இதன் பொருட்டு, றப்பர்ப் படையால் வழங்கப்படும் சக்தியில் ஒரு பகுதி செலவாகும். ஆகவே, இங்கே றப்பர்ப் படையால் தூரலிக்குக் கிடைக்கும் சக்தியின் அளவைத் திருத்தமாக அளத்தல் எளிதன்று. தூரலியிது உருற்றப்படும் உராய்வு விசையை முற்றாக நீக்குதல் முடியாது. ஆகவே, k யின் பெறுமதியை அறிந்து கொள்ளுதற்கு உராய்வு விசை உட்படாத வேறு பரிசோதனையொன்று அவசியமெனத் தோன்றுகிறது. அதாவது, நிலைச் சக்தி முற்றாக இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியாக நிலைமாறவேண்டிய நிலைமையொன்று அவசியமாகின்றது. அத்தகைய வொரு நிலைமையைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியுமாவெனப் பார்ப்போம்.

தகரத் தாளொன்றையும் உருக்குக் குண்டொன்றையும் கொண்டு அத்தியாயம் 6 இலே செய்யப்பெற்ற பரிசோதனையை நிலைவுகூருக. உருக்குக் குண்டு வெவ்வேறு பாதைகளுடாக இயங்கிலும், எழும் உயரத்தின் அளவு அது விடப்பட்ட உயரத்திற்கு அண்ணனவாகச் சமமென அங்கே கண்டோம். விடப்பட்ட உயரத்திற்கும் எழும் உயரத்திற்குமிடையே உள்ள சிறிய வித்தியாசம் உராய்வினாலான தெனக் கருதுவோம் (கலிலியோவின் சிந்தனைப் பரிசோதனை). அதிலே பிரயோகித்த உராய்வு சிறிதளவேயெனக் கருதமுடியும். இவ்வராய்வை இன்னும் குறைக்க முடியுமா வெனப் பார்த்ததற்கும் கீழ்க்குறித்த செயலைச் செய்க.

செயல். ஆழ்த்தியொன்றை ஞாலொன்றிலே கட்டி, அதனை ஓர் ஊசல்போன்ற ஆதாரம் ஒன்றில் தொங்கவிடுக. ஆழ்த்தியை ஒரு பக்கத்திற்கு இடம்பெயர்த்து,

சமநிலைத் தானத்தில் இருக்கும் மட்டத்திலிருந்து ஆழ்த்திக்குள்ள உயரத்தை அளந்து கொள்க. ஆழ்த்தியை விடுவித்து, சமநிலைத் தானத்திலிருந்து அது எழும் உயர்வு உயரத்தை அறிந்து கொள்க. ஊசலின் வீச்சத்தை அறி



படம் 8.6

கரித்து இதனை மறுபடியும் செய்க. அப்போது சமநிலைத் தானத்தில் ஆழ்த்தியானது உள்ள மட்டத்திலிருந்து ஆழ்த்தி விடப்பட்ட இடத்திற்கு உள்ள உயரம் அம்மட்டத்திலிருந்து ஆழ்த்தி எழும் உயர்வு உயரத்திற்கு மிகவும் அண்ணளவாகச் சமமெனக் காண்பீர்கள். அதாவது, ஆழ்த்தியானது விடப்பட்ட இடத்திற்கு உள்ள உயரம் அம்மட்டத்திலிருந்து ஆழ்த்தி எழும் உயர்வு உயரத்திற்கு மிகவும் அண்ணளவாகச் சமமெனக் காண்பீர்கள். அ-து. ஆழ்த்தி விடப்பட்ட மட்டத்திற்கு மிகவும் அண்ணளவான மட்டமொன்றிற்கு ஆழ்த்தி எழும்.

ஒரே மட்டத்திலிருக்கும் பொருளொன்றின் நிலைச் சக்தி சமமாதலால் இச்சந்தர்ப்பங்கள் இரண்டிலும் ஆழ்த்தியின் நிலைச் சக்தி சமமாகும். ஆகவே, இவ்வலைவுக் காலத்துள் சக்தி விரயமாகவோ பெறப்படவோவில்லை யெனக் கருத முடியும். பாதையின் அதிதாழ்ந்த இடத்திலே யாதாயினுமோர் அளவு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி இருக்கும். இத்தானத்தில்

ஆழ்த்தியின் நிலைச் சக்தி பூச்சியமெனக் கருத முடியும். பாதையின் அதியுயர் தானத்தில் ஆழ்த்தியின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி பூச்சியமாகும். ஆனால், அதனிடம் யாதாயினுமோர் அளவு நிலைச் சக்தி இருக்கும். அலைவுக் காலத்துள் சக்தி விரயமாகவோ, பெறப்படவோ இவ்வையெனின், பாதையின் அதியுயர் தானத்தில் ஆழ்த்தியின் நிலைச் சக்தியானது பாதையின் அதிதாழ்ந்த தானத்தில் முற்றாக இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியாக நிலைமாறுகின்றதென முடிபுகொள்ளலாம்.

பாதையின் அதியுயர் தானத்தில் ஆழ்த்தியின் நிலைச் சக்தி

$$= \text{பாதையின் அதிதாழ்ந்த தானத்தில் ஆழ்த்தியின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி.}$$

ஆழ்த்தியின் திணிவு m எனின், அது சமநிலையில் இருக்கும் மட்டத்திலிருந்து h தூரம் மேலே இருக்கும் போது அதன் நிலைச் சக்தி mgh ஆகும். இங்கு g என்பது புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகல். பாதையின் அதிதாழ்ந்த தானத்தில் ஆழ்த்தியின் வேகம் V எனின் அதன் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி kmV^2 ஆகும்.

ஆகவே, ஆழ்த்தியின் இத்தானத்திற்கு,

$$mgh = kmV^2,$$

அ-து. $gh = kV^2$ ஆகும்.

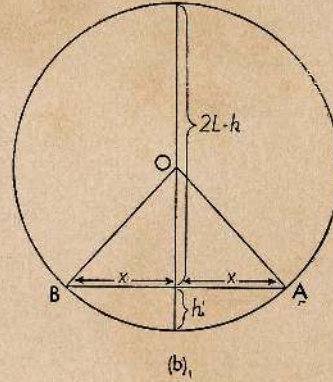
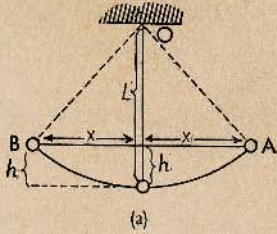
அலையும் பொருளுக்கு g , h , V ஆகிய கணியங்களின் பெறுமதி தெரிந்திருப்பின், k யின் பெறுமதியைக் கணிக்க முடியும்.

திக்கொலி நாடாவொன்றைக் கொண்டு V யின் பெறுமதியைக் காண முடியும். அடிமட்டமொன்றைக் கொண்டு h இன் பெறுமதியைத் திருத்தமாக அளத்தல் எளிதன்று. h இனைத் திருத்தமாக அளக்கக் கீழ்க்குறித்த சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தக்கூடிய விதம் பற்றிப் பார்ப்போம்.

எளிய ஊசலின் நீளம் l எனக் கொள்வோம். சமநிலைத் தானத்திலிருந்து

ஆழ்த்தியானது x என்னும் அளவாற் கிடையாக இடம்பெயர்ந்தபோது ஆழ்த்தியின் நிலைக்குத்து இடப்பெயர்ச்சி h எனின், படம் 8.7 (b) ஐ நோக்கும்போது,

பரிசோதனை. சிலிங்கிலிருந்து மரத் துண்டொன்றை ஒரு நூலிலே தொங்க விடுக. அத்துண்டிலே திக்கொலி நாடாவொன்றை இறுக்கி, அந்நா



படம் 8.7

$$x^2 = (2l - h)h$$

எனக் காண்பீர்கள்.

l இன் பெறுமதியோடு ஒப்பிட h இன் பெறுமதி மிகவும் சிறிதெனின்,

$$x^2 = 2lh \text{ ஆகும்.}$$

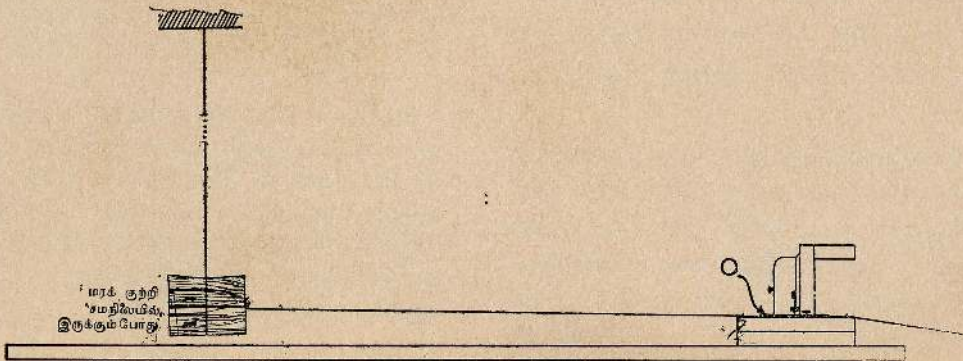
அ-து. $h = \frac{x^2}{2l}$

ஆகவே, x ஐயும் l ஐயும் அளந்து h இன் பெறுமதியைக் காணமுடியும்.

l இன் பெறுமதியுடன் ஒப்பிட h மிகவும் சிறிதாகும் போது பாதை AB யின் நீளமானது $2x$ இன் பெறுமதிக்கு மிகவும் அண்ணளவாகச் சமமாகும்.

டாவை அதிரியொன்றினூடாகச் செலுத்துக. மரத் துண்டு சமநிலையிலிருக்கும் இடத்திற்கு அப்பால் மரத்துண்டு இருக்கும் மட்டத்திலேயே அதிரியை வைக்க திக்கொலி நாடாவால் இழுத்து மெதுவாக விடுவித்து, சமநிலையில் இருக்கும் போது அதிரியின் ஆமாருக்குக் கீழே திக்கொலி நாடாவின் தானத்தைக்

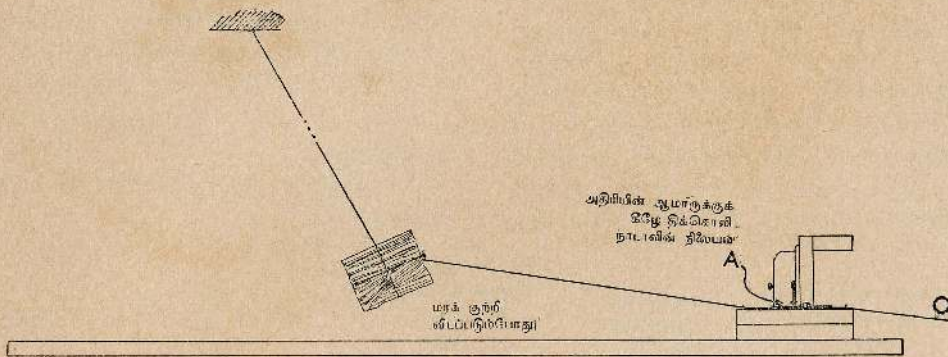
குறிக்க [படம் 8.8 (a)]. மரத் துண்டின் இன்னொரு நூலைத் தொடுத்து, அந்நூல் மூலம் சமநிலைத் தானத்திலிருந்து ஏறத்தாழ 10 சமீ தூரம் மரத் துண்டை அதிரியை நோக்கி இடா



படம் 8. 8(a)

பெயர்க்க [படம் 8.8b], திக்கொலி நாடாவை இறுக்குதற்கு அதனைச் சிறிதளவு இழுக்க. அதிரியைத் தொழிற்படுத்தி மரத் துண்டு அலைபுமாறு நூலை விடு

நாடாக் குறிப்பொன்றைத் தயாரிக்க. உங்க ளுக்கும் படம் 8.10 இலுள்ளது போன்ற திக்கொலி நாடாக் குறிப்பொன்று கிடைக் கின்றதாவெனப் பார்க்க. மரத் துண்டின்

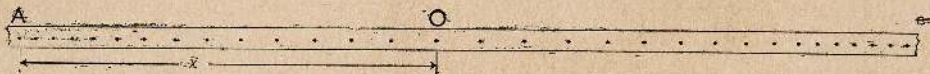


படம் 8.8 (b)

விக்க. மரத் துண்டானது இயக்கத் தின் உயர்வுத் தானத்திற்கு எழுந்த பின்னர் மீண்டும் அலைதலைத் தவிர்க்க. திக்கொலி நாடாவைச் சோதிக்க. அப் போது மரத் துண்டின் இயக்கமானது படம் 8.9 இலுள்ளவாறு குறியிடப்பட்ட

சமநிலைத் தானத்தைக் காட்ட நீர் குறித்த புள்ளியானது திக்கொலி நாடாக் குறிப்பில் எங்கே உள்ளதெனப் பார்க்க.

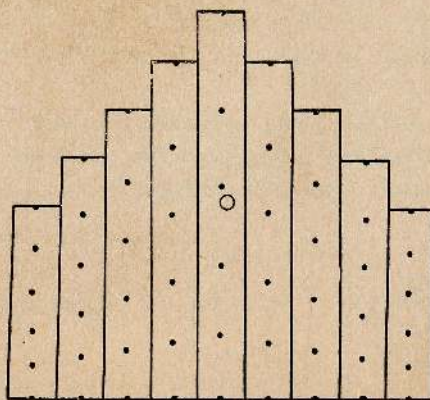
திக்கொலி நாடாக் குறிப்பின் உயர்வு வேகத்தை எந்தக் கீலம் காட்டும்? மரத்



படம் 8.9

திக்கொலி நாடாவொன்றை காட்டப் படும். அப்படத்தில் மரத் துண்டை விடுவித்த தானமானது புள்ளி A யாற் காட்டப்படும். மரத் துண்டின் சம நிலைத் தானத்தைக் காட்டக் குறித்த புள்ளிகள், O என்னும் புள்ளியாற் காட்டப்படும். அதில் நீளம் AO என்பது மரத் துண்டின் சமநிலைத் தானத்திலிருந்து உள்ள உயர்வுக் கிடை இடப் பெயர்ச்சியாகும். நீங்கள் பெறும் திக் கொலி நாடாவைக் கொண்டு, மரத் துண்டின் சமநிலைத் தானத்திலிருந்து ஏற்பட்ட உயர்வுக் கிடை இடப்பெயர்ச்சியைக் (x) கண்டு கொள்க.

துண்டின் உயர்வுக் கதியானது மரத்துண்டின் சமநிலைத் தானம் கடக்கப்படுகையிற்



படம் 8.10

திக்கொலி நாடாவிலே 5 திக்கிடைகள் கொண்ட கீலங்களை வெட்டி, திக்கொலி

காட்டப்படுகிறதென உங்கள் திக்கொலிக் குறிப்பின்படி தெரிவிப்பதா ?

மரத் துண்டின் வெவ்வேறு கிடை இடப் பெயர்ச்சிகளுக்குப் பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்க. ஒவ்வொரு போதும் திக்கொலி நாடாக் குறிப்பைக் கொண்டு, மரத் துண்டின் உயர்வுக் கதிரையும் சமநிலைத் தானத்திலிருந்து உயர்வுக் கிடை இடப்பெயர்ச்சியையும் காண்க. திக்கிடையொன்றின் காலம் தெரிந்திருப்பின், இவ்வேகத்தைச் சமீ/செக் அல்லது மீ/செக் இல அளக்க முடியும். முடிபுகளைக் கீழ்க் காட்டியவாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

m திணிவுகொண்ட, ஓய்வு நிலையிலுள்ள பொருளொன்றின் மீது P என்னும் மாறாத சமன்செய்யப்படாத விசையொன்று t நேரத்திற்குத் தாக்கும் போது அவ்விசையின் திசையிலே பொருளானது S தூரம் இடம் பெயருமெனக் கருதுவோம். இந்நேரத்துள் அப்பொருளின் வேகமானது $U = 0$ இலிருந்து V வரை அதிகரிக்குமெனக் கருதுவோம்.

விசை P யின் இடப்பெயர்ச்சியானது S இற்குச் சமம்.

\therefore விசை P செய்யும் வேலை $W = P \times S$ ஆகும்.

சமநிலைத் தானத்திலிருந்து கிடை இடப்பெயர்ச்சி (சமீ)	உயர்வு வேகம் (சமீ/செக்)	சமநிலைத் தானத்திலிருந்து நிலைக்குத்து இடப்பெயர்ச்சி (சமீ)	gh	V^2	$k=gh/V^2$

k யின் சராசரிப் பெறுமதி =

இவ்வட்டவணையைப் பூரணப்படுத்தியதும் k யின் பெறுமதி மிகவும் அண்ணளவாக 0.5 எனக் காண்பீர்கள்.

gh இற்கு எதிராக V^2 ஐக் குறித்துப் பெறப்படும் வரைபின் படித்திறனிலிருந்து k யிற்கு மிகவும் திருத்தமான பெறுமதியொன்றைப் பெறல் முடியும்.

கனிதம் பற்றிய அறிவைக் கொண்டு பொருளொன்றின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்திக்கு இது போன்ற தொடர்பொன்றைப் பெறல் முடியும்.

ஆனால், நியூற்றனின் இரண்டாம் விதியின் படி, $P = m (V-U)/t$ என அறிவோம்.

தொடக்க வேகம் $u = 0$ ஆதலால், $P = mV/t$ ஆகும்.

$$\therefore PS = (mV/t) S.$$

ஓய்விலிருந்து ஆரம்பித்து மாறா ஆர்முடுகலுடன் இயங்குகையில் பொருளின் வேகமானது V வரை அதிகரிக்கும்போது அப்பொருளின் இடப்பெயர்ச்சி

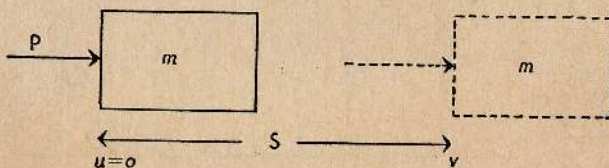
$$S = \frac{V}{2} \times t$$

ஆதலால்,

$$P \times S = m \times \frac{V}{t} \times \frac{V}{2} \times t = \frac{1}{2} mV^2$$

ஆகும்.

விசை P ஆனது S தூரம் விசையின் திசையிலே இடம்பெயரும்போது, செய்யும் வேலைக்குப் பிரயோகிக்கும் சக்தி



படம் 8.11

அனைத்தும் இயக்கப்பட்டுச் சக்தியாக நிலைமாறு மெனின், அப்பொருளின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி $\frac{1}{2} mV^2$ ஆகும். இப்பொருள் ஓய்வுக்கு வருகையில் $\frac{1}{2} mV^2$ என்னும் அளவு வேலையைச் செய்யமுடியும்.

இதுவரை நாம் படித்த இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி, பொறிமுறைச் சக்தி இரண்டும் பொதுவாகப் பொறிமுறைச் சக்தி எனப்படும்.

மோதும்போது சக்தி நிலைமாற்றம்

தனியாகிய பொருளொன்றின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியையும் நிலைச் சக்தியையும் பற்றி நாம் இதுவரை படித்தோம். ஆனால், தனியாகிய பொருள் இயற்கையாய்க் கிடைப்பதில்லை. பொருளொன்றின்மீது வேறொரு பொருள், அல்லது வேறு பல பொருள்கள்

தாக்கும் வகையையே நாம் நோக்குகிறோம். அத்தகையவொரு வகையில் ஒரு பொருளின் சக்திக்கு என்ன நிகழும்? இத்தகையவொரு சந்தர்ப்பம் எமது கவனத்தை ஈர்த்துள்ளதா?

நியூற்றனின் விதி பற்றிப் படித்தபோது, மோதுதலில் ஒரு பொருள் இன்னொரு பொருள் மீது தாக்கும் சந்தர்ப்பம் பற்றி அறிந்தீர்கள். அதில், மோதும் பொருள்கள் இரண்டினதும் உந்தம் மாறாமல் இருக்குமெனக் கண்டீர்கள். மோதுகையில், மோதும் பொருள்களின் சக்தியும் அவ்வாறே மாறாது இருக்குமா? மோதுகையிலே, மோதும்பொருள்களின் உந்தம் மாறாதிருக்கின்றதாவென்பதைக் காண்பதற்கு நீங்கள் செய்த பரிசோதனையிற் கிடைத்த வாசிப்புக்களைக் கீழ்க் கண்டவாறு அட்டவணைப் படுத்துக. முடியுமெனின், பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க.

மோதுகைக்கு முன் திணிவு M_1	மோதுகைக்குச் சற்றுமுன் வேகம் V_1	மோதுகைக்குச் சற்றுமுன் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி $\frac{1}{2} M_1 V_1^2$	மோதுகைக்குப் பின் திணிவு M_2	மோதுகைக்குச் சற்றுப் பின் வேகம் V_2	மோதுகைக்குச் சற்றுப் பின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி $\frac{1}{2} M_2 V_2^2$

அட்வணை பூர்த்தியாக்கப்படும் போது, மோதும் பொருள்களின் மோதுகைக்குப் பின்னரான இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியானது மோதுகைக்கு முன்னரான இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியாகக் குறையுமெனக் காண்பீர்கள். இந்தக் குறைந்த இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியின் அளவிற்கு, என்ன நிகழ்ந்தது? இது பற்றி ஒரு முடிவுக்கு வரும் பொருட்டு, ஒரு பொருள் மீது இன்னொரு பொருள் தாக்கும் சந்தர்ப்பங்கள் சிலவற்றை நாம் நோக்கல் வேண்டும். இதற்காகக் கீழே குறிப்பிட்ட செயலைச் செய்வோம் :

செயல் 1. உங்கள் கைகளை ஒன்றோடொன்று தேயுங்கள். அப்போது அவை வெப்பமாகுமென அறிவீர்களா? கைகளை இன்னுந் தேயுங்கள். அப்போது கைகள் மேலும் வெப்பமாகக் காண்பீர்கள்.

கைகளைத் தேய்க்கும்போது ஓரளவு வேலை செய்யப்படல் வேண்டும் எனவும் அதிக அளவில் தேய்க்கையில் அதிக அளவு வேலை செய்யப்படல் வேண்டுமெனவும் அறிவோம். ஆகவே, அதிக அளவில் தேய்க்க அதிக அளவு சக்தி அவசியமாகும். கைகள் வெப்பமாதல் அதிகரிக்கக் காரணம் அதிக வெப்பம் உண்டாதலேயென நாம் கருத முடியும். எனவே, சக்தி அதிக அளவிற்கு செல்வாகும் போது அதிக அளவு வெப்பம் உண்டாகுமெனத் தெரிவின்றது.

செயல் 2. சைக்கிளொன்றின் பிற்சில்லை மெதுவாகச் சுழற்றுக. அதனை நிறுத்து தற்குத் தடுப்பை இடுக. இச்சில்லின் வளையத்தைத் தொட்டுப் பார்க்க. அது வெப்பமாகி இருக்கக் காண்பீர்கள். வளையம் குளிர்ந்ததும் சில்லை மீண்டும் விரைவாய்ச் சுழற்றுக. தடுப்பைப் போட்டுச் சில்லை நிறுத்துக. வளையத்தை மீண்டும் தொட்டுப்பார்க்க. வளையம் அதிக அளவில் வெப்பமாயிருக்கக் காண்பீர்கள்.

இங்கு நிகழ்பவற்றைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடல் முடியும் :

- (i) சுழலும் சில்லை நிறுத்தும் போது சில்லின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி விரயமாகுமிடத்து வெப்பம் உண்டாகும்.
- (ii) வேகமாய்ச் சுழலும் சில்லை நிறுத்துகையில் அதிக அளவில் இயக்

கப்பாட்டுச் சக்தி விரயமாகும். அப்போது அதிக அளவு வெப்பம் வெளிப்படும்.

இச்செயல்கள் இரண்டிலும் பொறிமுறைச் சக்தி விரயமாகும்போது வெப்பம் உண்டாகுமெனவும் அதிக அளவு பொறிமுறைச் சக்தி விரயமாகும் போது அதிக அளவு வெப்பம் வெளிப்படுமெனவும் நீங்கள் கண்டீர்கள். அப்படியாயின், வெப்பத்திற்கும் பொறிமுறைச் சக்திக்குமிடையே யாதாயினும் தொடர்பு உள்ளதா? பொறிமுறைச் சக்தியானது யாதாயினுமொரு விசுத்திற்கேற்ப வெப்பமாக நிலைமாறுமா?

பொறிமுறைச் சக்தியானது வெப்பச் சக்தியாக என்ன விசுத்தில் நிலைமாறுமென்பதைக் காண்பதற்கு அளக்கக் கூடிய பொறிமுறைச் சக்தியின் அளவை முற்றாக வெப்பமாய் நிலை மாற்றி இவ்வெப்பத்தின் அளவை அளத்தல் வேண்டும். இந்நிபந்தனையைப் பூர்த்தி செய்யும் பரிசோதனையை ஒழுங்கு செய்யும் பொருட்டு பொறிமுறைச் சக்தி வெப்பச் சக்தியாக நிலைமாறுகின்ற சந்தர்ப்பத்தை எடுத்து நோக்குவோம்.

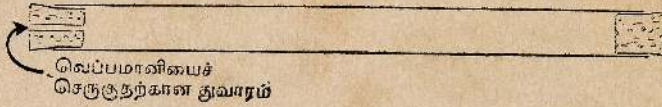
ஆமாரால் ஈயத்துண்டொன்றை அடிக்கும் போது அது வெப்பமாகுமென நீங்கள் அறிவீர்கள். ஆமாரால் ஈயத்துண்டை அடித்தற்குப் பதிலாக, பாரமான இரும்புத் துண்டொன்றை ஈயத்துண்டு மீது விழும்படி விடலாம். ஒருமுறை இரும்பு விழும்போது ஈயத்துண்டு போதியவளவு வெப்பம் பெறுதிருக்கலாம். போதியவளவு வெப்பம் பெறுதற்கு இரும்பானது ஈயத்துண்டுமீது விழுமாறு அதனை மறுபடியும் போடலாம். இங்கு ஈயத்துண்டு மட்டுமன்றி இரும்பும் வெப்பமாக முடியுமெனக் காண்பீர்கள். இவ்வாறாக அவை பஸ்வேறு வெப்பநிலைகளுக்கு வெப்பமாக்கப்படல் முடியுமென அறிவோம்.

இம்மோதுகையில் உண்டாகும் வெப்பச் சக்தியை அளக்கத் தேவையான அளவீடுகள் யாவை? இதற்காக, மோதிய பொருள்களின் திணிவுகள், தன்வெப்பங்கள், வெப்பநிலை மாற்றங்கள் என்னும் கணியங்கள் அறியப்படல் வேண்டுமெனக் காணலாம். இரும்பை ஒரு காவலித் திரவியமீது விழவிட்டு உண்டாகும் சக்தியை இரும்பு மட்டும் பெற்றுக்

கொள்ளுமாறு ஒழுங்குபடுத்தல் முடியும். அப்போது எடுக்க வேண்டிய அளவீடுகளின் தொகை குறையும். இரும்பைப் பன்முறை ஒரு காவலித் திரவியுடன் விழவிட்டும் அதன் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் அதிகரிப்புச் சிறிதே யெனக் காண்பீர்கள். விழும் பொருளின் வெப்பநிலையை அதிகரித்தற்கு இரு முறைகள் உண்டு. வெப்பத்தை அதிக அளவில் ஆக்க ஒழுங்கு செய்தல், குறைவான தன் வெப்பங்கொண்ட ஒரு பொருளை விழுமாறு ஒழுங்கு செய்தல் ஆகியனவே அம்முறைகள்.

நாம் இதுவரை வாதித்த விடயங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு, பொறிமுறைச் சக்தியானது வெப்பமாக நிலைமாறுவது எவ்வித தத்திற்கேற்பவெனக் காண முயல்வோம்.

பரிசோதனை. ஏறத்தாழ 11 மீற்றர் நீளமும் 4 அல்லது 5 சமீ விட்டமுங் கொண்ட அட்டைத்தாட் குழாயொன்றின் இரு நுனிகளையும் இரு தக்கை அடைப்பான்களால் அடைக்க. இதன் பொருட்டு, ஆடைகள் சுற்றப்படும் அட்டைத்தாட்



2 படம் 8.1

உலோகங்கள் சிலவற்றின் தன்வெப்பங்கள் கீழ்க்காட்டிய அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன :

திரவியம்	தன்வெப்பம்
அலுமினியம்	0.216
ஈயம்	0.03
செம்பு	0.092
இரும்பு	0.119
இரசம்	0.033
வெள்ளி	0.056
கண்ணாடி	0.16-0.12

மேற்குறித்த அட்டவணையை நோக்கும் போது விழும் பொருளாகப் பயன்பட ஈயமே உகந்ததெனக் காண்பீர்கள். ஈயங்களின் வெப்பநிலையை அளத்தற்கு ஈயமானது சிறிய துண்டுகளாகவோ சன்னங்களாகவோ இருத்தல் நன்றென நீங்கள் அறிவீர்கள். ஈயச் சன்னங்களை யாதாயினும்ொரு குழாய்க்குள் விழ ஒழுங்கு செய்வது எளிது. வெப்பம் குழாய்க்கு மாற்றப்படாதிருக்க வேண்டின் அது ஒரு காவலித் திரவியத்தாற் செய்யப்படல் வேண்டும். அக்குழாயின் இரு நுனிகளும் ஒரு காவலித் திரவியத்தால் அடைக்கப்பட்டிருப்பின், குழாயை நிலைக்குத்தாகக் கவிழ்த்து ஈயச் சன்னங்களை விழ விடலாம்.

குழாய் உகந்ததாகும். அவற்றுள் ஓர் அடைப்பானில் வெப்பமானியொன்றைச் செருக்கக் கூடியதாகத் துவாரமொன்று இருத்தல் வேண்டும். அக்குழாயின் இரு நுனிகளிலும் அடைப்பான்கள் இறுக்கப்பட்டிருக்கும்போது தக்கைகளுக்கிடையே யுள்ள தூரத்தைக் காண்க. கிட்டத்தட்ட 25 கிராம் நிறை கொண்ட (இங்கு நிறை அவசியமன்று) ஈயச் சன்னங்களை அக்குழாய்க்குள் போட்டு அவற்றின் வெப்பநிலையை அறிந்து கொள்க. அடைப்பில் வெப்பமானியை செருகுதற்கென இருக்கும் துவாரத்தை அடைத்து, நிலைக்குத்துத் தளமொன்றிலே அக்குழாயை 100 முறை கவிழ்த்து எடுக்க. ஈயச் சன்னங்களின் உயர்வு வெப்பநிலையை உடனடியாக வாசித்துக் கொள்க. (படம் 8.12).

இப்பரிசோதனையைச் செய்யும்போது கீழ்க் குறித்த வாசிப்புக்கள் கிடைத்ததாகக் கருதுவோம் :

குழாயில் இரு அடைப்புக்களுக்கும் இடையேயான தூரம் = h சமீ.

சன்னங்களின் தொடக்க வெப்பநிலை = 30°C .

சன்னங்களின் உயர்வு வெப்பநிலை = 33°C .

குழாய் கவிழ்க்கப்பட்ட முறைகள் = 100.

ஈயச் சன்னங்களின் திணிவு m கிகி. எனவும், அவற்றின் தன்வெப்பம் 0.03 கலோரி/கி/1°ச. எனவும், புவியீர்ப்பினாலான ஆர்முடுகல் g மீ/செக்² எனவும் கொண்டால், குழாயை ஒரு முறை கவிழ்க்கையில் விரயமாகும் சக்தி $= m \times g \times h$ யூல்.

∴ குழாயை 100 முறை கவிழ்க்கையில் விரயமாகும் சக்தி $= mgh \times 100$ யூல்.
 m கி. கி. ஈயச் சன்னங்களினின்றும் உறிஞ்சிக் கொண்ட வெப்பம் $= m \times 1000 \times 0.03 \times (33-30)$ கலோரி.

பொறிமுறைச் சக்தி முழுவதும் வெப்பமாக மாறுமெனின், $m \times g \times h \times 100$ யூல் என்றும் சக்தியின் அளவானது $m \times 1000 \times 0.03 \times (33-30)$ கலோரிக்குச் சமமாதல் வேண்டும்.

J யூல் சக்தியானது 1 கலோரிக்குச் சமமெனின், $mgh \times 100$ யூல் சக்தியானது

$\frac{mgh \times 100}{J}$ கலோரிக்குச் சமம்.

$$\therefore \frac{mgh \times 100}{J} = m \times 1000 \times 0.03 (33-30),$$

$$\therefore \frac{gh \times 100}{J} = 1000 \times 0.03 \times 3.$$

இதினின்றும் J யின் பெறுமதியைக் காணல் முடியும். இங்கே கணிப்பிற்காக m இன் பெறுமதி அவசியமன்றெனக் காண்பீர்கள்.

வெப்பம் கலோரியிலும், m ஆனது கிராமிலும், h ஆனது சமீ இலும், g சமீ/செக்² இலும் எடுத்துரைக்கப்பட்டின், J ஆனது வக்டு/கலோரி என்பதிற் பெறப்படும்.

வெப்பம் பிரித்தானிய வெப்ப அலகுகளிலும், m இரத்தலிலும் h அடியிலும், g அடி/செக்² இலும் எடுத்துரைக்கப்பட்டின், J ஆனது அடி இரத்தலி/பி.வெ.அ. என்பதிற் பெறப்படும்.

பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்து, J யின் பெறுமதி மாறிலியாவெனப் பார்க்க.

வகுப்பில் மற்றை மாணவர்கள் பெறும் முடிபுகளோடு உங்கள் முடிபுகளை ஒப்பிடுக. அப்போது J யிற்குப் பெறப்படும் முடிபுகள் அதிக அளவில் வேறுபடல் கூடும். அவ்வாறெனின், இப்பரிசோதனை முடிபுகளின்படி, சக்தி அதிக அளவில் விரயமாகும் போது வெப்பம் அதிக அளவில் வெளிவருவதேன் என்றும் வினாவுக்கு விடையளிக்க ஏற்ற முடிபுக்கு வர இயலாது.

பரிசோதனையினின்றும் நாம் எதிர்பாராத முடிபுகள் பெறக் காரணம் யாது? பரிசோதனையைச் செய்யும்போது நாம் கருதிக் கொண்ட விடயங்கள் சரியானவையா? பரிசோதனையைச் செய்கையிலே ஏற்பட்ட வழக்கள் யாவை? இவ்வினாக்களுக்கு விடையளித்தற்குக் கீழ்க் குறித்த வினாக்களை உங்களிடமே கேளுங்கள்.

இப்பரிசோதனையில் குழாயைக் கவிழ்க்கும் போது சன்னங்கள் விழுவதற்குப் பதிலாக அவற்றின் ஒரு பகுதியானது குழாய் வழியாக வழக்குமா?

அங்கு சன்னங்கள் விழுந் தூரம் சரியாக அளக்கப்பட்டதா? மோதலையில் நிலை மாறிய சக்தி சரியாக அளக்கப்பட்டதா? நிலைமாறிய வெப்பத்தில் ஒரு பகுதியானது சுற்றாடலுக்குக் காத்தப்பட்டதா? ஆக்கப்பட்ட வெப்பம் சரியாக அளக்கப்பட்டதா? பரிசோதனையில் விரயமான பொறிமுறைச் சக்தி முற்றாக வெப்பமாய் நிலைமாறியதா? இல்லையெனின், அதன் ஒரு பகுதி வேறு வகைச் சக்தியாய் நிலைமாறியதா? சன்னங்களின் வெப்ப நிலை அதிகரிப்புப் போதியதா?

அது அளக்கப்பட்ட வெப்பமானியின்படி உமது முடிபுகள் எந்த அளவிற்குச் சரியானவையென்று எதிர்பார்க்க முடியும்?

மேற்குறித்த வினாக்களுக்கு விடையளிக்கும் போது, நாம் செய்த மேற்படி பரிசோதனை அவ்வளவு திருத்தியால்தன்றெனக் காணப்படும். இதற்காக இன்னொரு ஏற்ற பரிசோதனை அவசியமெனக் காண்பீர்கள். ஆனால் இதற்காக மேலும் நேரத்தைச் செலவிடல் பயனற்றதாகும். இவ்வினா இதற்கு முன்னர் வாழ்ந்த விஞ்ஞானிகளின் உவனத்தையும் காத்தது. யூல் என்னும் விஞ்ஞானி ஏறத்தாழ 40 ஆண்டுகளாக இவ்வினாவுக்குத் தீர்வுகாண முயன்றார். அவர் பல்வேறு ஆய்வுகளுக்கீழையும் பயன்படுத்தி, பொறிமுறைச் சக்தியானது வெப்பச் சக்தியாக மாறு விசுத்தத்தில் நிலை மாறுமாறெனக் காண முற்பட்டார். மின்முறையை உபயோகித்தபோது பொறிமுறைச் சக்தியானது வெப்பமாக நிலைமாறுவது ஒரு மாறு விசுத்தத்திலெனக் காணப்பட்டது. இவ்விசுத்தம் வெப்பப் பொறிமுறைச் சமன் எனப்படும். ஆய்வுகூடத்தில் இம்மாறிலியின் பெறுமதியைக் காணுதற்கு மின் பற்றிய உங்கள் தற்போதைய உறிவு போதாது. ஆகவே, நாம் அவ்விஞ்ஞானியின் முடிவை ஏற்றுக்கொள்ளுதல் போதியது.

வெப்பப் பொறிமுறைச் சமனானது எனப்படும் இவ்விசுத்தத்தின் பெறுமதி வெவ்வேறு அலகுகளில் கீழே தரப்பட்டுள்ளது :

$$\begin{aligned} J &= 4.1852 \text{ யூல்/கலோரி.} \\ &= 777.9 \text{ அடி இற நிறை/பி.வெ.அ.} \\ &= 4.1852 \times 10^7 \text{ ஏக்கு/கலோரி.} \end{aligned}$$

மேற்குறித்த கோவையைப் பார்க்கும்போது வெப்பத்தை அளத்தற்கு கலோரியையும் பிரித்தானிய வெப்ப அலகையும் போன்று பொறிமுறை அலகையும் பயன்படுத்தலாமெனத் தெரிகின்றது. உதாரணமாக, திரவியமொன்றின் தன்வெப்பத்திற்காக கலோரி/1 கி/1°ச. என்னும் அலகைப் போல யூல்/1 கி/1°ச. என்னும் அலகையும் பயன்படுத்த முடியும்.

இதன்படி செம்பின் தன்வெப்பம் 0.1 கலோரி/1 கி./1°ச., அல்லது 0.41852 யூல்/1 கி./1°ச. ஆகும்.

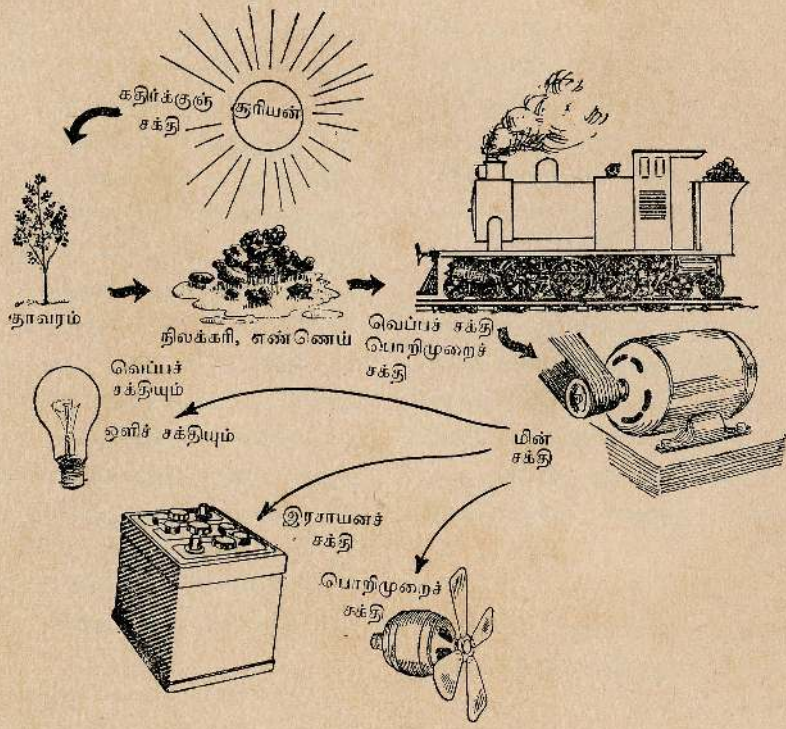
சக்தி நிலைமாற்றமும் சக்திக் காப்பும்

மின்கலங்கள் பற்றிப் படிக்கும்போது கலத்தின் இரசாயனச் சக்தியானது மின் சக்தியாக நிலைமாறுமெனவும் மின்னோட்டமொன்று ஒரு மின் குமிழினூடாகப் பாய்கையில் மின் சக்தியானது வெப்பமாகவும் ஒளியாகவும் நிலை மாறுமெனவும் கண்டோம். சேமிப்புக்கல மொன்றினூடாக மின்னோட்டம் பாயும்போது அதிலுள்ள இரசாயனத் திரவியங்களின் அமைப்பானது மாற்றமடைந்து மின் சக்தி இரசாயனச் சக்தியாக நிலைமாறுகின்றது. பொறிமுறைச் சக்தி வெப்பச் சக்தியாக நிலை மாறுமென நாம் படித்தோம். அவ்வாறே மின்மோட்டர் பற்றிப் படிக்கும்போது மின் சக்தியைப் பொறிமுறைச் சக்தியாகத் திருப்ப முடியுமெனவும், தைனமோ பற்றிப் படிக்கும் போது பொறிமுறைச் சக்தியை மின் சக்தியாகவும் நிலைமாற்றமுடியுமெனவும் நாம் படித்தோம். சக்தியை ஒரு நிலையிலிருந்து இன்னொரு நிலைக்கு மாற்றக் கூடியதாக இருத்தல் அதன் ஓர் இயல்பாகும்.

சக்தியானது இடையீடின்றி ஒரு நிலையிலிருந்து இன்னொரு நிலைக்கு மாறிக்கொண்டிருக்கும். சிலவேளைகளில் இந்நிலைமாற்றம் அதிக அளவில் நடைபெறும். சூரியனின் உட்புறத்திலே கருச் சக்தியானது கதிர்க்குஞ் சக்தியாக நிலைமாறுதல், கருச் சக்தி வெப்பச் சக்தியாக நிலைமாறுதல் என்பன இதற்கான உதாரணங்களாகும். சிலவேளைகளில் சக்தி நிலைமாற்றம் மிக மெதுவாக நடைபெறும். தாவரங்கள் அவற்றின் உணவைத் தயாரிக்கையில் வெப்பச் சக்தி மின் சக்தியாக மாறும். இவ்வுணவு தாவரங்களிற் சேமிக்கப்படும். தாவரங்கள் பூமிக்கடியில் அதிக காலம் இருப்பின் நிலக்கரியாகவும் கனிச எண்ணெயாகவும் மாறும். இவ்வொபொருள்கள் எரிகையில்

வெப்பமும் ஒளியும் வெளிப்படும். எரிபொருள் களிவின்றும் வெளிப்படும் வெப்பமானது நீராவி எஞ்சின்கள், மோட்டர்க் கார் எஞ்சின்கள் ஆகியவற்றில் பொறிமுறைச் சக்தியாக நிலைமாறும். மின்னை உண்டாக்க இப்

பொருள்கள் எரிகையிலும், வேலை செய்கையிலும், பல இரசாயனத் தாக்கங்களிலும் வெப்பம் வெளிப்படுமென நீங்கள் கண்டீர்கள். ஆகவே, சக்தி பெரும்பாலும் வெப்பச் சக்தியாகவே கிடைக்கின்றதென நாம் கருத



படம் 8.13

பொறிமுறைச் சக்தியைப் பயன்படுத்த முடியும். மின் சக்தியை மறுபடியும் வெப்பச் சக்தி, ஒளிச் சக்தி, பொறிமுறைச் சக்தி, இரசாயனச் சக்தி ஆகிய சக்திகளாக நிலைமாற்ற முடியும் (படம் 8.13).

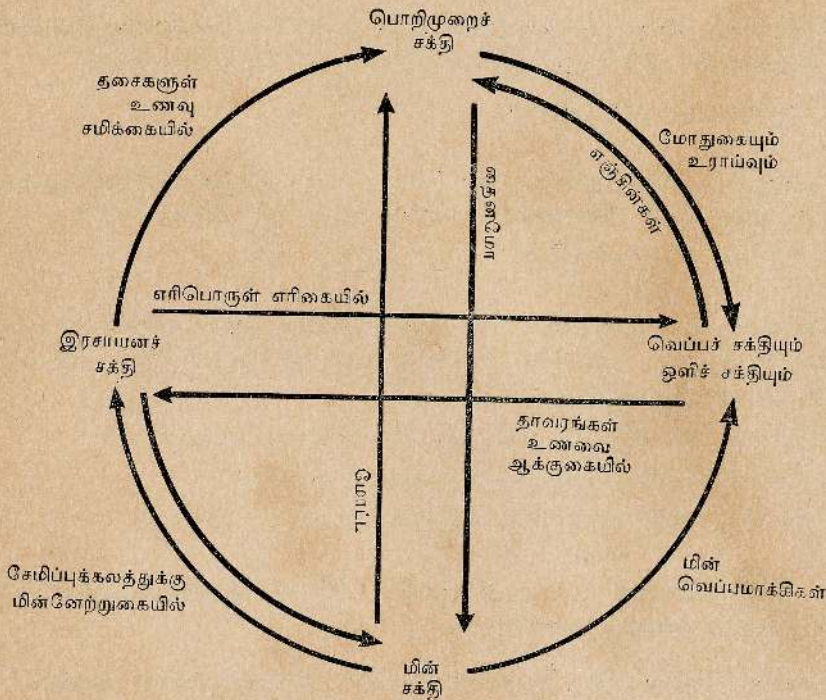
முடியும். படம் 8.13 ஐப் பார்க்குமிடத்து மின் சக்தியை எளிதாக வேறு சக்தியாக நிலைமாற்ற முடியுமெனக் காண்பீர்கள். மின்னை அதிகமாய்ப் பயன்படுத்தற்கு இதுவும் ஒரு காரணம்.

சக்தியை ஒரு நிலையிலிருந்து இன்னொரு நிலைக்கு மாற்றக்கூடிய முறைகள் சில படம் 8.13 இற் காட்டப்பட்டுள்ளன. மின் சக்தி ஒரு கடத்தியினூடாகப் பாய்கையிலும், எரி

சக்தியை ஒரு நிலையிலிருந்து இன்னொரு நிலைக்கு மாற்றமுடியுமென அறிந்த விஞ்ஞானிகள் சக்தியை அதிகரிக்க (ஆக்க) முயன்றனர். அவர்களின் முயற்சி தோற்றமையால்

சக்தியை ஆக்க முடியாதென அவர்கள் முடிபு கொண்டார்கள். சக்தியை ஆக்க முடியாதது போல அழித்தலும் முடியாது. அதனை ஒரு நிலையிலிருந்து இன்னொரு நிலைக்கு மாற்ற முடியுமென்னும் கருதுகோளானது இயற்கைத் தோற்றப்பாடுகளை வெற்றிகரமாக

இவ்விதியானது சடக் காப்பு விதி எனப்படும். எனினும் விஞ்ஞானத்தின் புதுக் கண்டுபிடிப்புகளின்படி சடம் சக்தியாகவும் சக்தி சடமாகவும் மாற்றப்படக்கூடியதென நிறுவப்பட்டுள்ளது. கதிர்ப்புப் பற்றிப் படிக்கும்போது இதுபற்றிப் படிக்கும் வாய்ப்பு உங்களுக்குக்



படம் 8.14

விளக்க உதவுமென அவர்கள் கண்டனர். இதுவரை செய்யப்பட்ட பரிசோதனையின்படி இதற்கு முரணான கருத்தொன்றும் தெரிவிக்கப்படவில்லை. ஆதலால், இக்கருதுகோளானது விஞ்ஞானத்தின் ஒரு முக்கிய முடிபாகுமென அவர்கள் கருதினர். சக்தியை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாதென்பது சக்திக் காப்பு விதி எனப்படும். இரசாயனவியலில் இதுபோன்ற ஒரு விதி அ-து. சடத்தை ஆக்கவோ, அழிக்கவோ முடியாது என்பதாகுமென நீங்கள் அறிவீர்கள்.

கிடைத்தது. சடத்தைச் சக்தியாகவும் சக்தியைச் சடமாகவும் நிலைமாற்ற முடியுமாதலாம், சக்திக் காப்பு விதியும் சடக் காப்பு விதியும் ஒன்றுசேர்க்கப்பட்டு, சக்திச் சட்காப்பு விதி என வழங்கப்படும். சடத்தையும் சக்தியையும் ஒரு நிலையிலிருந்து இன்னொரு நிலைக்குமாற்ற முடியுமென இதினின்றும் விளங்குகின்றது. இந்நிலைமாற்றம் நிகழ்கையில் சடத்தினதும் சக்தியினதும் முழு அளவும் மாறாதிருக்கும்.

பயிற்சி 8

1. 1,000 கிலோகிராம் நிறையான ஊர்தியொன்று 20 மீ/செக் வேகத்திற் செல்கின்றது. அது ஓய்வுக்கு வருகையில் நிலைமாறும் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியின் அளவு யாது?

[விடை : 2×10^5 நியூற்றன் மீற்றர்.]

2. 500 கிகி. நிறையொன்றை 100 மீ. உயரங் கொண்ட ஒரு மலையின் உச்சிக்குக் கொண்டு போகையில் அதன் நிலைச் சக்தி எவ்வளவால் அதிகரிக்கும்? ($g = 9.8$ மீ/செக்².)

[விடை : 4.9×10^5 நியூற்றன் மீற்றர்.]

3. 1 கிகி. நிறையான பொருளொன்று 2 மீ. நீளங் கொண்ட இழையொன்றிலே ஊசல்போன்று தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. அதனைச் சமநிலைத் தானத்திலிருந்து கிடைத் திசையிலே 25 சமீ தூரம் இடம்பெயர்க்கும்போது,

(i) அப்பொருள் நிலைக்குத்துத் திசையில் எவ்வளவால் உயரும்?

(ii) அப்பொருளின் நிலைச் சக்தி எவ்வளவால் அதிகரிக்கும்?

[விடை : (i) 25/16 சமீ; (ii) 49/320 நியூற்றன் மீற்றர்.]

4. 0.5 கிகி. திணிவுகொண்ட ஈயத்துண்டொன்று 50 மீ. உயரத்திலிருந்து சுயாதீனமாய் நிலத்தில் விழுந்து ஓய்வுக்கு வருகின்றது.

(i) பூமியுடன் மோதல்கையில் விரயமான சக்தியின் அளவினை யூலிற் காண்க.

(ii) மோதல்கையில் விரயமான அச்சக்தி முழுவதும் வெப்பமாக நிலைமாறி அவ்வீயத் துண்டில் விடப்படுமெனக் கொண்டு, ஈயத் துண்டின் வெப்பநிலை எவ்வளவால் அதிகரிக்குமெனக் கணிக்க.

ஈயத்தின் த.வெ. = 0.3 கலோரி/1 கி/1°ச.,

வெப்பப் பொறிமுறைச் சமன் = 4.2 யூல்,

$g = 9.8$ மீ/செக்².

[விடை : (i) 245 யூல்; (ii) 3.9° ச.]

5. 20 மீ/செக் கதியிற் செல்லும் 100 கிகி. நிறையான ஊர்தியொன்று தடுப்புப் போடப்பட்டதும் நிற்பாட்டப்படுகிறது.

(i) அவ்வூர்தியில் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி எவ்வளவால் விரயமாகின்றது?

(ii) விரயமாகும் இவ்வியக்கப்பாட்டுச் சக்தி முழுவதும் வெப்பமாக நிலைமாறுமெனின், இங்கு எவ்வளவு வெப்பம் பிறப்பிக்கப்படும்?

$J = 4.2$ யூல்/கலோரி.

[விடை : (i) 2×10^4 யூல்; (ii) 4762 கலோரி.]

கண் ஒளியை உணர வல்லது ; காது ஒளியை உணரவல்லது ; ஒளியின் மூலம் பொருள்களை நாம் பார்ப்பதாகக் கூறுகிறோமே யன்றி ஒளியின் மூலம் பொருள்களைக் கேட்பதாகக் கூறும் வழக்கம் கிடையாது. இருந்தும், ஒளியின் மூலம் பொருள்களை இனங்காண எம்மால் முடியும். அப்போது ஒளியைப் பார்க்காது ஒளியைக் கேட்கின்றோம் ; எனவே “ஒலி” என்ற பதத்தை நாம் இரு கருத்துக்களில் புழங்கி வருகிறோம். சாதாரண வழக்கில் “ஒலி” என்பதை உணர்வின் நிலைக்களனிலே, அவ்வுணர்வுக்கான ஏதுவை மனங்கொள்ளாமலே கருதுகிறோம். அதாவது கேட்பவரைப் பொறுத்தமட்டில் உணர்வு இல்லாதவிடத்து அங்கே ஒலியும் இல்லை என்றாகிறது. இருவர் கூடியுள்ள ஓரிடத்தில் ஒரு கணத்தில் ஒருவர் ஒரொளியைக் கேட்கும் வேளையில் மற்றையவருக்கு அத்தகைய உணர்ச்சி இல்லாதிருக்குமானால், இரண்டாமவர் “ஒலி இல்லை” எனப் பிழைபட வாதிக்க முற்படலாம். இச்சந்தர்ப்பத்தில் ஒலியுற்பத்திக்கான ஏது நிலைத்திராது எனக் கொள்ளாது அது ஏதோ சில காரணங்களுக்காக இரண்டாமவரின் செவியைச் சென்றடையவில்லை என ஒப்புதல் நல்லதொரு பிரச்சினை நோட்டம் எனலாம்.

ஒலியுணர்வும் ஒலியும்

“உணர்வு” என்ற மட்டில் ஒலியானது ஒரு தனிப்பட்ட அனுபவமாக முதற்கண் தோற்றினும், ஒலி பற்றிய வியாக்கியானம் வினக்கத்தில் மாறுபாடாக இருக்காது. நெருங்கிய அனுபவவாயிலாக, குறித்த சிலவகை ஒலிகளைக் கொண்டு அவற்றை உண்டுபண்ணும் பொருள்களைத் தொடர்புறுத்தலாம். எமது வாழ்வில் எம்முடைய சூழல் அறிவைப் பெருக்குவதற்கும், அவ்வாறு பெருக்குவதால் சூழலைச் சரிவர விளங்கிக் கொள்வதற்கும் ஒலி இன்றியமையாத ஒரு சாதனமாயுள்ளது.

பல்வேறு ஒலிகளையும் அவற்றின் உற்பத்தி முதல்களையும் நாம் அட்டவணைப் படுத்த முடியும். கீழே சில தரப்பட்டுன. அவற்றோடு மேலும் சிலவற்றைச் சேர்த்துக் கொள்ளுங்கள்.

1. கர்ச்சித்தல் சிங்கம்
2. குரைத்தல் நாய்
3. கூவுதல் சேவல்
4. இரைதல் வண்டு, மழைபெய்தல்
5. கரைதல் காகம்
6.
7.
8.
9.
10.

பரிவர்த்தனைக்காக ஒலி

மிகச் சிறந்த ஒரு பரிவர்த்தனைச் சாதனமாகவும் ஒலி பயன்படுகிறது. புராதனகாலம் தொட்டே பரிவர்த்தனையின் பொருட்டுப் பெருமளவில் ஒலி உபயோகப்பட்டுள்ளதென்பதற்கும் பல சான்றுகளை நாம் காட்ட முடியும். கோயில், தேவாலய மணிகள், போர் முரசங்கள் போன்றவற்றின் சைகைகளைக் கொண்டு குறிப்பிட்ட சில தேவைக்காக மக்கள் கூட்டப்பட்டனர். சைகைகளோ பலதிசைகளில் தூரத்தூரச் சிதறுண்டுள்ள மக்களையும் ஒரே நேரத்தில் சென்றடைதல் வேண்டும். கேட்கும் எல்லைக்குள் உள்ளவரையில் நியமச் செவியுடையோர் எல்லோரிடத்தும் ஒலிப் பரிவர்த்தனை காலும் எனினும், அவர்கள் ஒரே ஒலிச்சைகையைத் தானே கேட்கின்றனர் என்றோ, அல்லது ஒரே கருத்தைத்தான் செவிமடுக்கின்றனர் என்றோ எவ்வாறு கூறமுடியும் ?

வித்தியாசமான ஒலிகள்

நாம் கேட்கும் ஒலிகள் யாவும் தமக்கெனச் சில சிறப்பியல்புகள் உடையன. இச்சிறப்புகளினால் சில குறித்த ஒலிகளோ, அல்லது ஒலிச் சேர்க்கையோ குறிப்பிட்ட ஒரு விளையையே பொதுவில், தனிப்பட்ட ஒவ்வொரு வரின் செவிகளிலும் ஏற்படுத்தும். வழக்கத்திலும் முழக்கத்திலும் வந்ததன் காரணமாக எல்லோரும் அவ்வொலிப்பால் ஒரே வியாக்கியானத்தையே கொள்கின்றனர். மானிடரின் செவிகளால் சிறு சிறு ஒலி வித்தியாசங்களைப் பாசுபடுத்துவது மட்டுமன்றி பயிற்றுவதனால் மிக நுண்ணிய ஒலிப் பேதங்களையும் உய்த்துணர முடிகிறது. உதாரணமாகச் சிறுபிள்ளைப் பராயத்திலிருந்தே படிப்படியாக மக்களின் ஓசையை, பறவைகளின் பல்வேறு சத்தங்களை மட்டுமன்றி மனிதனால் உண்டாக்கப்படும் யாதுமோர் ஒலிப்பையும் இணங்காணப் பழகிவிடுகிறோம். “பேச்சு” என்பது விலங்குக் குலத்திலேயே மனிதனை ஒரு தனியிடத்திற்கு உயர்த்துகின்ற ஒரு சக்திமிகு ஒலிப்பயனாகும்.

ஒலி பற்றிய தோற்றப்பாட்டைச் சிந்திக்கும் போது, பல்வேறு ஒலிகள் எவ்வாறு உற்பத்தியாக்கப்படுகின்றன? ஒலியின் புலப்பாட்டுக்கு ஏதுவான நிகழ்வு யாது? ஒலி எவ்வாறு ஊடுசெலுத்தப்படுகிறது? அதாவது கேட்கும் வெவ்வேறு தனிப்பட்டோரை ஒலி எவ்வாறு சென்றடைகிறது? ஒர் ஒலி இன்னொன்றினின்றும் எவ்வாறு மாறுபடுகிறது? எவ்விதத்தில் மாறுபடுகிறது? கேட்டலின் போது செவி எவ்வாறு செயல்புகிறது? போன்ற முக்கிய வினாக்களை எம்முள் எழுதின்றன.

பல்வித வழிகளில் இயற்கை ஒலிகள் பிறக்கின்றன. கடற்கரையில் அலைமோதி உடைதல், புயலடித்தல், இடிமுழக்கம் போன்றவை நிலைவில் வருகின்றன. பல்வேறு பட்சியினங்கள், மிருகங்கள், பூச்சிகள் எழுப்பும் ஒலிகளும் உண்டு. இவ்வகை ஒலிகள் ஏராளம் இருப்பினும் ஏதுமிருவகை ஒலியை ஒன்றே என மயங்கமுடியாதபடிக்கு அவை தெளிவாக வேறுபட்டிருக்கக் காண்கிறோம். புகைவண்டிகள், பல்வகை மோட்டர் வண்டிகள், வானூர்திகள், எந்திரங்கள் போன்ற மனிதனால் ஆக்கப்பட்ட சாதனங்களால் பிறக்கும் ஒலிகளும் நம் நிலைவிற்கு வரலாம். இவ்வாறான ஒலிக்கடலின் நடுவிலே நாம்

வாழ்கிறோம். ஓரிடத்திலிருந்து இன்னொரிடத்திற்கு நிலம் வழியே பொருள்களை அரக்கும் போதும், யன்னல், வாசல்களின் கதவுகளை மூடும்போதும், திறக்கும்போதும், குளத்தில் கல்லெறியும்போதும், மண்டவெட்டும்போதும், மரம் தறிக்கும்போதும் இன்னோன்ற பல செய்கைகளின் போதெழும் ஒலிவகைகளும் எமக்கு நிலைவில் வருகின்றன. பொதுப்படையாக நோக்கினால், ஏதோ ஒரு வகை இயக்கத்தின் அடியாகவே ஒலி உற்பலிக்கிறதென உணர்வோம். இந்த இயக்கம் பற்றிய அம்சத்தை விரிவாக ஆராய்ந்து அறிதல் வேண்டும்.

தூரத்தே மரம் வெட்டும் ஒரு காட்சியை எடுத்துக் கொண்டால், கோபரி மாக்கொப்பில் விழும் கணத்தின் சற்றுப் பின்னரே அவ்விழுகையால் உண்டாகும் சத்தம் எம்மை வந்தடைவதைக் கவனிக்கலாம். இடிபும் மின்னனும் ஒரே ஏதுவால் ஒரே நேரத்திலே சம்பவிக் கின்றபோதும் மின்னலின் பின்பே இடியொலி கேட்கின்றது. வலுமிக்க கலமொன்றிலிருந்தோ, அல்லது மின்னேற்றிய பொருள்களிலிருந்தோ தீப்பொறி பெறப்படலாம். இதே தோற்றப்பட்டினது பாரிய அளவிடையிலேயே இடி மின்னனும் உண்டாகிறது. தூர இடங்களில் உற்பத்தியாகும் ஒலி எம்மை வந்தடையச் சிறிது நேரம் எடுக்கும். வேறுவிதமாகச் சொல்வதானால் ஒலியானது இடம்விட்டு இடம் செல்வதாகக் கூறப்படும். இந்நோக்கிலும் பரந்த அளவில் படித்தறிதல் வேண்டும்.

ஒரொலி இன்னொரொலியினின்றும் வேறுக இருப்பதற்கு என்ன காரணம்? ஒரொலி செவிக்கு இனிதாயும் இன்னொன்று கொடுரமாயும் இருப்பதேன்? தத்துக்கியின் சத்தம் மற்றும் பொதுவான பட்சியினங்களினதிலும் வேறுபட்டிருப்பதேன்? பிள்ளைப் பராயத்திலிருந்து வாலிபம் முதுமைப் பராயங்களைத் தாண்டும் போதெல்லாம் தனிப்பட்ட ஒருவரின் குரலும் மாறுகிறது. கைக்குழந்தைகளின் அழுகை ஒரே மாதிரியாயிருக்கிறது. குறிப்பிட்ட ஒரு வயதுவரை அவற்றின் மழலையும் பெரும்பாலும் ஒத்திருக்கின்றன. ஆனால், அவர்கள் வளருந்தோறும் வித்தியாசம் தோன்றுகிறது.

மிகப் பழைய காலத்திலேயே மனிதன் இசைக் கருவிகளைக் கண்டறிந்தான். ஒவ்

வொரு நாடும் ஒவ்வொரு இனப்பிரிவும் தத்தமக்கே உரிய இசைக் கருவிகளைத் தம் சிறப்பியல்பாக வழங்கி வந்துள்ளனர். ஒலி உற்பத்திக்கெனப் பொதுவான கோட்பாடு எதும் உண்டா? ஒலியை வகுப்பிட வழியேதுமுண்டா? அத்தகையவொரு வகுப்பிடுகை, ஒலி என்றால் என்ன, அது எவ்வாறு பிறப்பிக்கப்படுகிறது போன்றவற்றின் உள்ளார்ந்த அறிவைத் தரும்.

செவியின் செயற்பாடு

நாம் ஒலியை எவ்வாறு அறிகிறோம்? மாணிட இனத்தின் கேட்கும் உறுப்பில் பொதுவான அடிப்படைச் செயற்பாடேது முண்டா? தேவைப்படும் போது மீளக் கேட்டற்பொருட்டு ஒலி, பதிவு செய்யப்படுவதை நாம் அறிவோம். இத்தகைய ஒலிப்பதிவுச் சாதனத்துக்கும் கேட்கும் உறுப்புக்கும் செயற்பாட்டில் எதும் ஒற்றுமையுண்டா? ஒலி எழுப்பப்பட்டு அது வாங்கும் கருவியை அடையும் போதெல்லாம் ஏதோ ஒரு வகை மாற்றம் உண்டாகிறதெனவும் அம்மாற்றமே கிராமப்போன் தட்டில் பதிக்கிறதெனவும் நாம் எதிர்பார்க்கலாம். செவியும் இதே ரீதியில் செயற்படும் ஒன்று? ஒலியினது இயல்பை விளங்கிக்கொள்ள வேண்டுமானால் செவியின் செயற்பாட்டை அறிதல் மிக முக்கியமாகும்.

ஒலியாக்கம்

கையாலே மேசையிலடித்தல், கதவைத் தட்டுதல், சுத்தியலாலே ஆணியடித்தல், கோடரியாலே மரம் தறித்தல் போன்ற சில பழக்கப்பட்ட நிகழ்ச்சிகள் ஒலியாக் கத்தின் உதாரணங்களாகும். இவற்றிலெல்லாம் கொடுபடும் அடிகள் கேட்கப்படுகின்றனவேதவிர உணரப்படுவதில்லை. அண்டி வந்த நண்பன் ஒருவன் தோளிற் தட்டும் போது உடம்புடனான நேரடிச் செயற்பாட்டால் சையை அறிகிறோம். உடம்பில் அடிபடும் நேரத்திலேயே தோல் உணர்வு பெறுகிறது. ஆனால், மேசையிலே கையாலடிக்கும்போது நேரடிச் செயற்பாட்டால் நாம் உணர்வு பெறுவதில்லை. வெவியை ஊடறுத்துச் செயற்பாடு நிகழ்கிறது, அது தூரத்தே நிகழ்கிறது. இந்நிகழ்வுக்கான இணைப்பு எது? சுத்துவ இணைப்பெதனையும் இனங்காண முடியுமாயின் இதனை நாம் இலகுவில் ஏற்க முடியும்.

தற்போதைக்கு ஒருவகைச் சுத்துவ இணைப்பு உளது என எடுத்துக் கொள்வோம். உலர் செலுத்தப்படுவது என்ன? ஓரிடத்தில், நிகழ்வது இன்னொரிடத்தில், அல்லது வேறுபல இடங்களில் ஒரு விளைவை உண்டு பண்ணுகிறதென்பது மட்டும் தெளிவு. இச்செயற்பாட்டை விளக்க ஒரு “மாதிரி” காண முடியுமா?

அடிப்பதால் உண்டாகும் ஒலி ஒரு முறையே கேட்கும். மீண்டும் மீண்டும் பல முறை அடித்தாலன்றி ஒலியினது எதுவுக்கும் விளைவுக்குமிடையே தொடர்பு காணல் இயலாதவொன்றாகும். அடிப்பதால், அல்லது தட்டலால் ஆகும் ஒலியைவிட நிலைபெற்ற ஒலியை வைத்து அதனைப்பற்றிப் படிப்பது மிகச் சலபமாகும். மேற்கொண்டு ஒலியைக் கற்றற்பொருட்டு நாம் பெறத்தகு நிலைபெறான ஒலிகளின் உதாரணங்கள் சிலவற்றைப் பார்ப்போம்.

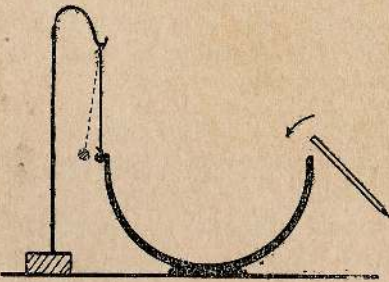
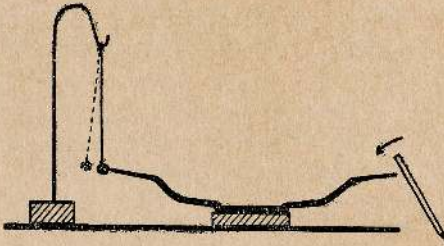
புகைவண்டியொன்றின் கூவலோ, ஒரு காரின் எச்சரிக்கைக்காகளம், ஒலிபரப்பிச் சத்தம் போன்றவை தொடர்ச்சியாகப் பிறப்பிக்கப்பட்டு, குறிப்பிடத்தக்க நேரம் தொடர்ந்து கேட்கக் கூடியனவாகும். எமது தேவையின் பொருட்டு ஓர் எளிய ஒலி ஊற்றிடமாக ஒலிபரப்பியின் கூம்பையே கொள்ளலாம். ஒலிபரப்பி நல்லவொரு உதாரணமெனி னும் மத்தளம், மேளம் போன்றவை இலகுவில் கிடைக்கக் கூடிய பொதுப் பொருள்களாய் இருக்கின்றன. இருப்பினும், இவற்றின் வகையினின்றும் நிலைபெறான ஒலிகளைப் பெறுவதென்பது இலேசன்று.

மேலும், இன்னும் பொருத்தமான மணியைப் பார்ப்போமானால், அது அடித்தபின்னும் சிறிது நேரம் தொடர்ந்தொலிக்கும். மணியைப் போன்று, அடித்து ஒலியெழுப்பும் வெறேந்த ஒரு பொருளும் நமது பரிசோதனையின் பொருட்டுச் சுயாதீனமும் வசதி மிகுந்ததாயுமிருக்கும்.

சந்தையிலோ, கடையிலோ, பாணை, சட்டி, கோப்பை வாங்குவோர் அவற்றில் பழுது இருக்கின்றதா எனச் சோதித்துப் பார்ப்பதை நீங்கள் கண்டிருக்கலாம். உள்ளங்கையில் பாண்டத்தை வைத்து, பென்சில் அல்லது அதுபோன்ற சிறு கோலால் மெதுவாக ஆனால் சுட்டிப்பாக விளிம்பில் தட்டி எழும்

ஒலியை உன்னிப்பாகக் கேட்பர். பாண்டம் பழுதற்று ஹெடிப்பற்றிருப்பின் செவ்விதமான ஓசை சிறிது நேரம் நீடித்து ஒலிக்கும். உடனே அற்றுவிடும் “ ஹெட்டு ” எனும் சத்தம் பழுதுடைய பாண்டத்தைக் காட்டிக் கொடுத்து விடும். ஒலியின் எது அடியாயிருப்பின், அடியுடன் சேர்ந்து ஒலியும் நின்றிருக்க வேண்டும். நல்ல பாண்டத்தில் தட்டி எழுப்பிய ஒலி நீடிக்கிறது. பாண்டந் தாங்கும் கையானது இதனை உணருமா ?

செயல். சாதாரணத் தட்டொன்றை உமது உள்ளங்கையில் பலத்திரமாகத் தாங்கிக்கொண்டு அதன் விளிம்பில் இலேசாக, சுட்டிப்பாக ஒரு பென்சிலால் தட்டுக. சில நிமிடநேரம் ஒலி தொடர்ந்து கேட்கிறதா என அவதானியுங்கள். இதனை மீட்டும் மீட்டும் செய்து, தட்டிய கையாதும் விதத்தில் அதிர்கிறதா எனத் திடப்படுத்த எத்தனியுங்கள் பெரிய அளவில் உள்ள கிண்ணங்கள், பாத்திரங்களுடன் இச்சோதனையை, மீண்டும் செய்க (பாடசாலையில் பெரிய ஆவியாக கற் கிண்ணம் ஒன்றையே பயன்படுத்தலாம்).



படம் 9.1

நடுத்தர அளவிலான பித்தளைத் தட்டொன்று இவ்வகைப் பரிசோதனைக்கு உசிதமாகும். இயல்தகு தட்டுப்பரப்பு கையைத் தொடுமாறு வைத்து விளிம்பில் உன்னிப்பாகப் பென்சிலால் தட்டுக. தட்டு விளிம்பில் எங்காவதோர் இடத்தில் விசை பெறுவாகத் தொடும்போது நீர் உணர்வதென்ன ? விளிம்பின் வெவ்வேறு பகுதிகளைத் தொட்டுத்தொட்டு இச்சோதனையை மீண்டும் செய்க.

(சிகரற்று சுற்றி வரும் ஈயத்தானைக் கசக்கிஉருட்டி) ஓர் இலேசான ஊசற் குண்டைத் தயாரித்துக் கொள்க (பம் 9.1). இதை ஒரு முனையில் கொண்ட ஓரிழையின் மறுமுனையைக் கட்டித் தொங்கவிட்டு இவ்விலேசான ஈய ஊசற் குண்டிற்கு அப்பாலுள்ள தட்டொரத்தில் சுட்டிப்பாக தட்டயாது நடைபெறும் ? மீண்டும் மீண்டும் தட்ட என்ன நடக்கும் ? இழையினின்றும் தொங்கும் பொருள் பாரமுடைய தெனின் என்ன நிகழும் ? என்பவற்றைச் செய்து அறிக.

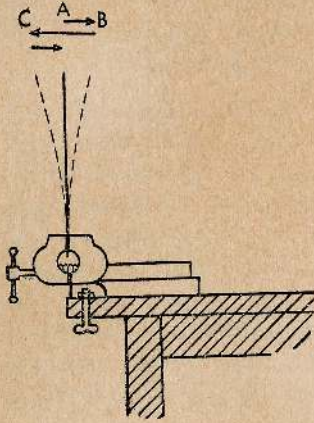
அதிர்வு

ஒரு பொருள் தொடர்நதொலிக்கும்போது அது ஒருவகை நடுக்க அதிர்வையுடையதாய் இருக்குமெனக் காட்டலாம். இந்நடுக்கம் காண்பதற்கரிதாயினும் உணர்வும் இனங் காணவும் கூடியவொன்றாகும். பொருளில் தொடுவதால் உடனடியாக ஒலியை நிறுத்தலாம். இவற்றிலிருந்து எதுவித ஐயப்பாடுமின்றி இரண்டு உண்மைகள் தெளிவாகின்றன. அவையாவன: குறித்த பொருளே நாம் கேட்கும் ஒலியின் ஊற்று என்பதும் பொருளின் நடுக்கமே ஒலிப்பிறப்பின் எது என்பதுமாகும்.

மணிக்கூட்டின் ஊசலியக்கத்தோடு இவ்வியக்கத்தை ஒப்பிடலாம். எனினும், மணிக்கூட்சேலின் இயக்கத்தைக் கண்ணால் பின் தொடர முடியும், ஆனால், அதே ரீதியில் ஒலியெழுப்பும் பொருள்களின் நடுக்கத்தைப் பார்க்க முடியாது.

இவ்வாறான தட்டு, பாத்திரம், தகடுகளின் இயக்கத்தையே நாம் அதிர்வு என்கிறோம். கண்ணால் காண்தகு மணிக்கூட்சேலிற்போன்று மீண்டும் மீண்டும் இயக்கம் நிகழுதலே இவ்வதிர்வின் முக்கிய சிறப்பியல்பாகும். ஓர்

இடைநிலைமைபற்றி அடுத்தடுத்து இரு புறமும் பெயர்ச்சி இடம் பெறுகிறது. தட்டிக்குப் பதிலாகத் தட்டையான உருக்குக் கீலமொன்றைப் பயன்படுத்துவோமாயின், இவ்வகை இயக்கத்தைப் பற்றிய அறிவைச் சுலபமாகப் பெற வசதி பிறக்கும். இக்கீலம் மேசைப் பேரிடுக்கியால் இறுக்கிப் பிடித்து, அதன் பெரும்பகுதி நீளம் வெளியே நீட்டியிருக்குமாறும் இப்பகுதியைப் பக்கவாட்டாக இழுத்துவிடுக. இது ஒய்வடைய முதல் சில நேரம் அதிர்வுக் காணலாம்.



படம் 9.2

செயல். 12" நீளவெட்டுவாள் துண்டொன்றை அல்லது 12" நீளமான மணிக் கூட்டு வில் தகடொன்றையே மேசைப் பேரிடுக்கியில் பொருத்துக. (படம் 9.2) அப்பால் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் துண்டியை ஒரு பக்கத்துக்குச் சிறிது இழுத்து, பின் விடுக. ஒய்வடையுமுன் சிறிது நேரம் கீலம் அதிர்வதை இலகு விற் காணலாம்.

அதிர்வு ஒவ்வொன்றும் மீள்தரு இயக்கத்தின் ஒவ்வொரு சக்கரம் ஆகும். ஆரம்பிக்கும் ஒரு களைப்போதைய நிலையிலிருந்து சக்கரத்தின் பல்வேறு நிலைகளையும் அடைந்து இறுதியில் ஆரம்பித்த அதே நிலையை மீண்டும் அதிர்வு ஆயத்தமாகச் சென்றடையும்போது ஓர் அதிர்வு நிறைவுறும். A யிலிருந்து B யிற்கு (A யினூடாக) C யிற்கு, பின் மீண்டும் A யிற்கு ஆன இயக்கம் ஒரு முழுமைச் சக்கரம் ஆகும். இது ஒரு முற்றிய சக்கரம்

எனப்படும். போதுமான அளவு எண்ணிக்கை அதிர்வுகளுக்கான சற்றுப் பெரிய ஆயின். நேரத்தைக் காண முடிந்தால் ஓர் அதிர்வு அல்லது சக்கரம் எடுக்கும் நேரத்தைக் காணல் இயலும். ஓர் அதிர்வுக்கான நேரம் ஓர் ஆவர்த்தனக் காலம் எனப்படும். ஒரு செக்கனில் நிகழும் அதிர்வு, அல்லது சக்கரங்களின் எண்ணிக்கை அதிர்வின் மீடியன் எனப்படும். இடைநிலையிலிருந்து இருபக்கத்துக்குமான (AB அல்லது AC) பெயர்ச்சியின் உயர்வுப் பெறுமானம் அதிர்வின் வீச்சம் எனப்படும்.

(அதிரும் வெட்டுவாள் துண்டு ஒலியெழுப்ப மாட்டாது.)

ஒலியொன்றின் ஊற்று

நாம் பல்வேறுவகை ஒலிகளைக் கேட்கிறோம். மேலே கூறப்பட்ட செய்கைகளிலிருந்து, நாம் கேட்கும் ஒவ்வொரு ஒலியுடனும் ஒவ்வொரு அதிர்வுப் பொருள் தொடர்புடையதாய் இருக்கின்றதா? அதிரும் பொருளை இலகுவில் இடன காண முடியாத வகைகளில் சூழல்களிலிருந்தும் அவ்வகைக்கே உரித்தான எதுக்களிலிருந்துமே நாம் ஊற்றின் இடத்தைக் கொள்ளுதல் வேண்டும். காற்றோட்ட ஒலியை ஆக்குவதெது? எமக்கு அது தெரியாவிடினும் தாரத்தார விரல்களைப் பிடித்துக் கொண்டு கைக்குக் குறுக்கே ஊதுவீர்களானால் காற்றடிக்கும் போது எழும் ஒலியைக் கேட்கலாம். வளி நெருக்கத்தையே நாம் கேட்கிறோம்.

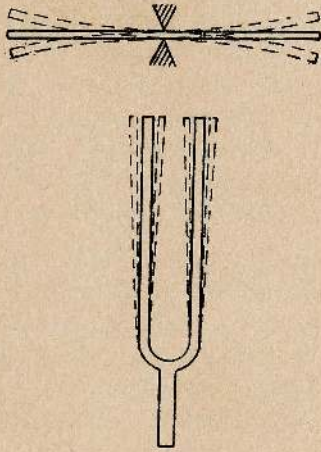
வலுமிசு கலவருக்கு, அல்லது ஏற்றிய ஓடுக்கியொன்றில் மின்பொறி தோன்றச் செய்வதை இடியோசை உண்டாவதோடு ஒப்பிடலாம். தீப் பொறி தெறிக்கும்போது கேட்கும் வெடிச் சத்தம் இடிமுழக்கத்தின்போது நிகழ்வன வற்றைச் சிறிய அளவில் தருகிறது எனலாம்.

இங்கே சட்டியான சடுதியான குழப்பங்களால் ஆகின்றனவேயன்றி, மேலே சொல்லிய அதிர்வுத் தகடுகளின் பரிசோதனை வகைகளிற் போன்று ஒத்த இயல்புகளைக் கொண்டிரா.

அதிரும் பொருள் யாவும் ஒலிக்கவும் வேண்டும் என்பதில்லை. உதாரணமாக வெட்டுவாள், மணிக்கூட்டு விற்கள் சிலசமயங்களில் ஒலியெழுப்பா. ஆயினும், வெட்டுவாள் தகடு

(அல்லது மணிக்கூட்டு விற்ககடு) அவற்றில் வேண்டியவளவு குறுநீளம் வெளிநீண்டிருக்கப் பூட்டினாலும் ஒலியெழுப்பும். இரு கம்பங்களில் ஈர்த்துக் கட்டிய கயிறொன்று சுயாதீனமாக அதிரும் வேளையில் எதுவித ஒலியையும் ஆக்காதிருக்கலாம். பொருத்தமாக ஈர்க்கப்பட்ட ஒரு நூல், அல்லது றப்பர்க் கீலம் ஒலியெழுப்பலாம்.

ஓர் எளிய ஒலியூற்றாகப் பயன்படுத்தற்காய்ச் சிறப்பாக உருவமைக்கப்பட்டதே இசைக்கவர் ஆகும். பொதுவில் விசேட உருக்கினால், அல்லது மற்றும் கலப்புலோகங்களினால் செய்யப்படும் இவ்விசைக் கவர்கள் செயலில் அதிர்வுத்தகடு (அல்லது வெட்டுவாள் தகடு) வகையினை ஒத்தவையே. வெட்டுவாள் தகடொன்றினை நடுவில் பூட்டி நிறுத்துகிறோமென்க (படம் 9.3 ஐப் பார்க்க). இங்கே முனைகள் இரண்டுமே அதிர்வடையக் கூடியன. ஒரு முனையை அதிர்ச்செய்ய மறுமுனையும் அதே சமயம் அதிரும். இப்பொழுது கீலத்தை U வடிவில் வளைத்து, வளைவை ஒரு தண்டோடு ஒட்டவைப்போமாயின், அது இசைக்கவரினவடிவைப் பெறும்.



படம் 9.3

செயல். பள்ளிக்கூட ஆய்கூடத்தில் உள்ள இசைக்கவர்த் தொடையைப் பரிசீலனை செய்க. அவற்றின் அளவுகள் வெவ்வேறாயிருப்பதை அவதானித்தீர்களா? அவற்றில் காணப்படும் குறிப்பீடுகள் என்ன? பெரியதை இடது புறம் வைத்து

பருமன் அடிப்படையில் வலது பக்கமாக உரிய வரிசைப்படி ஒழுங்காய் அடுக்குக.

அதிர்ச்செய்து அவற்றின் ஒலியைச் சோதனை செய்க. (தண்டில் பிடித்துக் கவரைத் தாங்கி ஒரு கிளையை உன்னிப்பாக, ஆனால் கடினமாயல்லாது ஒரு பெயரி அடைப்பில், அல்லது றப்பர்த் தக்கையில் அடிப்பதால் அதனை அதிர்ச் செய்யலாம்) மரத்திலோ, உலோகத்திலோ இசைக் கவர்க் கிளையை அடித்தலாகாது.

இசைக்கவர்த் தொடையுள் மிகப் பெரிது ஒலியுற்பத்தி செய்ததா? மிகச் சிறிது ஒலியுற்பத்தி செய்ததா?

பாவித்துக் கழித்த 12° நீளமுடைய வெட்டுவாள் தகடொன்றை எடுத்து வளைத்து ஓர் இசைக்கவர் செய்க. வாள் தகட்டின் நடுப் பகுதியைக் கனல் வீசும் தீயில் சூடாக்கி வளைத்தல் சுகமாகும். (கொல் தொழிலரிடம் கொடுத்தும் வளைப்பிக்கலாம்) இக்கவர் அதிரும்போது ஒலியெழுகிறதா என அவதானிக்க. மேலும், குறுகிய வெட்டுவாள் தகடுகளின் வகைகளையும் இதேபோற் சோதிக்கலாம்.

இசைக்கவர் ஒன்று ஒலிக்கின்றதா இல்லையா என்பது ஒவ்வொரு கவர்க் கிளையினதும் பரிமாணங்களில் தங்கியுள்ளது. குறிப்பிட்ட உயர் அளவொன்றிலும் பார்க்கக் கூடுதலான கவர்க் கிளை நீளம் அமையுமிடத்து, அதிர்வு இருக்கவும் ஒலியெழுத்து போகலாம். மிகப் பெரிய கவரொன்று அதிருமபோது அதன் அதிர்வை நாம் கணக்கிடல் சலபமாயிருக்கும். அதன் மீடறன் சிறிதாகும். கிளைகளைக் குறுக்குந் தோறும் அதிரல் விரைவு பெறுவதால் எண்ணுதல் அரிதாவதோடு சிலசமயம் எண்ண இயலாதும் போய்விடும். இவ்வகையில், மீடறன் அதிகரிக்கின்றது. அதிர்வினால் ஒலி ஏற்படுவதற்கு மீடறன் பெறுமானங்களில் ஓர் எல்லை உள்தென்பது புலனாகிறது.

செவிப்புலனெல்லைகள்

ஆகக் குறைந்தது செக்கனுக்கு 20 அதிர்வுகள் (அல்லது சக்கரங்கள்) இருப்பின் மட்டுமே அதிரியொன்று ஒலியெழுப்பும் எனப் பரிசோதனைகள் தெரிவித்துள்ளன. நாம் ஏற்கெனவே செய்து பார்த்த வெட்டுவாள் தகட்டு

இசைக் கவர்களைக் கொண்டு இதனைச் சரி பார்க்கலாமென்றும் இதிலே சில வில்லங்கங் களும் உள. உதாரணமாக, எளிய ஊசலின் வகையிற் போன்று எண்ணி நேரங்காணல் இயலாமற் போகும். மணிக்கூட்டுசெக் கனுக்கு ஒன்று, அல்லது இரண்டு அதிர்வு களே ஆக்கக் கூடும். இதனோடு ஒப்பிடும் போது 20 சக்./செக். மிக விரைவானதாகும். விரைவான அதிர்வுகளை எண்ணவெனச் சில சிறப்பு முறைகளைப்பிணும் அவற்றை இங்கு நாம் விரிக்கவில்லை.

எற்கெனவே நாம் பயின்ற யாதுமொரு முறையைக் கைக்கொள்ள முடியாதா? திக் கொலி நாடா ஒழுங்கும் அங்கே பயன்படுத்திய அதிரியின் மீட்டறன் வரிசையும் உங்கள் நினை வுக்கு வரலாம். எனினும் நீங்கலாகத் திட்ட மிட்டு ஒரு முறையை அநுகரித்துச் செய்து பாருங்கள்.

மீட்டறன் 20 சக்./செக். இல்லாதவிடத்து அதிரியொன்று ஒலியெழுப்பமாட்டாது. மானி டர்க்கு இது ஒரு சராசரி மீட்டறன் பெறுமான மாகும். மீட்டறன் அதிகரிக்குந்தோறும் யாது நிகழும்? 20 சக்./செக். இற்கு மேற்பட்ட எல்லா மீட்டறன்களிலுள்ள எல்லா அதிரி களும் செவிப்புலனை வசப்படுத்துமா? இவ் வினாக் குறித்தும் ஆய்வுகள் நடாத்தப்பட்டு, சாதாரண மனிதருக்கான மேலெல்லை 20,000 சக்./செக். எனக் காணப்பட்டது.

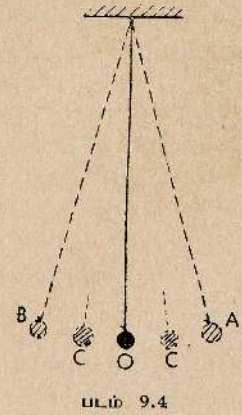
சிறுபிள்ளைப் பராயத்தில் குழல் திறப்பு றுணிகளிலும் பேனை முடிகளிலும் அத்தர் சீசாப் போத்தல்களிலும் ஊதி கீச்சொலி எழுப்பியிருப்பீர்கள். உயர் மீட்டறன் இசைக் கவர்களும் இவற்றையொத்த கீச்சொலிகளை ஆக்குகின்றன. ஓரங்குல் நீளமுடைய ஒடுங்கிய கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றின் ஒரு முனையை அடைத்துக் கொண்டு மறுமுனையில் குறுக்கே ஊத என்ன நடக்கும்? சீசாப் போத்தலின் வகையினைப் போன்றோர் ஒலி எழுமென எதிர்பார்ப்போம். அடைப்பைக் கொஞ்சம் கொஞ்சம் உள்நுக்குத் தள்ளி, ஒவ்வொரு முறையும் ஊதிப் பார்க்க, ஒலி தொடர்ந்துக் கேட்கும். துனையை மேலும் குறுக்கி மீண்டும் சோதிப்போமானால் குறிப்பிட்ட ஒரெல்லைக்குப் பின் ஒலியேதும் கேளாது. குழாயின் திறந்த பகுதி மிகச் சிறிதாகையில் இது நிகழும். இவ்வேளையில் அதிர்வின் மீட்டறன் ஒலியாக்

கத்துக்குத் தேவையான அளவிலும் மிக அதி கம் போல் தென்படுகிறதல்லவா?

ஒலி கேட்டலுக்கு மீட்டறன் உயர்வெல்லை ஒன்று இருப்பதை விளக்க வேறொரு பரி சோதனை செய்ய முயலுங்கள்.

அதிர்வும் சக்தியும்

ஒரு பொருளை அதிரச் செய்வதெது? அதாவது ஒரு பொருளின் அதிர்வைத் தொடக் குவதெப்படி? ஊசலை நினைவு கூர்வோம். அங்கே ஊசற் குண்டை ஒரு பக்கத்துக்கு இழுத்துப் பின் விடுகிறோம். அது கீழே வீச லுற்று பின் எதிர்ப்பக்கத்தையடைந்து மறு படியும் தனது ஒய்வு நிலையின் இடத்தைச் சென்றடைகிறது. இங்கே இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி, நிலைச் சக்தி ஆகியவற்றில் மாற்றம் நிகழ்கிறது. குண்டு ஓர் உயரிய மட்டத்தை அடையுமாறு பக்கத்துக்கு இழுக்கின்றோம். இதுவிருந்து குண்டின் நிலைச் சக்தியை அதிகரித்துள்ளோம் என்றாகிறது.



படம் 9.4

படம் 9.4 இற் காட்டியவாறு குண்டு அதன் தாழ்வு நிலை O வை அடையும்போது அது தன் நிலைச்சக்தியை இழந்து, பதிலாக இயக்கப் பாட்டுச் சக்தி பெறுகிறது. குண்டு மறுபக்கத்தி லுள்ள அதன் மிக உயர்ந்த புள்ளி B யை அடையும் பொழுது அது தன் முழு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியையும் இழந்து அதே கணிய அளவு நிலைச்சக்தியைப் பெறுகிறது. C போன்ற புள்ளி களிலோ குண்டுக்கு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி, நிலைச் சக்தி இரண்டும் இருக்கும். ஊஞ்சலாட் டம் நெடுநேரம் தொடர்ந்து அற்றுப் போகும் வரைக்கும் சக்தி படிப்படி குறைவுறும். ஆறும்

ஊசல் எந்நேரமும் சக்தியை இழந்தவாறே இருக்கின்றது.

அதிரிகள் யாவுமே அதிருந்தோறும் சக்தியை இழக்கின்றனவா? வெட்டுவாள் தகட்டின் ஒலியெழுப்பல் மிக விரைவில் அற்றுப் போவதைக் கண்டுள்ளோம். ஒலி தன் பயணத்தைத் தொடருந்தோறும் அது சக்தியைக் காவிச் செல்கிறதா? அவ்வாறிருக்குமாயின் காதுக்குள் ஏதோ ஒருவகை இயக்கம் இடம் பெறுகிறதென நாம் எதிர்பார்ப்போம். இச்சக்தி வாங்கலே ஒலியுணர்வுக்கு இட்டுச் செல்கிறதெனலாம். செவியில் நிசுழும் இப்பெரியியக்கத்தைத் தவிர ஒலி சென்றடையையில் வேறெதுவித முறை இயக்கமும் இருக்கமாட்டாதா?

பலத்த இடிமுழக்கத்தின்போது பீலி ஒடு வேய்ந்த கட்டடங்களில் நின்றிருக்கிறீர்களா? ஓடுகள் அதிர்ந்து தூசுகள் விழுவதை நீங்கள் அவதானித்திருப்பீர்கள். கண்ணாடி யன்னல்களுடைய லீடாலால் அவை கிறிகிடென் ஒலிப்பதையும் கேட்டிருக்கலாம். மேசைமீதுள்ள வாணொலிப் பெட்டியொன்று பலத்தும் பாடும் பொழுது அருகே மேசையிலுள்ள பொருள்கள் சரசரக்கக் கூடும். வாணொலிப் பெட்டியில் ஒலி அதிகரிக்க மேசையே அதிரவும் கூடும். இதிலிருந்து அதிர்வினால் ஒலி உண்டாவதோடன்றி ஒலியினால் அதிர்வும் உண்டாகிறதெனக் காண்போம். எவ்வாறாயினும் எல்லாப் பொருட்களுடனும் இது உண்மையாகாது.

சில சந்தர்ப்பங்களில் அதிரும் பொருளிலிருந்தாவது சக்தி ஒலியாகச் சென்றுவிடுகிறதென்பது வெகு தெளிவாகப் புலனாகிறது. இதிலிருந்து ஒலி சக்தி வடிவினதெனத்தோன்றுகிறது. நாம் அமைத்துக் கொள்ளும் வெவ்வேறு வழிகளில் பயன்படுமாறு ஒலி சக்திப் பரிவர்த்தனை செய்யவல்ல தென்பதையாவது கூறலாம். எவ்வித ஐயப்பாடுமற்ற இக்கூற்றை மேலும் ஆய்ந்தறிய முற்படுவோம்.

ஒலியும் சக்தியும்

ஒலி “ செல்கிறது ” எனக் கூற எம்மிடம் சான்றுண்டு. ஒலி செல்லும்போது செலுத்தப்படுவது சக்தியா? வெப்பம் கடத்திகளில்

செல்லுகிறது. வளியிலும் நீரிலும் உள்ள உடன்காசுகை ஓட்டத்தைப் போன்று வெப்பம் சுப்பொருளினாடொட்டிச் செல்கிறது. ஒளியோவளி, நீர், கண்ணாடி இவை போன்ற மற்றும் பதார்த்தங்களுடே மட்டுமன்றி வெற்றிடத்தினூடும் செல்கிறது. திண்ம, திரவ, வாயுக்களினூடே மின் செல்கிறது. வெப்பம், ஒலி, ஒளி, மின் யாவும் சக்தியின் பல்வேறு வடிவங்களே. ஒலி சக்தி வடிவினதாயின் அது வெப்பம், ஒலி, மின் ஆகியவற்றை ஒத்ததா? இவற்றுள் எதனையும் ஒலி ஒத்ததாகாதென்பது நிச்சயமாக எமக்குத் தெரியும். ஆயினும், ஒலிக்கும் வெப்பம் ஒளி ஆகியவற்றிற்குமிடையே பல ஒற்றுமைகள் இருப்பதனால், அவ்வாறான பொதுப்படை இயல்புகளை முதலில் கண்டு கொள்வோம்.

ஒலிக்கு ஊடகம் தேவை

ஒலி வளியினூடே செல்வதென்பது எமக்குத் தெரியும். எம்மை வந்தடையும் எல்லா ஒலிகளுமே வளியினுள்ள பொருள்களிலிருந்தே உற்பத்தியாவதால் இது பற்றி எவ்வித சந்தேகமுமில்லை. மேலும், எமது செவிகளும் வளியுடன் தொட்பாடியே உள்ளன. காலைப் பஞ்சு கொண்டு அடைத்தால் என்ன நிகழும் என்பது எமக்குத் தெரியும். இவற்றையெல்லாம் நோக்கும்போது ஒலி கேட்பதில் வளி பெரும் பங்கு கொள்கிறது என்பது நிச்சயமாகிறது. சாதாரணமாக செவியைச் சென்று தாக்கும் ஒலியைப் பஞ்சு தடை செய்கிறது. அதனால் சக்தியைப் பஞ்சு கவர்ந்து விடுகிறது. ஒலியுற்றிலிருந்து மற்றும் இடங்களுக்குச் செல்வதற்கு வளி அவசியமா?

ஒலி வெற்றிடத்தினூடே செல்லுமா? வளி தவிர்ந்த வேறு பதார்த்தங்களினூடே ஒலி செல்லமாட்டாதா? திண்மங்களூடும் திரவங்களூடும் ஒலி செல்லுமா? ஒலி செல்ல முடியாத பதார்த்தங்களேதும் உண்டா? நமது அன்றாட அனுபவங்களிலிருந்து சுவரின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மறு பக்கத்துக்கு ஒலி செல்வதாகத் தெரிவதில்லை; ஆயினும், ஒளியிற் போன்று ஒலியுற்றுக்கும் செவிக்கும் இடையே திசையிடுவதால் ஒலியைத் தடை செய்ய முடியாது. வளைவான பாதைகளில் ஒலி செலுத்தப்படுவதற்கு வளி துணைபுரி

கிறது. வளி இல்லாதிருக்குமெனின் என்ன நடக்கும் என வினா எழுப்புவோம்.

பரிசோதனை. உள்ளேயுள்ள பெரு மளவு வளி அகற்றுப்பட்ட சூடுவை, அல்லது மணிச் சாடியிலுள்ள ஒலிக்கும் ஒரு மணியோசை வெளியே கேட்காது என்பதை விளக்கும் பரிசோதனையொன்றை உங்கள் ஆசிரியர் செய்து காட்டுவார். படிப்படி வளியை உட்புகுத்த ஒலி கூடிக்கூடி சாதாரண அளவில் கேட்கும்.

“ வெற்றிடத்திலே ஒலி ஊடுசெலுத்தப்படாது ” என்பதைப் பரிசோதனைகள் மிகத் தெளிவுபடக் காட்டும். திண்மத்தினாலே ஒலி செல்லுமா? என்ற வினா அடுத்தபடியாக எழுகிறது. இதற்குச் சாதாரண பரிசோதனைகள் உதவமாட்டாவெனினும், சிறுபராயத்தில் நெருப்புப் பெட்டியும் நூற் பந்தும் கொண்டு செய்து தந்திபேசிய நிகழ்வு நினைவுக்கு வரலாம். அங்கே ஒலி நூல்மூலம் செலுத்தப்படுவதை அறிவோம்.

செயல். இரு சிறு கடதாசிப் பெட்டிகளோ, நெருப்புப் பெட்டிகளோ கொண்டு ஒரு விளையாட்டுத் தொலைபண்ணி செய்யுங்கள். நண்பருடன் சேர்ந்து பேசியும் கேட்கும் பாருங்கள். பல்வேறு நூல்களையும் இழைகளையும் பல்வேறு நீள தடிப்புக்களில் தேர்ந்தெடுத்துப் பயன்படுத்தித் தொலைபண்ணி செய்து பேசும் பாருங்கள். இவற்றுள் எவ்வகை இழை பயன்பிக்க தெனவும் எத்தரயம் வரை செயற்றிறன் உடையது எனவும் காணுங்கள்.

நீளமான மேசையின் ஒரு முனையோரத்தே ஒரு மணிக்கூட்டை வைத்து, மறு முனையில் காதை வைத்து “ திக் ” ஒலியைக் கவனியுங்கள். சிறு தூரங்கட்கும் இதனைச் செய்து பாருங்கள். மணிக்கூட்டையும் செவியையும் தொடுமாப்போல் ஒரு மீற்றர்ச் கோலையோ, அல்லது திரை தொங்கு கோலையோ வைத்து “ திக் ” ஒலியை மீண்டும் கேளுங்கள்.

கோலின் செய்பொருள் மரமாயன்றி, உலோகங்களாகவோ மற்றும் கிடைக்கக்கூடிய வேறு செய்பொருள்களாகவோ இருக்கும் படி பரிசோதனையை மீண்டும் செய்து “ திக் ” ஒலியைக் கேளுங்கள்.

கண்ணாடி, பிளாஸ்டிக்கு, றப்பர் போன்றவற்றால் கோல் அமையுமிடத்தும் மேற்படி பரிசோதனையைச் செய்யுங்கள். பரிசோதனையில் நீர் பயன்படுத்திய மரக்கோலின் அதிகூடிய நீளம் என்ன? மரக்கோலுக்குப் பதிலாக 10 அடி நீள மரச்சட்டம் ஒன்றை இடும் போது என்ன கேட்கிறது?

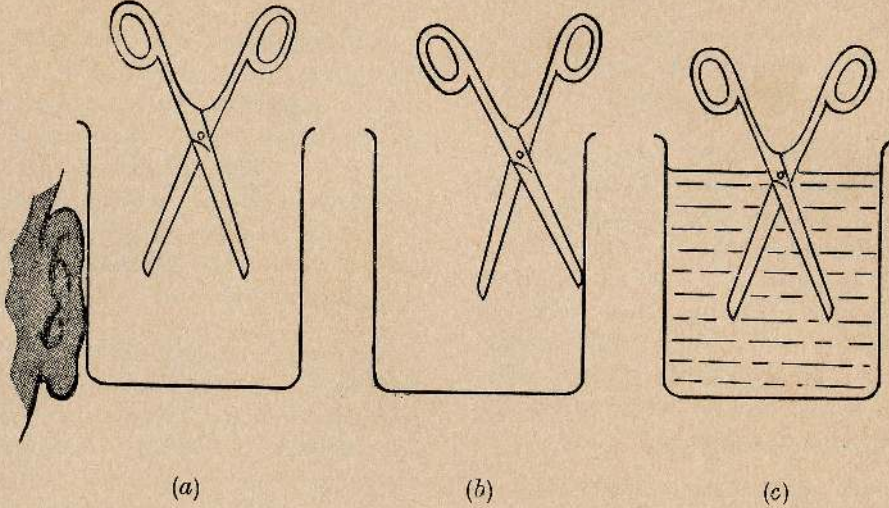
மணிக்கூட்டுக்கும் மரக் கோலுக்குமிடையே கண்ணாடித் தட்டு, உலோகத் தகடு, பஞ்சுப் படை, அழிற்ப்பர் ஆகியவற்றை வைத்து மணிக்கூட்டின் ‘ திக் ’ கொலியைக் கேட்க. அப்போது திண்மங்களிடையே கண்ணாடி, உலோகம் ஆகிய பொருள்களூடு ஒலி ஊடுகடத்தப்படுமெனவும், பஞ்சுப் படைபினூடாக ஒலி எவ்விதமாயும் ஊடுகடத்தப்படுவதில்லையெனவும் காண்பீர்கள்.

திரவங்களினூடும் ஒலி செல்லுமா? மணிக்கூட்டுக்கும் கோலுக்குமிடையே திண்மப் பொருள்களை வைத்தவாறாக ஒரு திரவத்தையும் வைத்து மேற்குறித்த பரிசோதனையைச் செய்ய முடியுமா? இங்கே பரச்சீனைகள் பல எழும். திரவத்தை வைப்பதற்கு ஒரு மாத திரம் தேவைப்படும். மணிக்கூட்டினுள் நீர் புகுந்தால் மணிக்கூட்டில் பழுது ஏற்படலாம். இவற்றைச் சமாளிக்கக்கூடிய முறையொன்று பற்றிச் சிந்திக்க முடியுமா? இதற்காகப் பயன்படுத்தத்தக்கவொரு முறை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

கத்தரிக்கோலொன்றின் அலகுகள் இரண்டும் ஒன்றையொன்று உரசிக்கொள்ளுமாறு அதன் கைப்பிடிக்களை அசைப்பதன் மூலம் ஒலியை எழுப்ப முடியும். அலகுகள் உரசிக்கொள்ளும்போது அதனின்றும் ‘ கிறி கிறி ’ ஒலியைக் கேட்க. கத்தரிக்கோலின் அலகுகள் ஒரேயளவால் அசைப்பின் அதனின்றும் எட்டும் ஒலி அண்ணளவாகச் சமமென அறிவீர்கள். ஒரு தகரத்தில் அல்லது அகன்ற வாயுள்ள போத்தலில் அல்லது வானியில் திரவத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இப்பரிசோதனையைச் செய்வதற்கு இன்னொருவரின் உதவியையும் தேடிக்கொள்ளுங்கள்.

செயல். அகன்ற வாயுள்ள போத்தலொன்றை எடுத்து, அதனுள்ளே கத்தரிக்கோலொன்றைச் செலுத்தி, போத்தலில் உராயாதவாறு கத்தரிக்கோலின்

அலகுகள் ஒன்றையொன்று உரசிச் சத்தம் எழுப்புமாறு நண்பன் ஒருவனைக் கொண்டு செய்வித்து, போத்தலுக்கு வெளியே காதை வைக்க. கத்தரிக்கையின் 'கிறி கிறி' சத்தம் கேட்கின்றதா? [படம் 9.5 (a)].



படம் 9.5

கத்தரிக்கையின் அலகொன்று போத்தலில் உராய்வுறும்போது, கத்தரிக்கையினின்றும் எழும் ஒலி கேட்கின்றதா வெனப் பார்க்க [படம் 9.5 (b)].

இப்போது, போத்தலில் நீர் நிரப்பி, உராயாதவாறு கத்தரிக்கையை நீரினுள் அமிழ்த்தி ஒலி எழும்போது அச்சத்தம் கேட்கிறதாவெனப் பார்க்க [படம் 9.5 (c)].

மேற்குறித்த செயலைச் செய்தால் முதற் சந்தர்ப்பத்தில் கத்தரிக்கை எழுப்பும் சத்தம் கேட்பதில்லையெனவும் இரண்டாம் மூன்றாம் சந்தர்ப்பங்களில் எழுப்பும் ஒலி கேட்கிறதெனவும் அறியலாம்.

முதற் சந்தர்ப்பங்களில் கத்தரிக்கையில் எழும் சத்தம் பாத்திரத்திற்கும் காதிற்கும் வருவதில்லையா? அவ்வாறில்லையெனின், அச் சத்தம் காதிற்கு வருகின்றபோதிலும் உணர்வை ஏற்படுத்தும் அளவிற்குப் பல முள்ளதாக இராதா? சத்தம் காதுக்கு வருமெனின், அது எந்த ஊடகத்தின் வழியாக வந்தது?

இரண்டாம் சந்தர்ப்பத்தில் எந்த ஊடகத்தின் வழியாகப் பாத்திரத்துக்கும் அதனை உரசியுள்ள காதிற்கும் சத்தம் வந்தது? மூன்றாம் சந்தர்ப்பத்தில் எந்த ஊடகத்தின், அல்லது ஊடகங்களின் வழியாகச் சத்தம் சென்றது?

முதலாம் மூன்றாம் சந்தர்ப்பங்களை நோக்கும்போது ஒலியை ஊடுகடத்தற்கு வளிக்கும் நீருக்குமுள்ள ஆற்றல்பற்றி நீங்கள் என்ன கூறுவீர்கள்?

பாத்திரத்தில் வேறு திரவங்களையும் இட்டுப் பரிசோதனையைச் செய்து பார்க்க.

ஒலியின் வேகம்

ஒலியானது ஓரிடத்திலிருந்து இன்னோரிடத்துக்குச் செல்ல நேரம் செலவாகும் என முன்னர்க் குறிப்பிட்டோம். ஆயினும், ஒலி ஆக்கும் சாதனத்தின் செயற்பாட்டுக்கும் ஒலி கேட்டலுக்குமிடையிலான தாமதம் கொண்டே இதைச் சொன்னோம். ஒலித் தோன்றலுக்கும் அதனைச் செவி வாங்கலுக்குமிடையிலான தாமதத்தைச் செவியினால் மட்டும் நாம் உணர முடியாது. ஒரே ஒலி ஊற்றிலிருந்து வெவ்வேறு தூரங்களிலுள்ள அவதானிகள் அவ்வொலியை வெவ்வேறு கணங்களிலே கேட்கின்றனரா? உமது நண்பரின் உதவியுடன் இதனை நீர் சோதித்துப் பார்க்கலாம். இதன் பொருட்டு எத்தகைய ஒலியைப் பயன்படுத்துவீர்? எவ்வளவு தூரத்திலே அவதா

னிகளை நிறுத்தவீர்? அவதானி ஒவ்வொயி வரும் ஒலி கேட்கும் கணத்தை உடனே குறிக்க என்ன வழியைக் கையாளுவீர்? இவ் வழி வெற்றிதருமானால் ஒலியின் வேகத்தை உம்மால் காணமுடியுமா?

எம்மிலிருந்து தூரத்தே இடம்பெறும் ஓர் ஒலியொழுப்பு முறையைக் (கை தட்டல், அல்லது மரக்கட்டையில் அடித்தல்) காண்பதற்கும் கேட்பதற்குமிடையே தாமதம் உண்டென நாம் அறிவோம். இடைத்தாரம் அதிகமானால் மட்டுமே இதனை நாம் கூற முடியும். இத்தருணத்தைப் பயன்படுத்தி யாதும் அளவீடுகள் எடுக்க முடியுமா எனப் பார்ப்போம். நேரத்தடங்கலின் அளவீட்டைப் பெறமுடியுமென நீங்கள் எண்ணுகிறீர்களா? இதன் பொருட்டு நிறுத்தற் கடி காரம் ஒன்றை நாம் பயன்படுத்தலாம். அடிபடுதலைக் காணும் வேளையில் கடி காரத்தைத் தொடக்கி, அடியொலி கேட்கும்போது கடி காரத்தை நிறுத்தலாம். செய்முறையிலேயே இதை நாம் நிகழ்த்திப் பார்க்கலாம். இம் முயற்சியிலிருந்து மேற்சொல்லிய முறையிலான நேரத் தடங்கல், அளவிடுதலுக்குப் போதாத அளவிற்கு சிறிதெனக் காண்போம். டேலும் மேற்படி முறையில் நேரத் தடங்கலை அளப்பதற்கு ஒலியூற்றுக்கும் அடையாளத்துக்கு மிடையிலான தூரம் எவ்வளவுக்கு அதிகமாயிருக்கவேண்டும் என்பதையும் ஊகிக்க முடியும்.

நண்பர்களுடன் சேர்ந்து பரிசோதனைக்கு நீர் திட்டமிடும்போது, தேர்ந்தெடுக்கும் தூரம் அளவிடத்தகு பருமனுடைய நேர ஆயிடை இருக்கக் கூடியதாகப் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். சாதாரண நிறுத்தற் கடி காரங்களால் ஐந்தில் ஒரு செக்கனின் வரிசைக்குத் திருத்தமாக நேரம் வாசிக்கலாம். ஆரம்பப் பரிசோதனைகளிலிருந்து ஐந்தில் ஒரு செக்கனின் வரிசைக்குத் திருத்தமாக நேர ஆயிடை அளத்தல் நடப்பற்றகவு அற்றதெனக் காண்போம். இப்பரிசோதனையில் ஒரு நல்ல அளவீட்டைப் பெற வேண்டுமெனின், நேர ஆயிடை பல ஐந்தில் ஒரு செக்கன்களாகுமாறு தூரம் அதிகமாயிருத்தல் வேண்டும்.

பரிசோதனையில் நீர் கையாளவுள்ள ஒலி மூலத் தேர்வு பற்றியும் நன்கு சிந்திக்க வேண்டும். கத்தும் ஒலிபெருக்கியொன்றைப்

பயன்படுத்த முடியும் என எண்ணுகிறீரா? அல்லது இருமடிக் குழாயிலோ தட்டிலோ சுத்தியலாலே ஒரு பலத்த அடி கொடுப்பதால் ஆகும் ஒலியை விரும்புவீரா? பரிசோதனைக் கான ஒலி தொடர்ந்தொலிப்பதாய் இருத்தலாகாது என்பது மட்டும் எமக்குத் தெரியும். என்னெனில், அவ்வொலி வாங்கல் நேரத்தை நாம் அளக்க வேண்டியிருப்பதால் தொடர்ச்சியான ஒலிப்பு, சங்கடங்களில்லாத உன்னிப்பான ஓர் எளிய அடி மிகவும் பொருத்தமானதாகும்.

செயல். இப்பரிசோதனைத் திட்டத்தை நடைமுறையிலிட முற்படுங்கள். இங்கே தேவையான அளவீடுகளைப் பெற முயலுங்கள். உங்கள் பாடசாலை கிராமப்புறத்திலிருப்பின், அவதானிகள் தூரத்தார நின்று பரிசோதனையை நடத்தும் வசதி மிகுந்திருக்கும்.

தூர அளவீட்டை எவ்வாறு மேற்கொள்வீர்? நேரம் அளவிடுதல் இயலும் எனக் கண்டபின், அடுத்துத் தூர அளவீட்டில் கவனம் செலுத்த வேண்டும். பரிசோதனைக் காலத்தே சன நடமாட்டம் இருக்காதாயின், இரு மைற்கற்கள் உள்ள ஒரு நேர் லீதி இப்பரிசோதனைக்கு மிக உசிதமாகும். (இம்மாதிரியான செய்முறை ஈடுபாட்டால் மாணவர் உற்சாகமும் பயனும் பெறுவர்.)

நேர அளவீட்டுக்கு நிறுத்தற் கடி காரத்தை எவ்வாறு பயன்படுத்த எண்ணுகிறீர்?

வளியில் ஒலியின் வேகம்

பெரும்பாலும் மேலே சுட்டிய நோக்கில் 1822 ஆம் ஆண்டளவில் செய்து பார்த்த பரிசோதனையிலிருந்து ஏறத்தாழ 60,000 அடி தூரத்தில் துவக்குத் தீர்ந்த பொழுது தோன்றிய பரிசீலனலுக்கும் ஒலி கேட்டலுக்குமிடையிலான தடங்கல் நேர இடை ஏறத்தாழ 54 செக்கனாயிருந்தது. இவ்வவதானிப்பு ஒலியின் வேகம் அண்ணளவாக 1110 அடி/செக். எனக் காட்டிற்று. நேரடியான தூர/நேர அளவீடுகளுடன்கூடிய மற்றும் பரிசோதனைகளிலிருந்தும் இதனையொத்த முடிபுகள் பெறப்பட்டன. எனினும், தூர நேர அளவீடுகளில் வழக்கமுண்டு. இன்று யாவராலும்

ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட ஒலிவேகப் பெறுமானம் 0°ச. இல் 331.3 மீ./செக்.¹ இது வளியிலான வேகமாகும். இவ்வேகத்திலும் நான்கு மடங்கு விரைவாக நீரில் ஒலி செல்லும்.

(ஆய்கூடத்துள்ளேயே அளவீடுகள் எடுக்கக் கூடிய வகையிற் குறுந்தூரத்துள் பரிசோதனை யைச் செய்து முடிக்க, சாதாரண நிறுத்தற் கடிக்காரத்தால் அளவிடுவதாலாகும் செம்மைப் பாட்டிலும் கூடிய செம்மைப்பாட்டுடன் மின் முறையில் நேரம் அளவிட வேறு முறைகள் உண்டெனினும் இப்பொழுது அவற்றை இங்கு ஆராயாது மேலே தொடருவோம்.)

வளியில் ஒலியின் வேகத்தினது பருமனை அறிதற்பொருட்டு உடதானியர் ஒரு முறை யைச் சொல்லித் தந்திருப்பார்.

அம்முறையைச் செயலில் இறும்போது நீர் எதிர் கொண்ட வில்லங்கங்கள் என்ன? அம் முறையில் எழக்கூடிய வழக்காரணிகள் யாதா யிருக்கும்?

தூரத்தை எவ்வாறு அளப்பீர்? நேர ஆயி டையை எப்படி அளப்பீர்?

அலை இயக்கம்

ஒலி ஆக்கப்படும் விதத்தை ஆராய்ந்து, அது அதிர்வால் உண்டாகிறதென்ற முடிபுக்கு வந்தோம். ஒலியாக்கத்துக்கு வளி அல்லது வேறேதும் சடத்துவ ஊடகம் அவசியமெனக் கண்டோம். அதிர்ந்து ஒலியெழுப்பி எமது காதுகளுக்குக் கேட்டலுணர்வைக் கொடுக்கும் அதிரி பொதுவாகக் காதினின்றும் குறிப்பி டத்தகு தூரத்தால் பிரிக்கப்பட்டே இருக்கும். எனவே அதிரும் பொருளிலிருந்து (ஒலி மூலத்திலிருந்து) காதுக்கு ஒலி காவிச்செல்லப் படுவதில் வளி நேரடியாகப் பங்கு கொள்கிறது என்பது தெளிவு. வளியால் ஒலி காவிச் செல்லப்படுதல் எனும் தொழிற்பாடு என்பது உண்மையில் என்ன?

செவி நோக்கிச் சென்ற ஒலியைச் செவி வாங் குவதால் வினைவதே ஒலியுணர்வு என இது வரை நாம் எடுகொண்டு வந்தள்ளோம். இப் பொழுது வளியில் ஒலி காவிச் செல்லப்படுகையி ல் நடைபெறும் செயற்பாட்டை விளங்க முற் படுவோம். வளியினூடே செல்வதாக நாம் கருதும் ஒலிப்பற்றி அறிதல் அவசியமாகும்.

அதிர்வால் ஒலி ஆகிறதேயன்றி ஒலியே அதிர்வு ஆகாது. ஒலியுணர்வற்ற அதிர்வுகள் உண்டென்பது எமக்குத் தெரியுமாதலால் இதனை நாம் கூறலாம். மறுகையில் ஒவ்வோர் அதிர்வோடும் சக்தி தொடர்புடையது என அறிவோம். எனவே, ஒலி, சக்தியின் நிலை யாயின், வளியானது அதிரியிலிருந்து செவிக் குச் சக்தியை இடம் மாற்றுதல் வேண்டும். அப்படியானால் வினைவு ஒலியுணர்வோ, அல் லவோ அதிரியிலிருந்து எல்லாப் பக்கமும் வெளிப்புறமாகச் சக்தி இடமாறுகை நிகழ் கிறது. எனவே ஒலியின் நடத்தைப்பற்றிய எமது அறிவு, வளியில் ஒலியினது செலுத்தகை யோடு மட்டும் நின்றுவிட மாட்டாதெனக் காண் போம்.

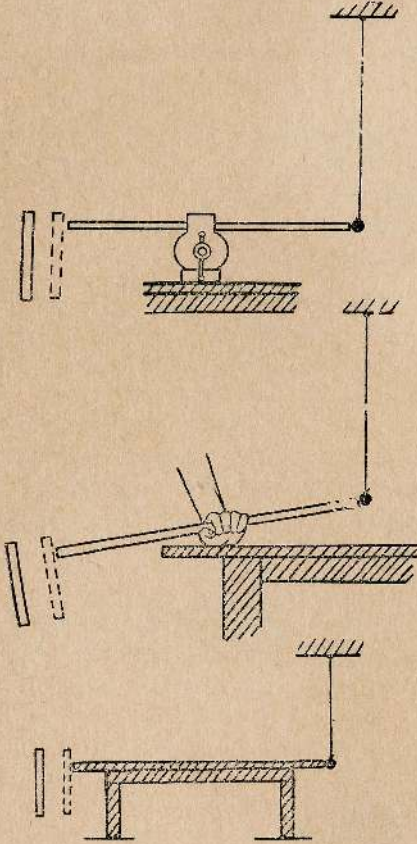
ஒரு பொருள் அதிரும்பொழுது அப்பொரு ளைச் சூழ்ந்துள்ள வளிக்கு யாது நிகழும்? ஓரிடத்திலிருந்து சற்றே தூரத்துள்ள இன்னொ ரிடத்துக்கு ஓய்விலிருந்து ஓய்வுக்கு ஒரு பொருள் ஓர் எளிய இயக்கத்தை நடாத்துகையில் வளிக்கு யாது நிகழும் எனத் தெரிந்தால் இதற்குச் சம்பந்தக் விடை கிடைக்கும். வேறு வார்த்தைகளிலாக, முதலில் உணர்ப்பாக இட மும் பின்னர் வலமும் மீண்டும் இடமுமாக ஆவர்த்தன ரீதியில் திரும்பத் திரும்ப நிகழும் ஓர் இயக்கம் எனலாம்.

வளிக்கு, உணர்ப்பான பலத்த அடி யொன்று கொடுபடுகிறதென்க. வளியானது அடியொன்றைத் தாங்கக் கூடியதாகாதென் பதே வளி பற்றிய எமது கணிப்பு எனலாம். எனவே, செய்முறையில் இது பயனளிக்கக் கூடியதொன்றாகாது. அது அவ்வாறிருக்க உணர்ப்பான ஓரடிக்குத் திண்மப் பொருள் எவ்வாறு ஒழுக்கிறதென்ப பார்ப்போம்.

செயல். மேசைரீதுள்ள யாதேனுமொரு பொருள் மீது சுட்டிப்பாகத் தட்டுக். அப் பொழுது என்ன நிகழும்? பொருளா னது புத்தகம், மைப்போத்தல், பென்சில் போன்றவையாயின் அவை இயங்கும். குறிப்பிடத்தக்கவளவு பாரமான புத்த கம் அசையாதிருக்கும். மேசையில் தட்ட, மேசை தன் தோற்ற நிலையில் மாறுத லடையாதிருக்க ஓரொலி கேட்கும்.

¹வளியில் ஒலியின் வேகம், வெப்பநிலைபுடன் மாறுபடும். அதற்குரிய தொடர்பு $V_t/V_0 = \sqrt{[(273+t)/273]}$ ஆகும். இங்கே t என்பது ச° யில் வெப்பநிலையாகும்.

ஒரு கோப்பையோடு, அல்லது பித்தளைத் தட்டோடு நீர் செய்த பரிசோதனையை நீனைவு கூர்ந்து பார்க்க. தட்டின் விளிம்பில் ஓரிடத்தில் தட்ட அதனால் ஓரொலி கேட்டதோடு அதே சமயம் தட்டின், விளிம்பில் இன்னொருடத்தில் தொடுமாறு கட்டித் தொங்கவிடப்பட்ட இலேசான ஈய உருண்டை இயக்கம் பெற்றதையும் அறிவோம்.



படம் 9.5

முழுத் தட்டும் இயங்கிற்று? தட்டுக்குக் கொடுத்த அடி ஓலியெழுப்பியதோடு மேல்திகமாக அது பொருளை அதிர்ச் செய்ததென நீர் அறிந்திருப்பினும் தட்டு இயங்கியதா என்பது பற்றி ஐயுறுவீர். தன்னளவில் முழுதாக அசைய மாட்டாது நிலைப்படுத்திய ஒரு பொருளின் ஓர் இடத்தில் ஓரடியை அல்லது தட்டலைக் கொடுக்க என்ன நடக்குமென்பதைக் கவனிக்க.

ஓர் இரும்புக்கோலை ஒரு பிடிச்சிராவியில் நீட்டி நிற்கக் கூடியதாகப் பூட்டி, ஒரு முனையில் தொட்டுக் கொண்டிருக்குமாறு ஓர் இலேசான ஈயக்கடதாசி உருண்டையைக் கட்டித் தொங்க விடுக. ஒரு முனையில் சுத்தியனால் சுட்டிப்பாக ஓரடி அடிக்கும்போது நிகழ்வதென்ன என்பதை அவதானிக்க. வேறும் பல செய்பொருட்களாலான கோல்களுடன் இப்பரிசோதனையைத் திருப்பிச் செய்க (படம் 9.6)

இப்பரிசோதனைக்கு ஒரு பிடிச்சிராவியே அவசியமில்லை. இரு பக்கமும் நீட்டியிருக்க ஒரு முனை தொங்கும் இலேசான ஈயக் கடதாசி உருண்டையில் தொடுமாறு கையால் இறுக்கிப் பிடித்துக்கொண்டு ஒரு முனையில் சுட்டிப்பாக ஒரு தட்டுத் தட்டுக். நிகழ்வதென்ன? மற்றும் கோல்களுடன் மீண்டும் பரிசோதனையைச் செய்க.

இதே பரிசோதனையில் கோலுக்குப் பதிலாக ஒரு வாங்கைப் பயன்படுத்துக. வாங்கின் ஒரு முனையில் அடித்துத் தொங்கும் இலேசான ஈயக் கடதாசி உருண்டையை அவதானிக்க.

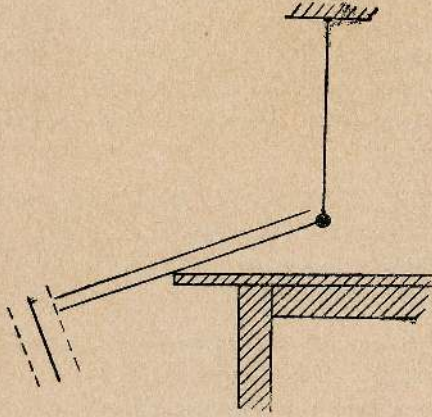
மேற்படி எல்லாப் பரிசோதனைகளிலும் ஒரு முனையில் கொடுபடும் அடிபொருளில் முழுதான் இயக்கம் எதனையும் ஏற்படுத்தாது மறு முனையில் ஒரு விளைவை ஏற்படுத்துவதனை அவதானித்தீர்களா? கோலினது செய்பொருளோ அன்றி மற்றும் பொருளோ தான் அடியைச் செலுத்துகிற தென்பது தெளிவாகிறது. பெரும்பாலும் செய்பொருளே கண நெருக்கமுற்று அம்மாற்றமே ஊடுசெலுத்தப்படல் வேண்டும்.

நெருக்கல்கள்

வளி அமுக்கமாற்றங்களுக்கு இல்குவில் நெயிழக்கூடிய ஒரு பதார்த்தமாகும். சைக்கிள் பம்பியின் நாசியைக் கைவிரலால் அடைத்துப் பிடித்துக்கொண்டு முசலத்தை உள்ளே தள்ள வளி நெருக்கமுறும். அதனால் உண்டாகும் அமுக்கத்தை விரல் உடனே உணரும். விரலின் இடத்தில் தொங்கும் ஈயக் கடதாசி உருண்டையைத் தொடவிட்டு மேற்படி பரிசோதனையை மீண்டும் செய்க. பம்பியின் நாசியை உருண்டையருகே பிடித்துக்கொண்டு முசலத்தை உண்ணிப்பாகச் சிறிது தூரம் உள்ளே தள்ள யாது நிகழும்? உருண்டை வெளியே தள்ளப்படுமா? தள்ளப்பட்டின் அது

கண்பொழுதில், அ-து உடனடியாகவே நிகழுமா?

செயல். முந்திய பரிசோதனையில் கோலிற்குப் பதிலாகக் குழாய், அல்லது கடதாசிக் குழல் கொண்டு அதனை மீண்டும் செய்க. ஒரு முனையில் ஒரு தளமட்டையை அசைத்து, மறுமுனையில் தொங்கும் ஈயக் கடதாசியுருண்டையின் நடத்தையைப் பரிசீலிக்க. குழாயின் திசையைச் சற்றே மாற்றியும் திருப்பியும் விளைவை மீண்டும் அவதானிக்க (படம் 9.7).



படம் 9.7

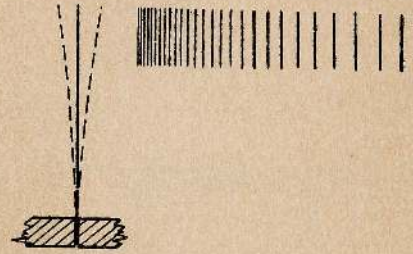
ஒரிடத்தில் நீர் உண்டுபண்ணிய குழப்பம், வளி வழியே இன்னொரிடத்துக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவதாக நினைக்கிறீர்களா? அங்கே நிகழ்வது ஒரு திரண்ட வளியியக்கம் எனலாமா? [சிலவேளைகளில் ஓரையிலுள்ள ஒரு கதவைத் திறப்பதனால் அல்லது முடுவதனால் அறையிலுள்ள வேறொரு கதவு, அல்லது யன்னல் குழப்பமடைவதை அவதானிக்கலாம். முன்னர் இதனை அவதானித்திராவிடின், வசதி கிடைக்கும்போது செய்து பார்க்கலாம்.]

வளியில் ஒரு சுட்டிப்பான இயக்கம் நிகழும் பொழுது உடனடுத்துள்ள வளிப்படலம் (வில்லுக் கப்பட்ட வளி) நெருக்கமடைகிறது. வளி மிகச் சூலபமாக நெகிழவல்லதால்தான் இதனை நாம் வெகு இலகுவில் விளங்கிக் கொள்ளலாம். அதிரும் வெட்டுவாளுக்கு அருகேயுள்ள எல்லைக்குப்பறும் வளிப்படலங்களுக்கே இது நிகழ் கிறது.

இத்தகைய ஒரு நெருக்கலைத் தூரவிடங்களில் உணர நேரம் எடுக்கும். நெருக்கமும் வளிப்படலம் தொடர்ந்தும் அதே நிலையில் இல்லாது தனது நியம நிலைக்கு மீளும். இச்செயற்பாட்டால் உடனடுத்த வளிப்படலத்தில் ஒரு தள்ளல் ஏற்படும். வளி ஒரு சுருளில் போன்றொழுதுவதைப்பற்றி ஏற்கெனவே படித்துள்ளோம். அதனை ஒரு முறை நினைவுசூர்வோம். ஒரு குழாயின் உள்ள வளி வில் போன்று ஒழுமும். ஒரு பெரிய சுருளி வில்லின் ஒரு முனையில் சுட்டிப்பாக ஓரடி கொடுக்க, வில்லின் சுற்றுக்களுக்கு என்ன நுக்கும்? முழுவிலுமே இடம்பெறுமா?

பரிசோதனை. 2 அல்லது 3 சமீ. நீளமும் 4 முதல் 6 சமீ. வரையில் விட்டமும் கொண்ட ஒரு சுருளி வில்லுடன் இப்பரிசோதனையை உமது ஆசிரியர் செய்து காட்டுவார்.

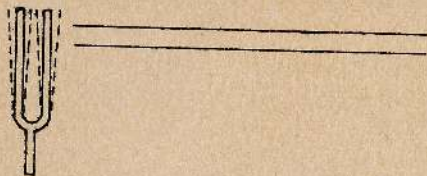
சுருளி வில்லின் ஒரு முனை ஓர் ஒப்பமான தளத்திலோ அல்லது அமுத்தமான மேசையிலோ தங்க மறுமுனைக்குச் சுட்டிப்பாக ஓர் அடி கொடுக்க யாது நிகழும்? சுருளிவில்லின் நீளத்துக்கு ஓர் அதிர்வு அல்லது குழப்பம் நிகழ்வதை உம்மால் அவதானிக்க முடிகிறதா? இக்குழப்பம் மறுமுனையை அடையும்போது நிகழ்வதென்ன?



படம் 9.8

உண்டாகிய குழப்பத்தைச் சுருளியில் செலுத்தக்கண்டோம். அடி கொடுப்பட்ட முனையிலே சில சுருள்கள் நெருக்கமடைகின்றன. இந்நெருக்கல் வில்லின் நீளம் வழியே செல்கின்றது. சுயாதீன முனையிலுள்ள விற்கற்றுக்கள் வெளிப்புறம் தள்ளப்படுகின்றன. இதேபோல் வில்லின் மறு முனையில் சடுதியாகப் பிடித்திழுக்க அம்முனையின் சில சுற்றுக்கள் தூர இழுப்படு அந்நிலைமை வில் நீளம் முழுக்கப் பரவி

மறு நுனியைச் சென்றடையும். குழாயினுள் உள்ள வழியின் ஒழுக்கலாற்றை விளக்க இவ்வவதானிப்புக்களை நாம் பயன்படுத்துவோம். பொதுவில் ஒரு பொருள் அதிரும்போது திறந்த வெளியிற்கூட இத்தகைய நிகழ்வு இடம்பெறும் என நாம் எதிர்பார்ப்போம். வளிப்படலங்களில் (அடர்த்தி அதிகரிக்கும்) நெருக்கல் (அடர்த்தி குறைவுறும்) ஐதாக்கல் என இரண்டும் இடம் பெறும்.



படம் 9.9

படம் 9.9 இற் காட்டியது போன்றோர் ஒழுங்கைக் கற்பனை செய்க. இதில் வளி நிரம்பிய நீண்ட குழாயொன்றின் ஒரு முனையில் ஒரு பெரிய இசைக்கவர் அதிர்கிறது. குழாயின் வளி சுருளினில் போன்றொழுகும். குழாய்க்கு அண்டையிலுள்ள கவர்க்கினையினது வலப்பக்க இயக்கம் (அல்லது அதிர்வு) குழாயின் அந்தலையினுள்ள வளியில் ஒரு நெருக்கலை உண்டு பண்ணும். இப்படலம் அயலிலுள்ள படலத்திலும் இதேபோல் தொடர்ந்து நெருக்கல்கள் உண்டாகி, குழாய் வழியே வியாபிக்கும்.

அடுத்து, கவர்க்கினை இடப்பக்கம் இயங்குகையில் என்ன நடக்குமென்ப பார்ப்போம். கவர்க்கினையின் சடுதியான இயக்கம் விரிவுதற்குத் தேவையான வெளியை ஆக்கிக் கொடுப்பதனால் குழாயின் அந்தலை வளி வெளிநோக்கி விரியும். அதனால், அமூக்கம் குன்றும். இது புறத்துள்ள சிறிதளவு வளியின் இயக்கம் காரணமாக அங்கேயுள்ள வளியமூக்கம் ஓரளவு மீள் அதிகரிக்கிறது. அதாவது, இரண்டாவது வளிப்படலத்தில் ஓர் அமூக்கம் குறைவு ஏற்படும், என்றாகிறது. இவ்வாறாக இசைக்கவர்க்கினையின் இடப்புற இயக்கத்துடன் ஆரம்பித்த இம்மாற்றம் குழாய் வழியே வலமாகத் தொடர்ந்து செல்கிறது. அதனால் வளிப்படலங்கள் ஐதாக்கப்படுகின்றன. (அ-து அடர்த்தி குறைக்கப்படுகிறது). குழாயினுள்ளே உள்ள வளியில் ஐதாக்கம் ஊடுசெலுத்தப்படுகிறது.

இசைக்கவர் தொடர்ந்து அதிருந்தோறும் வளியில் இந்நெருக்கல்களும் ஐதாக்கல்களும் நிகழ்ந்த வண்ணம் இருக்கும். அவை மாறி மாறி ஒன்றுவிட்டொன்றாக ஆகி அவ்வரிசையிலேயே போய்க்கொண்டிருக்கும். இக்குழப்பங்கள் சுயநீனமாக அதிரவல்ல பொருளொன்றில் சென்று விழும், என்க. செவியின் செயற்பாடு இதனையொத்த ஒன்றே (ப.264 பார்க்க).

இசைக்கவர் அதிரிக் குழாய் வாயிலின்றி வெளியில் வேறெங்கோ உளதென்க. மேலே குறிப்பிட்ட நெருக்கல்களும் ஐதாக்கல்களும் அதிரியைச் சுற்றி எவ்வீடமும் நிகழாதா? அவ்வாறான ஒரு குழப்பமே அதிரியொன்றின் இயக்கத்தை ஒத்ததாகும். ஒன்றுவிட்டொன்றாக மாறி மாறி இவ்விருவகைக் குழப்பங்களும் இடம்பெறும். அதிரியிலிருந்து நெருக்கல்களும் ஐதாக்கல்களும் வெளிச் செல்லல் எப்பொழுதும் நிகழ்ந்து கொண்டே இருக்கும். ஒரு கணத்திலே அடுத்தடுத்த வளிப்படலங்கள் நெருக்கமுற்றும், ஐதாக்கும் கோளவோட்டு உருவிலிருக்கக் காணலாம். குறித்த வளிப்படலக் கோளவோடு ஒன்று ஒரு கணத்திலே நெருக்கமுற்றும் மறுகணத்திலே ஐதாக்கும் இருக்கும். கோளவோட்டு வளிப்படலம் பற்றிய இக்கருத்து நெருக்கங்களினதும் ஐதாக்கங்களினதும் செலுத்தப்படுந்தன்மையை உணர்த்துகிறது. கிணற்றிலோ குளத்து நீரிலோ பூச்சிகள் தள்ளி விழும்போது தோன்றும் சிற்றலையுற்பத்தியைப் போன்றே இதுவுமாகும். நீரில் பிரவகிக்கும் சிற்றலைகள் வட்ட வடிவின். அவ்வாறன்றி வளியில் அதிரியினின்றும் தோன்றும் அலைகள் கோள வடிவின் என்பதன்றி இவ்விருவகை அலைகளிடையேயும் பல ஒற்றுமைகள் இருக்க வேண்டும்.

நீரில் தோன்றும் சிற்றலைகள்

நீரில் தோன்றும் சிற்றலைகள் மையத்திலிருந்து வெளிநோக்கி விரிகின்றன. அதனால் மையத்திலுள்ள நீர் வெளிப்புறமாக எல்லாத்திசைகளிலும் கிடைத் தளத்தில் விரிகின்றது, என்றாகுமா? காணும் வட்டங்களினின்றும் பெரியனவாக நாம் காணும் மற்றைய வட்டங்கள் வேறுவேறுவையா? அல்லது சிறிய வட்டங்கள் தாம் பெரிதாக வளர்கின்றனவா? அதாவது நாம் பார்க்கும் குறிப்பிட்ட ஒரு வட்டம் அழியப் புதிதாகச் சற்று வெளியே

வேறொரு பெரிய வட்டம் பிறக்கின்றதா? என்று பல வினாக்களை எழுப்புவோமானால், நாம் காணும் இவ்வட்ட வடிவ அலைபற்றி மேலும் விரிவாகச் சோதித்தறிதல் வேண்டும் என உணர்வோம்.

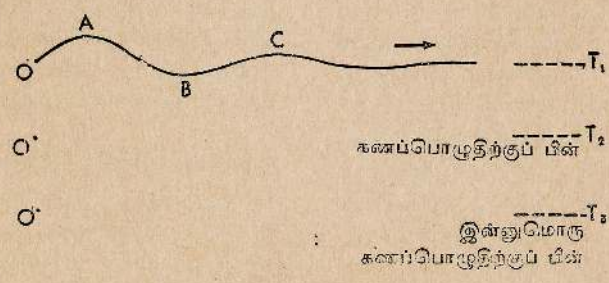
செயல். 18" x 10" அளவில் $\frac{1}{2}$ அங். அல்லது சற்றுக் கூடிய தாழ்வுடைய ஒரு செவ்வகப் பெட்டியை (பேசின்) எடுத்து அரை ஆழத்துக்கு நீர் நிரப்புக. (றப்பர் பால் திரட்டப் பயன்படுத்தும் தட்டு நல்ல தேர் உதாரணம்.) ஒரு மை நிரப்பியின் உதவி கொண்டு சிறுசிறு நீர்த் துளிகளை நடுவிற சிந்தி உண்டாகும் சிற்றலைகளைக் கவனிக்க. வட்ட வடிவமொன்று வெளிப்புறம் நோக்கிப் போகின்றதா? நீரின் முழுமையான இயக்கத்தை வலியுறுத்தும் வகையில், கரையில் ஏதும் அறிகுறிகள் தென்படுகின்றனவா? ஓரிடத்தில் தோற்றும் வட்டம் உடனடியாக முழுமையாய் அற்றுப் போகின்றதா? ஒரு கணப்போதைய புடைப்பமொன்றெடுத்தால், அதில் ஒரு வட்டத்தையா அல்லது ஒரு மைய வட்டங்கள் பல்வற்றையா, காணமுடியும்? நீர்ப்பரப்பில் சிறிது தக்கைத் துளைத் தாவியபின் முன்னர்ப் போல சிற்றலையெழுப்பினால் அதக்கைத் துளைகள் என்ன செய்யும்? வட்டங்களுடன் சேர்ந்து தக்கைத் தாளும் வெளிப்புறம் நகருமா? அவை பெயருமெனின் எத்திசையில், அல்லது திசைகளில் செல்லும்?

குத்து வெட்டு முகத்தை நோக்கினால் வடிவம் எத்தன்மையதென விளங்கும்.

O இனாலே செல்லும் மற்றும் நிலக்குத்துதுது தளங்களும் T_1 இல் உடைதப் போன்றே இருக்குமா? A போன்ற புள்ளிகள் இக்கணத்தே எவ்விடங்களில் இருக்கும்? அதே கணத்தில் B போன்ற புள்ளிகள் எங்கெங்கே இருக்கும்? T_2, T_3 கணங்களில் A, C கனிற் போன்று நீர் உயர இருக்குமா?

படம் T_1 இல் A போன்ற புள்ளிகள் எல்லாவற்றிலும் குறிபடும் வடிவம் எவ்வாறிருக்கும்?

நீர்ப்பரப்பில் ஏற்படும் குழப்பங்களால் சிற்றலைகள் பிறக்கின்றன. குழப்ப மையத்தில் மட்டும் ஆரம்பமாகி பின் சற்றிலுமுள்ள நீரால் தொடரப்படுகிறது. குறித்தவொரு வட்டத்திலுள்ள துணிக்கைகளின் குழப்பலுக்கும் அடுத்த வட்டத்திலுள்ள துணிக்கைகளின் குழப்பலுக்குமிடையே சிறிது நேர இடைவெளியுண்டு. இதே நேர ஆயிடைவில் குழப்பமையமோ பல முறை மேலும் கீழும் இயங்கிச் சமநிலையுற்றிருக்கலாம். இந்நிகழ்வு ஒவ்வொரு வட்டத்துத் துணிக்கைகளுக்கும் நடைபெறும். எக்கணத்திலேனும் நீர்ப்பரப்பை நோக்கும்போது அது மேல் கீழாக மடியுண்டு இருப்பது போல் தோன்றும். நாம் காணும் வட்டவடிவத் தோற்றம் எழும்பிய நிலையிலிருக்கும் தக்கைத் துணிக்கைகளால் ஆவதே.



படம் 9.10

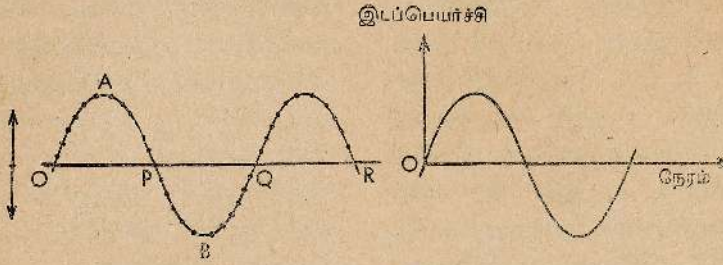
நீர்ப் பரப்பின் வடிவம் படம் 9.10 இற காட்டியவாறு இருப்பின், செக்கனின் ஒரு பின்னம் நேரம் சென்றபின் நிலைமை யாதா யிருக்கும்? குழப்ப மையத்தினாலே ஒரு நிலைக்

அலைகளின் தாழி, முடி, அலைமுகம்
அலை பிரவகிக்கும் ஒரு நீர்ப்பரப்பில் குறித்த ஒரு வட்டத்தில் உள்ள துணிக்கைகள் அதி

உயர் மட்டத்திலும் அதனை அடுத்து உள்ள இன்னொரு வட்டத்திலுள்ள துணிக்கைகள் அதிமீழ் மட்டத்திலும் இருக்கும். இவற்றை முறையே முடி, தாழ் என அழைக்கிறோம். இப்பெயர்கள் நீர்ப்பரப்பின் வடிவத்திலிருந்தே பெறப்பட்டன. நாம் காணும் இயக்கம், சிற்றலைகளின் இயக்கமே. வட்டம் வட்டமாக ஏதோ வெளியகல்வதை நாம் பார்க்கிறோம்.

கலாம். இவ்வாறு ஒவ்வொரு வகை இயக்கங்களையும் விபரிக்க இதைப் பயன்படுத்து முன் இதுபற்றி மேலும் சில தகவல்களை நாம் பெற்றாக வேண்டும்.

இடப்பக்கத்தில் காணப்படும் வீளையி அடுத்துள்ள பல நீர்த் துணிக்கைகளின் ஒரு கணத்து நிலைமையைக் குறிக்கும். நிலைத்த புள்ளி யொன்றிலிருந்து (அது குழப்பமையமாகவும்



படம் 9.11

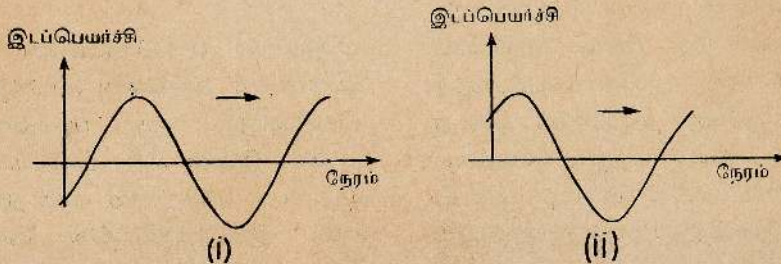
நீர்ப்பரப்பு மாற்றத்துக்கு உள்ளாவதாலேயே இத்தோற்றம் உண்டாகிறது. சிலவேளை களில் அலை என இதை நாம் பிழைபடக் கூறி விடுகிறோம். உண்மையில் அவ்வாறு கூறலை விடுத்து அவற்றை “அலைமுகம் இயங்குகிறது” எனச் சொல்வதே சாலச் சிறந்தது. இங்கே அலைமுகம் வட்ட வடிவமுடையது. மையத்தினின்றும் சமதூரங்களில் முற்றிலும் ஒரே மாநிரியாகப் பெயர்ந்துள்ள துணிக்கை களை அலைமுகத்தை ஆக்குகின்றன.

படம் 9.11 இல் ஒரு வீளையி காட்டப்பட்டுள்ளது. சிற்றலை உற்பவிக்கும் நீர்ப்பரப்பில் காணப்படும் ஒரு கணத்திலான குழப்பமுற்ற நீர்ப்பரப்பினது பருதியின் வடிவமே இங்கு காட்டப்பட்டுள்ளது. அதிரியொன்றின் தனி அதிர்வையோ அல்லது நீர்ப்பரப்பிலுள்ள ஒரு துணிக்கையின் அசைவையோ இப்படம் குறிக்க

(இருக்கலாம்) அளந்தறியப்படும் துணிக்கைகள் ஒவ்வொன்றினதும் நிலைகள் கிடை அச்ச வழியே காட்டப்பட்டுள்ளன. ஒரே கணத்தில் தனித்தனித் துணிக்கைகளைப்பெயர்ச்சியை நிலைத் தூரங்கள் குறிக்கும். A ஒரு முடியையும் B ஒரு தாழியையும் குறிக்கும். O விலிருந்து Q வரைக்கும் ஒரு முழு அலையாகும். OQ தூரத்தினால் உள்ள துணிக்கைகள் அனைத்தும் தத்தம் தனித்தனி அதிர்வுகளை நிறைவேற்றியதும் அவை படத்தில் காட்டியவாறு அதே முன்னைய நிலைகளை மீண்டும் பெறும்.

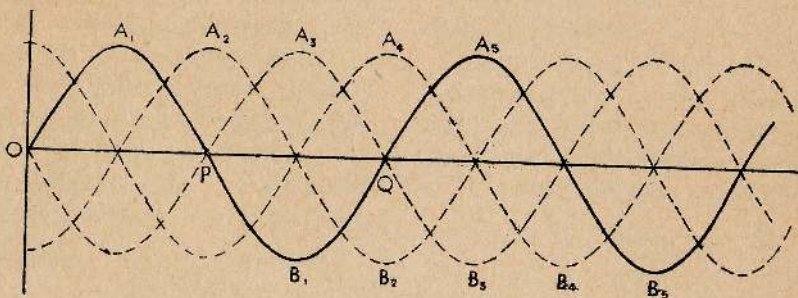
கால் ஆவர்த்தனக் காலத்துக்குப் பின் அவை எங்கிருக்கும்?

அண்ணளவாக அலைகள் வலம்நோக்கிச்சென்றால் படம் 9.10 இலுள்ள கணத்திலிருந்து எவ்வளவு நேரத்தின் பின் துணிக்கைகள் 9.12 (i) (ii) இல் உள்ள நிலைகளில் இருக்கும்?



படம் 9.12

படம் 9.12 இல் உள்ள அலையியக்கத்தின் படக்குறிப்பீட்டை நோக்கினால், ஒரு கணத்திலே முடி A_1 இல் இருக்கக் காண்போம். ஒரு கால் ஆவர்த்தனத்தின் பின் A_2 இல் ஒரு முடி தோன்ற A_1 இல் முடி இல்லாதிருக்கும். இதே போல இரு கால் ஆவர்த்தனத்தின் முடிவில் A_1 இலோ A_2 இலோ அன்றி A_3 இல் ஒரு முடி இருக்கும். அதேபோன்று மூன்று கால் ஆவர்த்தன காலத்தில் ஒத்த முடி A_4 ஆகும். A_5 இல் தொடக்கத்திலேயே ஒரு முடி இருந்தது. நான்கு கால் ஆவர்த்தனத்தின் பின் அதாவது ஒரு முழு ஆவர்த்தனத்தின் பின்னும் A_5 இல் ஒரு முடி இருக்கும். முடிகளின் முன் நகர்வை A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 இல் நிலைகள் தருகின்றன. முழுவளையி OA_1, PB_1, Q வும் OQ இற்குச் சமமான ஒரு தூரத்தைச் சென்றுள்ளது. இவ் வியக்கத்தையும் இது குறிக்கும்.



படம் 9.13

அலைநீளம்

OA_1PB_1Q என்றும் வளையியை ஓர் அலையின் வகைக்குறிப்பீடு எனக் கொள்வோம். தூரம் OQ அலையினது நீளம் எனப்படும். சந்தர்ப்பவசமாக அதாவே அடுத்தடுத்த இரு முடிகள் அல்லது தாழிகளின் இடைத்தூரமுமாகிறது. அலையியக்கத்தின் வேகத்தை இதிலிருந்து நாம் பெறுவோம். ஒரு முடி A_1 இற் பிறகு A_5 இல் தோன்றுவதற்கு ஒரு முழு ஆவர்த்தனம் சென்றமையை நினைவு கூர்வோம். இந்தேரம் T (லம்டா என உச்சரிக்க

கப்படும்) λ அலை நீளமும் செக்கனும் ஆயின் வேகம்,

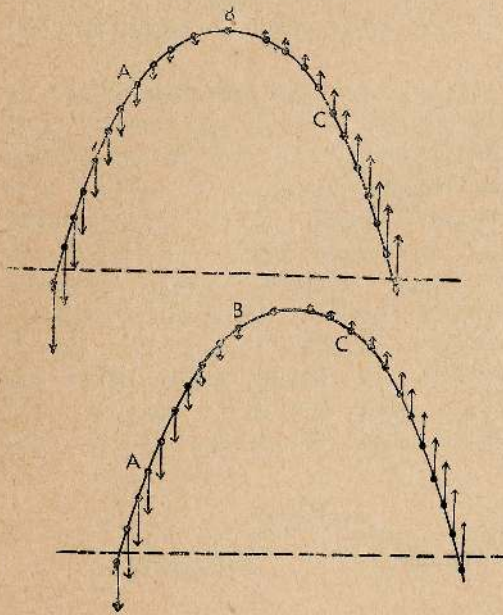
$$V = \lambda / T \text{ ஆகும்.}$$

இம்முடிபுகள் அனைத்தும், நீர்ப்பரப்பில் தோன்றும் சிற்றலைகள் பற்றிப் பெற்ற உண்மைகளின் அடியாகவே பிறக்கின்றன. நாம் விளங்க எத்தனிப்பதோ “வளியில் ஒலி எவ்வாறு செலுத்தப்படுகிறது?” என்பதையே, ஒன்றுவிட்டொரு வளிப்படலங்கள் நெருக்கமாயும் ஐதாயும் உளதெனவும் ஒரு படலம் நெருக்கத்தில் இருக்கையில் அடுத்துள்ள படலம் ஐதாக்க நிலையில் இருக்கும் என ஏற்கெனவே கண்டோம். இதனைச் சிற்றலை யாகத்தின்போது தோன்றும் முடி, தாழிக் களுடன் ஒப்பு நோக்குவோம். இவ்வுபயோக கரமான ஒப்பு நோக்கலின்போது இவற்றிடை

யேயான வேறுபாடுகளையும் கவனிதல் முக்கியமாகும்.

நெருக்கற் படலமொன்றைப் பற்றி நாம் பேசும்போது வளியினது அடர்த்தி எங்கணும் கூடியிருக்கும் ஒரு படலத்தை நினைப்போம். இதனை அலை முடியோடு எவ்வாறு தொடர்பு படுத்தலாம் என நாம் திகைக்கலாம். இடைத்தானத்தின் மேலே அந்த அளவு உயரத்துக்கு வேறு பல துணிக்கைகளும் உயராதவாறு உள்ள அலையின்

உச்சியே முடி எனப்படுகிறது. இம்முடியின் ஒரு புறத்தே படிப்படி அதிகரிக்கும் பெயர்ச்சிகளுடனான துணிக்கைகளும் மறுபுறத்தே படிப்படி குறைவுறும் பெயர்ச்சிகளுடனான துணிக்கைகளும் இருக்கும்.

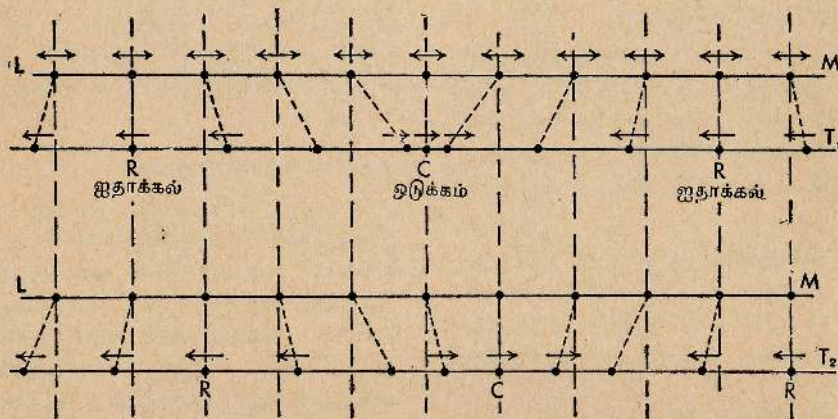


படம் 9.14 (i)

முடி (அல்லது நெருக்கல்) தோன்றுவதற்கு முக்கியமாக இரு ஏதுக்கள் இருக்க வேண்டும். இடைத்தானம் பற்றித் துணிக்கைகள் இயங்குதல் வேண்டும் என்பது ஒன்று. எந்த ஒரு கணத்திலும் இருக்கும்,

இயங்கும் துணிக்கைகளினது பின்னதே இயக்கநிலை வித்தியாசங்கள் மற்றையது. படம் 9.14 (i) இலுள்ள சில துணிக்கைகளின் இயக்கத்தைப் பின்பற்றுவோமாயின் அதில் ஒய்விலுள்ளவை மிகக் குறைவு எனக் காண்போம். B யிலுள்ள துணிக்கை மட்டும் மேலே எழும்ப இயலாது ஆதலால் அது மட்டும் கணப்போதைக்கு ஒய்விலிருக்க முடியும். A போன்ற துணிக்கைகள் கீழே வர C போன்றவை மேலே செல்லும். B இன் இடப்பக்கத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள எல்லாத் துணிக்கைகளும் கீழியக்கத்தில் ஈடுபட்டிருக்கையில் B யின் வலப்பக்கத்திலுள்ள துணிக்கைகள் மேலியங்கும். கீழே உள்ள மற்றைப் படத்தைப் பார்ப்போமானால், அங்கே ஒரு சிறிது நேரத்தின் பின் உள்ள நிலையைக் காண்போம். அப்பொழுது B யின் இடப்பக்கத்திலுள்ள துணிக்கைகள் எல்லாம் சிறிது கீழே யும், B யின் வலப்பக்கத்துத் துணிக்கைகள் எல்லாம் சிறிது மேலேயும் சென்றிருக்கக் காண்போம். துணிக்கை B யே சற்றுக்கீழே சென்றுளதையும் இவற்றால் “வலப்புறமாக முடி நகர்தல்” எனப்படும் விளைவையும் காண்போம்.

நெருக்கல் நிலையைப் பார்ப்போமாயின் துணிக்கைகள் மீண்டும் ஓர் இடைத்தானம் பற்றி அதிரக் காண்போம். மேலும் துணிக்கைகளிற் சில இடமும் சில வலமும் இயங்குகின்றன. நெருக்கலின் மையம் இடைத்தானத்தில் உள்ள துணிக்கைகளைக் கொண்டிருக்கும். அதிரியொன்று தனது இடைத்தானத்தைக் கடந்து செல்லும்போது அதன்

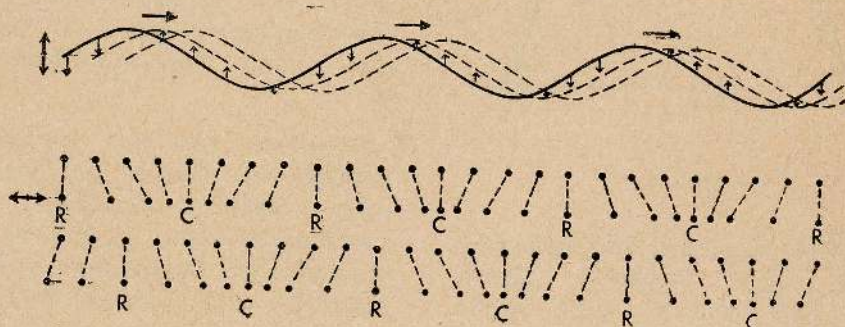


படம் 9.14 (ii)

வேகம் ஆகக் கூடியிருக்குமென முன்னர் கண்டோம். நெருக்கலின் மையம் நீரில் யொன்றின் முடிக்கு ஒத்தது, ஆகாதென்பதை இது காட்டுவதால் இது மிக முக்கியமான தொன்றாகும். எனவே இங்கு செப்பமாக (அச்சொட்டாக) முடிக்கு ஒத்தது எந்நிலை என அவதானித்தல் அவசியமாகும். படத்தைக் கவனித்துப் பார்ப்போமானால் அடுத்துள்ள துணிக்கைகள் எதிரெதிர்த் திசைகளில் இயங்கும் பகுதிகள் சில்வற்றைக் காண்போம். இவ்வூகப் பகுதிகளையே நாம் முடியுச்சியுடனே, அல்லது தாழி அடியுடனே ஒப்பிடலாம். முடியிலும் தாழியிலும் இயல்பொத்த நிலைமைகள் இருக்கின்றன. இப்பட அமைப்பால் நாம் காட்டக் கூடிய இன்னொன்று நெருக்கல்களும் ஐதாக்கங்களும் ஒரே திசையில் செல்கின்றன. என்பதையேயாம். அலையாக்கத்தின்போது ஆகி அடுத்துவரும் இரு நெருக்கல்களிடையே (அல்லது ஐதாக்கங்களிடையே) உள்ள தூரமே குறித்த அலைக்குரிய அலை நீளமாகும்.

நெட்டாங்கு அலைகள் எனப்படும். வளியிலே நெட்டாங்கலை வடிவில் ஒலி ஊடு செலுத்தப்படுகிறது. மரம் அல்லது இரும்பு போன்றவற்றினூடே ஒலி எம்முறையில் ஊடுசெலுத்தப்படுகிறது? அவை அலைவடிவிலாயின் அவ்வலை நெட்டாங்கு அலையா? குறுக்கலையா?

ஒரு கோலின் ஒரு முனைக்குக் கொடுபடும் அடி கோலில் ஒருவித குழப்பத்தை உண்டு பண்ண அக்குழப்பம் கோலின் மறுமுனைக்கு ஊடுசெலுத்தப்படுகிறது. ஒர் ஒலியை நாம் கேட்கும் பொழுது, வளியில் நிகழ்வதென்ன என அறிவதற்கு இது ஒரு தடையமாகும். கோலிற்குக் குறுக்கே எதுவித துணிக்கைகளினதும் அவரைவுக்கான எதுக்களும் இல்லை. எனினும், மரக்கோல் அதன் ஒரு முனையிலிருந்து மறு முனைக்கு ஒலியை ஊடுகடத்துகிறது. இக்கடத்துகையை நெருக்கல்களும் ஐதாக்கல்களும் சேர்த்தாகும் ஒருவகை அலை



படம் 9.14

குறுக்கலையும் நெட்டாங்கலையும்

படம் 9.15 இன் உச்சியிலுள்ள வளையநீர்ப்பரப்பில் தோன்றும் அலைபோன்றோர் அலையைத் துணிக்கைத் தொடை ஒன்று எவ்வாறு ஆக்குகிறது எனக் காட்டுகிறது. துணிக்கைகள் நிலைக்குத்தாய் அதிர அலை கிடைத் திசையிற் செல்கிறது.

அடுத்துக் கீழேயுள்ள குற்றிப் படம், கிடைத் திசையில் அதிர்ந்து நெருக்கல்களையும் ஐதாக்கல்களையும் ஆக்கும் துணிக்கைகளைக் காட்டுகிறது. இவையும் வலமாகவே செல்கின்றன.

முன்னைய வகை அலைகள் குறுக்கு அலைகள் எனப்படும். பின்னைய வகை அலைகள்

யிடக்கமெனக் கருதலாம். விளையாட்டுத் தொலைபன்னியிலும் ஞாலில் நெட்டாங்கு ஒலி அலைகளே ஊடு கடத்தப்படுகின்றன.

ஒலியின் ஊடுகடத்துதல்

சில சுடப்பொருள்கள் ஒலியை ஊடுகடத்தாதது ஏன்? அதிர்வுகளாலோ அன்றிச் சுட்டிப்பான அடிகளாலோ அவை வடிவழியப் பெருமையினூற்றான் ஒலி ஊடுகடத்தப்படவில்லையா? அல்லது அச்சுடப்பொருள்கள் அதிர மாட்டாதனவா? திண்மங்கள் ஒலியை ஊடுகடத்தும்போது அவற்றின் பின்னடுத்த படலங்களிலே நெருக்கல்களும் ஐதாக்கல்களும் உண்டாகின்றன. பல்வேறு கணங்களிற் பல்

வேறு இடங்களில் இவ்வாறு நிகழ்வதற்கு, இடைத்தானம் பற்றித் துணிக்கைகள் அதிர வேண்டும் என்பது ஒரு முக்கிய நிபந்தனையாகும். ஒலியை உண்டுகட்டாத சட்பொருளில் உள்ள துணிக்கைகள் அதிரமாட்டா தனவா ?

மரக்கோல், வெட்டுவாள் தகடு, தட்டு, கிண்ணம் போன்ற யாவுமே அதிரவல்லன. வளிப்படலங்களும் அதிரவல்லவையே. மேற்கூறிய திணைமங்கள் யாவற்றிலும் அவதானிக்க வேண்டியதொன்று யாதெனில், அவை தமது வடிவநிலைகளிலும் தம் நிலையை மீள அடைவதால் அவை சிறிதளவு நேரம் அதிர்சின்றன. அவற்றை மீள்சக்தியுடையன என்போம். சீலை, பருத்தி, கம்பளி, தக்கை போன்ற வற்றிற்கு மீள்தன்மை கிடையாது. வளி மீள்தன்மையது. எனவேதான் வளியில் நெருக்கல்களும் ஐதாக்கல்களும் இயலக்கூடியனவாயுள்ளன. குறிப்பிட்ட சட்பொருள் ஒன்று மீள்சக்தி உடையதா அல்லவா என அவ்வாறு நாம் சோதிக்கலாம்.

ஒரு பொருட்பகுதியை இழுத்துப் பின்விட அது முதலில் ஈர்க்கப்பெற்று பிறகு தன் முதல் நிலையை மீண்டும் பெறலாம். பொருட்பகுதி ஒன்றில் ஓர் அழுக்கத்தைப் பிரயோசிக்கும்போது அது கனவளவிற குறைபடலாம். அழுக்கத்தை அகற்ற பொருட்பகுதி முதல் நிலைமைக்கு மீளலாம். முறுக்கலால் ஒரு பொருட்பகுதி வடிவழியப்பெற்று அம்முறுக்கலுக்குரிய விசை அகற்றப்பட மீட்டும் முதல் நிலைமைக்கு மீளலாம். வளைக்கும்போது நெகிழ்ந்து கொடுத்து விசையை அகற்றியதும் மீண்டும் முதல் நிலைமையை அடையலாம். நிலத்தில் விழவிட்ட பொருளொன்று ஏறத் தாழ விட்ட மட்டம் வரையும் எழும்பக்கூடும். மேலே சொல்லியவற்றில் ஒன்றையோ பலவற்றையோ அறுசரித்து ஆக்கிய வடிவழிவு மீளப் பெறும் சட்பொருட்கள் மீள்தன்மையுடையன, எனப்படும். மீள்தன்மையில் பொருள்களில் பெரும்பாலும் அதிர்வு இருக்க மாட்டாது.

பொருளொன்றில் அலைசென்று வீழும் போது, அப்பொருளே அதிர ஆரம்பிக்கலாம். ஆனால், அலைபடும் பொருள் அதிரும் சயா தீனமற்றிருப்பின் அவ்வலைக்கு யாது நிகழும் ? அவ்வலை காவிச் சென்ற சக்திக்கு

என்ன நடக்கும் ? நீருள்ள தட்டைப் பாத்திரத்துள் உண்டாகும் சிற்றலைகளை நினைவீர்களாயின் பாத்திரச் சவரில் மோதுண்டு திரும்பி வரும் அலைகளைக் கண்ணுற்றமையும் நினைவுக்கு வரலாம். ஒரு பரப்பில் சென்று படும் ஒலியலையும் இவ்வாறே திரும்பி வருமா ?

எதிரொலி

மலைப்பிரதேசங்களிலும் தூரத்தூர உயர்ந்த கட்டிடங்களுடைய திறந்த வெளிகளிலும் வரிப்பவர்கள் எதிரொலியை அன்றாடம் அநுபவித்திருப்பர். விளையாட்டு மைதானமொன்றின் ஓர் அந்தலையில் ஓர் இரும்புத் துண்டைச் சுத்தியலால் அடிக்கும்போது மற்றை அந்தலையில் கட்டிடங்கள் எவையும் இருப்பின், ஒவ்வோர் அடியினதும் எதிரொலியைக் கேட்கலாம். சிறிக்கெற்று விளையாடும்போதும் சில வேளைகளிள் இதனை நீங்கள் அவதானித்திருக்கலாம். பந்தை அடிப்பதால் எழும் நேரடியொலியைக் கேட்டதன் பின்னர் மீண்டும் இரண்டாவது முறை அவ்வொலியைக் கேட்கலாம். இதனை அநுபவித்துணராதோர் அடுத்து விளையாட்டில் ஈடுபடும்போது கவனித்துக் கொள்ளலாம். சுற்றுமதில்களுடைய கோயில்களிலும், கட்டுக்குளக் கரைகளிலும் நின்று கைதட்டும்போதும் எதிரொலியைக் கேட்க முடியும். நேரடி ஒலிக்கும் எதிரொலிக்குமிடையிலான நேரத் தடக்கலையும் காண முயலுங்கள். எதிரொலிக்கு ஏதுவாகும் சவரின் தூரத்தை அறிந்தால் வளியில் ஒலியினது வேகத்தைக் காண முடியாதா ?

மலைப்பிரதேசத்திலோ, ஆழமான பள்ளத்தாக்கிலோ சென்றால் பலவிதமான ஒலியெழுப்பி எதிரொலிகளைச் செவிமடுத்தும் பாருங்கள்.

எதிரொலி என்றால் என்ன ? சுவரொன்றிலிருந்தோ, அல்லது மலைச் சிகரங்களினின்றோ திரும்பியொலிக்கும் ஒலியிலிருந்து, ஒலியலைகளும் ஒலியலைகளைப் போன்று தெறிக்கும் இயல்புடையன என்பது உய்த்தறியத்தக்கது. இதே ரீதியிலேயே தட்டைப் பாத்திரத்திலுள்ள நீர் பரப்பில் உண்டாகும் சிற்றலைகளும் பாத்திரச் சவரால் தெறிக்கப்படுகின்றன.

செயல். சிற்றலையாக்கலை மீண்டும் செய்து பாத்திரச் சவரில் பட்டுத் தெறித்து மீளும் அலைகளைக் கவனிக்க. அவ்வாறு

அலை செல்லும் வழியில் ஒரு மரத் துண்டைப் பிடிப்பதால் யாது நிகழும் ?

தொடர்ச்சியாகச் சிற்றலையாக்க ஒரு வழியைக் கண்டு பிடிக்க முடியுமானால் சிற்றலைகளினது தெறிப்புப் பற்றிப் படித்தறியவும் வழி பிறக்கும் (உலர் கலத்தாலியங்கும் விளையாட்டு மோட்டார் கொண்டு இச்சாதனத்தை அமைத்துக் கொள்ளலாம்).

ஒலித்தெறிப்பு

வளியிலுள்ள ஒலி அலைகளைத் தெறிக்கப் பண்ணலாமா? ஆய்கூடத்திலோ, அறையிலோ எளிய முறையிலே ஓர் ஒலி மூலத்தை நாம் அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும்? ஒலிமூலங்களில் இலகுவானது கடிக்காரமொன்றின் “ திக் ” ஒலியெனக் கூறலாமெனினும், மற்றும் நண்பர்களின் உதவியோடு பரிசோதனைகள் மேற்கொள்ளுமிடத்து, குருவிக்குடலும் (விசில்) கீச்சிடும் பாவைகளும் உகந்தனவாகலாம். மேற்படி ஒலி மூலங்களால் ஆகும் ஒலி நேரடியாகவும் கேட்குமாதலால் கடிக்காரத்தின் “ திக் ” ஒலி சிறந்ததாகக் கொள்ளப்படும். மரக்கோல் ஒன்றினூடாக “ திக் ” ஒலி தெளிவாகக் கேட்பதை நீனைவு கூர்க். குறித்த ஒரு திசையில் ஒலியைச் செலுத்த இரு முனையும் திறந்த ஒரு கடதாசிக் குழாயையும் தெறித்த ஒலியை வாங்க இன்னோர் ஒத்த குழாயையும் பயன்படுத்தலாம். றப்பர், அல்லது பிளாஸ்திக் குழாயினால் தொடுக்கப் பெற்ற ஒரு புனல் நல்லதொரு வாங்கி ஆகலாம்.

செயல். நீலைக்குத்தாக மேசைமீது நிறுத்தப்பட்ட, கண்ணாடித் தட்டொன்றுடன், அல்லது மரப்பலகையுடன் ஏறத்தாழ சமகோணம் ஆக்கக் கூடியதாக இரு கடதாசிக் குழாய்களை மேசையில் வையுங்கள். ஒரு குழாயின் மறு முனையில் கடிக்காரத்தைப் பிடித்துக் கொண்டு மற்றைக் குழாயின் மறு முனையுடன் தொடுக்கப்பட்ட புனலைக் காதோடு சேர்த்துப் பிடிக்க. கடதாசிக் குழாயின் தூரமுனையுடன் சாதை நேரடியாகவும் வைத்தப் பாருங்கள். உமது நண்பரின் உதவியுடன் மேற்படி பரிசோதனையில் மேலும் சில பல திருத்தங்களைச் செய்து கொள்ளலாம். ஒலி பரப்புக்களிற் பட்டுத் தெறிப்ப

துண்டா? உகந்த குவியற் தெறிகருவி இன்மையே இங்கு உள்ள பிரச்சினையாக இருக்கலாம். எனவே இரு விரித்த குடைகளையும் புனல் ஒலி வாங்கியையும் பயன்படுத்திப் பரிசோதனையை மீண்டும் செய்க. இவ்விதத்தில் திருப்திகரமான வெளிப்படாட்டை நீங்கள் பெற முடியும். இதே பரிசோதனையை ஈரக் குடைகளைப் பயன்படுத்திச் செய்தால் விளைவு ஒரே மாதிரியாய் இருக்குமா?

ஒரு நுணுக்குப் பண்ணியும் ஒலி பெருக்கியும் கிடைக்குமாயின் இன்னும் பல பல பரிசோதனைகள் நிகழ்த்தலாம். ஆனால், அங்குள்ள ஒரே ஒரு பிரச்சினை யாதெனில் ஒலி முதலின் தேர்வெயாகும். தொடர்ச்சியான சுரம் வசதியானதேயாயினும் உரப்பாயிருத்தல் நடமாடிய முடியலாம்.

ஒலியின் சிறப்பியல்புகளும் சுருதியும்

பலவகை ஒலிப்புக்களையும் வித்தியாசப்படுத்துவது எது? மேள அடியும், மணி ஓசையும் ஒத்த இயல்பற்றிருப்பதேன்? உண்மையில், இரு வேறு மேளங்களிலிருந்தே ஒரே யோசை எழமாட்டாது. மேலும் பல வடிவங்களில் பலவகை மேளங்கள் உள. இவற்றைவிட வயலின், ரியானோ, புல்லாங்குழல் போன்ற இசைக் கருவிகளும் உண்டு. இக்கருவிகளில் யாதுமொன்றே தம்முட் நாம் பல்வேறுவகை ஒலிகளை ஆக்கலாமெனினும், அவை இனரீதியாக வேறு வேறு ஒலியியல்புகளைக் கொண்டுள்ளன. பல்வேறுவகை ஒலிகளைப்பற்றியும் நாம் அறிய வேண்டியுள்ளதால் முதலில் அவற்றையெல்லாம் எதோ ஒரு முறையில் பாகுபடுத்தியாக வேண்டும். இசைக் கருவிகள் எழுப்பும் ஒலிகள் பொதுவில் வித்தியாசமான சுருதிகளையுடையவை எனச் சொல்லப்படும். மேற் சுருதி அல்லது கீழ்ச் சுருதி எனவும் கூறுகிறோம்.

ஒலியை ஆக்கும் கருவியினின்றும் குறித்த ஒலியைப் பகுத்துணராம். எனினும், இம் முறை அவ்வளவு வசதியான ஒன்றல்ல. ஒலி யொன்றை ஒலி முதலினது அதிர்வின் மீட்டறனோடும் நாம் தொடர்பு படுத்தலாம். இந்த ரீதியில் எதுவித தொடர்பையும் நிச்சயிக்க முடியாதாதலால், ஒலிக்கும் மீட்டறனுக்கு மிடையே திட்ட வட்டமான தொடர்பு இருப்பதாகக் கொள்வதில்லை. ஒவ்வொர் ஒலிமுத

லும் ஏதோ ஒரு குறித்த மீடினாடன் அதிர்வதும் அவ்வொலிப்புக்கள் ஒவ்வொன்றும் தமக்கேயுரிய ஓசையை ஆக்குவதும் உண்டு. வெவ்வேறு இசைக் கவர்களின் ஒலிப்புக்கள் வெவ்வேறு சுருதியில் அமைவதால், அவை வெவ்வேறுகக் கேட்கின்றன. தோற்றத்தில், வடிவமைப்பில், பருமனில் வித்தியாசமான இசைக் கவர்கள் ஒலிப்புடையனவாய் இருத்தலும் உண்டு. செலிப்புல்லுக்கு உட்படும் ஒலிப்பில் ஒரே பேதம் (சுருதி பேதம்) காண முடிந்தால் மட்டுமே மீடினா வித்தியாசங்கள் பற்றிய பிரச்சினையை எழுப்புகிறோம். பல்வேறு ஒலிகளைத் தரவல்ல ஒரு தனிக்கருவி இது பற்றிய நடைமுறை ஆய்வுக்கு உறுதீண்யாய் அமையும்.

சொல். சர்பத்து விற்பவரும் படமாளிகைகளிலே இடைவேளையில் சோடா விற்போரும் தமது விற்பனையை விளம்பரப் படுத்திப் பொருட்டு, காண்டி, திறப்பான், தடி போன்றவற்றால் போத்தல்களிலே அடித்து ஒலியுண்டுபண்ணும் விதத்தை நீங்கள் கண்டிருப்பீர்கள். ஒரு வரிசையிலே சில வெற்றுச் சோடாப் போத்தல்களை வைத்து முதலாவதை வெறுமனே விட்டு அதேதடுத்தும் படிப்படியாக 2, 4, 6.... அங்குல உயரங்களுக்கு நீர் நிரப்பு. இவ்வாறு ஒரு வரிசையில் ஒழுங்கிடப்பட்ட ஒரு தொடை போத்தல்களுடன் ஒலியெழுப்புவதால் வெவ்வேறு பொருள்களின் ஒலிப்பு அவ்வப் பொருள்களுடன் எவ்வாறு தொடர்புடையதாயுள்ளன எனக்காணலாம்.

இவ்வாறான பலவகைப் பொருள்களினதும் அதிர்வு பல்வேறு மீடினாக்களுடையனவாகக் காணப்படுகின்றன. அம்மீடினாக்களைக் காண இயலுமா? இதே மாதிரியாக வேறும் ஏதாவது அதிரல் தொகுதிகளை உள்ளொற்ற செய்ய முடியுமா?

அதிரும் பொருள்களினது மீடினாக்களும் முறைகள் சுவமமானவையல்ல. வெவ்வேறு சுருதிகளை எழுப்பும் ஒலிகளை ஓர் ஒழுங்கில் உண்டாக்கப் பல எளிய முறைகளுண்டு. தெரிந்த பெறுமானங்களுடைய மீடினாக்களுடன் ஒலிகளை ஆக்கி அங்கே தோன்றும் சுருதி பேதங்களை அவதானிக்க முடியுமா?

சுருதியும் மீடினா

சுருதி பேதமறியப் பயன்படும் சாதனங்களுள் தட்டுச் சைரனும் ஒன்று. மிகப் பெரும் தொழிலகங்களில் பயன்படுத்தப்படும் இச்சைரன் யாவரும் அறிந்ததொன்றே. மேலும் சில புகைவண்டிகளிலும் சைரன் பயன்பாட்டிலுள்ளது. இங்கே கருதப்படும் தட்டுச் சைரனில் ஒரு மைய வட்டப் பரிதிகளிலாகப் பல துவாரங்கள் உண்டு. தட்டு சுழற்சியில் இருக்க ஒரு வட்டத் துவாரத்துக்கு நேரெதிரே வளித்தாரை பாய்ச்சப்படும். “பொக்” என வெளிவிடப்படும் வளித்திரள் கெதியாக நடைபெறின் பிறக்கும் ஒலி இனிமையுடன் கேட்கும். தட்டின் சுழற்சி வீதத்தைக் கூடுவதால் சுருதியை அதிகரிக்கச் செய்யலாம். ஒவ்வொரு கதிக்கும் குறித்த ஒரு வகைச் சுருதி உண்டு. பயன்படும் துவாரங்களின் எண்ணிக்கையையும் தட்டின் சுழற்சி வீதத்தையும் கொண்டு குறித்த ஒலியினது மீடினா நாம் காண முடியும்.

சுருதியை இனங்காணவும் நினைவிலிருத்தவும் முடியுமானால், குறிப்பிட்ட சுருதிக்கு* ஒத்த மீடினா சைரனின் உதவி கொண்டு காணலாம். எனவே இவ்வகையில் சைரனைத் தேவையான மீடினாவினுடன் ஒத்துவரச் செய்வதே எமது வேலையாக இருக்கும்.

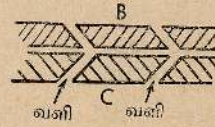
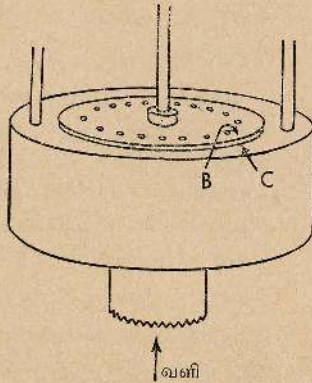
சம்மா ஒலிகளைச் சத்தம் எனக் கூறுகிறோம்* செலிக்கினிமையானவற்றை இசை என்கிறோம்* இவற்றை இல்குவில் நாம் பாகுபடுத்தி விடுகிறோம். இசையிலே ஒரு வகை ஒலியொழங்குண்டு. “சத்தம்” என நாம் சாதாரணமாகச் சினக்கும் ஒலிப்புக்களில் இது இல்லை. ஒலியொழுங்குடைய ஒலிப்பை இசைச் சரங்கள் என்கிறோம். இசைக் கவரொன்று ஒரு சந்திச் சரத்தைக் கொடுக்கும். தட்டுச் சைரனும் அப்படியே. தட்டுச் சைரனின் துவாரங்கள் ஒழுங்கினமாயிருக்குமிடத்து இசை இனிமையாயிருக்காது (இதனை முயன்று பார்க்க).

“சுருதி” எனும் பதத்தை இல்குவில் விபரிக்கவோ, வரையறுக்கவோ முடியாது. சுருதி வரிசைக்கு இயைய ஒரு சரத்தொடையை ஒழுங்கிடல் மிகச் சுவமமாகும். வெற்றுப் பீங்கான் குவளை (கிளாசு) ஒன்றின் சுருதி இயல்பாகவே உயர்வாயிருக்கும். மேலும், நீரை ஊற்றினால் சுருதி இன்னும் அதிகரிக்கும். (வயலினில் உள்ளவாறு) கம்பியில், அல்லது இழையில்

சுருதியை மாற்றுவது சலபமாகும். இழுவையை அதிகரிப்பதனாலோ, அன்றி நீளத்தைக் குறைப்பதனாலோ உயர் சுருதியொன்றை நாம் ஆக்கிக் கொள்ளலாம்.

செயல். நான்கு ஒலிச் சரங்களைத் தரக் கூடியதாகச் சில கிளாசுகளை ஒழுங்குபடுத்திக். அவற்றுள் உள்ள நீரளவை வசதியாக மாற்றி ஆகும் ஒலிப்புக்கள் செலிக்கு இனிமை தரக்கூடியதாக ஆக்குக. [ஒலிச் சரங்களுடன் பரிசோதனைகள் நடாத்துவோருக்கு இத்தகைய ஈடுபாடுகள் பயன் கொடுக்கும்.]

இதன் பொருட்டு வழிநடத்த நான்கு இசைக்கவர்களே நாம் எடுத்துக் கொள்ளலாமெனினும் நான்கு கிளாசுகளையும் அவ்வச் சரங்களை எழுப்புமாறு செய்வது கடினமாகலாம்.



படம் 9.

மேற்சட்டியவாறு சரங்களை ஆக்கிக் கொள்வது எல்லாராலும் முடியாவிடினும் அமைத்த சரங்கினின்றும் எழும் ஒலிப்பைக் கேட்டுணர்ந்து அதனைச் சரியென ஒப்புதல் இலகுவாகும்.

சுருதியும் அலைநீளமும்.

ஒலிமுதல் ஒன்றை இடங்கண்டு குறித்தல் என்பதும் எப்பொழுதும் இலகுவான ஒன்றன்று. ஆனால், அம்முதலினின்றும் எழும் ஒலியின் சுருதியைத் தீர்மானித்தல் இயலும். அதிர் அறியாத வொன்றாகையால் சுருதியானது மீடிற்றுடன் நேரடியாகத் தொடர்புருது. ஒலியின் வேகத்தில் சுருதி தங்கியுள்ளதா? பரிசோதனைகளில் எச்சுருதியில் எழுப்பும் ஒலி

யைக் கொண்டும் ஒலியின் வேகம் ஒன்றாகவே வரக் காண்பதால் இவ்வினாவுக்கு விடையளிப்பது கடினமன்று. ஒலிச் செலுத்துகை வேகத்தில் சுருதி தங்கியிருக்காது. அலை நீளம் மாறுபடுகிறதாதலால் ஒலியினது சுருதி அலைநீளத்துடன் தொடர்புடையதாய் இருக்கலாம். எவ்வாறாயினும், செவிவாங்கும் அலை எண்ணிக்கை/செக். இல் இத்தொடர்பைப் பெறுதலே பயனுடைத்து.

எம்மிடம் $V = \lambda/T$ எனும் சமன்பாடு ஒன்றுண்டு. மீடிறன் $f = \frac{1}{T}$ ஆதலால் $V = f\lambda$ இதனை $f = V \div \lambda$ என்றெழுதி V என்ற தூரத்துள் உள்ள அலைகளினது எண்ணிக்கையே f என நாம் அருத்தம் கொடுக்கலாம். இவ்வலைகளையெல்லாம் ஒரு செக்கனில் ஓர் அவதானி கேட்பார். அலைமுதல் அவதானியை நோக்கி, அல்லது விலகிச் செல்லும்

போது அவதானி வாங்கும் அலை V/λ வினின்றும் வேறுபடும். இவ்வாறாக அவதானி கேட்கும் ஒலியின் சுருதி அச்சொட்டாக V/λ இற்கோ, அல்லது வேறு வார்த்தைகளிலாக ஒலிமுதலால் பிறக்கும் ஒலியலைகளின் மீடிறனாகோ ஒத்ததாக இராது. இதனற்றான் புனைவண்டி எம்மை நோக்கி, அல்லது விலகி ஓடும்போது சீழ்க்கையின் சுருதி வேறுபடுவதாகத் தோற்றுகிறது. ஒலிமுதலிலிருந்து அப்பாலோ (இப்பாலோ) இயங்கும் ஒருவர் ஒரு செக்கனில் குறித்த எண்ணிக்கையிலும் குறைவாயோ (கூடுவோ) கேட்கும். இதன் காரணமாகவே நிலையாக நிற்பவர் கேட்கும் ஒலிச் சுருதியினின்றும் வேறுபட்ட ஒரு சுருதியை எவ்வாறு கேட்க நேருகிறது.

ஒலிச்சரங்கள் இரண்டு சுருதி குறித்துத் தம்முள் தாம் வேறுபடலாம். நுண்ணிதான ஒலிப்புவித்தியாசங்கள் இருக்கும்போது நாம் எல்லோருமே இரு ஒலிகளைப் பகுத்தறிந்துவிட முடியாது. ஆயினும், அந்தந்தத் திட்பமான மீடறண்களை அறியுமிடத்து வித்தியாசங்களின் சுட்டிப்பான வேறுபாட்டை உணரமுடியும். இசைவல்லோர் இவ்வழியிலன்றித் தமது செவிகளைக் கொண்டு தீர்மானிக்கிறார்கள். இத்துறையில் மிகுந்த ஈடுபாட்டாலாகும் பயிற்சியாலேதான் திறமை சிறக்கும்.

உரப்பு.

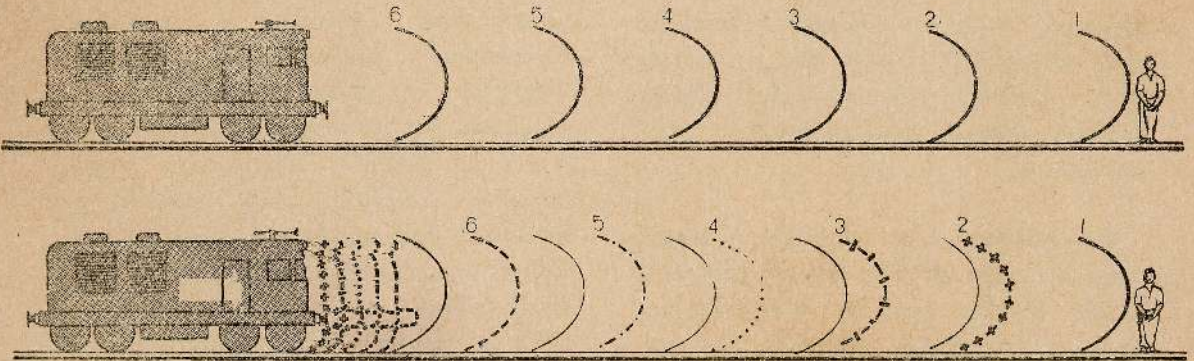
சுருதியைத் தவிர ஒரு சுரத்திற்கு இன்னொரு சிறப்பியல்பு இருத்தலையும் நாம் அவதானிக்கலாம். காதில் கேட்கும் எந்த மொரு ஒலிச்சரமும் உரப்பாகவோ, அல்லது மென்மையாகவோ இருக்கும். வானொலிப் பெட்டிகளில் ஒரு குமிழைச் செப்பம் செய்வதால் ஒலி உரப்பைக் கட்டுப்படுத்தலாம். வலஞ்சூழியாய்ச் சுழற்ற ஒலி உரப்பு அதிகரிக்கும். உரப்பு அதிகரிக்கவும் ஒலி வெகுதூரம் செல்ல வல்லதாதலால் பலர் அதைக் கேட்க முடியும். ஒலியலை சக்தியைக் கொண்டு செல்கின்றது. வெளியே பரந்து செல்லச் செல்ல அவற்றுடன் கொண்டு செல்லப்படும் சக்தியும் குறைவு

உரப்பான ஒலியெழுப்ப வேண்டின், இசைக் கவர்க்கினையை இறுக்கி அடக்கிறோம். அதனால் பெரிய வீச்சுமுடைய அதிர்வுகள் உண்டாகின்றன. வளியினூடே அலைகள் கொண்டுசெல்லத் தேவையான சக்தி இசைக்கவர்களிலே தேங்கியுள். எனவே, உரப்பு அதிரியின் வீச்சத்துக்கு நோடியாகத் தொடர்புடையதாய் இருக்கிறது.

அலையினது வீச்சம் அதிரியில் தங்கியிருப்பினும் அலையானது வெளிநோக்கிப் பரவல்பரவ வீச்சமும் குறைவுறும். அதே வேளையில் ஒலியுரப்பும் குறையும். இதிலிருந்து உரத்த ஒலிப்பு, அதிக வீச்சத்துக்கு ஒத்தது என முடிபு கொள்ளலாம்.

செயல். கடதாசி மட்டையாற் செய்யப்பட்ட ஓர் ஒலிபரப்பிக் குழாயின் மீது விரலை மெதுவாக வைக்கும்போது நீர் உணர்வதென்ன? ஒலியுரப்பைக் கூட்டி மீண்டும் இதனைச் செய்க.

சாதாரண உரையாடலொன்று ஆகக் கூடிய என்ன தூரத்துக்குத் தெளிவாகக் கேட்கலாமெனக் கண்டு அத்தூரத்தை அளந்து கொள்க. பல்வேறு பொது ஒலிப்புக்கள் எவ்வளவு தூரம் வரைக்கும் கேட்குமெனக் காண்க.



படம் 9.17

றும். அதிரியொன்றினின்றும் பிறக்கும் ஒலி அலைமூலமாக அதிரியினது சக்தி வளிக்கு இடம் பெயர்ந்து பின் அச்சக்தியையே செவி வாங்குகிறது. மெல்லிய ஒலியில் குறைவான சக்தியும், உரப்பான ஒலியில் மிகுந்த சக்தியும் உளவெனத் தோன்றுகிறதல்லவா?

ஒலிஒப்பீடு.

கண்ணில் படாதவாறு ஓர் இசைக் கருவியை இசைத்தபின் குறித்த இசைக்கருவி யாதெனச் சொல்லுமாறு உம்மைக் கேட்டால் அதை இணங்காணல் முடியுமா? பெயரளவிலோ உருவ அமைப்பிலோ நீர் அறியாத ஒரு

சுருவியாகவும் கூட இருக்கலாமெனக் கொள்
வோம். உமது நண்பர் ஒருவரிடம் நீர் தனித்
தனியே ஒலிக்கும் ஓர் இசைக்கவர்த் தொடை
யில் உள்ள ஒலிப்புக்களை இனங்கண்டு கொள்
எச் சொல்லுக. இசைக்கவர்களை அவற்றின்
மீடிறன் வரிசையில் நீர் ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்
எலாம். ஆயின், அதை உமது நண்பர் அறியா
திருக்கட்டும். நண்பர் எது உயர்வு எது தாழ்வு
எனக் கூறுவதற்குத் தக அவற்றை வரிசை
யில் வைக்க. இனங்காண வசதியாக அட்சரங்
கள் ஒட்டிய நான்கு இசைக்கவர்களோடு பரி
சோதனையை மட்டுப்படுத்தல் விவேகமாகும்.

மேற்படி பரிசோதனையைச் செய்யும் அதே
சமயம் ஈர்க்கப்பட்ட கம்பியொன்றையும் நண்ப
ருக்கு மீட்டிக் காட்டுங்கள். அப்போது அவர்
என்ன சொல்லுவார்? உமது பாடசாலையி
லுள்ள ஆய்கூடத்தில் சுரமணி என்றோர்
ஆய்கருவி உண்டு. அது நீண்டு ஒடுங்கிய மரப்
பெட்டி ஒன்றின் மீது இரண்டு மூன்று கம்பி
களை ஈர்த்துக் கட்டிய ஒரு சாதனமாகும்.
கம்பியின் அதிரும் நீளமும் இழுவையும்
மாற்றக்கூடியனவாகும். ஒரு மரச்சட்டத்தில்
இரண்டு ஆணிகளை அடித்து அதில் கம்பிகளை
இழுத்துக் கட்டுவதன் மூலம் சுரமானியை
ஒத்த ஓர் ஒழுங்கை நீங்களே செய்து கொள்ள
லாம். கம்பிக்குப் பதிலாக மெல்லிய இழை
யையோ, அல்லது றப்பர் நாணியோ பயன்
படுத்தலாம்.

இசைக்கவரின் அதே சுரத்தைக் கொடுக்கு
மாறு சுரமானிக் கம்பியை இசைவித்தல் சுவப
மாகும் (இதனை எவ்வாறு செய்யலாமென
உமது ஆசிரியர் செய்து காட்டுவார்). வயலின்
வாசிப்போர் முதலில் வயலின் கம்பிகளை
இசைவுபெறச் செய்கின்றனர். நிலைத்த மீடிற
னுடைய ஓர் அதிரி உண்பாக்கும் சுரத்தோடு
(உ-ம். ஓர் இசைக்கவர்) இவ்விசைவுப்பாட்டைச்
செய்வது வழக்கம். குறித்த ஓர் அசைக்கவ
ரோடு இசைவித்த பின்னரும் வயலினையும்,
இசைக்கவரையும் ஒலிக்கச் செய்ய இவ்விரண்
டும் ஒரே சுருதியிலுள்ள போதும் கேட்பவர்

கள் அவ்விரு ஒலிகளும் வெவ்வேறு ஒலி
முதல்களென இலகுவில் பேதம் கண்டுகொள்
வர்.

வெவ்வேறு அதிரிகளிலிருந்து ஒரே சுருதி
யில் எழுப்பப்படும் இசைச் சுரங்களிடையே
செவி பேதம் காணும் சிறப்பியல்பையே இசைச்
சுரமொன்றின் பண்பு என்பர். இப்பேதத்தை
ஆக்குவதெது?

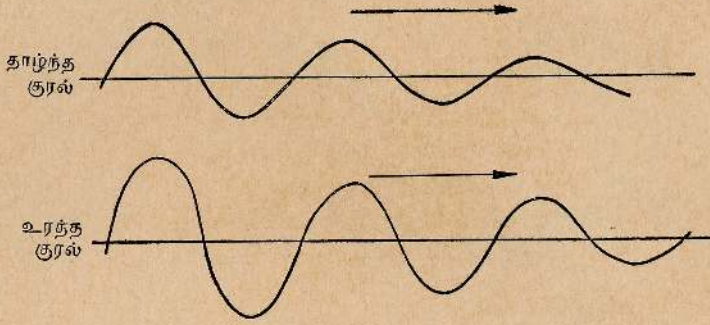
சுருதிபேதத்துக்குக் காரணம் அலையின் மீடி
றன் எனவும் உரப்பு வித்தியாசத்துக்குக் கார
ணம் அலையின் வீச்சம் எனவும் கண்டோம்.
பண்பு வித்தியாசத்திற்கு காரணம் இவ்விரண்
டொ, அல்லது இவையொழிந்த வேறேதா
வதா?

ஒரே சுருதியிலுள்ள இசைக்கவர் ஒன்றை
யும் ஈர்த்த சுரமானிக் கம்பியையும், வயலின்
இழையையும் ஒலிக்கச் செய்கையில் எதிலி
ருந்து எழும் ஒலி இனிமையாக இருக்கும்?
இவற்றின் சுருதியிலேயே ஒருவர் பாடுவதை
நீங்கள் இவற்றின் ஒலிகளை விட விரும்புவீர்
களா? தனித்தனி சிதறுண்ட இசைச்
சுரங்களையன்றி இசைச் சுரங்களினது
சேர்மானமே இனிமையாக இருக்கும்
என்பதைப் பொதுவில் எவரும் ஒப்புவர்.
அத்தகைய ஒரு சேர்மானமே காதினில் இனி
மையையும் நெஞ்சில் மகிழ்வையும் உண்டு
பண்ணும். குறித்த ஒலிச் சுரங்களினது
சேர்மானம் இனிமையுடையதா அல்லவா என்
பது பெரும்பாலும் பயிற்சியினூற் பெறப்பட
வேண்டியதே. அடுத்தடுத்து ஒலிக்கப்படும்
சுருதியாக ஒன்றோடொன்று தொடர்புடைய
சுரங்கள் சில வேளைகளில் ஒரே சமயத்தில்
ஒலிக்கப்படும் சுரங்களினது சேர்மானத்திலும்
பார்க்க இனிமையாயிருக்கும்.

ஓர் அதிரி பல மீடிறன்களில் அதிரவல்லது
என நாம் அறிவோம். சுரமானிப் பரிசோதனை
களிலிருந்து இது இலகுவில் விளங்கும்.
(நீண்ட அதிரும் இழைகளோடும் இதனை உள்

கள் ஆசிரியர் செய்து காட்டுவார்.) சுரமானிக் கம்பியை மீட்டும்போது ஒரு குறித்த சுரம் எழும். இறகு போன்ற சிறிய பொருளொன்றால் கம்பியின் மத்தியிலே தொடுவோமாயின்

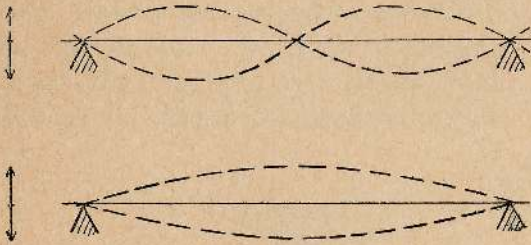
மேற்படி படத்தில் முதலிரண்டும் முறையே f , $2f$ மீட்டறன்களோடு செல்லும் அலைகளென்க. அவ்வாறாயின், இவற்றின் பெயர்ச்சிகளைக் கூட்டுவதனால் ஆவதே மூன்றாம் வளையி



படம் 9.

உயர் சுரமொன்றை நாம் கேட்போம். ஒரே கம்பிதான் இப்பொழுதும் அதிர்கிறதெனினும் அக்கம்பி இரு பகுதிகளாகப் பிரிவுண்டு அதிர்கிறது. அதனால் இரு தொடை அலைகளினது கலப்பே செவியை வந்தடைகிறது. இசைக்கவர் ஒருவகை அதிர்வு உடையது. ஒரேயொருவகை அலைகளை அதிலிருந்து பிரிக்க

யாகும். இம்மூன்றாம் வளையியிலும் அலை நீளம் முதலாவதன் அளவிலேயே உள்ளதால் இங்கும் மீட்டறன் f ஆகும். இழையின் அதிர்வின்போது இத்தகைய அலை உண்டாகலாம். அலைவடிவ வேறுபாடுதான் குறித்த ஒலிச்சுரத்தின் பண்புக்கான ஏதுவாகக் காணப்படுகிறது. அதிரியொன்றின் மிக எளிய வகை அதிர்வினால் உண்டாவதே அடிப்படைச் சுரம் ஆகும். மற்றும் வகை அதிர்வுகளாலாகும் சுரங்கள் மேற்றொனி எனப்படும்.

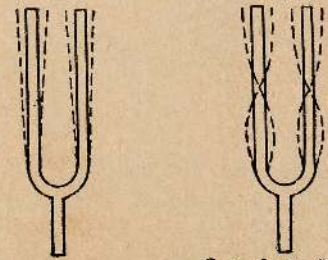


படம் 9.19

கின்றன. இதுவே பண்பு வித்தியாசத்திற்கான காரணமாயிருக்கலாம்.

சேர்மான அலையியல்புகள் பற்றி விளக்கம் பெறும் பொருட்டு, ஊடகமொன்றிற் செல்லும் அலையின் பெயர்ச்சியைக் காட்டும் வளையிகளைப் பயன்படுத்துவோம்.

தரப்பட்ட ஒரு மீட்டறன் (n) உடைய ஒரு சுரமும் அதன் எளிய பெருக்கங்களான ($2n$, $3n$, $4n$ போன்ற) மீட்டறன்களுடைய சுரங்களும்

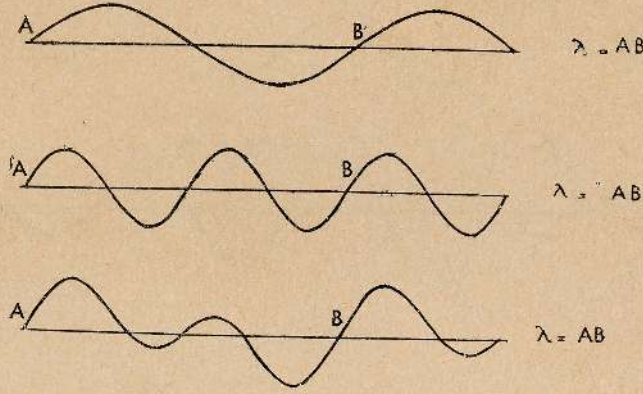


இது நிஃழ்வதில்லை

படம் 9.20

ஒருசேர இசையங்கள் எனப்படும். அதிரி யொன்று இவற்றுட்சில மீட்டர்கள் உண்டு பண்ணவும் ஏனையவற்றை உண்டாக்க முடியாதும் இருக்கலாம். இவ்வாறு நிகழ்தல் இரு அதிர்வொளிகளைப் பண்பால் பகுத்துக் காட்டும்.

றுமா? (இதனைச் செய்து பார்க்க.) இங்கே குறிப்பிட்ட சரம் இசைக்கவொன்றின் சரத்தை யொத்ததே. அதாவது இது கலப்பற்ற ஒரு சரமாகும். உயர், கீழ் மேற்றொனிகள் இல்லாதபடியால் தொனிக் கட்டுப்படுத்தியால் இவை முற்றாக நீக்கப்படுவதில்லை.



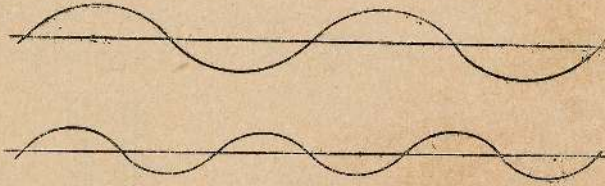
படம் 9.21

வரைபுத்தாள் பயன்படும் கீழ்த்தர இரு அலைகளின் சேர்மானத்தைக் காண்க.

சாதாரண வானொலிப் பெட்டியொன்றில் காணப்படும் ஒரு குமிழிலே “தொனி” என எழுதப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். இதனால் உயர் சரங்களையோ, அன்றி தாழ்ந்த சரங்களையோ தவிர்க்கலாம். இதன் மூலம் ஒசை கருத்தற்றதாகமாட்டாது. கேட்பவர் விரும்பிய வரைக்கும் விளைவை நன்னிலைப்படுத்தலாம். வானொலியில் ஒருநாள் நிகழ்ச்சிகளையோ, அன்றி ஒரு நேர ஒலிபரப்பையோ ஆரம்பிக்

செவி.

இறுதியாக, மூளையினால் கருத்து வெளிப் பாடடையும் ஒலியலைகளைச் செவியானது வாங்கும்போது, அதன் பங்கு என்ன? கண்ணைப் பார்வைச் சாதனமாக நாம் கொள்ளும்போது, கண் எவ்வாறு தொழிற்படுகின்ற தென்பதை ஒளிமுறிவு, வில்லைகளின் செயற்பாடுகளின் பிரயோகம் கொண்டு விளங்கிக் கொள்ளலாம். ஒளிமுறிவுற்று விழித்திரையில் விம்பம் உண்டாவதால் ஆவதே பார்வை விளை



படம் 9.22

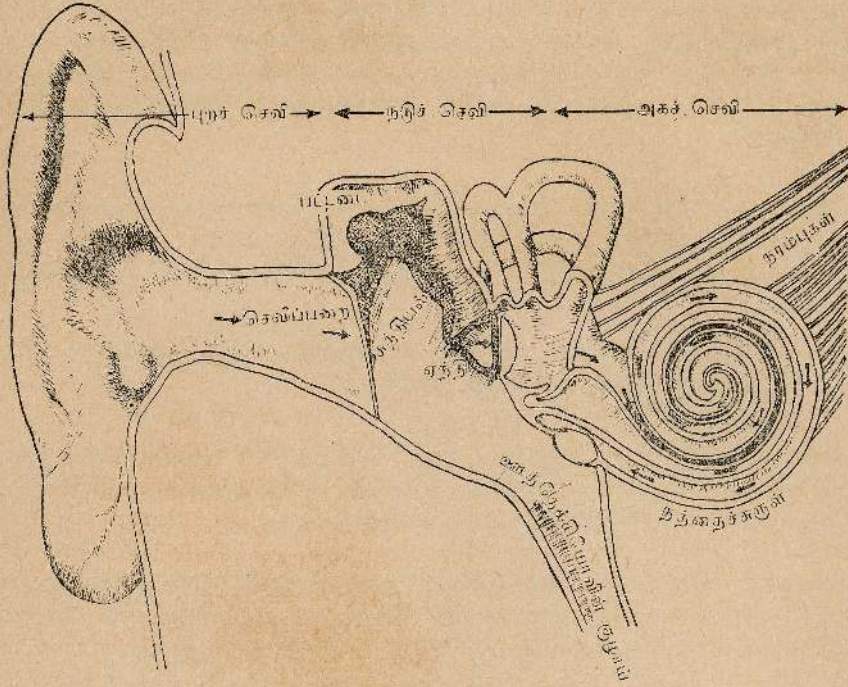
கும்போது, ஒரு நீளத்துக்குத் தொடர்ச்சியான ஒரு சரம் ஒலிப்பதைக் கேட்கலாம். தொனிக் கட்டுப்படுத்தியைத் திருப்புவதால் இது மாறுமா? தொனிக் கட்டுப்படுத்தியைத் திருப்பும்போது உண்மையில் ஒலிபரப்பளவும் குறையும். இதைவிட தொனியானது சரத்தை மாற்ற

வாகும். இவ்வொளி சில வழிகளில் நரம்புகளைத் தாக்க அதனால் ஒருவகை இலத்திரன் கணத்தாக்கம் ஆகி, அவை நரம்புவழியே மூளைக்குச் செல்கின்றன. இதேபோன்று, செவியினும் மூளையுடன் தொடர்புடைய ஒலி உணர்தகு சவ்வுகள் உள.

படம் 9.23 செவியின் பொதுவான அமைப்பைக் காட்டுகிறது. செவியின் முக்கிய பகுதிகள் புறச்செவி, நடுச்செவி, உச்செவி என மூன்று பகுதிகளாக உள்ளன. நடுச் செவியைச் சவ்வுகள் மற்றைய இரு செவிப்பகுதிகளினின்றும் பிரிக்கின்றன.

தட்டுக்களில் தவாளிப்பில் ஒலி பதிக்கப்படுகிறது. பின்னர், ஓர் ஊசியை அதே தவாளிப்பில் நகர விடுவதால் ஒலி மீட்கப்படுகிறது.

செயல். பழைய கிராமபோன் தட்டொன்றைச் சுழலவிட்டுத் தவாளிப்பில் ஒரு சாதாரண ஊசியைப் பிடித்துப்



படம் 9.23

ஒலியலைகள் வெளிச் சவ்வைத் தாக்க அதனால் ஓர் எலும்பு நெம்புகோல் தொகுதியானது (படம் 9.23) எனப்படும் உணர் திறனுடைய பகுதியில் ஒத்த அதிர்வுகளை ஆக்கும். அங்கிருந்தே நரம்புகள் கணத்தாக்குக்கு உள்ளாகின்றன.

புறச்செவியை அணுகும் ஒலிகள் எல்லா வற்றையுமே செவி கேட்பதற்கில்லை. எமது புலன் வேறெங்காவது இருக்குமானாலும் சில வேளைகளில் கேட்காது போகலாம்.

ஒலிப்பதிவு.

பழைய மாதிரியிலாக, கிராமபோன் தட்டுக்களிலும் புதிய மாதிரியிலாக, நாடாக்களிலும் சினிமாப்படச் சுருள்களிலும் ஒலி பதிக்கப்படுகிறது. முதலில் சொன்ன பதிவுப்பன்னித்

பாருங்கள் சரியான ஓசையை உம்மால் கேட்க முடிகிறதா? பழைய தட்டுக்களில் உள்ள தவாளிப்புக்கள் அநேகமாக ஊண் ணிமை கெட்டு இருக்கும்.

ஒலிப்பதிவு நாடாக்களிலோ ஒரு வகைக் காந்தப்பொருள் உண்டு. நாடாக்களில் அழுத்தப்பட வேண்டிய ஒலிப்புக்குரிய அதிர்வுகள் மின்னோட்டத்தால் நாடாவினால் ஒருவித காந்த மாக்கலை ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் குறித்த அதிர்வுகள் பேணப்பட்டு மீள ஒலியிட வைக்கும்போது அதே அதிர்வுகள் மீண்டும் உண்டாகின்றன.

சினிமாப் படச்சுருள்களிலே ஒலிப்பதிவுக்கு ஒளி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இங்கும் மின் துணை கொண்டே ஒலி மீண்டும் உண்டாகிறது.

பயிற்சி 9

1. வெவ்வேறு வகை ஒலிகளை வெவ்வேறு பேரிட்டு அழைப்பது எமது வழக்கம். உதாரணமாக கதவுகளை மூடும்போதும் திறக்கும்போதும் எழும் ஒலியைக் “கிறீச்சொலி” என்போம். இதேபோல் கீச்சொலி, சினுங்கல், உறுமல், அறைல் எனப் பல உள். இம்மாதிரி மேலும் பத்து ஒலி ரகங்களைக் கூறும் நீர் கூறிய ஒலிவகைகளின் தேர்வுக்குக் காரணம் என்ன எனச் சிந்திக்க.

2. வயல், தோட்டம், வீடு, வீதி, புகைவண்டி, நிலையம், வேலைத்தலம், தொழிற்சாலை ஆகிய ஒவ்வொன்றின்மீதும் கேட்கக் கூடிய 10 வகை ஒலிகளைத் தருக. ஒவ்வொரு ஒலிப்புக்கும் ஒலி முதலாகத் தகு பொருள்களைப் பெயர் கூறி, ஒலியாக்கத்தின்போது நிகழுவதென்ன எனவும் கூறுக.

ஒலிமுதற் பொருள் எப்படி, அல்லது எங்கிருந்து ஒலியாக்கத்துக்குத் தேவையான சக்தியைப் பெறுகிறது? இச்சக்திக்கு யாது நிகழ்கிறது?

3. “வளியில் அலைகள் உண்டாவதால் ஒலி கேட்கிறது” எனும் நோக்குக்கு இட்டுச் செல்லும் ஏதுக்கள் யாவை? “அதிரும் பொருள் ஒன்று வளியில் அலையெழுப்புகிறது” எனும் நம்பிக்கையை உண்டுபண்ணும் ஏதுக்கள் எவை?

4. “அலையியக்கம்” என்று நாம் கூறும்போதே அலைகள் இயக்கத்தில் இருக்கின்றன என்பது புலனாகிறது. குளமொன்றில் உற்பவிக்கும் சிற்றலையை உதாரணமாகக் கொண்டு அலை யென்பதால் நீர் விளங்குபவற்றை உமது சொந்த வாக்கியங்களிற் கூறுக.

குளம், கிணறு, நீர்நிலைகளிலே ஒரு சிறுகல்லைவிட்டு வீசி எறிய, சிற்றலைகள் வெளிப்புற மாய்ப் பரவும். “சிற்றலை” என்பதனால் இங்கு நாம் கருதுவதென்ன?

5. வட்டச் சிற்றலைகள் மையத்திலிருந்து வெளிநோக்கி விரிவதாகக் கூறுகிறோம். அவ்வாறு கூறுவதால் ஒரே வீதத்தில் பல திசையிலும் நீர் இயங்குகிறது என்றோ, அல்லது ஒருவகை வடிவம் (முடி, அல்லது தாழி) வெளிநோக்கிச் செல்கிறது என்றோ நாம் கருதுகிறோமா?

இந்த முறையிலே தான் அலைமுடிகள் உண்மையில் இயங்குகின்றனவா? உமது விடைக்கு உரமூட்டக் கூடியதாய்ப் போதுமான காரணங்கள் கூற முயல்க.

6. சிற்றலை, அல்லது நீர்வெயொன்றினை அவ்விடத்திலுள்ள குறித்த அந்நிலையிலான குழம்பல் ஆக உருவகிக்கலாம். தரப்பட்ட ஓரிடத்தேயுள்ள குழப்பத்தின் இயல்பு என்ன? அலைமுடி ஓரிடத்திலேயே எப்போதும் இருக்காது ஏன்? குழப்பத்தில் அடுத்த அலைமுடி எப்போது உண்டாகும்? (அலைமுடிக்குப் பதிலாக அலைத்தாழியைக் கொண்டும் இவ்வினாவை எழுப்பிப் பாருங்கள்.)

7. தரப்படும் ஒரு பாத்திரத்து நீரிலே வட்டச் சிற்றலைகள் உற்பத்தியாகும்போது நீரூடகத்திலே அடுத்தடுத்த இரு அலைமுடிகளின் இடைத்தூரம் ஒரேயளவினவாகவே காணப்படும். மையத் திணின்றும் வெளிநோக்கிச் செல்லச் செல்ல இது மாறாது. இது ஏன் இப்படி? ஏதாவ தொரு வகையில் இத்தூரத்தை அளந்து இதனை λ சமீ. என்க. ஓரிடத்தே அலைமுடி

தோன்றியபின் அடுத்து அதேயிடத்தில் அலைமுடி தோன்றுவதற்கு எடுக்கும் நேரம் T செக். எனக் காணப்பட்டது என்க. அப்பொழுது அலைநீளம் λ சமீ. எனவும் ஆவர்த்தனக் காலம் T செக். எனவும் சொல்வோம். இவ்வலையிலும் மற்றும் அலைகளிலும் இக்கணியங்கள் ஒவ்வொன்றினதும் முக்கியத்துவத்தைத் தெளிவாக விளக்குக.

குறித்த ஓரிடத்தே அலைமுடி தோன்றியபின் எவ்வளவு நேரத்தின் பின் அவ்விடத்திலே ஓர் அலைத்தாழி தோன்றும்? இந்நேரத்திற்குள்ளே அலை எத்தூரம் சென்றிருக்கும்? முடி, தாழி தவிர வேறும் எண்ணில் பல படிக்களில் துணிக்கைகளின் குழப்பநிலை அதேமாதிரி மீண்டும் தரப்படும். இதனை எடுத்துக் காட்டப் பொருத்தமான படங்கள் வரைக. அவற்றிலிருந்து “அவத்தை” என்பதன் பொருளை வெளிக்கொணர்சு. அலை முடிக்களும் தாழிகளும் ஒன்றுவிட்டொன்றாக வருவதேன்? (இவ்வினாவுக்கான விடையைத் தரும்போது “அவத்தை” எனும் பதத்தைப் பயன்படுத்துக.

8. “அலைகளின் வேகம்” என்பதென்ன?

ஒரு பாத்திரத்தில் இருக்கும் நீரில் தோன்றும் சிற்றலைகளின் வேகத்தை அளப்பதற்கு ஒரு பரிசோதனை முறையைச் சரிசெய்ய எத்தனிக்க. அதன் மூலம் வேக அளவீட்டுக்கு ஒரு திட்டம் வகுக்க. இப்பரிசோதனையின்போது நீர் எதிர்நோக்கும் வில்லங்கங்களைக் கூறி அவற்றை எவ்வாறு புறங்காணலாம் எனக் கூறுக. கிடைக்கத்தகுந்த ஆனால், உங்களால் பெறமுடியாதிருக்கும் யாதும் சாதனங்களால் யாதேனும் வில்லங்கங்கள் மேவக் கூடியதாய் இருப்பின் அவற்றையும் கூறுக.

9. வளியில் ஒலியின் வேகத்தைக் காணற்பொருட்டு A, B எனுமிருவர் ஒரு நிறுத்தற் கடிக்காரத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு பரிசோதனை அவதானிப்பில் ஈடுபடுகின்றனர். பாடசாலையில் நடைபெறும் விளையாட்டுப்போட்டி நாளொன்றில் அளவீடுகளை மேற்கொள்கின்றனர். அவர் களின் திட்டம் பெரும்பாலும் பின்வருமாறு அமைகிறது.

100 மீற்றர் ஓட்டப் பந்தயத்துக்கு ஆரம்ப சமிக்ஞையாக கைத்துப்பாக்கியினின்றும் வெளிவரும் புகையைக் கண்டதும் A தமது கடிக்காரத்தைத் தொடக்குகிறார். B கைத் துப்பாக்கி வைத்திருப்பவரைப் பாராது துப்பாக்கிச் சத்தத்தைக் கேட்டதும் தனது கடிக்காரத் தைத் தொடக்குகிறார். A, B இருவருமே ஓட்ட நேரத்தை அளக்கின்றனர். அவர்கள் இவ்வளவீடுகளைக் குறைந்தது மேலும் இரு தரமாவது பந்தய ஒத்திகையின்போது எடுக்கின்றனர். இருவரினது நேர அளவீட்டு வித்தியாசத்தையும், ஓடிய தூரமான 100 மீற்றரையும் கொண்டு வளியில் ஒலியின் வேகத்தைக் காணவேண்டும்.

- (a) இவ்வழியில் மேற்கொண்ட முயற்சிகளில் அவர்கள் வெற்றியடைவரென நீர் எண்ணு கிறீரா?
- (b) அவர்கள் பதிவு செய்த நேரங்களின் வித்தியாசம் பெரும்பாலும் என்ன வரிசையில் இருக்கக் கூடும்?
- (c) பரிசோதனை அளவீடுகளை மீண்டும் எடுப்பது அவசியமா? அப்படியாயின் ஏன்?
- (d) இங்கே சொல்லிய அளவு மீள ஆய்வுகள் போதுமானவையா? (காரணங்களுடன் ஒப்புவிக்க.)
- (e) நேர அளவீடுகளில் அவர்கள் வித்தியாசம் காண்கின்றனரெனின், கருத்திற் கொள்ளப் பட வேண்டிய இயல்தகு வழக்கள் என்ன?
- (f) அவ்வெல்லா வழக்களுக்கும் போதுமான முன்னவதானங்களை மேற்கொள்ளல் இயலு லுமா? இயலாவிடின் எந்த வழக்களுக்கு இயலாது.

(g) இதே அளவீடுகளை அவர்கள் 400 மீற்றர் ஒப்பப் பந்தயத்தில் மேற்கொள்வது சாலவும் சிறந்ததாகாதா? விடைக்கு அநுசரணையாகக் காரணங்கள் தருக?

(h) ஒரு நேர அளவீட்டுக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அவதானிகள் இருத்தல் நன்றல்லவா?

(i) ஒவ்வொரு வித நேர அளவிடுதலுக்கும் தேவையான குறைந்த எண்ணிக்கை அவதானிகளும் கடிகாரங்களும் எத்தனை?

(j) பாடசாலையில் இம்முறையை நீர் செய்து பார்த்ததண்டா? இம்முறை இயலக்கூடிய ஒன்றாகாது எனவோ, பிரயோசனமற்றது என்றோ நீர் கருதுமிடத்துக் காரணங்கள் தருக.

10. வளியில் ஒலியின் வேகத்தைக் காணப் பின்வரும் முறையை இரு மாணவர் கைக் கொண்டனர்.

(a) தமது சோதனையிடமாக பாடசாலை விளையாட்டு மைதானத்தைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பாடசாலைத்தினமொன்றில் மாலை 6 மணிவரையில் சோதனையை நடத்துவதெனத் தீர்மானித்தனர்.

(b) முதல் நாளே மைதானத்தின் ஓர் அந்தஸையில் ஓர் அவதானிப் புள்ளியிலிருந்து இயன்ற வரை தூரம் மறு அந்தஸையிலுள்ள ஒரு கட்டடத்தில் பட்டு வரும் எதிரொலியைச் சோதித்து வைத்திருந்தனர்.

(c) இரும்புக் குழாய்களிலே தட்டிய பொழுது தெளிவான எதிரொலிகள் கேட்டன.

(d) ஒரு செக்கனின் பின்ன நேரங்களில் ஒழுங்கான ஆயிடைகளில் சுத்தியலால் அடிப்பதன் மூலம் ஓரடியின் ஒலிப்பையும் உடன் முந்திய அடிப்பால் உண்டான எதிரொலிப்பையும் ஒன்றாகச் செய்ய முடிந்தது. இதனை அவர்கள் மீண்டும் பரிசீலித்துப் பார்த்தனர்.

(e) தாமாகவே ஆயத்தஞ்செய்த (இழையிற் கட்டிய திருகுச் சுரை என்க) ஓர் எளிய ஊசலைக் கொண்டு நேர அளவீட்டை மேற்கொள்வதெனத் தீர்மானித்தனர்.

(i) இம்முறை வெற்றியளிக்குமென நீர் எண்ணுகிறீரா? (ஆம்/இல்லை.)

(ii) உமது விடை “ஆம்” எனின், பரிசோதனையைக் கொண்டு நடத்தி எடுக்கவேண்டிய அளவைகளைப்பற்றி விளக்குக.

(iii) எதிரொலியே உமது நேரடி அடிப்பொலியோடு ஒன்றுசேருகிறதென எவ்வாறு நிச்சயப்படுத்துவீர்?

(iv) எத்தனை அவதானிகள் தேவை? எத்தனை பேரை ஈடுபடுத்தல் விரும்பத்தக்கது?

11. ஒலி, சக்தியின் ஒரு வடிவமெனக் கூறுதல் சரியா? இக்கூற்றுக்குச் சாதகமாகவோ, பாதகமாகவோ உமது பதிலுக்கு இயன்றவளவு காரணங்கள் தருக?

ஒலி, சக்தியின் வடிவமென நீர் ஒப்புக்கொள்வீரெனின், அதற்கு அநுசரணையாக ஒரு பரிசோதனை கூறுக (பரிசோதனை இயன்றமட்டில் நேரடியாகச் செய்யக் கூடியதாய் இருக்கட்டும்).

12. அகன்ற கற்பாறையொன்றிற்குச் செங்குத்தான திசையிலுள்ள ஓர் ஆற்றங்கரையிலே A, B என்னுமிருவர் ஒரே கோட்டில் 200 மீற்றர் இடைவெளியில் நிற்கின்றனர் என்க. A பாறைக்குக் கிட்டவும் B தூரவும் நிற்கையில், B ஒரு சுறும் கைத்துப்பாக்கிச் சத்தத்தின் எதிரொலியை A, 0.8 செக். பின்னரும் B, 1.9 செக். பின்னரும் கேட்பின், A, B ஒவ்வொருவரும் தத்தம் அவதானிப்புகளிலிருந்து பெறக்கூடிய வளியில் ஒலியின் வேகத்துக்கான பெறுமானங்கள் எவ்வளவாயிருக்கும்? ஒவ்வொருவரும் தனித்தனி வளியில் ஒலியின் வேகம் காண முடியாதிருப்பதென்?

இம்முறையை நீரே (தனித்து) கைக்கொள்ள முடியும் என நினைக்கின்றீரா?

13. இசைக்கவரொன்று வளியில் 0-60 மீ. அலைநீளமுடைய ஒலியலைகளை ஆக்குகின்றது. வளியில் ஒலியின் வேகம் 349 மீ/செக். எனக்கொண்டு, இசைக் கவரினது மீட்டினைக் கணிச்சு. உமது முறைக்கு ஆதாரம் காட்ட முனைக. [விடை : 580]
14. ஒரு பிரமாண்டமான மக்கள் கூட்டத்தில் ஒருவர் பேசுவதை ஒலிபரப்பியின் உதவியுடன் யாவரும் கேட்க முடிகிறது. சூதியாக ஒலிபெருக்கி பழுதுபடவே தூர உள்ளோரால் பேச்சைக் கேட்க முடியாதுபோகிறது. அப்படியிருந்தும் வளியில் ஒலியலைகள் சென்ற வண்ணமே இருக்கின்றன. (a) முன்னைய, தற்போதைய அலைகளின் வித்தியாசங்களை விளக்குக. (b) ஒரு பொருள் அதிர்வதனால் வளியில் ஒலியலைகள் ஆக்கப்படுகின்றன. இவ்வளியலைகள் பொருளை அதிர்வுக்கு உள்ளாக்குமா? உமது விடைக்கு உதவுமுகமாகச் சில எதுக்கள் தருக.
15. மரம், இரும்பு, கண்ணாடி போன்றவற்றினூடே ஒலி செல்லவல்லது என உமது தம்பியை எவ்வாறு ஒப்புக்கொள்விப்பீர்? அவர் கேட்கும் ஒலி குறித்த செய்பொருளின் (மரம், இரும்பு, கண்ணாடி) ஊடாகவே வந்தடைந்தது என நம்பச் செய்வதெப்படி?
16. பின்வருவனவற்றை விளக்குக :
- நீளமான ஒளிமுழையின் ஒரு முனையில் ஒரு காண்டையைக் கட்டி மறு நுணியைக் காதோடு ஒப்பி பிடித்துக்கொள்க. இப்பொழுது காண்டையை ஒரு மேசை, அல்லது கதிரைக் காலிலே கட்டினீட்டால், பலத்த ஒலி கேட்கும்.
 - ஒரு மேசையின் ஒரு முனையின் ஓரத்தைத் தொடுமாறு கசக்கிய சுயத்தாள் உருண்டையைக் கட்டித் தொங்கவிட்டு மேசையின் மறுமுனையில் உன்னிப்பாய் ஓரடி போடப் பெரும்பாலும் அக்கணத்திலேயே உருண்டை எற்றித் தள்ளப்படும்.
 - நீளமான ஒரு மேசையின் ஒரு முனையில் ஒரு " திக் " கொலிக் கடிக்காரத்தை வைத்து, அதே மேசையின் மறுமுனையிற் காதை வைத்துப் பார்க்க. காது மேசையைத் தொடும் போது " திக் " கொலி மிகத் தெளிவாகக் கேட்பதையும் மேசையினின்றும் காதை எடுத்ததும் அவ்வாறன்றி இருத்தலையும் அவதானிக்கலாம்.
17. சைக்கிளொன்றைத் தலைமீழாக வைத்து அதன் சில்லைச் சுழற்றிக்கொண்டு கம்பிகளுக்குக் குறுக்கே ஒரு கடதாசி மட்டையைப் பிடிக்க. ஒருவித தெளிவான ஒலி கேட்கும். சில்லை விரைவாகச் சுற்றச் சுற்ற அவ்வொலியும் வேறுபடும். இங்கே ஒலிக்கு நிகழ்வதென்ன என்பதை விளக்க முயலுக. கடதாசி மட்டையினின்றும் எழும் ஒலியானது செவிப்புலனை ஈர்க்கும்போது, பேதம் காணச் செய்வது எது?
18. செவியைச் சென்றடையும் ஒலியலைகளாலாகும் வளியழுக்க வித்தியாசங்களைச் செவிச்சவ்வு உணர் வல்லது. ஆக்கப்படும் வெவ்வேறு விதங்களுக்குத்தக, அழுக்க வித்தியாசங்களில் பேதம் இருத்தலை விளக்க எமது நியாயங்கள் யாவை? மாற்றங்கள் (a) மெதுவாக (b) கெதியாக (c) மிக விரைவாக (d) பெரிதாக (e) சிறிதாக (f) ஒரொழுக்கிலாக (g) ஒழுக்கினமாக நிகழும் வகைகளை எடுத்துக் கருதுக.
19. செவியைப் பொறுத்தமட்டில் சத்தமும் சங்கீத ஒலியும் தெளிவான இரு வேறு ஒலிகளாகும். இரு வேறுவித உணர்ச்சிகளைச் செவி பெறுமாறு செய்வதற்கு அவ்விரு ஒலியலைகளிடையே யும் உள்ள வேறுபாடுகள் என்ன? இவ்வேறுபாடு ஒலி முதலின் வகையைப் பொறுத்ததுளதா? அவ்வாறாயின் இருவகை ஒலிமுதல்களும் ஒளியாக்கச் செயற்பாட்டில் எத்தகைய வேறுபாடுகளுடையன?

20. உரத்த சத்தம் வெகுதூரம் செல்ல ஏது என்ன?

இவ்வுண்மையைக் காட்டற்பொருட்டு 2 உதாரணங்கள் தருக.

சில நூறு மீற்றர்வரையுள்ள மக்களுக்குக் கேட்கும் ஒலி, மிக்க தூரத்தில் உள்ளோருக்குக் கேட்க இயலாது போவதென்?

21. ஒலியினது சுருதி, சங்கீதச் சுரப் பண்பு ஆகியவற்றின் பொருளை வெளிக்கொணரத் தகுந்த உதாரணங்கள் இவ்விரண்டு தருக.

22. நான்கு ஒத்த போத்தல்கள் உள. ஒன்று வெற்றுப் போத்தல், ஏனையவை முறையே கால், அரை, முக்காற் பங்குவரை நீர் நிரப்பப்பெற்றுள்ளன. சுருதி அதிகரிக்கும் வரிசையில் இவற்றை ஒழுங்கிட்டு, அவ்வரிசையில் சுருதி ஏன் அதிகரிக்கின்றதென விளக்குக.

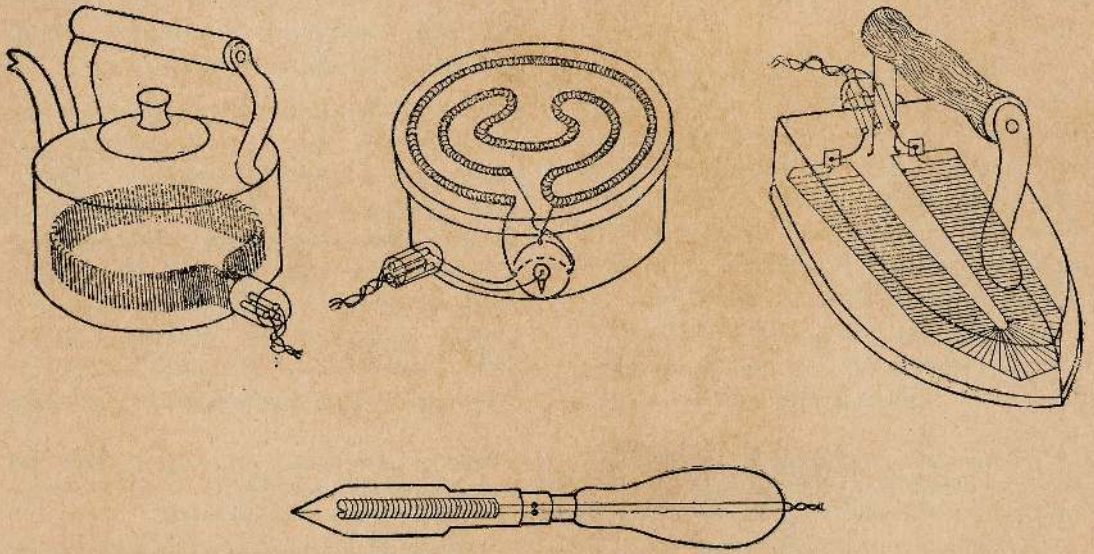
23. (a) தந்தி (b) வளி நிரல் (c) தண்டுகள், அல்லது தட்டுக்கள், அல்லது நாக்குக்கள் ஆகியனவற்றை அதிரச் செய்யும் மூலகங்களாகக் கொண்ட சில பொது இசைக் கருவிகளின் பெயர்களைத் தருக. கோயில் மேளம் ஒரு நல்ல இசைக் கருவி என்பீரா? உமது விடைக்குப் போதிய விளக்கம் தருக.

ஒரு துண்டு செம்புக் கம்பியின் அந்தங்களை ஒரு மோட்டர்க் கார்க் கலவருக்கின் முடிவிடங்களில் தொடர் செய்ய, அதிசயிக்கத்தக்க முறையில் பெருமளவு வெப்பமேறுவதை நாம் காண்போம். சில செக்கன்களுக்கு மேல் கம்பியைக் கையால் பிடிக்க முடியாது போகக் காணலாம். விரைவில் அக்கம்பி வெப்பம் மிகப் பெற்று விடுகிறது. மோட்டர்க்கார்க் கலவருக்கிலிருந்து அநேக கம்பிகள் செல்கின்றன. சில விளக்குக்களுக்கும், வேறுசில தகைச் சுருள்களுக்கும் மற்றும் பகுதிகளுக்கும் தொடுக்கப்பட்டுள்ளன. விளக்குக்கள் சூடு பெற்று ஒளிரும்போது கம்பிகளின் சூடு சிறிதேனும் தோன்றுவதில்லை.

மின்கேத்தில், மின்சூடாக்கி, இஸ்திரிக்கைப் பெட்டி (படம் 10.1) போன்ற வீட்டுப் பாவனைச் சாதனங்களில் மின்சக்தி வெப்பத்தை உண்டு பண்ணுகிறது. இவற்றிலெல்லாம் கூட தொடுப்புக் கம்பிகள் சூடேறாமலிருக்க, கருவிகளில்

தொழிற்படும் பகுதிக் கம்பிகள் சூடு பெறுகின்றன. சிலவேளைகளில் இக்கம்பிகள் செஞ்சூடடைவதுமுண்டு. (விறகு எரித்துப் பெறும் வெப்பத்தை எவ்வாறு நாம் பயன்படுத்துகிறோமோ, வாயுச் சவாலே, மண்ணெண்ணெய் அடுப்புகளினூற் பெறும் வெப்பத்தை எவ்வாறு பயன்படுத்துகிறோமோ அதே பாங்கில் எனலாம்.) மின் உபகரணங்களைத் துருமை அவற்றில் (சூடாகும் மூலகம் எனப்படும்) சூடாக்கிச் சுருளானது மிரு வெப்பமுற, அதே வேளையில் பொருத்தமாகத் தெரிவு செய்யப்பெற்ற தொடுப்புக் கம்பிகளில் வெப்பவாக்கம் குறிப்பிடத்தக்க அளவு இல்லாதுபோகும் படிக்குச் செய்யப்படுகின்றன.

வெப்பவாக்கம் தங்கியுள்ள காரணிகள் யாவை? வெப்பவாக்கத்துக்கு உடந்தையாக இருக்கும் இயல்பு யாது? ஆகக் குறைந்த (அல்லது வெப்பமற்ற) வெப்பவிற்பத்தியை நிறுவும் இயல்பு யாது? கடத்திகள் எல்லாவற்றி



படம் 10.1

லும் வெப்பம் உற்பவமாகின்றதா? மின்னோட்டம் பெரிதானாலும் சரி சிறிதானாலும் சரி வெப்பம் உற்பத்தியாகுமா? தொடுப்புக் கம்பிகளாக (அல்லது வழங்குற் பாதைக்கம்பிகளாக) நாம் பாவனையிற் கொள்வன பெரும்பாலும் மொத்தமான செம்புக் கம்பிகளே. பெரிய ஓட்டம் மொத்தக் கம்பிகளிலும் சூட்டை உண்டு பண்ணலாம். ஆனால், சிறிய ஓட்டத்தால் இது இயலாது. இன்னும் சரியாகச் சொல்வதானால், மொத்தக் கடத்திகளில் சிறிய ஓட்டம் செல்லும்போது ஆகும் வெப்பம் உணர்தகு அளவிலையாயது போகிறதேயன்றி எல்லாக் கடத்திகளிலுமே வெப்பம் உண்டாகப்படுகிறது.

“ வெப்பநிலை அதிகரிக்குந்தோறும் ஒரு பொருள் காலும் வெப்ப வீதமும் அதிகரிக்கும் ” என்று படித்ததை நினைவு கூர்வோம். மின்னோட்டம் காலும் ஒரு கம்பியின் வகையில் ஓர் இயங்கியற் சமநிலை பேணப்படும். அப்பொழுது உற்பத்தியாகும் வெப்பம், வெளியே காஸப்படும் வெப்பத்துக்குச் சமமாகும். கடத்தியின் வெப்பநிலை சுற்றூடலிலும் பார்க்கச் சற்று அதிகமாகவோ, அன்றிப் பெருமளவு அதிகமாகவோ இருந்தாலே இவ்வகைச் சமநிலை ஏற்படலாம். மொத்தக் கம்பியின் வகை குறைந்த ஓட்டம் பாயும் வேகங்களில் இச்சமநிலை வெப்பநிலையானது குறைவாயும், அதே ஓட்டத்துடனான மெல்லிய கம்பிகளின் வகையில் வெப்பநிலை உயர்வாயும் இருக்கும்.

வெப்பவாக்க வீதத்தை நிர்ணயிக்கும் காரணிகள் யாவை? அவை எவ்வகைத் தொடர்புடையன எனத் தீர்மானிக்கு முன் இன்னும் பல சங்கதிகளை நாம் அறிவுதவசியம். உமது ஆசிரியரின் கண்காணிப்பில் வகுப்பறையில் பெறக்கூடிய சாதாரண அருபவமொன்றையும் அதனின்றும் நோக்கக் கூடிய அவதானிப்புக்களையும் முதலில் பார்ப்போம்.

1. போதுமான அளவு அதிக மின்னோட்டம் செல்லும்போது கம்பியொன்றில் சூடேறும். (வெப்பமானிக்குமிழை மூடிச்

சுற்றிய கம்பியொன்றின் முனைகளை ஓர் உலர் கலத்தோடு தொடுக்கும்போது சூடு உண்டாகிறது.)

2. ஓட்டம் தொடர்ந்து பாயப்பாய மேன்மேலும் வெப்பம் உண்டாகிறது. அதாவது, தரப்பட்ட சருட் கம்பியில் வரையறையான ஒரு வீதத்தில் வெப்பம் பிறக்கின்றது. மேலும், அவ்வெப்பக் கணியம் நேரத்துடன் நேர்விசைமமாகும்.
3. ஒரே ஓட்டம் சில கடத்திகளில் மற்றும் கடத்திகளிலும் பார்க்க அதிக வெப்பத்தை உண்டுபண்ணுகிறது. இது விரிந்து வெப்பவாக்க வீதம் கடத்தியின் தடையுடன் எதோ ஒரு வகையில் தொடர்புண்டிருக்கும் என்பது தெரிகிறதல்லவா?
4. இடையறாது மின்னோட்டம் பாய்ந்த படியிருப்பினும் கூட ஒரு கடத்தியில் வரையறையின்றி வெப்பநிலை அதிகரிக்கமாட்டாது.

மேற்சூடிய ஆரம்ப உண்மைகளின் அடிப்படையிலேயே மேற்கொண்டு எமது ஆய்வுகளுக்கான திட்டங்கள் கட்டியெழுப்பப்பட வேண்டும்.

தரப்பட்ட கடத்தியொன்றில் உண்டாகும் வெப்பத்துக்கு மின் கணியம், நேரம் என்னுமிரண்டு காரணிகள் மட்டுமே ஏதுக்கொணக்கொண்டு பின்வரும் பாய்ச்சிலே எமது திட்டத்தை அமைத்துக் கொள்ளலாம்.

1. மற்றும் காரணிகள் மாறாதிருக்கையில், வெப்பவாக்கம் எவ்வாறு (a) நேரத்தில் தங்கியுள்ளது? மற்றும் காரணிகளென இங்கே நாம் நினைவானவோ (b) கம்பியின் தடை¹ (c) ஓட்டத்தின் செறிவு (d) வோல்ட்றளவு என்பவையாம். (a) யையும் (b) யையும் பற்றி ஆய்வுகளில் ஈடுபடும்போது தடையை மாறாது வைத்திருத்தல் வேண்டும். வெப்பநிலை அதிகரிப்போடு மின்தடை மாறுமாதலால்² தடையை எவ்வாறு நாம் மாறாது வைத்

¹ ஓம் விதிபற்றிப் படித்தபோது, கடத்தியொன்றின் தடைபற்றி விளக்கப்பட்டது. அச்சமயம் ஓட்ட, அழுத்த வித்தியாசங்களின் அளவீடுகளைக் கொண்டு அளவிட வகுத்த சருவிகள் கொண்டே ஓட்டத்தையும் அழுத்த வேறுபாட்டையும் அளந்தோமேயன்றி அந்நிலையில் இவ்விரண்டுமே வரையறுக்கப்படவில்லை. பின்னர், அம்பியர் வரையறுக்கப்பட்டது.

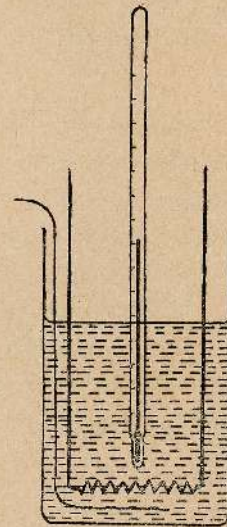
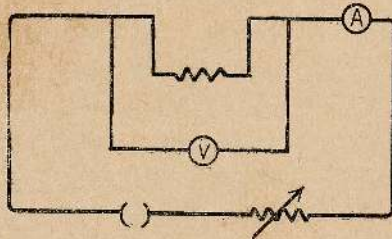
² மின்னோட்டத்தை மாறாது நிலைநிறுத்தும்பொழுது, சுற்றுடன் தொடுக்கப்படுமோர் அம்பியர்மானியின் வாசிப்பு உறுதியாக வைத்திருக்கப்படும். பரிசோதனை நடக்கும்போது மின்தடை மாறவில்லையென முதற்படியாக எடுத்துக்கொள்வோம்.

திருக்கலாமென்பது தெரிய வேண்டும். அது பற்றி நாம் இதுவரை படிக்கவில்லை.

2. தெரிந்த நேரமொன்றில் மின்கணியம் அளவிடும் முறையொன்றினை அடுத்த பார்ப்போம். வெப்பநிலை மாற்ற அளவீட்டுடன் கூடிய கலோரிமானி முறை நாம் அறிந்த ஒன்றாகும். w என்பது கலோரிமானியினதும் அதிலுள்ள திரவத்தினதும், வெப்பமானியினதும் சூடாக்கிச் சுருளினதும் மொத்த நீர்ச்சமவலுவும் t வெப்பநிலை உயர்ச்சியுமாக, வெப்பக்கணியம் = wt அல்லது mst என்பதைப் பயன்படுத்தி அதன் பெறுமானத்தை நாம் கலோரிமீலோ, யூலிலோ கண்டு கொள்ளலாம் இக்கோவை கொண்டு வெப்பவாயக்க வீதத்தைக் கலோரிகள்/செக்கனில் கண்டு, பின்னர்

தினருக்கும் ஒவ்வொரு செப்பொருளாலான சூடாக்கிச் சுருள்களையும் ஆகிரியர் தருவார்.

பரிசோதனை 1. பரிசோதனைச் சுற்றை ஒழுங்கு செய்து, சுற்றில் ஏறத்தாழ 1-2. அம் மின்னோட்டம் செல்லுமாறு மாறு மாறுந்தடையைச் செப்பஞ் செய்த பின், ஆவியை நீக்குக. 2 நிமிடங்களுக்கு ஒவ்வொரு $\frac{1}{2}$ நிமிடத்தின் பின்னும் வெப்பமானி வாசிப்புக்களை அவதானித்து, அதன்பின் ஆவியைப்போட்டு மின்பாயலிட்டு தொடர்ந்தும் ஒவ்வொரு $\frac{1}{2}$ நிமிடத்தின் பின்னும் வெப்பமானி வாசிப்பை அவதானிப்புகள். இடைப்பட்ட ஒவ்வொரு அரை நிமிடத்தின் பின்னும் வோல்ட்றுமானி அம்பியர்மானி வாசிப்புக்களை அவதா



படம் 10.2

1 கலோரி = 4.2 யூல் என்பதைக் கொண்டு வெப்பத்தை நாம் யூலில் தெரிவிக்கலாம்.

பரிசோதனைக்கான ஓர் ஒழுங்கமைப்பைப் படம் 10.2 காட்டுகிறது. கலோரிமானிபற்றிய மேலதிக தகவல்கள் பக்கப்படித்திற் காப்பப் பட்டுள்ளது.

உங்கள் வகுப்பினரைப் பல சிறு கூட்டங்களாகப் பிரித்து, மேற்படி பரிசோதனையில் ஈடுபட வைப்பதோடன்றி ஒவ்வொரு கூட்டத்

னிக்க. கலோரிமானியில் வெப்பநிலை 5, அல்லது 6° ச ஆல் அதிகரித்ததும் மின்னோட்டத்தை நிறுத்துங்கள்.

வெப்பக்கணியம் நேரத்தோடு எவ்வாறு மாறுகிறதென அறிவதே எமது நோக்கமாகும். வெப்பக்கணியமானது, கலோரிமானி சக அது கொண்டுள்ளனவற்றின் நீர்ச்சமவலு, வெப்பநிலை உயர்வு வீதம் ஆகிய இரண்டினதும் பெருக்கமாகும். எனவே, வெப்பக் கணியத்தில் இடம்

பெறும் மாறி வெப்பநிலை உயர்வு ஒன்றே. ஆகவே, வெப்பநிலைக்கும் நேரத்துக்கும் எதிராக வரைபுகள் கீறி அவை நேர்கோடாகவா, அல்லது வளைவியாகவா அமைகின்றனவெனக் காண்க.

உமது அளவீடுகளைக் கொண்டு கீறிய வரைபு எப்படி வந்தது? புள்ளிகள் அனைத்தும் பெரும்பாலும் ஒரே கோட்டில் அமைவன என முடிபு கொள்வீரா?

பரிசோதனையின்போது வோல்ற்றுமானி மாறாப் பெறுமானம் காட்டிற்று? வோல்ற்றுமானி வாசிப்பு மாறாதவிடத்து பரிசோதனையின் போது சூடாக் கிச் சுருளின் தடை மாறாது இருந்துளது என நாம் கொள்ளலாமா?

பல மாணவக் கூட்டத்தாரின் வரைபுகள் பெரும்பாலும் நேர்கோடுகளாகவே இருக்கக் காண்போம். எனவே, வெப்பநிலை உயர்வு வீதம் பெரும்பாலும் மாறிலி என நாம் கொள்ளலாம். இதனையொத்த வேறுபல பரிசோதனைகளும் இதனை வலியுறுத்தவனவாயிருக்கின்றன. எனவே சுருளிலே மாறா மின்னோட்டம் பாயும் போது, வெப்பவாக்கம் ஒரு மாறா வீதத்தில் நிகழும் என நாம் முடிபு கொள்ளலாம்.

2, அல்லது 3 அம்பியர் மின்னோட்டத்தைப் பாயவிட்டு இப்பரிசோதனை செய்யப்படுகிறதெனின், அவ்வேளை என்ன முன்னவதானிப்புகளை நீங்கள் மேற்கொள்வீர்கள்?

அடுத்தபடியாக வெப்பவாக்க வீதம் ஓட்ச்செறிவோடு எவ்வாறு மாறுபடுகிறது என்பார்ப்போம். தெரிந்த அளவு $^{\circ}\text{C}$. வெப்பநிலையினூடாக ஒரேயளவு திணிவுடைய நீரைப் பல்வேறு ஓட்டங்களைப் பயன்படுத்திச் சூடாகத் தேவையான ஒத்த நேரங்களை இங்கே

அளக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு ஓட்ட மாற்றத்தின்போதும் புதுபுது நீர்க் கணியங்களை எடுப்பது இங்கே அவசியமாகும். வோல்ற்றுமானி வாசிப்புக்களும் முன்னர்ப்போன்று எடுபடல் வேண்டும். வெவ்வேறு செய்பொருள்களாலாக்கப்பட்ட சூடாக்கிகளுடன் பரிசோதனையில் ஈடுபடும் மாணவர் குழுக்கள் ஒவ்வொன்றும் 4° அல்லது 5° ச வெப்பநிலை உயர்ச்சிக்கு எடுக்கும் நேரங்களைக் குறித்துக் கொள்ளலாம்.

பரிசோதனை 2. ஒவ்வொரு பரிசோதனைக் குழுவினரும் தாம் முன்னைய பரிசோதனையிற் பயன்படுத்திய அதே உபகரணங்களைப் பயன்படுத்தி தெரிந்த அளவு $^{\circ}\text{C}$ (4°C அல்லது 5°C) வெப்பநிலையினூடாகக் கலோரிமானி சூடுபெறத் தேவையான நேரங்களை அளவிடவேண்டும். ஒவ்வொரு முறை ஒவ்வொரு மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்துக. ஒவ்வொரு குழுவினரும் குறைந்தது ஆறு தொடை அளவீடுகளைப் பெறுக. வோல்ற்றுமானி, அம்பியர்மானி, வெப்பமானி ஆகியவற்றின் வாசிப்புக்கள் வெப்பநிலை உயர்வு 4°C அல்லது 5°C அடையும் வரை ஒவ்வொரு அரை நிமிடமும் எடுக்கப்படுதல் வேண்டும். ஒவ்வொரு முறையும் புதிதாக நீரை எடுக்க வேண்டும் என்பதோடு அவை ஒரே திணிவுடையனவாகவும் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

உமது அளவீடுகளிலிருந்து, கொள்கலத்தின் வெப்பக் கொள்ளளவைப் புறக்கணித்து வெப்பவாக்க வீதத்தைக் கணிக்க. பரிசோதனையில் நீர் பயன்படுத்திய ஆறு வேறு ஓட்டங்களுக்குமாக ஆறு வெப்பவாக்க வீதங்கள் கிடைக்கும்.

வெப்பவாக்கம் நிகழ்ந்த ஒவ்வொரு சமயமும் வோல்ற்றுமானி வாசிப்பு மாறிலியாகவோ அல்லது மாறாததெனக் கொள்ளவோ இடமுண்டா? (குறிப்பிடத்தகு மாற்றம் இல்லாதவிடத்து,

குறித்த வெப்பநிலை மாற்றத்தில் தடை மாற்றம் நிகழவில்லை என நாம் கொள்ளலாம்.)

வெப்பவாக்க வீதங்களையும் மின்னோட்டங்களையும் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்துக :

பரிசோதனைகளாலும் இவைபோற் பிறபெரிய அளவிலான பரிசோதனைகளாலும் பெறப்படும் தகவல்களிலிருந்து முடிவு. கடத்தியின் மின்தடை மாறுபடாதிருக்க, அதன் வெப்ப வாக்கவீதம், மின்னோட்டத்தின் வர்க்கத்துக்கு நேர்விதே சமம் என்கிறது.

	வெப்பநிலை		நேரம் (செக்கனில்)	வெப்பவாக்கம்/செக் (q யூல்/செக்)
	தொடக்கம்	முடிவு		
1				
2				
3				
4				
5				
6				

q யூல்/செக். இற்கும் மின்னோட்டம் (i அம்பியர்) இற்கும் ஒரு வரைபு கீறுக. உமது வரைபு நேர்கோடா அல்லது வளைவியா? வரைபு நேர்கோடாக அமையாது போனால் q ஆனது i^2 இற்கு விகிதசமமென நாம் கொள்ள முடியுமா? அ-து. வரைபு ஒரு பரவளைவு போன்று தோற்றுமா?

அடுத்தபடியாக, q விற்கும் i^2 இற்கும் ஒரு வரைபு கீறி, அவ்வரைபு நேர்கோடாக வருகிறதா எனப் பார்க்க.

நீரும் உமது நண்பர்களும் பெறும் வரைபுகள் பெரும்பாலும் வளைவாயன்றி நேர்கோடாகவே காணப்படும். மேலும் அவை உற்பத்தியுடே செல்வனவாயும் இருக்கும். இன்னால் q ஆனது i^2 இற்கு நேர்விகித சமம் என நாம் முடிவு கொள்ளலாம். இவ்வாறான

ஒவ்வொரு ஒட்டத்துக்குமுரிய வோல்ட்டுறுமானி வாசிப்புக்களின் இடைப் பெறுமானங்களைக் கண்டு அவற்றை, ஒத்த ஒட்டத்துக்கெதிராகக் குறித்து ஒரு வரைபு கீறுக. அவ்வரைபிலிருந்து சுடாக் கிச் சுருளின் தடையில் யாதாயினும் வேறுபாடுதா எனக் காண்க. வரைபு நேர்கோடாய் அமையும்படித்து அதன் படித்திறனைக் கணிக்க. படித்திறன் எதைத் தரும்?

$q-i^2$ வரையையும் $v-i$ வரையையும் கருதுக. ஒவ்வின் விதிப்படி, $v-i$ வரைபின் படித்திறன் சுருளின் தடையைத் தரும். அ-து. $v=ir$. இங்கே r , சுருளின் தடையை ஒமில் குறிக்கும். $q-i^2$ வரைபின் படித்திறன் m என்க. அவ்வாறாயின், $q=mi^2$ இச்சமன்பாடு q விற்கும் i யிற்குமிடையில் இருக்க வேண்டிய இயல்தகு தொடர்பினைத் தருகிறது.

(இதற்கு சுருளின் தடை மாறவில்லை எனக் கொண்டுள்ளோம்.) எனவே, m ஆனது r ஐத் தன்னுள் ஒரு காரணியாகக் கொண்டுள்ளதென்பது பெரும்பாலும் திடமாகும். இவ்வுகத்தை r இன் பெறுமானத்தையும் வெவ்வேறு பிரிவினரால் பெறப்பட்ட m ஐயும் கருத்திற் கொண்டு, சரிபார்த்துக் கொள்வோம்.

ஒவ்வொரு மாணவர் குழுவினரும் ஒவ்வொரு வகைச் சுருட் கம்பியைப் பயன்படுத்தியுள்ளனர். r இற்கு அவர்கள் பெறும் பெறுமானங்கள் என்ன?

q யூல்/செக். இலும் i அம்பியரிலும் v வோல்ட்றிலும் இருப்பின் r உம் m உம் ஒவ்வொரு சுருளுக்கும் ஒன்றாகவே காணப்பட்டது. மேலும், வெவ்வேறு சுருள்களுக்கு r இன் பெறுமானங்கள் ஒன்றாகா. அதோ m இன் பெறுமானங்களும் ஒன்றாக. ஒவ்வொரு சுருளையும் பொறுத்த மட்டிலும் $q = ir^2$ எனும் தொடர்பே கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது போல் தோன்றுகிறது அல்லவா? இது மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க ஒன்றாகும்.

$q = i^2 r$ ஆக இருப்பதற்கான நிகழ்தகவை மேலும் பல பரிசோதனைகளால் ஆய்ந்து பார்த்த போது, சாதகமான முடிவு கிடைக்கப்பெற்றது. எனவே, யூல்/செக் இலான வெப்பவாக்கம், அம்பியரில் மின்னோட்டம், ஓமில் தடை ஆகியவற்றின் தொடர்பு

$$q = i^2 r$$

எனும் சமன்பாடு என முடிவு கொள்ளலாம்.

அதாவது, r ஓம் தடையுடைய கடத்தியில் t செக் நேரத்துக்கு i அம்பியர் மின்னோட்டம் சென்றால் நிகழும் வெப்பவாக்கம் $i^2 r t$ யூல் ஆகும். 1 கலோரி = 4.2 யூல் ஆதலால் தேவையேற்பும்போது யூலைக் கலோரியாக நாம் மாற்றிக் கொள்ளலாம்.

வோல்ட்றின் வரைவிலக்கணத்தை விளக்கக் கூடிய ஒரு நிலையில் இப்பொழுது நாம்

உள்ளோம். வோல்ட்ற்றுமூலி எனப்படும் கருவியில் எவ்வாறு இடைப்பெறுமான வாசிப்பு எடுப்பது என்பதுபற்றி இதுவரையில் நாம் நன்கு படித்துள்ளோம். எதேச்சையான அலகு முறையாகவே வோல்ட்றை இதுவரையில் அறிவோம்.

அழுத்த வித்தியாசத்தின் எண்ணக்கரு, மின்னியலின் ஆரம்பக் கட்டத்துப் படிப்பிலேயே இரையோடியுள்ளது. சில குறித்த நியந்தனைகளுப்பட்டு இயங்கும் ஒன்றாகவே மின்னைக் கண்டோம். அவ்வியக்க ஆக்கத்துக்கு எதோ ஓர் ஏது உண்டெனவும் கொண்டோம். இப்பொழுதோ மின்பாய்கைப் பாதையாக இருக்கும் கடத்திகளின் தடைகளிலே வெவ்வேறு அழுத்த வித்தியாசங்களுள் வெவ்வேறு ஓட்டங்கள் தொடர்புடையன எனக் காண்கிறோம். அதோடு, மின்பாய்கையின் போது சக்தி வெப்பவடிவில் வெளிவிடப்படுகிறது எனவும் கண்டுள்ளோம். வெளிவிடப்படும் சக்தி $= i^2 r t$ யூல் எனவும் உண்டு.

இப்பொழுது, ஓமின் விதிப்படி கடத்தி நுணிகளிடையிலான அழுத்த வித்தியாசம் (v வோல்ட்று) ir ஆகும். இங்கே r ஓமில் தடையைக் குறிக்கும். எனவே $i^2 r t$ யில் ir இன் இடத்தில் நாம் v யை எழுதலாம். அதன்படிக்கு சமன்பாடு,

வெளிவிடப்படும் சக்தி $= vit$ யூல் எனவரும். இதிலிருந்து வோல்ட்றின் வரைவிலக்கணம் வருமாறு :

குறித்த கடத்தியொன்றில், ஒரு அம்பியர் மின்னோட்டத்தால் 1 யூல்/செக்¹ வெப்பவாக்கம் (வெப்பச்சக்தி வெளிவிடப்படும்) அதே வீதம் ஆக்கவல்ல அழுத்த வித்தியாசமே வோல்ட்று எனப்படும்.

$i=1$ அம், $t=1$ செக். ஆக, $vit=1$ யூல் என ஆக்கியே இதனை நாம் பெற்றோம். இவற்றுள் எவையேனும் இரண்டை ஒன்று ஆகக் கொண்டாலே $v=1$ ஆகும்.

¹ $q = mi^2$ இல் உள்ள m , $v = ir$ இலுள்ள r ஆகிய மாறிலிகள் ஒரே சுருளுக்கு ஒன்றாக இருப்பதைக் காணல் சிக்கலாகத் தென்படலாம். v அளவீட்டுக்கு வோல்ட்று மாணியைப் பயன்படுத்தினோம். என்பதை நினைவுகூர் இது தெளிவாயினும். இங்கே வரைவிலக்கணம் வாயிற்றுமேயன்றி அளவீடுகொட்ட வோல்ட்றுமான்னியை நாம் கையாண்டதனாலே தான் இது வரையும்கூறும் ஒரே படித்திறன்களைக் கொண்டிருக்கக் காணப்பட்டன. ("பொதுமை 2" பக். 151 இல் வோல்ட்றரைச் சக்தி நிலைமாற்றமடையும் வீதத்திலாக முதன்முதலில் வரையறுக்கப்பட்டிருந்தது. இப்பொழுதோ அழுத்த வித்தியாசம் எவ்வாறு அளவிடப்படுகிறது என்பதை விளக்கத் தேவையான செய்முறை உண்மைகளும் எம்பிடமுண்டு.)

இப்பொழுது அம்பியருக்கும் வோல்ட்டிற்கும் குமான வரைவிலக்கணங்கள் எம்மிடமுண்டு. மின்தடை அளவீட்டு அலகான, “ஓம்” ஐ நாம் அம்பியர், வோல்ட்டு ஆகியவற்றின் உறாப் பில் கூறலாம். அதுவும் முன்னை வடிவின தே.

i, r, v ஆகியவற்றை முறையே அம்பியர், ஓம், வோல்ட்டுக்களில் கூறுவோமாயின், கடத்தியொன்றிலான வெப்பவாக்க வீதத்தை ஒன்றில் i^2r அல்லது v^2/r என யூல்/செக் இல் கூறலாம். யூல்/செக் அலகை வாற்று அலகு என்போம். வாற்றிலிருந்து இன்னும் பெரிய அலகான கிலோவாற்று பெறப்படும்.

உதாரணம் 1. 10 ஓம் தடைச் சுருளில் 1.5 அம்பியர் ஓட்டம் பாய்கிறது. அதிலுள்ள வெப்பவாக்க வீதம் = $1.5^2 \times 10$ வாற்று = 22.5 வாற்று ஆகும்.

உதாரணம் 2. மோட்டர் கார் விளக் கொண்டு 12 வோல்ட்டு மின்கலவடுகளில் வேலை செய்கிறது. அம்பியர்மானியிற் காட்டியவாறு 2.5 அம்பியர் ஓட்டம் காணப்பட்டால் பயன்படுத்தப்படும் சக்தி 12×2.5 யூல்/செக்கன். இது = 30 வாற்று (அல்லது 30 யூல் / செக்). விளக்குக்குக் குறுக்கேயுள்ள வோல்ட்டு 12 வோல்ட்டு என நாம் இங்கு கொண்டுள்ளோம். மின்கலவடுகளின் உள் தடை புறக்கணிக்கக்கூடியவாறு சிறிதாயிருக்கும் வரைக்கும் இவ்வெடு கோள் நியாயமானதே.

மின்விளக்குகள், மின்மோட்டர், மின்னடுப்பு, மின்கேத்தல் போன்ற மின்சாதனங்களில் இன்ன வோற்றளவில் பாளிக்க வேண்டியவை என எழுதப் பெற்றிருக்கும். குறித்த சாதனம் தொழில்புரிசையில் அதனுடைய மின் உட்கொள்ளல் வீதம் இவ்வளவு என்று அச்சாதனத்திலேயே குறிக்கப்பட்டிருக்கும். உதாரணமாக ஒரு மின்விளக்குக்கான மின்குமிழில் 230 V (வோ) 40 W (வா) என எழுதப்பட்டிருக்கும். இதிலிருந்து நாம் விளங்குவதென்ன?

இவ்விளக்கு 230 வோல்ட்டுளவு மின் வழங்குபவர் தொடுபடல் வேண்டும். எக்காரணம் கொண்டும் அதனிலும் உயர்ந்த வோல்ட்டுளவில் தொடுபடுதல் ஆகாது. இவ்வகையில் குறித்த மின் சாதனம் உயர் மின்தடை

டத்தைக் காவிச் செல்ல வேண்டியுள்ளது. சரியான அளவு மின்தடைத்தை மிஞ்சி ஓட்டம் சென்றால் என்ன நிகழும்?

மின்தடை அளவு என்ன பின்னத்தால் அதிகரிப்பினும், உரிய வெப்பவாக்கமானது மின்தடை அதிகரிப்புக்கு விதிசட்டமாய் அதிகரிக்காது, மின்தடைத்தின் வர்க்கத்துக்குத் தக அதிகரிக்கும். உதாரணமாக, மின்தடை 1.2 அம்பியரிலிருந்து 1.6 அம்பியராக அதிகரிப்பின், வெப்பவாக்க வீதம் $1.2^2 \times r$ யூல்/செக். இலிருந்து $1.6^2 \times r$ யூல்/செக். ஆக அதிகரிக்கும். அ-து, அதிகரிப்பு $1.44r$ இலிருந்து $2.56r$ (அல்லது $1.12r$ வரை) ஆகும். இது அநேகமாக முன்னை பெறுமானத்தின் இரு மடங்காகும். குறித்த வொரு வெப்பநிலைக்கு மேல் ஒரு சுருளைச் சூடைய விடுதல் கூடாது.

230V 40 W குறித்த ஒரு விளக்கை 230 வோல்ட்டிலும் குறைவான வோல்ட்டுளவில் பயன்படுத்தலாம். அதனால் ஒளிரும் அளவு குறையுமேயன்றி சுருள் பழுதடையாது. உதாரணமாக, ஏதோ சில காரணங்களுக்காக வோல்ட்டுளவு 230 இலிருந்து 180 இற்கு வீழ்ச்சியடைகிறதென்க. அப்பொழுது வெப்பவாக்கவீதமும் வீழும். சுருளினது சக்தி உட்கொள்ளல் வீதத்தை வோல்ட்டுளவிலும் தடையிலுமாகக் காண,

$$i^2r = (v/r)^2r = v^2/r \text{ வாற்று.}$$

$$\therefore 230 \text{ வோல்ட்டில் இது} = \frac{230^2}{r} \text{ வாற்று}$$

$$= \frac{52900}{r} \text{ வாற்று.}$$

$$180 \text{ வோல்ட்டில் இது} = \frac{180^2}{r} \text{ வாற்று}$$

$$= \frac{32400}{r} \text{ வாற்று.}$$

$$\frac{20500}{r} \text{ இதிலிருந்து வாற்று, அ-து. வறத்தாழ}$$

50% வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது.

40W என்பது எதனைக் காட்டுகிறதென நாம் இன்னும் பார்க்கவில்லை. இது 230 வோல்ட்டில் வேலை செய்யும்போது விளக்கினது மின் உட்கொள்ளல் வீதமாகும். வேறு வார்த்தைகளில் கூறுவதானால், இத்தகவல்களி

லிருந்து சுருளின் தடையைக் கண்டு பிடிக்க
லாம்.

$$\text{வாற்றளவு} = \frac{v^2}{r} = \frac{230^2}{r} = 40$$

$$\therefore r = \frac{230^2}{40} \text{ ஓம்.}$$

அ-து. $r=1323$ ஓம் (கிட்டத்தட்ட)¹

உதாரணம் 3. (i) 230V 20W எனவும்
230V 75W எனவும் குறிப்பிட்ட 2 விளக்கு
கள், (ii) 110V, 60W எனவும், 230V 60W
எனவும், குறிப்பிட்ட வேறு 2 விளக்குக்களி
டையே உள்ள வித்தியாசத்தை உம்மால்
விளக்க முடியுமா?

230V வழங்கலில் 40W விளக்கு ஒரு
குறித்த ஒளியளவை உண்டாக்கும். அதே
வழங்கலில் 60W விளக்கொன்று மிகுந்த
ஒளியைக் கொடுக்கும்.

230V, 2kW குறித்த ஒரு மின்கேத்தில்
230V, 750W குறித்த இன்னொரு கேத்திலி
லும் பார்க்க விரைவாக 4 லீற்றர் நீரைக்
கொதிக்கச் செய்கிறது. கொடுப்பதற்கு எடுக்கும்
உண்மையான நேரத்தை நாம் இலக்குவிற
கணித்தறியலாம்.

$$\begin{aligned} \text{உதாரணமாக, } 2\text{kW} &= 2000 \text{ யூல்/செக்.} \\ &= \frac{2000}{4 \cdot 2} \text{ கலோரி/செக்.} \end{aligned}$$

30°C இலிருந்து 4 லீற்றர் நீரைக் கொதிக்க
செய்யத் தேவையான வெப்பம்,

$$4000 \times 1 \times (100 - 30) \text{ கலோரி} = 4000 \times 70 \text{ கலோரி.}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{எடுக்கும் நேரம்} &= \frac{4000 \cdot 70}{2000 \div 4 \cdot 2} \text{ செக்.} \\ &= \frac{2 \times 4 \cdot 2 \times 70}{60} \text{ நிமிடம்} \\ &= 9 \cdot 8 \text{ நிமிடம்.} \end{aligned}$$

¹ r என்பது சாதாரணமாக விளக்கு தொழிற்படும் வெப்பநிலையிலான விளக்கின் தடையாகும். வோல்ட் றளவு வீழின் வோல்ட் றளவு இந்த அளவிலும் சற்று வீழும். 180 வோல்ட் றில் வலுவைக் கணித்தபோது r இலான மாற்றத்தை நாம் கவனத்திற் கொள்ளவில்லை. வெப்பநிலையுடன் எவ்வாறு மாறுபடுகிறதெனக் தெரிந்தால் r இன் திருத்தமான பெறுமானத்தையே நாம் பயன்படுத்தலாம்.

¹ மின்னொழுது கணிப்பது பிழையாகும் :

$$\begin{aligned} 200 \times i &= 40. \\ \therefore i &= \frac{40}{200} \text{ அம்.} \\ &= 0.2 \text{ அம்.} \end{aligned}$$

வாற்றளவு v , i இரண்டிலும் தக்கியுள்ளது. v வீழ i யும் வீழ்ப்பியடையும். மாற்றம் உண்டாக்கத்தக்க அளவுக்கு வெப்பநிலை மாறினாலன்றிப் பெரும்பாலும் தடை மாறியியாசவே இருக்கும்.

மற்றைய கேத்தில்

$$\frac{4000 \times 70}{750 \div 4 \cdot 2} \text{ நிமிடம்}$$

எடுக்கும்.

எனினில் இந்தக் கேத்தலின் வலு 750 யூல் / செக். உம் முன்னையதன் வலு 2000 யூல்/செக் உம் ஆகும்.

இவ்விரு கணிப்புகளும் வெப்பச்சிதைவு எதுமில்லை என்ற எடுகோளினடியாகப் பெறப்பட்டனவேயன்றி, உண்மை நிலை இதுவாகாது. எனவே, இங்கே நாம் கணிப்பாற் பெற்ற நேரம் உண்மையான நேரத்திலும் குறைவாகும்.

உதாரணம் 4. 230 V 100 W குறிப்பிட்ட ஒரு விளக்கு 230 வோல்ட் று வழங்கலில் பயன்படுத்தப்படும்போது அதிற் செல்லும் மின்னோட்டம் யாது? வோல்ட் றளவு 200 இற்கு வீழும்போது மின்னோட்டம் யாதா யிருக்கும்?

$$\text{இங்கே } 230 \times i = 40,$$

$$\therefore i = \frac{40}{230}$$

$$= 0.19 \text{ அம் (ஏறத்தாழ).}$$

200 வோல்ட் றில், $i = \frac{200}{r}$ அம்பியர்.

$$\text{இப்பொழுது } r = \frac{230}{0.19} \text{ ஓம்.}$$

$$\therefore i = \frac{200 \times 0.19}{230} \text{ அம்}$$

$$= 0.17 \text{ அம்.}^1$$

குறிப்பு. மின்தடை மாறுதலானதெனக் கொண்டுள்ளோம்.

இப்பாடத்தின் முற்பகுதியில் நாம் எழுப்பிய ஒரு முக்கிய வினா யாதெனில், “மின்தடையோடு வெப்பவாக்க வீதம் எவ்வாறு மாறுகிறது?” என்பதாகும். i^2r யூல் / செக் எனும் கோவையைப் பெறும் பொருட்டுக் கூறிய இரண்டாவது பரிசோதனையில் இதற்கான பதில் உண்டு. இக்கோவையை நாம் ஏற்றுக் கொள்ளுமிடத்து ஒரு மின்சுற்றின் எல்லாக் கடத்திகளிலும் வெப்பம் உற்பத்தியாக்கப்படும் என்றாகிறது. முழுச் சுற்றிலுள்ள மொத்தத் தடை தெரியுமாயின் எல்லாமாக எவ்வளவு வெப்பம் உண்டாக்கப்படுகிறதென நாம் கூறலாம். எவ்வாறாயினும் சுற்றின் பல்வேறு பகுதிகளிலுள்ள வெப்பவாக்கம் வெவ்வேறு விதமாகவே இருக்கும். தொடுப்புக் கம்பிகளின் தடையோ மிகச் சிறிது. உதாரணமாக மின்சூடாக்கியொன்றின் சுருள் 10^1 அல்லது 10^2 ஓம் தடையும் அதனோடுள்ள தொடுப்புக் கம்பிகளின் தடை 10^{-2} ஓம் வரையிலும் இருக்கும். சூடாக்கிச் சுருளும் தொடுப்புக்கம்பிகளும் தொடரில் இருக்கும்போது இவற்றினிடே ஒரே மின்னோட்டம் பாயும். அவ்வாறன்றி சமாந்தரத் தொடுப்புக்கள் இருந்தால், வெவ்வேறு தடைகளினிடே வெவ்வேறு ஓட்டம் பாயும். செய்யமுறை உதாரணமாக ஒரே வோல்ட்ற்றளவு வழங்கலில் ஒரு தடைக்குப் பதிலாக (i) தொடரிலுள்ள (ii) சமாந்தரத் திலுள்ள ஒவ்வொன்றும் r ஓம் உடைய இரு தடைகளின் பயன்பாட்டைக் கருதுவோம்.

வோல்ட்ற்றளவு v என்க. இப்பொழுது சுற்றில் ஒரேயொரு தடை மட்டுமிருப்பின் ஆக்கப்படும் வலு $= \frac{v^2}{r}$ ஆகும். $\left(\because i^2r = \left(\frac{v}{r}\right)^2 \times r = \frac{v^2}{r} \right)$ இரு தடைகளும் தொடரிலிருப்பின்,

வலு $= \frac{v^2}{2r}$ இரு தடைகளும் சமாந்தரத்திலிருப்பின், வலு $= \frac{v^2}{\frac{1}{2}r}$ அல்லது, $\frac{2v^2}{r} \left(\because \frac{1}{r} + \frac{1}{r} = \frac{2}{r} \right)$. இவ்வாறாக

மூன்று வகைகளிலுமான வெப்பவாக்க வீதம் $1 : \frac{1}{2} : 2$ அல்லது, $2 : 1 : 4$ என்ற விசித்தத்தில் இருக்கும். இதிலிருந்து இரு வேறு சூடாக்கித் தடைகளைக் கொண்டு மூவேறு வீதங்களில் சேர அவற்றைத் தொடுப்பதனால் மூவேறு அளவில் வெப்பத்தைப் பெற முடியும்.

உதாரணம். r ஓம் தடையுடைய 3 சூடாக்கிச் சுருள்களிருப்பின் அவற்றைக் கொண்டு ஆக்கக் கூடிய இயல்தகு சேர்மானத் தொடுப்புக்கள் எவை? அவற்றில் ஆகும் (வெப்பவாக்க வீதங்களை) வலுக்களை எவ்வாறு ஒப்பிடுவீர்?

வலு அளவிட்டுக்கு அல்லது வேறு வார்த்தைகளினாக வெப்பவாக்க வீத அளவிட்டுக்கு அல்லது உட்கொள்ளப்படும் சக்தி அல்லது இடம் மாறும் சக்தி அளவிட்டுக்கான அலகுகளே வாற்று, அல்லது கிலோவாற்று எனப்படும். ஒரு வாற்று—செக்கன் = 1 யூல் / செக்கன் \times 1 செக்கன். இதுவே 1 யூல் ஆகும். இவ்வாறாக யூலுக்கான (சக்தி அலகுக்கான) இன்னொரு பெயரே வாற்று—செக்கன் ஆகும். ஒரு வாற்றுமணி 3600 வாற்று—செக்கன் (அல்லது யூல்) என்பதோடு ஒரு கிலோவாற்று மணி = 1000×3600 வாற்று—செக்கன் (அல்லது யூல்) சக்தி அளவிட்டுக்கான ஒரு செய்யமுறை அலகு ஒரு கிலோவாற்று ஆகும்.

பயிற்சி 10

1. பின்வரும் ஒவ்வொன்றுக்கும் தனிச் சொல் தருக :

(a) யூல்/செக்கன், (b) வாற்று-செக்கன், (c) கூலோம்-வோல்ற்று, (d) வோல்ற்று-அம்பியர், (e) அம்பியர்-ஓம், (f) வாற்று/அம்பியர், (g) யூல்/கூலோம், (h) அம்பியர்-செக்கன். (இச்சொற்றொடர்கள் மிக அருமையாகவே பயன்படுத்தப்படுகின்றன.)

2. ஒரு மின்விளக்கில் 40 வாற்று, 240 வோல்ற்று எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விளக்கங்கள் எதனைக் குறிக்கின்றன? இவற்றிலிருந்து நீர் என்ன மேலதிகமான நகவலை உய்த்தறிவீர்?

3. ஒரு மோட்டர்க் காரின் விளக்குக் குமிழில் 12 வாற்று, 6 வோல்ற்று எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இன்னுமொரு இயல்பொத்த குமிழில் 12 வோல்ற்று 1 அம்பியர் எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இரண்டாவது விளக்கின் வலு என்ன? முதலாவது விளக்கால் ஏன் இரண்டாவதைப் பிரதியிட இயலாது? (ஆராய்ந்து உங்கள் கருத்தைத் தெரிவிப்புகள்.) ஒவ்வொரு விளக்கினதும் இழைமின் தடையைப்பற்றி என்ன கூறுவீர்? உமது எண்ணத்தின்படி எக்குமிழ் கூடிய விலையுள்ளது? (காரணங்கள் தருக.)

4. ஒரு 50 வோல்ற்று விளக்கு, 10 அம்பியர் ஓட்டத்தை எடுக்குமாயின், கிலோவாற்றில் அதன் வலு என்ன? இன்னுமொரு விளக்கில், 500 வாற்று, 240 வோல்ற்று எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் தடை என்ன? 50 வோல்ற்று விளக்கை, 240 வோல்ற்று வழங்கும் சாதனத்தில் எவ்விதம் செயற்படுத்தலாமென விளக்கி, இங்கு வீணாகும் வலுவின் அளவையும் தருக.

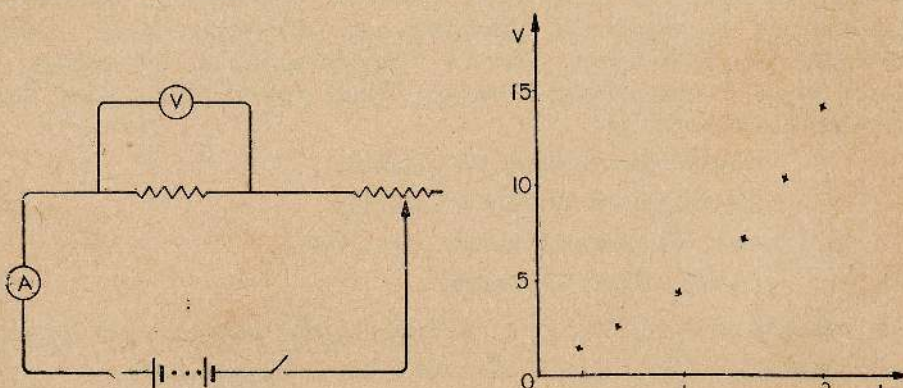
5. ஒரு 12 வோல்ற்று மின்கலவடுக்கு, சமாந்தரத்திலுள்ள பல விளக்குகளை எரித்தலில் 5 அம்பியர் ஓட்டத்தைச் செலுத்துகின்றது. இச்சமயத்தில் மின்கலவடுக்கு என்ன வீதத்தில் சக்தியை வெளிப்படுத்துகின்றது? ஒவ்வொன்றும் 12 வாற்றுகளான 5 விளக்குகள் இருப்பின், ஒவ்வொரு விளக்கினதும் வலு விரயத்தைக் கலோரிகளில் கணிக்க. இவ்வலு முழுவதும் வெப்பமாக வெளிப்படுகின்றதா?

6. ஒரு வோல்ற்று எனது, ஒரு கூலோமிற்கு ஒரு யூல் வீதத்திற் சக்தி வெளியேற்றப்படும்போது உள்ள அழுத்த வித்தியாசத்திற்குச் சமனானது, என்ற வரைவிலக்கணத்தில் தொடங்கி, வாற்றை அம்பியர்களிலும் வோல்ற்றுகளிலும் பெறுக.

7. ஒரு 100 வாற்று, 240 வோல்ற்று விளக்கிலிருந்து ஒரு மணித்தியாலத்தில் எவ்வளவு யூல் மின்சக்தி நிலைமாற்றப்படுகின்றது? விடையை (i) வாற்று-மணி இலும், (ii) கிலோவாற்று-மணி இலும் தருக.

8. 12 வாற்று, 0.5 அம்பியர் என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு விளக்கை எவ்வோல்ற்றளவிற்கு பயமின்றிச் செயற்படுத்தலாம்? வேறு வித்தியாசமான வோல்ற்றளவில் உள்ள ஒரு வழங்கலுக்கு இவ்விளக்கு இணக்கப்பட்டால் யாது நேரும்?

9. 230 வோல்டற்று அமிழ்த்ப்பு வெப்பமாக்கியொன்று 100 வாற்று வீதம் எனக் குறிக்கப்பட்டிருப்பின், ஒரு குவளை நீரைக் கொதிக்கச் செய்ய எவ்வளவு நேரம் எடுக்கும்? குவளை 400 கிராம் நீரைக் கொண்டுள்ளதென்றும், அதன் வெப்பக் கொள்ளளவு புறக்கணிக்கத்தக்க தென்றும், நீரின் ஆரம்ப வெப்பநிலை 30° ச. என்றும் எடுத்துக்கொள்க. (1 கலோரி = $4 \cdot 2$ யூல்.)
10. வெவ்வேறு விதமாகக் குறித்துக் கூறப்பட்டனவும், வெவ்வேறு பெறுமதிகளை உடையனவுமான தடையிகள் நேடியோ வாங்கிகளில் உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் ஒன்று 200 ஓம் எனக் குறிக்கப்பட்டு, $\frac{1}{2}$ வாற்று என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இது பாதுகாப்பான நிலையில் கொண்டு செல்லக்கூடிய மிகவதிகமான ஓட்டம் யாது? இவ்வோட்டத்தை அது கொண்டு செல்லும் போது அதன் அழுத்த வீழ்ச்சி என்ன? 40 மில்லி அம்பியர் ஓட்டத்தைக் கொண்டு செல்ல வேண்டிய தடையொன்று $1 \cdot 2$ கிலோ-ஓம் தடையைக் கொண்டிருக்க வேண்டியுள்ளது. பின்புறம் வகைகளில் எதிலிருந்து அதனைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம்? $\frac{1}{2}$ வாற்று, $\frac{1}{3}$ வாற்று, 2 வாற்று. காரணம் தருக.
11. ஒரு மண்டபத்தின் ஒளிகளை மங்கச் செய்வதற்கு ஓர் இறையோதற்று உபயோகிக்கப்பட வேண்டியுள்ளது. 240 வோல்டற்றில் ஒவ்வொன்றும் 60 வாற்று என மதிப்பிடப்பட்ட 50 விளக்குகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு விளக்கும் சாதாரணமாகச் செயற்படும் பெறுமானத்தின் $\frac{1}{4}$ பங்கிற்கு ஓட்டமானது குறைக்கப்பட்டதும், விளக்குகள் முற்றாக அணைந்து விடுகின்றன என எடுத்துக் கொண்டு இறையோதற்றின் மிகக் குறைந்த தடையைக் காண்க.
12. ஒவ்வொன்றும் 60 வாற்று. 110 வோல்டற்றான இரு விளக்குகள் ஒரு 110 வோல்டற்று வழங்கியுடன் தொடரிலே இணைக்கப்பட்டிருப்பின், ஒவ்வொன்றும் செலுத்தும் ஓட்டம் யாது? இதே விளக்குகள் 110 வோல்டற்று வழங்கியுடன் சமாந்தரத்திலே தொடுக்கப்பட்டிருப்பின், இவை எவ்வோட்டத்தைச் செலுத்தும்? ஒவ்வொன்றினதும் வலு யாது? தரவினின்றும் கணிக்கப்பட்ட பெறுமானத்திலிருந்து, அவை உண்மையாக எடுக்கும் பெறுமானம் ஏன் வேறுபடக் கூடும் என்பதற்குக் காரணங்கள் தருக.
13. ஒரு நிக்கிரோம் கம்பியுடான ஓட்டம் பாடிப்படியாக அதிகரிக்கப்படும்போது, அக்கம்பியிலேற்படும் அழுத்த வித்தியாசத்தின் மாற்றத்தைப் பரிசீலித்தற்கான ஒழுங்கொன்றைச் சுற்றுப்படம் 10.3 காட்டுகின்றது.

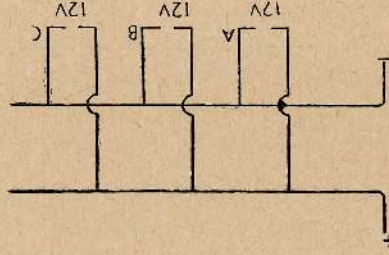


படம் 10.3

வோல்டற்றுமானியின் வாசிப்புக்கள், அம்பியர்மானியின் வாசிப்புக்களுக்கு எதிரே குறிக்கப்பட்டு மேலேயுள்ள குறிப்புப் பெறப்பட்டது. ஓர் அம்பியரிலுள் குறைவான ஓட்டத்தின்போது v/i

இன் பெறுமதி மாறிலியாகவிருக்கின்றதெனவும், ஓட்டமானது அதனிலும் அதிகரிக்கும் போது v/i இன் பெறுமதி அதிகரிக்கின்றதெனவும் புள்ளிகளின் பரம்பல்கள் குறிப்பாகத் தெரிவிக்கின்றன. இதனை விளக்கி, இவ்விதம் நடப்பதற்குத் தகுந்த காரணம் தருக.

14. ஒவ்வொன்றும் மி.இ.வி. 2 வோல்ட் மற்றும், தடை 0.05 ஒழுமான 24 ஈயச் சேமிப்புக்கலங்களாலாய ஒரு மின்கலவடுக்கிலிருந்து 12 வோல்ட்றில் மின்னை வழங்குவதற்கு ஒரு பெளதிக ஆய்சூடத்தில் மின் கம்பி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. 24 கலங்களினதும் ஒழுங்கைக் காட்டுமாறு படம் 10.4 ஐப் பூர்த்தி செய்க.



படம் 10.4

A யிலிருந்து 4 அம்பியர் ஓட்டமும் B யிலிருந்து 8 அம்பியர் ஓட்டமும் எடுக்கப்படின், C யின் முடிவிடங்களிலே பெறப்படும் அழுத்த வித்தியாசம் யாது?

C யிருந்து மேலதிகமாக 3 அம்பியர் ஓட்டம் எடுக்கப்படும்பொழுது (A, B, C யிலுள்ள) ஒவ்வொரு சோடி முடிவிடங்களுக்கும் இடையேயுள்ள அ.வி. கள் யாவை?

15. ஒரு சிறிய மின் மோட்டரின் திறனைத் துணிவதற்காகப் பின்வரும் செயன்முறை கையாளப்பட்டது :

2 கிலோகிராம் சுமையானது ஒரு கயிற்றிலே கட்டப்பட்டு, அக்கயிறு ஓர் உருளை வடிவக் கோலிலே சுற்றப்பட்டது. பின்னர் கோலானது மோட்டரின் ஆமேச்சுருடன் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டது. 10 வோல்ட்ற்று மின்கலவடுக்கு, ஓர் இறையோதற்று, ஓர் ஆனி, ஓர் அம்பியர்மானி ஆகியவை மோட்டருடன் தொடரிலே இணைக்கப்பட்டு, அம்மோட்டருக்குக் குறுக்காக ஒரு வோல்ட்ற்றுமானி இணைக்கப்பட்டது. வோல்ட்ற்றுமானியின் வாசிப்பை 6 வோல்ட்றில் வைத்துக்கொண்டு, மோட்டர் தொழிற்படுத்தப்பட்டு, ஓர் அளந்த தூரத்தி னுடாக சுமையை உயர்த்துதற்கு வேண்டிய நேரம் குறிக்கப்பட்டது. இங்கு பெறப்பட்ட வாசிப்புக்கள் பின்வருமாறு :

அம்பியர்மானி வாசிப்பு 1.4 அம்பியர்,

வோல்ட்ற்றுமானி வாசிப்பு 6 வோல்ட்ற்று

சுமை உயர்த்தப்படவேண்டிய தூரம் 1.2 மீ.

எடுத்த நேரம் 10 செக்கன்.

- (a) சுமையை உயர்த்தச் செய்யப்பட்ட வேலையை (பூலில்) கணிக்க. ($g=10$ நியூற்றன்/கி.)
 (b) எவ்வளவு கூலோம் மின் 10 செக்கனில் மோட்டரினுடைய பாயும்?
 (c) 10 செக்கனில் பயன்படுத்தப்பட்ட மின் சக்தி எத்தனை பூலாகும்?
 (d) மோட்டரின் திறன் என்ன?
 (e) இங்கு சக்தி சேதமாகிறதெனக் கூறுவீர்களா?
 (f) (e) இற்கான விடை “ஆம்” எனின், இங்கு “சேதம்” என்பதை விளக்குக.

16. வினா 15 இற் குறிப்பிட்டுள்ள முறையானது நடைமுறையிற் சாத்தியமா? இவ்வொழுங்கின் சுற்றுப் படமொன்றை வரைக. வாய்ப்பு ஏற்படும்போது இத்தகைய பரிசோதனையொன்றைச் செய்து பார்க்க.
17. நிக்சுரோம் கம்பியொன்றினூடாக மின்னோட்டமொன்றைச் செலுத்த, மின்கலவருக்கொன்றி லிருந்து எடுக்கப்பட்ட மின் சக்தியையும், ஆக்கப்பட்ட வெப்பத்தையும் அளத்தற்கான கலோரி மாணிப் பரிசோதனையொன்றிலே பின்வரும் முடிபுகள் பெறப்பட்டன :

	(1)	(2)
செம்புக் கலோரிமாணியின் திணிவு	80 கி.	80 கி.
கொள்ளப்பெற்ற நீரின் திணிவு	100 கி.	100 கி.
நீரின் தொடக்க வெப்பநிலை	28.5° ச.	29.5 ச.
மின்னோட்டத்தின் வலிமை (அம்பியர்மணி வாசிப்பு)	1.8 அம்.	2.0 அம்.
வோல்ட்றுமானியின் வாசிப்பு (கம்பிக்குக் குறுக்கே யுள்ள அ.வி.)	7.2 வோ.	9.3 வோ.
நீரின் வெப்பநிலை	33.5° ச.	37.5° ச.
நேரம்	3 நிமி.	3 நிமி.

செம்பின் தன்வெப்பம் 0.1 எனக்கொண்டு, ஒவ்வொரு கூட்டம் வாசிப்புக்களையும் பயன் படுத்தி, 1 கலோரியின் பெறுமதியை யூலிலே கணிக்க. இங்கு, இப்பெறுமதிகள் வேறுபடு வதன் காரணத்தைக் கூற முடியுமா? 1 கலோரி=4.2 யூல் என்பதை ஏற்கப்பட்ட பெறுமதி யாகக் கொண்டு, இப்பரிசோதனையிலே வெவ்வேறான பெறுமதிகளைத் தரக்கூடிய வழக்களைக் குறிப்பிடுக. உதாரணமாக, அம்பியர்மணியினதும் வோல்ட்றுமானியினதும் வாசிப்புக்கள் வழவுள்ளனவா? அப்படியெனின், எந்த அளவிற்கு வழவுடையன? (இவை பத்தி லொன்றுகளை வாசிக்கக் கூடியதாக அளவு கோடிடப்பட்டுள்ளன.) இவை இரண்டும் இவ் வழுவிற்குக் காரணமானவையா? வெப்ப வாசிப்புக்களை இவ்வழக்கள் எங்ஙனம் பாதிக்கும்? இவை, முடிவை எங்ஙனம் பாதிக்கும்?

18. மின்னடுப்பொன்று A, B எனும் இரு சர்வசம மூலகங்களையும், (i) A யை மட்டும், (ii) A, B இரண்டையும் சமாதரத்தில், (iii) A, B இரண்டையும் தொடரில் பயன்படுத்தக் கூடிய ஆளி ஒழுங்கொன்றையும் கொண்டது. இம்மூலகங்கள் ஒவ்வொன்றினதும் தடை 20 ஓம் எனின், (i), (ii), (iii) ஆகியவற்றில் வெப்ப ஆக்க வீதத்தைக் கலோரி / செக். இற் காண்க. இவ்வடுப்பானது 240 வோல்ட்று வழங்கலுக்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளதெனவும், 1 கலோரி=4.2 யூல் எனவும் கொள்க.

சக்தியின் பெறுமதி 1 கி. வா. ம. இற்கு 8 சதமெனின், ஒவ்வொரு ஒழுங்கினையும் 1 மணி நேரத்திற்குப் பயன்படுத்த ஆகும் செலவைக் கணிக்க.

19. நீரானது குழாயொன்றினூடாக நிமிடத்துக்கு 2 லீற்றர் வீதத்திற் பாய்கின்றது. வெளிவழி யாற் பாயுமுன், குழாயில் அமைந்துள்ள வெப்பமாக்கும் மூலகொன்றால் நீர் வெப்ப மாக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு பாய்கையில் நீரின் வெப்பநிலை 30° ச. இலிருந்து 45° ச. இற்கு உயருமெனின், (i) ஓர் 240 வோல்ட்று வழங்கலிலிருந்து வழங்கப்பட வேண்டிய வலுவையும், (ii) அம்மூலகத்தின் இயல்தகு தடையையும் கணிக்க. (1 கலோரி=4.2 யூல்.)

20. ஒவ்வொன்றிலும் 40W (வா.), 230V (வோ.) எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ள 6 விளக்குகள், 230⁰ வோல்ட்று என்னும் மாற வோல்ட்றுளவிற் பேணப்படும் ஒரு வழங்கலுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு விளக்கும் எவ்வளவு மின்னோட்டத்தை எடுக்கும்? அவற்றிலுள்ள மொத் தச் சக்தி யாது?

இவ்விளக்குகளில் இரண்டு அகற்றப்பட்டு, இவற்றினிடத்தில் இரண்டு 60 வா 230 வோ விளக்குகள் இணைக்கப்படுகின்றன. இப்போது, ஒவ்வொன்றும் எவ்வளவு மின்னோட்டத்தை எடுக்கும் ? இவை யாவும் வேலைசெய்யும்போது, சக்தி என்ன வீதத்தில் நுகரப்படும் ? ஒவ்வொரு விளக்கின் குறுக்கேயும் உள்ள வோல்ற்றளவு யாது ?

21. 12 வோல்ற்று மி.இ.வி. உம் புறக்கணிக்கத்தக்க உள் தடையுங் கொண்ட மின்கலவடுக் கொண்டு, மோட்டர்க் காரொன்றின் இரு பக்க விளக்குகள், இரு தலைவிளக்குகள், இரு பின் விளக்குகள் என்பவற்றை ஒளியூட்டப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. தலை விளக்குகள் ஒவ்வொன்றும் 30 வாற்றும், ஏனையவை ஒவ்வொன்றும் 6 வாற்றும் உடையன.

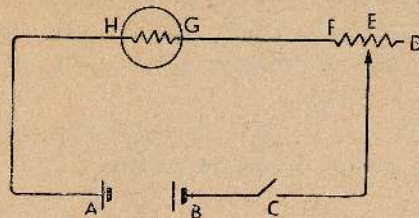
இவ்விளக்குகள் தொடரிலா, சமாந்தரத்திலா இருக்கும் ? இவை தொடரில் உள்ளனவெனக் கொண்டு, எல்லா விளக்குகளும் தொழிற்படும்போது மின்கலவடுக்கின் வலுப்பயப்பையும், டைனமோவால் மின்கலவடுக்கு எப்பொழுதும் மின்னேற்றப்படுகிறதெனக் கொண்டு ஒவ்வொரு விளக்கின் குறுக்கேயுமுள்ள வோல்ற்றளவையும் கணிக்க.

மின்கலவடுக்கின் கொள்ளளவு 70 அம்பியர்-மணி எனின், ஆறு விளக்குகளும் தொழிற்படும்போது மின்கலவடுக்கில் மின்னேற்றப்படவில்லையெனக் கொண்டு, (அறிமுறையாக) அது எவ்வளவு நேரம் நிலைத்துநிற்குமெனக் காண்க.

22. சுற்றொன்று ஒரு 12 வோல்ற்று மின்கலவடுக்கு, 3W (வா.) 6V (வோ.) விளக்கு, 50 ஒம் உயர்வுத் தடைகொண்ட மாறுந் தடை, ஆளி என்பவற்றைக் கொண்டது. (படம் 10.5) ஆளி போடப்பட்டு மின் பாய்கையில் அவ்விளக்கு ஒளிர்மலிருக்கக் காணப்பட்டது. இதனால், சுற்றிலே பிழையேதும் உள்ளதா என்னும் வினா எழுந்தது. 25 வோல்ற்று வரை வாசிக்கக் கூடிய மானியொன்று தரப்பட்டுள்ளது. இதனைக் கொண்டு பின்வரும் சோதனைகள் செய்யப்பட்டு, முடிபுகள் பதியப்பட்டன :

- (a) மின் பாயும்போது (i) A, B ஆகியவற்றிற்குக் குறுக்கே அ.வி. 12 வோ. என அளந்தறியப்பட்டது. (ii) A, C ஆகியவற்றிற்குக் குறுக்கே அ.வி. பூச்சியம், (iii) B, D ஆகியவற்றிற்குக் குறுக்கே அ.வி. உம் 12 வோ.

இங்கு பிழை என்னவாக இருக்கும் ? இது ஏன் ஏற்படுகின்றது ?



படம் 10.5

- (b) இப்பிழை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுத் திருத்தப்பட்ட பின்னர், விளக்கு ஒளிர்க் காணப்பட்டது. இப்போது (i) A, B (ii) B, C (iii) B, D ஆகிய அதே சோடி புள்ளிகளுக்கு வோல்ற்றுமானி வாசிப்புக்கள் யாவை ?

(இவ்விளக்கு 3 வாற்றை நுகர்கிறதெனக் கொள்க.)

- (c) பிழையான பகுதி விளக்கேயெனின், எத்தகைய ஒழுங்கான சோதனைகளும் முடிபுகளும் இம்மெய்ம்மையை வெளிக்கொணர்ந்திருக்கும் ?

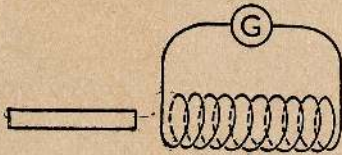
விடைகள்

4. 115.2 ஓம் ; $\frac{1}{2}$ கி. வா.
5. 60 வாற்று ; 2.9 கலோரி/செக்.
9. 19.6 நிமி.
10. 0.05 அம் ; 10 வோ.
11. 57.6 ஓம்.
12. 3/11 அம், 6/11 அம், 30 வாற்று, 60 வாற்று.
15. (a) 24 யூல், (b) 14 கூலோம், (c) 84 யூல், (d) 28.6 % யூல்.
17. 4.3 யூல், 3.9 யூல்.
18. (i) 685.7 கலோரி/செக், (ii) 1371.4 கலோரி/செக், (iii) 342.9 கலோரி/செக் ;
(i) 23 சதம், (ii) 46 சதம், (iii) 12 சதம்.
19. (i) 2.1 சிவா, (ii) 27.4 ஓம்,
20. 4/23 அம் ; 240 வாற்று-மணி ; 4/23 அம் ; 6/23 அம் ; 280 வாற்று ; 230 வோ.
21. 84 வாற்று ; 12 வோல்ற்று ; 50 நிமி.

தூண்டிய ஓட்டம்

மின்னோட்டம் கொண்ட கடத்தியொன்றைச் சூழ்ந்து ஒரு காந்தப் புலம் இருக்கும். அத்தியாயம் 3 இல் இத்தோற்றப்பாடு பற்றிப் பரிசீலித்தோம். ஒரு மின்னோட்டத்தை யுடைய தொரு கடத்தியின் சூழலிலுள்ள காந்தப் புலத்தை ஆராய்வதற்கு இரும்புத் துகள் கூளையும் உணர்திறன்மிக்க காந்தவூசிகளையும் பயன்படுத்தினோம்.

அத்தியாயம் 3 இல் நாம் படித்த விளைவிற்கு எதிர்மாறான விளைவும் உண்மையானதா என்பதைப் பரிசீலித்தல் பயனுடையது. இதனைச் செய்வது எங்ஙனம்? நிலையானதொரு காந்தத்திலிருந்து காந்தப் புலத்தைப் பெறலாம். இங்கு, கடத்தியாக ஒரு செம்புக் கம்பித் துண்டைப் பயன்படுத்துவோம். மின்னோட்டத்தைக் கொண்டுள்ள ஒரு வரிச்சுருளின் காந்தப் புலம், மின்னோட்டத்தைக் கொண்டுள்ள ஒரு நேரக் கம்பியினாலானதை விட, வலிமை கூடியதென நாம் அறிவோம். ஆதலால் இக்கம்பியைக் கொண்டு ஒரு வரிச்சுருளை அமைப்போம். பின்னர், ஒரு காந்தத்திற்குக் கிட்ட இவ்வரிச்சுருளை வைப்போம் (படம் 11.1). இப்பொழுது கடத்தியில் மின்



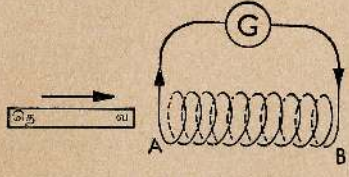
படம் 11.1

னோட்டமெதுவும் பாயுமா? மின்னோட்டமேதும் பாய வேண்டின், இவ்வரிச் சுருளானது அடைத்த சுற்றில் இருக்க வேண்டும். மின்னோட்டம் உள்ளதா என எத்தகைய அறிகுறி கொண்டு அறியலாம்? இதற்குரிய நேரடி முறைகளிலொன்று, வரிச்சுருளுடன் தொடரில் ஒரு

கல்வனோமானியைத் தொடுதலாகும் (படம் 11.1). பள்ளிக்கூட ஆய்கூடங்களிற் கிடைக்கக் கூடிய உணர்திறன்மிக்க மையப்பூச்சியக் கல்வனோமானியை இத்தேவைக்காகத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். மின்னோட்டத்தின் திசை எதுவாயினும் அதனைக் காட்டக் கூடியதாக இருப்பதனாலேயே மையப்பூச்சியக் கல்வனோமானி தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றது. காந்தத்தை வரிச்சுருளினுள் அல்லது அதற்கு வெளியே வைக்கலாம். இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் சட்டக் காந்தத்தின் காந்தப் புலத்தில் வரிச்சுருள் இருக்கும். இவ்வாறு செய்த பின்னரும், காந்தப் புலத்தில் இருக்கின்ற வரிச்சுருளில் மின்னோட்டமெதுவும் பாயும் அறிகுறி தென்படவில்லை என நீங்கள் காண்பீர்கள். அதில் மின்னோட்டம் இருந்தும், அதனைக் கல்வனோமானி உணரமுடியாத அளவிற்கு அது மிகச் சிறியதாக இருக்கலாம்; அல்லது, காந்தப் புலம் வலிமையற்றதாக இருக்கலாம். அது வரிச்சுருளில் மின்னோட்டமெதுவும் பாயுமாறு செய்யும் அளவிற்கு வலிமையற்றதாக அமையலாம். ஆகவே, உணர்திறன் கூடிய கல்வனோமானியையும், வலிவுகூடியதொரு புலத்தைப் பெறுதற்கு மேலும் பல காந்தங்களைப் பயன்படுத்தி, பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. இன்னும் திரும்பவெதையும் நீங்கள் அவதானிக்க முடிவதில்லை. வரிச்சுருள் காந்தப் புலத்தில் இருப்பினும் அதில் மின்னோட்டமெதுவும் பாயாதிருக்கலாம். காந்தங்களைக் கையாள்கையில், கல்வனோமானி ஊசியின் சுருதியான அசைவுகளை நீங்கள் தற்செயலாகக் கண்டிருக்கலாம். அசையாத ஒரு காந்தம் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குவதில்லையென்பதும் அசையும் காந்தம் உண்டாக்குகிறதென்பதுமே இதன் கருத்தா? இக்கருத்தை மேன்மேலும் ஆராய வேண்டும். இனி, வரிச்சுருளின் சூழலிலே காந்தங்களை அசைப்பதன் விளைவைப் பரிசீலிப்போம். இது வேறெவ்

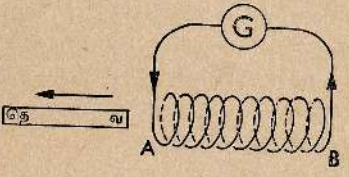
விடத்திலிருந்தும் ஒரு காந்தப் புலத்தை வரிச் சுருள் இருக்கும் இடத்திற்குக் கொண்டுவது போன்றதாகும்.

(நி. க. அ. 22 அல்லது 19 உள்ள) செம்புக் கம்பியின் 100 சுற்றுக்களையும் ஏறத்தாழ 2 அங். விட்டத்தையும் கொண்டதொரு வரிச் சுருளை அமைக்க. படம் 11.2 (a) யிற் காட்டிய



படம் 11.2 (a)

வாறு வரிச்சுருளின் நுனிகளுடன் ஒரு மையப் பூச்சியக் கல்வனோமானியைத் தொடுக்க. வரிச் சுருளை, அதன் அச்சக் கிடையாது இருக்குமாறு ஒரு மேசை மீது வைக்க. ஒரு வலியுள்ள



படம் 11.2 (b)

சட்டக் காந்தத்தின் வடமுனைவை நுனி A யிற் குள் வைக்க (படம் 11.2 (a)). கல்வனோமானியூசியிற் சடுதியாய் ஏற்படும் திரும்பல்களை அவ

வரிச்சுருளின் நுனி A யுடன் செய்யும் போது :—

தானிக்க. படம் 11.2 (a) யிற் காட்டப்பட்டுள் ளதுபோன்ற தொரு வரிச்சுருளுக்கு வலது புறமான ஒரு திரும்பல் உண்டாவதைப் பெரும்பாலும் காண்பீர்கள். இனி, காந்த த்தை வரிச்சுருளிலிருந்து நகர்த்துக., இப்போது திரும்பல் என்ன திசையிலிருக்கும்? படம் 11.2 (b)யிற் காட்டியவாறுள்ள வரிச் சுருளுக்குத் திரும்பல் இடதுபுறமாயிருக்கும். காந்தம் நகராது இருக்கும் போது, அ-து, அது ஓய்விற பேணப்படும்போது, ஊசி பூச்சி யத்திற்கு மீண்டுந் திரும்பும். காந்தத்தின் வட முனைவு வரிச்சுருளை நோக்கி நகர்கை யிலும் அது வரிச்சுருளினுள் நகர்கையிலும், வலது புறமானதொரு திரும்பலைத் தரும் திசையிலே கல்வனோமானியூடாக ஒரு மின் னோட்டம் பாயும். வட முனைவு அசைதல் ஓழிந்து சற்றுப் பின்னர், மின்னோட்டமும் ஓழியும். இவ்வோட்டம் தூண்டிய ஓட்டம் எனப்படும். இவ்வாறாக மின்னோட்டம் உண் டாகப்படும் தோற்றப்பாடானது மின்காந்தத் தூண்டல் எனப்படும். வடமுனைவை அகற் றியதும் கல்வனோமானியூசி இது புறமாய் நகரும் இது, கல்வனோமானியூடாக B யிலிருந்து A யிற்கு ஒரு தூண்டிய ஓட்டம் பாய்வதைக் குறிக்கும். காந்தத்தின் வட முனைவிற்குப் பதிலாகத் தென்முனைவைப் பயன்படுத்தி இப்பரிசோதனையை மறுபடியிஞ் செய்யக. நுனி B யிற்கு இப்பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க. முடிவுகளைக் கீழ்க் காட்டிய வாறு அட்டவணைப்படுத்துக :—

காந்தத்தின் இயக்கம்	கல்வனோமானியூசியின் திரும்பல்	கல்வனோமானியூடாக மின்னோட்டம் பாய்தல்
வடமுனைவைப் புகுத்தல்	வலதுபுறமாக	A யிலிருந்து B யிற்கு
வடமுனைவை அகற்றல்	இடதுபுறமாக	B யிலிருந்து A யிற்கு
தென்முனைவைப் புகுத்தல்	?	?
தென்முனைவை அகற்றல்	?	?

காந்தத்தின் இயக்கம்	கல்வனோமானியுசியின் திரும்பல்	கல்வனோமானியுடாக மின்னோட்டம் பாய்தல்
வடமுனைவைப் புகுத்தல்	?	?
வடமுனைவை அகற்றல்	?	?
தென்முனைவைப் புகுத்தல்	?	?
தென்முனைவை அகற்றல்	?	?

படம் 11.2 (a) யிலே, A யிலிருந்து B யிற்கு ஒரு மின்னோட்டம் பாய்வதைக் கல்வனோமானி காட்டுமபோது, அது வரிச்சுருளி னூடாக எவ்வாறு பாய்கிறது? மின்னோட்டம் பாய்வதற்கு ஓர் அடைத்த சுற்று இருக்க வேண்டுமென நாம் அறிவோம். படம் 11.2 (a) யிலே வரிச்சுருளில் B யிலிருந்து A யிற்கு மின்னோட்டம் பாயும். இதே லோன்று, படம் 11.2 (b) யிலே வரிச்சுருளில் A யிலிருந்து B யிற்கு மின்னோட்டம் பாயும். வரிச்சுருளொன்றில் மின்னோட்டம் பாயும் போக்கினை விவரித்தற்கான முறையொன்றை அத்தியாயம் 3 இற் பயன்படுத்தியுள்ளோம். நாம் வரிச்சுருளின் அச்சுவழியே அதன் நுனியை நோக்கிப் பார்ப்பதாகக் கற்பனை செய்து, கம்பியின் சுற்றுக்களிலே ஓட்டம், வலஞ்சுழியானதா, இடஞ்சுழியானதா என்பதைக் கூறிவிடுகிறோம். (படம் 11.2 (a) யில்) சுருளை N-முனைவு அணுகும்போது நுனி A யை அவதானித்தால், தூண்டிய ஓட்டம் இடஞ் சுழியானதென்பதைக் காணலாம்.

தூண்டிய ஓட்டத்தின் விளைவான காந்த முனைவுகள்

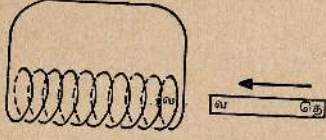
மின்னோட்டத்தைக் கொண்டுள்ள வரிச்சுருள் ஒரு காந்தம்போல் நடந்து கொள்ளுமென அத்தியாயம் 3 இற் படித்தோம். வரிச்சுருளில் ஒரு தூண்டிய ஓட்டம் பாயும் போது, அதன் நுனிகள் காந்த முனைவுகள் போன்று நடந்து கொள்ளும். ஒரு வரிச்சுருளின் அச்சுவழியாகப் பார்க்கும்போது ஒரு வலஞ்சுழி மின்னோட்டப் பாய்ச்சல் அந் நுனியை ஒரு தென் காந்த முனைவு போன்று செயலாற்ற வைக்கு மெனவும் அத்தியாயம் 3 இற் படித்தோம். ஓர் இடஞ்சுழிப் பாய்ச்சல் அந் நுனியை ஒரு

வட காந்த முனைவாகச் செயலாற்ற வைக்கும். அசையும் காந்தத்தின் வடமுனைவானது வரிச்சுருளின் நுனி A யை அணுகும் போது (படம் 11.2 (a)), இவ்விதக்கிளைக்க A யில் ஒரு வட காந்த முனைவைக் காணலாம். நிலையான காந்தத்தின் வடமுனைவானது வரிச்சுருளின் நுனி A யை அணுகும்போது அந் நுனியிலே உள்ள தூண்டுக்கையின் திசை இடஞ் சுழியாக இருக்குமென எமது அவதானிப்புகள் காட்டுகின்றன. வரிச்சுருளின் அந் நுனி ஒரு தூண்டிய வடமுனைவைப் பெறுமென்பதே இதன் கருத்து. வரிச்சுருளின் அதே நுனியிலிருந்து நிலையான காந்தத்தின் வட முனைவு பிரியும்போது அந் நுனி ஒரு தூண்டிய தென்முனைவைப் பெறும்.

நிலையான காந்தத்தின் வடமுனைவானது முதலில் வரிச்சுருளின் நுனி B யை நோக்கி அமையுமாறும், பின்னர் அதிலிருந்து பிரியுமாறும் செய்யப்படிவன் B யில் எம்முனைவுகள் தூண்டப்படுமென்பதைத் துணிதற்கு இவ்விதியைப் பயன்படுத்த முடியுமா?

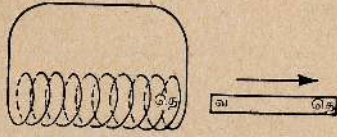
நிகராக் காந்த முனைவுகளிடையே கவர்ச்சியும் நிகர்த்த காந்த முனைவுகளிடையே தள்ளு கையும் உள்ளனவென்று நாம் அறிவோம். ஆகவே நிலையான காந்தம் ஒரு வரிச்சுருளை நோக்கி அசையும்போது (ஓர் அடைத்த சுற்றில்) வரிச்சுருளின் நுனிக்கும் நிலையான காந்தத்தின் ஒரு முனைவுக்குமிடையே ஒரு தள்ளுகை உண்டென நாம் எதிர்பார்க்கலாம். இதே போன்று, நிலையான காந்தம் வரிச்சுருளிலிருந்து விலகும்போது, வரிச்சுருளின் நுனிக்கும் நிலையான காந்தத்தின் முனைவு

க்குமிடையே ஒரு கவர்ச்சியை எதிர்பார்க்கலாம். அதாவது, படம் 11.3 (a) யிற்



படம் 11.3 (a)

காட்டியுள்ள ஒழுங்கில், வரிச்சுருளானது நிலையான காந்தத்திலிருந்து விலகியும், படம் 11.3 (b) யிற் காட்டியுள்ள ஒழுங்கில் அது நிலையான காந்தத்தை நோக்கி அசைதற்கு நாடும்.



படம் 11.3 (b)

அசையாத காந்தங்களையும் அசையும் சுருள் களையும் கொண்டு தூண்டிய ஓட்டங்கள்

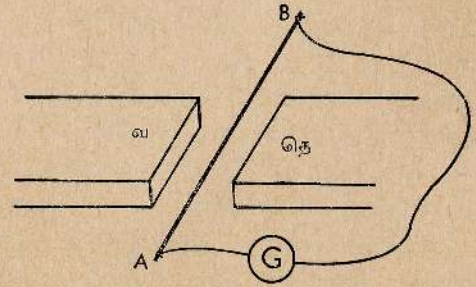
காந்தம் அசையாது வைபட, வரிச் சுருளை அசைப்பதால் தூண்டிய ஓட்டங்களைப் பெறலாம். காந்தம் அசையாத வரிச்சுருளினுள் தள்ளப்பட்டபோது நாம் பெற்ற அதே முடிபுகளை, காந்தத்தின் நுனியை நோக்கி வரிச்சுருளின் நுனியை அசைப்பதன் மூலமும் பெறலாம். ஏலவே நிறுவியுள்ள விதியைக் கொண்டு தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசையைத் துணியலாமென நாம் எதிர்பார்க்கலாம். சுருள் அசையாதிருக்கக் காந்தம் அசையும் போது, இவ்விதியைப் படங்கள் 11.3 (a) யும் (b) யும் எடுத்துக் காட்டுகின்றன. காந்தம் அசையாதிருக்கச் சுருள் அசையும் வகைக்கான ஒத்த வடிவத்தை உங்களால் வரைய முடியுமா? அவையிரண்டும் அசைகையில் என்ன நிகழும்?

வலக்கை விதி

ஓர் அடைத்த வரிச்சுருள்பற்றி நாம் இது வரை படித்தது, அது ஒரு காந்தப் புலத்தில் அசையும்போது, அதனுடே ஒரு தூண்டிய ஓட்டம் உண்டாக்கப்படும் என்பதாகும். ஒரு

நேர்க் கடத்தியை இதே மாதிரியாக ஒரு காந்தப் புலத்தில் அசைக்கும்போது அக்க கடத்தியில் ஓர் ஓட்டம் தூண்டப்படுமா? ஒரு நேர்க் கடத்தியில் ஓர் ஓட்டம் பாய வேண்டுமாயின், அக்கடத்தி ஓர் அடைத்த சுற்றின் ஒரு பகுதியாக அமையவேண்டுமென நாம் அறிவோம். ஆகவே (நி. க. அ. 18 உள்ள) ஒரு தடித்த செம்புக் கம்பியை ஒரு மையப் பூச்சியக் கல்வனோமானியோடு தொடரிலே தொடுத்து (படம் 11.4), நேர்ப் பகுதியாகிய AB யை ஒரு வலிய காந்தங்களின் நிகராத முனைவுகளிடையேயுள்ள காந்தப் புலத்தின் குறுக்கே அசைப்போம். (ஒரு வலிமையான காந்தப் புலத்தைப் பெறவே ஒரு காந்தங்களைப் பயன்படுத்துகிறோம்.)

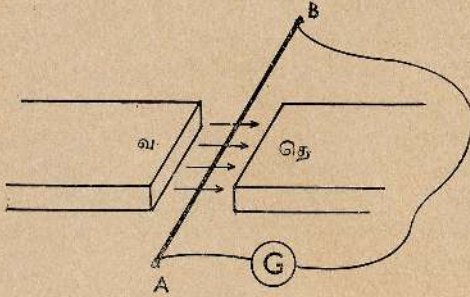
கம்பி அசையும்போது காந்தப் புலத்தைச் செங்கோணங்களிலே வெட்டும் ஒரு நிலைக்குத்துத் தளத்திலே கம்பியை முதலில் மேலும், பின்னர் கீழும் அசைக்க. AB கீழ் நோக்கி அசையும்போது கல்வனோமானி காட்டும் திரும்பல் ஒரு திசையிலும், AB மேல் நோக்கி அசையும்போது திரும்பல் எதிர்த் திசையிலும் இருக்குமென நீங்கள் அவதானிப்பீர்கள். நிலைக்குத்துடன் சாய்ந்துள்ள பல்வேறு தளங்களிலே கம்பி AB யை அசைக்க. இப்போதும் ஒரு திரும்பலை அவ



படம் 11.4

தானிக்கலாம்; ஆனால், இது முன்பினும் சிறியதாக இருக்கும். இப்பரிசோதனையைப் பல தடவை திருப்பிச் செய்க. ஒவ்வொரு தடவையும், கல்வனோமானியிலே திரும்பலே தும் இருக்கிறதா என்பதை அவதானித்து, திரும்பலின் திசையைக் குறித்துக் கொள்ள மறக்க வேண்டாம். அது எவ்வளவு பெரிய தென்பதையும் அவதானிக்க வேண்டும். AB யானது காந்தப் புலத்தை விசைக் கோடு

களின் திசைக்குச் செங்குத்தாக வெட்டும் போது, திரும்பல் மிகவும் பெரியதென்ற முக்கியமான முடிபுக்கு இவ்வவதானிப்புக்கள் பொதுவாக உங்களை இட்டுச் செல்லும். விசைக் கோடுகளுக்குச் சமாந்தரமாக AB அசையும்

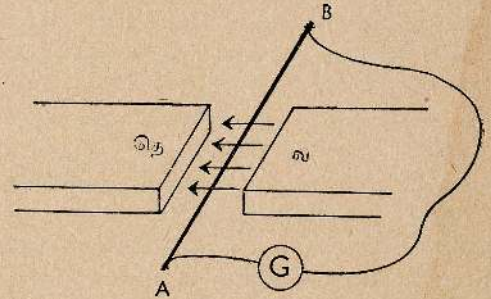


படம் 11.5

போது கல்வனோமானியிலே திரும்பலேதும் இராது. AB யைக் காந்தப்புலத்திற்குக் குறுக்கே அசைக்கும் திசையின் போக்கிற்குத் தக, கல்வனோமானியிலே திரும்பலின், திசை எவ்வாறு மாறுகிறதெனவும் கண்டீர்கள், உதாரணமாக, படம் 11.5 இல் AB யானது மேல்நோக்கி இயங்கும்போது கல்வனோமானி காட்டியபடி மின்னோட்டம் ஒரு குறித்த திசையிலும், AB கீழ்நோக்கி இயங்கும் போது எதிர்த் திசையிலும் இருக்கும், அதாவது, AB யானது புலத்தின் குறுக்கே வெட்டும்போது அசையும் திசையின் போக்கைப் பொறுத்து AB யிலுள்ள மின்னோட்டம் A யிலிருந்து B யிற்கோ, B யிலிருந்து A யிற்கோ பாயும். இதிலிருந்து, AB யிலுள்ள மின்னோட்டத்தின் திசை எதோவொரு விதத்திலே காந்தப் புலத்தின் திசையுடன் தொடர்புபட்டுள்ளதென நீங்கள் எண்ண இடமுண்டு. காந்தப் புலத்தின் திசையை மாற்றி உங்கள் பரிசோதனையை, மறுபடியுஞ் செய்ய நீங்கள் தீர்மானிப்பதாகக் கருதுவோம். காந்தத்தின் ஒழுங்கு, படம் 11.6 இலுள்ளவாறு இருக்கும்.

இரு காந்த முனைவுகளுக்கிடையே உள்ள காந்தப் புலத்தின் திசையை அம்புக்குறிகள்

காட்டும். கடத்தி AB யை இப்புலத்திற்குச் செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கி அசைக்க. AB கீழ்நோக்கி இயங்கும்போது தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசையானது, காந்தங்கள் படம் 11.5 இற்காட்டியவாறு இருக்க. AB கீழ் நோக்கி அசைக்கப்பட்டபோது பெறப்பட்ட திசைக்கு, எதிராக இருப்பதை நீங்கள் அவதானிப்பீர்கள். உண்மையில் இதுபற்றி மேலதிகமாகவும் கூற உங்களால் முடியும். கல்வனோமானி காட்டும் திரும்பலின் திசையைக் கொண்டு, கல்வனோமானியூடாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசையை உய்த்தறிவது எப்படியென்று நீங்கள் முன்பே கண்டீர்கள். இம்மெய்ம்மையைக் கொண்டு, படம் 11.5 இல் AB கீழ்நோக்கி இயங்கும்போது தூண்டிய ஓட்டமானது AB யில் B யிலிருந்து A யிற்குப் பாயுமென உய்த்தறியலாம். படம் 6 இற்காட்டிய ஒழுங்கில், அதே திசையில் ஒரு திரும்பலைப் பெற AB யை மேல்நோக்கி அசைக்க வேண்டும். ஆகவே, AB யின் இயக்கத் திசையை, அல்லது காந்தப் புலத்தின் திசையை மாற்றுவது தூண்டிய



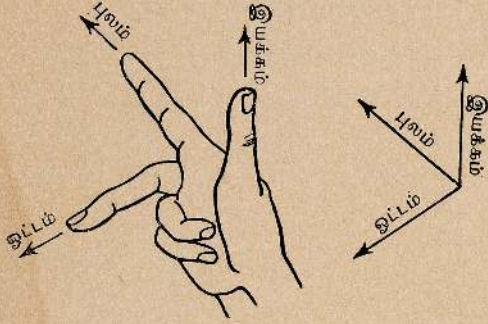
படம் 11.6

ஓட்டத்தைப் புறமாற்றுமென அறிகிறோம். இயக்கத் திசையையும் புலத்தின் திசையையும் மாற்றுதலால், தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசையை மாற்ற முடியாது. இங்கு தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசையைக் துணிதற்கேற்ற விதியைப் பெறலாம்.

உமது வலக்கையின் பெருவிரல், முதல் விரல், நடுவிரல் ஆகிய மூன்றையும் ஒன்றுக்கொன்று

செங்குத்தாகப் பிடிக்க. காந்தப் புலத்தின் திசையிலே முதல் விரலையும் கடத்தியின் இயக்கத் திசையிலே பெருவிரலையும் வைத்திருக்க. எனின், தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசையானது உமது நடுவிரல் சுட்டிக் காட்டும் திசையாலே தரப்படும் (படம் 11.7) இது வலக்கை விதி எனப்படும்.

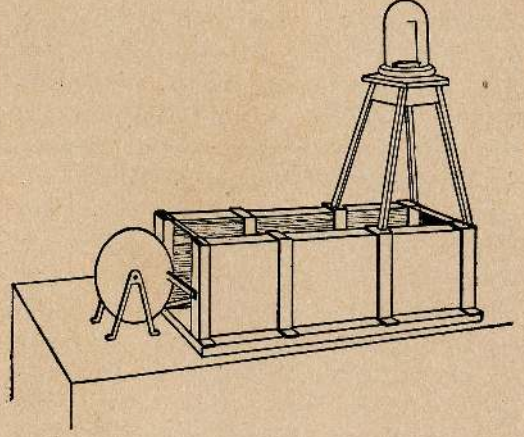
கடத்தியை ஒரு காந்தப் புலத்தின் குறுக்கே மேலும் கீழும் அசைப்பது, அதில், எதிர்த்திசையிலே தூண்டிய கண்ணீர் ஓட்டங்களை உண்டாக்கும். சுற்றொன்றில் ஓய் திசையிலே ஓர் ஓட்டத்தைச் செலுத்துவதற்கு இவ்வினாவை எவ்வழியிலும் பிரயோகிக்க முடியுமா? ஓர் உறுதியான ஓட்டத்தைப் பெறுவதற்குக் கடத்தியை ஒரே திசையில் எப்பொழுதும் இயக்கிக் கொண்டே இருக்க வேண்டுமென எமது பரிசோதனைகளிலிருந்து காணக்கூடியதாக இருக்கின்றது. கடத்தியாற் புலத்தை வெட்டுமாறு



படம் 11.7

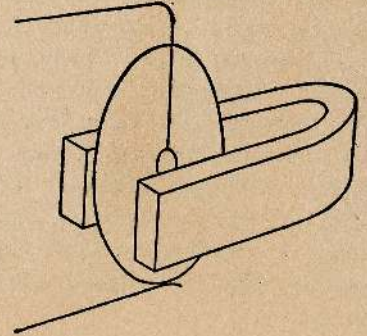
அதனை ஒரு சில்லின் ஆரக்கால்கள் டோன்று சுழற்றுதல் தொடர்ச்சியான இயக்கத்தைப் பெறுதற்குரிய ஒரு முறைபாடும். அது புலத்தை வெட்டிக் கொண்டு, புலத்தை நோக்கி வந்தும், அதனினு புறப்படும், மீண்டும் மீண்டும் இயங்கும். உண்மையில், புறம்பான கடத்திகள்பல இங்கு அவசியமில்லை. இதற்கு ஒரு செம்புத் தட்டை போதுமானது. மின் காந்தத் தூண்டல் பற்றிய தோற்றப்பாட்டைக் கண்டுபிடித்த, புகழ்பெற்ற விஞ்ஞானியாகிய பரடே இவ்வாறு அவ்வேற்பாட்டை அமைத்தார் மையத்தாடாக ஓர் அச்சுடற்றிப் சுற்றப்படும் ஒரு செம்புத் தட்டை அவர் பயன்படுத்தினார் (படம் 11.8) தட்டின் எந்த ஆரையும் அசையுங் கடத்தியாக அமைந்தது. முனைவுகளுக்கிடையேயான வெளியிலே தட்டு நிலைகொள்ளுமாறு

காந்தங்களை வைப்பதன் மூலம் ஒரு வலிய புலம் பெறப்பட்டது. தட்டின் ஓரத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்குமாறு ஒரு நுண்வில் வைக்கப்பட்டது.



படம் 11.8

கலன்களையும் அவற்றின் தொழிற்பாட்டையும் பற்றிப் படிக்கும்போது, சுற்றிலே பாயும் மின்னோட்டம் கலத்தின் மின்னியக்க விசையாற் செலுத்தப்படுகிறதென அறிந்தோம். இங்கு, கல்வனோமானியும் AB யும் இணைக்கும் கம்பிகளாலே தொடுக் கப்பட்டு, சுற்று அமைக்கப்படுகின்றது. இங்கு, கல்மொன்றின் மி. இ. வி. போன்ற மி. இ. வி எதுவும் இல்லை. ஆனால், காந்தப் புலத்தின் குறுக்கே AB அசையும் போது இச்சுற்றில் ஒரு மின்



னோட்டம் பாயுமெனக் கண்டுள்ளோம் மின்னோட்டத்தின் திசையானது திசை AB யிலும் காந்தப் புலத்தின் திசையிலும் தங்கி

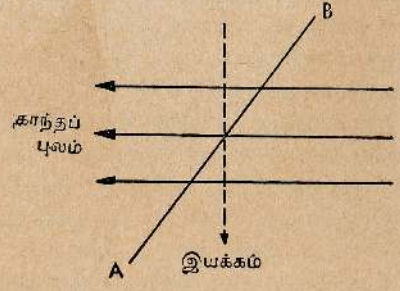
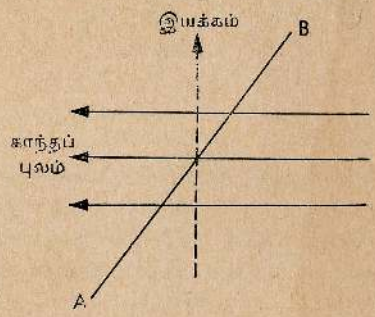
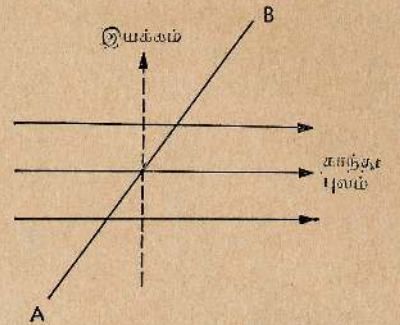
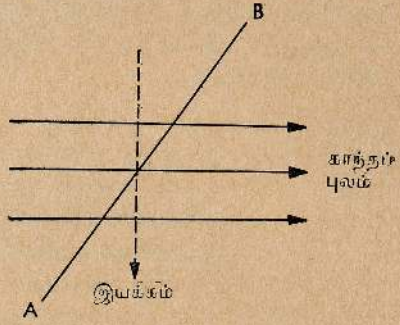
யுள்ளதெனவும் கண்டுளோம். இங்கு, சுற்றி னூடாக இம்மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துவது யாது ?

அவதானித்த மெய்ம்மைகளைக் கொண்டு, புலத்தின் குறுக்கேயுள்ள AB யின் இயக்கமே மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குகிறதென்னும் முடிபுக்கு வர வேண்டியுள்ளது. ஆனால் மின்னோட்டம் பாய்தற்கு ஒரு மி. இ. வி. இருக்க வேண்டும். ஆகவே, காந்தப் புலத்தின் குறுக்கே AB அசையும்போது அதன் நுனிகள் A, B என்பவற்றிடையே ஒரு மி. இ. வி. தூண்டப்படுமென்ற கருதுகோளை முன்வைக்கிறோம். இவ்வாறு செய்வது கடினமான தொரு காரியமன்று. ஆனால், AB ஆனது ஓர் அடைத்த சுற்றிலிருந்தாலென்ன, திறந்த சுற்றில் இருந்தாலென்ன, ஒரு தூண்டிய மி. இ. வி. இருக்குமென்னும் மெய்ம்மையே இங்கு முக்கியமாகும். நாம் எமது பரிசோதனைகளிற் பயன்படுத்திய ஒழுங்கிற்போன்ற ஒரு கல்வனோமானியூடாக மின்னோட்டம் பாயச் செய்ய இத்தூண்டிய மி. இ. வி. யைப் பயன்படுத்தலாம். விளக்கேற்றுதல், வெப்ப மாக்குதல் சுருள்கள் போன்றவற்றுக்கும் அதனைப் பிரயோகிக்கலாம்.

கடத்திய AB யானது புலத்தின் குறுக்கே கீழ்நோக்கி அசையும்போது B யிலிருந்து A யிற்கு ஒரு மி. இ. வி. உண்டாக்கப்படவேண்டும் (வலக்கை விதி). A யிற்கும் B யிற்கும் நாம் தொடுத்த கல்வனோமானியூடாக இதுவே ஒரு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகின்றது. இம் மி. இ. வி. எவ்வளவு பெரியது? தூண்டிய மி. இ. வி.கள் செய்ம்முறை முக்கியத்துவம் உடையனவாக இருக்க வேண்டின், இது ஒரு பெரிய பிரச்சினையாக அமையும். எமது பரிசோதனைகளில் ஓர் உணர்திறன்மிக்க கல்வனோமானியைப் பயன்படுத்தினோம். அது அதிசுறிய மின்னோட்டங்களையும் உணரவல்லது. நாம் ஓர் அம்பியர்மானியை, அல்லது மில்லியம்பியர் மானியைத்தானும் பயன்படுத்தியிருப்பின், திரும்பலெதையும் கண்டிருக்க மாட்டோம்.

பரிசோதனைத் தரவுகள், அனுமானங்கள் கொண்டதொரு திரட்டு எம்மிடம் உள்ளது. முதலில், தூண்டிய ஓட்டம் பற்றிய எண்ணத்தைப் பயன்படுத்தி இவற்றைப் பொழிப்பாக்கி, ஒரு வசதியான ஒழுங்கில் அமைப்ப

தெங்ஙனம் என யோசிப்போம். ஒரு நேர்க்கடத்தி (AB) உக்கும், இரு காந்தங்களின் நிகரா முனைகளுக்கிடையேயுள்ள புலத்தை, அல்லது ஒரு பரியிலாடக் காந்தத்தின் முனைவு



படம் 11.9

களுக்கிடையேயுள்ள புலத்தை ஒத்த ஒரு காந்தப் புலத்திற்கும் மட்டுமே இவ்வாறு பொழிப்பாக்குவோம். பரிசோதனை அவதானிப்புக்கள் மீண்டும் படங்கள் (a), (b), (c), (d) யில் தரப்பட்டுள்ளன :

(a) தூண்டிய (A யிற்கும் B யிற்கும்
மி. இ. வி. இணைத்த கல்வனோமானி
B யிலிருந்து யிலுள்ள திரும்பல்
A வரை இம்முடிப்புக்கு வழி வகுக்கின்றது.)

தூண்டிய („ „)

மி. இ. வி.

B யிலிருந்து

A வரை

(c) தூண்டிய („ „)

மி. இ. வி.

B யிலிருந்து

A வரை

(d) தூண்டிய („ „)

மி. இ. வி.

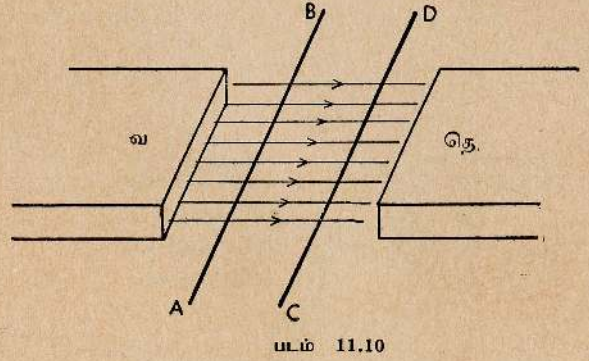
A யிலிருந்து

B வரை

டைனமோ

கலங்கள் பயன்படுத்தப்படும் போது, இரண்டு, அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட கலங்களைத் தொடரிலே தொடுத்து மி.இ.வி. யை அதிகரிப்பதே வழக்கம். இவ்வழியாக, 2 வோல்ட்டு, 6 வோல்ட்டு, 12 வோல்ட்டு கலங்களை அமைக்கலாம். உலர் மின்கலங்களைத் தொடரிலே தொடுத்து நூற்றுக்கணக்கான வோல்ட்டுகளை அமைக்கலாம். AB யையும் AB போன்ற வேறு கடத்திகளையும் தொடரிலே ஒழுங்கு செய்வதால், அவற்றிலே தூண்டப்பெறும் மி.இ.வி. கள் கூட்டப் பெற்றுப் பெறுமதி பன்மடங்காகப் பெருக்கமுறுமா? இரு கலங்கள் தொடரிலே இருக்கும்போது கல்மொன்றின் நேர் முடிவிடம் மற்றதன் மறை முடிவிடத்துடன் தொடுக்கப்படும்.

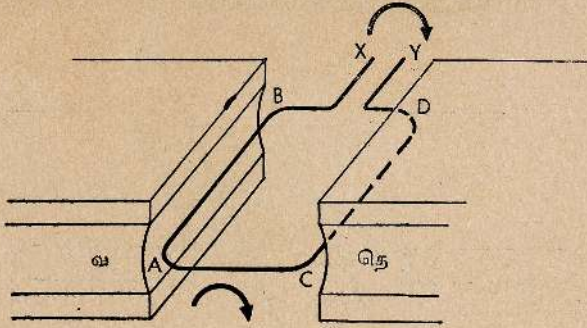
C D என்னும் இன்னொரு கடத்தியில் (படம் 11.10), C யானது உயரமுத்தத்திலுள்ள அந்தமெனின், A யை C யுடன் இணைத்தல் B, D ஆகிய அந்தங்களின் குறுக்கே உள்ளதிலும் பார்க்க, அதிகமான அழுத்த வித்தியாசத்தைத் தர வேண்டும்



(AB கீழ் நோக்கிச் செல்வதால் அந்தம் B யில் உயரமுத்தம் இருக்கும்). ஓர் உணர் திறன்மிக்க வோல்ட்டுமானியை B, D ஆகிய வற்றுக்கு இணைத்தால், அது B, A என்பவற்றுக்கு இணைக்கப்படுவதிலும் பார்க்கப் பெரிய பெறுமதியை அதே போக்கில் கொடுக்க வேண்டும். இப்போது C யானது உயர் அழுத்தத்தில் இருக்க வேண்டின், CD மேல் நோக்கி இயங்க வேண்டும். CD மேல்நோக்கி இயங்குகையில், AB கீழ்நோக்கி இயங்கும். பின்னர் AB மேல்நோக்கியும் CD கீழ் நோக்கியும் இயங்க வேண்டும். எனின், வலக்கை விதிப்படி, A யானது B யிலும் பார்க்க உயரமுத்தத்திலும் D யானது C யிலும் பார்க்க உயரமுத்தத்திலும் இருக்கும். இங்கேயும் அந்தங்கள் B, D என்பவற்றிற்கிடையே ஓர் உயரமுத்தத்தைப் பெறலாம். AB யையும் CD யையும் ஒரு செவ்வகத் தடத்திற் சுழற்றுதலால், மேலுள்ள பேறுகளை எளிதிற் பெறலாமெனத் தோன்றுகிறது. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட BACD போன்ற தடங்களைக் கொண்டு, தூண்டிய மின்னியக்க விசையை மேலும் அதிகரிக்கலாம். BACD போன்ற பல தடங்கள் தேவைப்படும். அத்துடன், முழுவதும் ஒரு தட்டைச் சுருளாக அமைப்பும். செய்யமுறை, டைனமோவிலுள்ள ஒழுங்கின் தத்துவம் இதுவேயாகும்.

டைமோ என்பது, மின்காந்தத் தூண்டலாகிய தோற்றப்பாட்டைப் பயன்படுத்தி மி.இ.வி. யைப் பிறப்பிக்கும் ஒரு பொறியாகும். BACD தொடர்ந்து சுழற்றப்பட, AB யானது ஒவ்வொரு சுழற்சியின் அரை

அந்தமாக எப்பொழுதும் இராதாதலின் பாதி வளையம் முதலில் ஒரு தூரிகையுடன் தொடுகைக்கு வந்து, மற்றைய பாதியில் அதே டாதிவளையம் மற்றைத் தூரிகையுடன் தொடுகைக்கு வருகின்றது (படம் 11.12)

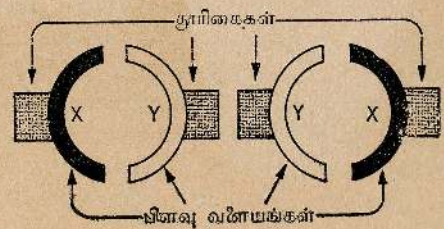


படம் 11.11

வாசியில் கீழ்நோக்கியும், மற்றைய அரைவாசியில் மேல்நோக்கியும் இயங்கும். இதே, போன்று CD யும் மேல்நோக்கியும், பின்னர் கீழ்நோக்கியும் செல்லும். இரண்டாம் அரைவாசிக் சுழற்சிக்கு மி.இ.வி. கள் புறமாற்றப்படுவதாகக் காணப்பட்டுள்ளது. இதன் விளைவாக, சுயாதீன நுனி X ஆனது ஒரு கடத்தில் ஒரு நேர் அழுத்தத்தையும், மற்றைய வேளைகளில் ஒரு மறை அழுத்தத்தையும் பெறுகின்றது. X ஒரு நேர் (மறை) அழுத்தத்தில் இருக்கும் போது Y மறை (நேர்) அழுத்தத்தில் இருக்கும். ஓர் அடைத்த சுற்று வடிவில் X ஐயும் Y யையும் வெளிப்புறமாகத் தொடுக்கும் போது, மின்னோட்டம் முதலில் (உதாரணமாக) வலஞ்சூரியாகவும் பின்னர் இடஞ்சூரியாகவும் பாய வேண்டுமென நாம் எதிர்பார்க்கலாம். ஆயின், பிளவு வளையத் திசைமாற்றியையும் தூரிகைகளையும் பயன்படுத்தி இதனைச் சீர்ப்படுத்தலாம். மின்மோட்டரில் இக்கருவிகளை என்ன தேவைக்குப் பயன்படுத்தினோமென்பது உங்களுக்கு ஞாபகமிருக்கும். அங்கு ஆமேசர் எப்பொழுதும் ஒரே போக்கிலே தொடர்ந்து சுழலுமாறு ஒவ்வொரு அரைச் சுழற்சியின் போதும் சுழல் சுருளிலுள்ள மின்னோட்டம் திசையில் மாற்றமடைய வேண்டி இருந்தது. இங்கு, உயர் அழுத்தத்திலுள்ள சுழல் சுருளின் அந்தங்கள் ஒரே தூரிகையைத் தொடுமாறு ஒழுங்குபடுத்துகிறோம். ஆனால், ஒரே அந்தம் உயர் அழுத்த

தொடரிலே செயற்படும் சுழல் கடத்திகள் சிலவற்றை வழங்குவதுடன், இன்னொரு வழிவகையைக்கொண்டும், தூண்டிய மி.இ.வி. யின் பருமனை அதிகரிக்கலாம். காந்தம் அல்லது சுருளை (கடத்தி) விரைவாக அசைக்க கல்வெணுமானியிலே பெரிய திரும்பல் ஏற்படுமென எமது ஆரம்ப பரிசோதனைகளிற் கவனித்தோம். பெரிய திரும்பல் பெரிய தூண்டிய மி.இ.வி. யைக் குறிக்கிறதென நாம் கொள்ளலாம். சுருளை விரைவாகச் சுழற்ற, தூரிகைகளுக்குக் குறுக்கே பெரிய வோல்ட்ற்றளவைப் பெறலாம்.

கடத்தியானது காந்தப் புலத்தின் வலிமை கூடிய பகுதியை வெட்டும்போது தூண்டிய மி.இ.வி. பெரிதெனவும் நாம் கண்டுள்ளோம். அதாவது, சுருளானது விசைக் கோடுகளுக்குச் செங்குத்தாகத் தன் தளம் BACD அமைய அசையும் நிலையிலிருந்து, விசைக் கோடுகளுக்குச் சமாந்தரமாகத் தன் தளம் அடுத்து அமையும் நிலைக்கு மாறுகையிலே தூரிகைகளிடையேயுள்ள அ.வி. இன் பெறுமதியில் ஒரு மாற்றம் இருக்கும். இத்தூரிகைகளுக்குத் தொடுக்கப்படும் ஒரு வோல்ட்ற்றுமானியில் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் ஒரு திரும்பல் இருப்பதோடு இத்திரும்பல் ஒழுங்காகக் கூடியும், குறைந்தும் இருக்குமென்பதே இதன் கருத்து. அதாவது, தூண்டிய கணநிலை மி.இ.வி. இற்கும் ஒரு கலத்தின் மி.இ.வி. இற்கும் வித்தியாசமுண்டு. தூண்டிய கணநிலை மி.இ.வி. சுழல் சுருளின் அந்தங்களில் + இற்கும்



படம் 11.12

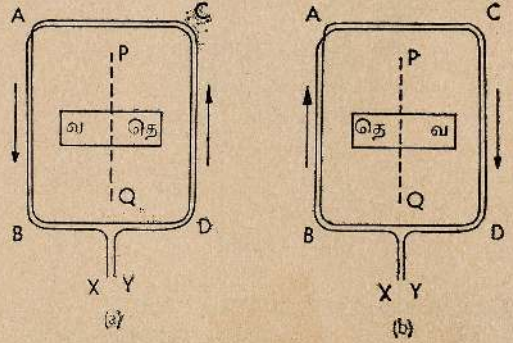
- இற்குமிடையே அலையுமென நாம் முன்னர், கண்டோம். நேரடி மி.இ.வி. யைப் பெற ஒரு திசைமாற்றியைப் பயன்படுத்தினோம். தூரிகைகளிலே ஒரு மாறா மி.இ.வி. யைப் பெறுவது எங்ஙனம்? இப்போதுள்ள மி.இ.வி. ஒரு திசையானது, அ-து. ஆடல் மி.இ.வி. கள் சீர்ப்படுத்தியிருந்தும் அது ஏறியிறங்குகிறது. செய்முறைத் தேவைகளுக்கு மாறா நேரடி மி.இ.வி. களே பெரும்பாலும் வேண்டப்படுகின்றன.

தளங்கள் ஒன்றுடனொன்று சரிந்திருக்கக் கூடியதாகப் பல தடங்களை ஏற்ற முடியும். இவை யாவும் ஒரே நேரத்திற் சுழலும். ஆனால், இவற்றில் ஒன்று தன் மிகப் பலன் தரு நிலையிலிருந்து உயர்வு மி.இ.வி. யைப் பிறப்பிக்கும் போது இன்னொன்று இது போன்ற பலித நிலையிலிராது. வெவ்வேறு தளங்களில் பல சுருள்கள் இருக்கும்போது, ஒரு குறித்த கணத்தில் தூரிகைகளிடையே வோல்ட்நளவை வளர்த்தெடுப்பதில் இரண்டு, அல்லது மூன்று சுருள் மட்டுமே பெரிதும் பங்கு கொள்ளும் வகையில் நம் ஒழுங்கு உள்ளது. பல்வேறு சுருள்களும் உரிய நிலைக்கு வந்து வெவ்வேறு கணங்களில் தமது பணியை ஆற்றுகின்ற இத்தூரிகைகள் செய்யும். நாளுக்கு, அல்லது எட்டுப் பிரிவுகள், கொண்ட ஒரு திசைமாற்றியைப் பயன்படுத்துவதால், ஒவ்வொரு சுருளினதும் அந்தங்கள் ஒரு குறுகிய நேரத்திற்கு மட்டும், அதுவும் தன் இயக்கம் தூண்டிய மி.இ.வி. யை ஏற்படுத்தவில் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கும் சமயத்தில் மட்டுமே, தூரிகைகளோடு தொடுகை பெறுமாறு செய்யலாம். பழைய சாமான் கடையிலிருந்து ஒரு மோட்டார்க் கார் டைனமோ ஆமேச்சரை வாங்கி அதனைச் சோதிக்க. பின்வருவன போன்ற வினாக்களுக்கு விடையளிக்க :

1. அகணி எவ்வாறு செய்யப்படுகின்றது? திண்ம இரும்பிலிருந்தா, ஒருமிக்க இணைத்த தொனையிட்ட மெல்லிரும்புத் தட்டுக்களிலிருந்தா?

2. கம்பிச் சுற்றுக்களுக்கு எத்தனை தவாளிப்புக்கள் வழங்கப்பட்டிருக்கும்?
3. திசைமாற்றியில் எத்தனை பிரிவுகள் இருக்கும்?
4. கம்பித் தடங்கள் தட்டையாகவா ஓரளவு திருகப்பட்டா உள்ளன? இவை போன்ற வினாக்கள்.

குறிப்பு.—டைனமோ ஆமேச்சரானது வெவ்வேறு தளங்களிலுள்ள பல சுருள்களைக் கொண்டிருந்தும், தூண்டிய மி.இ.வி. கள் முற்றாகச் சீராக்கப்படவில்லை. இப்போது மாற்றங்கள் முன்னிலும் விரைவாக நிகழ்மெனினும், இம்மி.இ.வி. கள் ஏறியிறங்கும் தன்மை



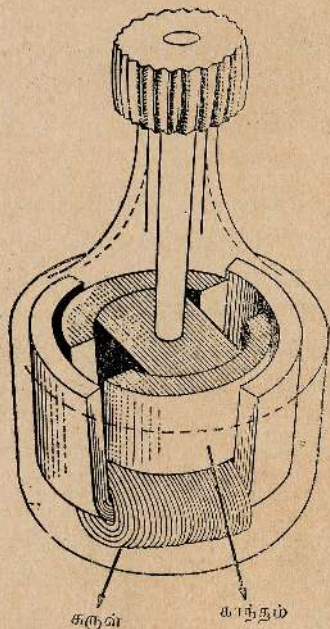
படம் 11.13

இன்னும் இருக்கும் (படம் 11.13). முதன்மூலங்களால் தொழிற்படுத்தப்படும் வானொலிகளிற் போன்று, சீர்ப்படுத்திய ஒரு மி.இ.வி. தேவைப்படும்போது சிற்படான ஏற்பாடுகள் பயன்படுத்தல் வேண்டும்.

சைக்கிள் டைனமோ

மேலே நாம் எடுத்து நோக்கியது சுழல் சுருள் வகை டைனமோவாகும். சுருளொன்றை நிலையாய் வைத்திருக்கும்போது, ஒரு காந்தத்தை அசைத்தலால் அச்சுருளிலே மி.இ.வி. யைத் தூண்ட முடியுமெனக் கண்டோம். ஆகவே, சுருள் நிலையாயிருக்க, காந்தம் (காந்த

தப் புலம்) சுழலுமாறு ஒழுங்குசெய்தல் முற்றிலும் சாத்தியமே எனத் தோன்றுகிறது. நிலையானதொரு செவ்வகச் சுருள் ABCD யின் உட்புறத்தில் PQ என்னும் ஓரச்சுப் பற்றிச் சுழல்கின்ற ஒரு நிலையான காந்த



படம் 11.14(a)

த்தை எடுத்து நோக்குக (படம் 11.14). படம் 11.14 (a) இற் காட்டியுள்ள காந்தமானது, கடநாசித் தளத்தினுள் வடமுனைவு புகும் போது அதனின்றும் தென்முனைவு வெளியேறுகிறதென்னும் போக்கிலே சுழலுகிற தென்க. எனின், கடத்தி AB ஒரு காந்தப் புலத்தை வெட்டும். வடமுனைவானது கடநாசித் தளத்தினுட் புகும்போது உள்ள விளைவும் தளத்திலிருந்து கடத்தி வெளியேறும் விளைவும் ஒன்றாகும். AB யிலே தூண்டிய மி.இ.வி. யின் திசை, A யிலிருந்து B யிற்காகுமென வலக்கை விதியின்படி உய்த்தறியலாம் இதே போன்று, கடநாசித் தளத்திலிருந்து தென்முனைவு வெளியேறுகையில், CD யிலே தூண்டிய மி.இ.வி. யின் திசை, D யிலிருந்து C யிற்காகும் (படம் 11.14(a)). ஆதலால், AB, CD ஆகிய பகுதிகளிலுள்ள மி.இ.வி. கள் ஒன்றாகக் கூட்டப்படும். பாதிச் சுழற்சியின் பின்னர் காந்தத்தின் நிலையைப் படம் 11.14 (b) காட்டுகின்றது. கடநாசித்

தளத்திலுள் தென்முனைவு புகும்போது, AB யிலுள்ள தூண்டிய மி.இ.வி. B யிலிருந்து A யிற்குள்ள திசையிலிருக்கும்; படநாசித் தளத்திலிருந்து வடமுனைவு வெளியேறும் போது CD யிலுள்ள தூண்டிய மி.இ.வி. C யிலிருந்து D யிற்குள்ள திசையிலிருக்கும். காந்தம் சுழலுகையில், தூண்டிய மி.இ.வி. யின் திசை, ஒவ்வொரு $\frac{1}{2}$ சுழற்சியிலும் மாறுகிறதென இது மேலுங் காட்டுகிறது. X, Y என்னும் முடிவிடங்களிலிருந்து எடுக்கப்படும் எந்த மின்னோட்டமும் காந்தத்தின் ஒவ்வொரு $\frac{1}{2}$ சுழற்சியின் போதும் திசையிலே மாறும். திசையிலே ஆவர்த்தமமாக மாறும் இத்தகைய ஓட்டமானது ஆடலோட்டம் எனப்படும். மி.இ.வி. யானது ஆடல் மி.இ.வி. எனப்படும். சைக்கிள் டைனமோவிலே, ஒரு சுழலுங் காந்தத்தையும் நிலையான சுருளையும் கொண்ட ஒழுங்கு பயன்படும். சுழலும் பிரிவாவானது ஒரு காந்தத்திற்குப் பதிலாக ஒரு தொகுதி காந்தங்களைக் கொண்டிருக்கலாம். சுழலும் காந்த டைனமோவில், திசைமாற்றியும் தூரிகைகளும் தேவையற்றிருப்பது ஒரு மேலதிக நயமாகும். உண்மையில், ஒரு சுழலும் வகைத் திசைமாற்றியை இங்கு பொருத்த தல் இயலாது. ஆடலோட்டம், நேரடியோட்டம் போன்ற விதத்தில் வெப்பத்தையும் ஒளியையும் உண்டாக்குகிறது. ஆதலால், இங்கு பிறப்பிக்கப்படும் மி.இ.வி. யை அத்தகைய தேவைகளுக்குப் பிரயோகிப்பதில் இடர்ப்பாடு தமிராது ஒரு பழைய சாமான் கடையில் வாங்கிய ஒரு பழைய சைக்கிள் டைனமோவைத் திறந்து, காந்தத்தையும் அதன் சுருளையும் உங்களாற் பார்க்க முடியுமா?

மோட்டர்க் கார் டைனமோ

இது, முக்கியமாக ஓர் அசையுஞ் சுருள் வகை டைனமோவாகும். நிலையாயுள்ள ஒரு காந்தப் புலத்தில் ஆமேச்சர் சுழற்றப்படுகின்றது. திசை மாற்றியொழுங்கைக் கொண்டு ஒரு தூரிலகையை நேராகவும் மற்றதை மறையாகவும் கொள்ளலாம். இந்த டைனமோவிலிருந்து பெறப்படும் ஓட்டம் ஒரு திசையினதாகவும் ஆடலற்றதாகவும் இருக்கும். அதாவது, அது ஒரு நேரடியோட்ட டைனமோவாகும். எனினும், மின்னியக்க விசை உறுதியாயிராது. இதுவே, டைனமோவுக்கும் யோல்ட்டர்க் கலத்துக்கும் டையேயுள்ள ஒரு முக்கிய வேறுபாடு. இவை

யிரண்டும் மின்முதல்களாக இருந்த போதிலும், டைனமோவின் மி.இ.வி. பொதுவாகப் பூச்சியத்துக்கும் ஒரு நிலைத்த பெறுமதிக்கு மிடையே ஆவர்த்தனமாக மாறுகின்றது. ஆனால், கலத்தின் மி.இ.வி. பொதுவாக நிலையான மி.இ.வி. யாக உள்ளது. எப்படியும் அது ஒரே திசையிலேயே இருக்கும்.

பொறிமுறைச் சக்தியை மின் சக்தியாக மாற்றல்

டைனமோ என்பது பொறிமுறைச் சக்தியாக மாற்றப்படும் ஓர் ஏற்பாடாகும். ஒரு டைனமோ தொழிற்படுகையில் என்ன சக்தி மின் சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது? டைனமோ வழங்கும் மின் சக்தியானது வேறொரு நிலையிலே டைனமோவுக்கு வழங்கப்படுகிறது. ஸைக்கிள் டைனமோவில் சைக்கிளோட்டி தன் சக்தியில் ஒரு பகுதியை மின் சக்தியாக மாற்றுகிறது. சைக்கிளோடும்போது உராய்வு, மற்றும் தடைகளுக்கு எதிராக அவன் வேலை செய்கிறான். இங்கு அவன் தன் சக்தியை இழக்கின்றான். ஸைக்கிள் ஓடும்போது இச்சக்தியிற் பெரும்பகுதியானது வெப்பமாக மாற்றப்படுகின்றது. டைனமோவைத் தொழிற்படுத்தும் போது டைனமோவைச் செலுத்தும் வேலையையும் அவன் செய்ய வேண்டுமாதலால், அவன் அதிக வேலை செய்கின்றான். விளக்கைச் சுவிச்சிடாதபோது மின்னை டைனமோ வழங்காது. ஆகவே, டைனமோவைத் திருப்பதிலும், அவன் மேலதிக வேலை செய்கிறான். இது முக்கியமாக உராய்வு விசைகளை வெல்லுதலுடன் சம்பந்தப்பட்டது. விளக்கு எரியும் போது அவன் கூடுதலான வேலையைச் செய்கிறான். இப்போது மின்னைப் பிறப்பித்தற்கு அவன் சக்தியிற் பெரும் பகுதியைப் பயன்படுத்துகிறான். சக்தியிற் பெரும் பகுதியைச் சைக்கிளோட்டி பயன்படுத்தலால், மின் எடுக்கப்படும்போது டைனமோ ஆமேச்சரைத் திருப்புவது சற்றுக் கடினமாக இருக்க வேண்டும். அதிகரித்த இத்தடையை ஏற்படுத்துவது யாது? ஒரு டைனமோவின் ஆமேச்சர் போதிகைகளிலே திரும்புதலால், இங்கு எப்பொழுதும் உராய்வு விசைகள் எதிர்ப்படும். எனினும், குண்டுப் போதிகைகள் கொண்டு இவ்வுராய்வு விசைகளைக் குறைத்துக் கொள்ளலாம். எப்படியாயினும், உராய்வையும் வளித் தடையையும் வெல்லுதலிற் சிறிதளவு சக்தி வீணுகின்றது. இவ்விழப்பு தவிர்க்க முடியாது.

ஆமேச்சரின் சுருள்களிலே தூண்டிய ஓட்டம் பாய்கையில் அது திரும்புதற்கான தடை அதிகமாயிருக்கும். (வலக்கை விதியைப் பிரயோசித்து, தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசையை நாம் துணியலாம்). ஒரு காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள, மின்னோட்டம் பாயும் கடத்திமீது, ஒரு பொறிமுறை விசை தாக்குமென்று நாம் அறிவோம். (தூண்டிய ஓட்டங் காரணமாகக் கடத்திமீது தாக்கும் பொறி முறை விசையின் திசையை விதியாற் காணலாம்). தூண்டிய ஓட்டத்தின் விளைவாகத் தாக்கும் இப்பொறி முறை விசையானது, ஆமேச்சரின் சுழற்சிப் போக்கிற்கு எதிரான திசையிலே தாக்குகின்றது. ஆமேச்சர் மீது தாக்கும் இப்பொறி முறை விசையானது ஆமேச்சரின் சுழற்சிக்குத் தடையாக அமையும் இயல்புடையது; டைனமோ மின் சக்தியைப் பிறப்பிக்கும்போது மட்டுமே இது இருக்கும். இவ்விளைவானது டைனமோவின் “மோட்டர் விளைவு” எனப்படும்.

ஒரு மோட்டரினுள்ள பின் மி. இ. வி.

மின் மோட்டர்பற்றி இந்நூலின் அத்தியாயம் 4 இலே படித்தோம். மோட்டரின் ஆமேச்சருக்கு மின்னோட்டம் வழங்கினால் அது ஒரு காந்தப் புலத்திற் சுழலும். மோட்டரின் ஆமேச்சர் ஒரு காந்தப் புலத்திற் சுழல்கின்ற ஒரு சுருளையோ ஒரு தொடைச்சுருள்களையோ கொண்டுள்ளது. அடைத்த சுற்றில் இச்சுருள்கள் உள்ளன. ஒரு தூண்டிய ஓட்டம் உண்டாக்கப்படுதற்கு வேண்டிய நிபந்தனைகளும் இவையேயாகும். ஆகவே, ஒரு மின் மோட்டர் ஒரு “டைனமோ விளைவையும்” கொண்டுள்ளது. ஆமேச்சரைச் செலுத்தும் மி. இ. வி.யை எதிர்க்க இத்தூண்டிய மி. இ. வி. நாடுதலால் இது வழக்கமாக **பின் மி. இ. வி.** எனப்படும். பிரயோக மி. இ. வி. யைச் சமன் செய்யும் அளவிற்குப் பின் மி. இ. வி. அதிகரிக்குமா? ஒரு பின் மி. இ. வி. இல்லாத போது, ஆமேச்சரின் கதியானது வரையறையின்றி அதிகரித்துக் கொண்டு போகும். இதுவே உண்மையாக நடக்கும் நிகழ்ச்சி. ஆனால், பின் மி. இ. வி. இதனைத் தடுக்கும் ஆற்றல் கொண்டது. ஆகவே, ஆமேச்சர் ஒரு மாறக்கதியை எய்துகின்றது. இக்கதியிலே, மோட்டரைச் செலுத்துகின்ற மின் முதலானது உராய்வையும் வீணை தடைகளையும் வெல்லுதற்குப்

போதிய சக்தியை வழங்கிக் கொண்டிருக்கும், பின் மி. இ. வி. யானது ஒரு காந்தப் புலத்திலே ஒரு கடத்தியை அசைப்பதன் முக்கிய விளைவாகும். ஆமேச்சர் சுழலும் வரை மட்டுமே இப்பின் மி. இ. வி. இருக்கும். யாதாயினுமொரு பொறியைச் செலுத்த மோட்டர் பிரயோகிக்கப்படுகையில் அதிக தடையை வெல்ல வேண்டியிருக்கும். இக்கதி குறையினும், ஓர் உறுதியான பெறுமதியைப் படிப்படியாக மீண்டும் அடையும். சமையானது மோட்டர் கையாளத்தக்கதிலும் அதிகமாக இருப்பின் என்ன நிகழும்? மோட்டரினது ஆமேச்சரின் சுருள்கள் தடித்த கம்பியினால் வழக்கமாகச் செய்யப்பட்டிருக்கும். ஆகவே, ஆமேச்சருக்கு மின் வழங்கப்படும்போது சுருள்களிலே அதிக மின்னோட்டம் பாயும். சுருள்கள் மிகையாகச் சூடாக்கப்படும். எனினும், ஆமேச்சர் சுழல் பின் மி. இ. வி. இவ்வோட்டத்தைக் குறைக்கும்.

புலச் சுருள்கள்

சில மோட்டர்களிலே காந்தப் புலத்தை ஏற்படுத்தற்கு நிலையான காந்தங்களுக்குப் பதிலாகப் புலச் சுருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றனவென அத்தியாயம் 4 இற் படித்தோம். டைனமோக்களிலும் இவ்வேற்பாடுகள் சாத்தியமாகுமா? அதாவது, டைனமோக்களில் நிலையான காந்தங்களுக்குப் பதிலாக மின்சாந்தங்களைப் பயன்படுத்தமுடியுமா என ஆராய்வோம். மின்னைப் பெறுதற்கு டைனமோக்கள் பயன்படுகின்றன. மின்னை உண்டாக்குவதற்குரிய புலம் மின்சாந்தங்களைக் கொண்டு பெறப்பட்டின், மின் எலவே திடைக்கக்கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். எலவேயுள்ள மின்னைப் பயன்படுத்தி மின்னை ஏன் பிறப்பிக்க வேண்டும், என்னும் வினா எழலாம். டைனமோ தானே உண்டாக்கும் மின்னைக் கொண்டு, புலச் சுருள்களுக்குத் தேவைப்படும் மின்னோட்டத்தையும் வழங்குதற்கான வழியொன்றை நாம் காணல்கூடுமா? மின்கலவருக்குப் போன்றதொரு புறம்பான மின்முதலைக் கொண்டு புலச் சுருள்களுக்கு மின்னோட்டத்தை வழங்குதற்குப் பதிலாக, டைனமோ பிறப்பிக்கும் அதே மின்னைப் பயன்படுத்தி, டைனமோவைத் தொழிற்படுத்திக் கலச் சுருள்களுக்கும் மின்னோட்டத்தை வழங்கலாம். டைனமோவிலே புலச் சுருள்கள் உள்

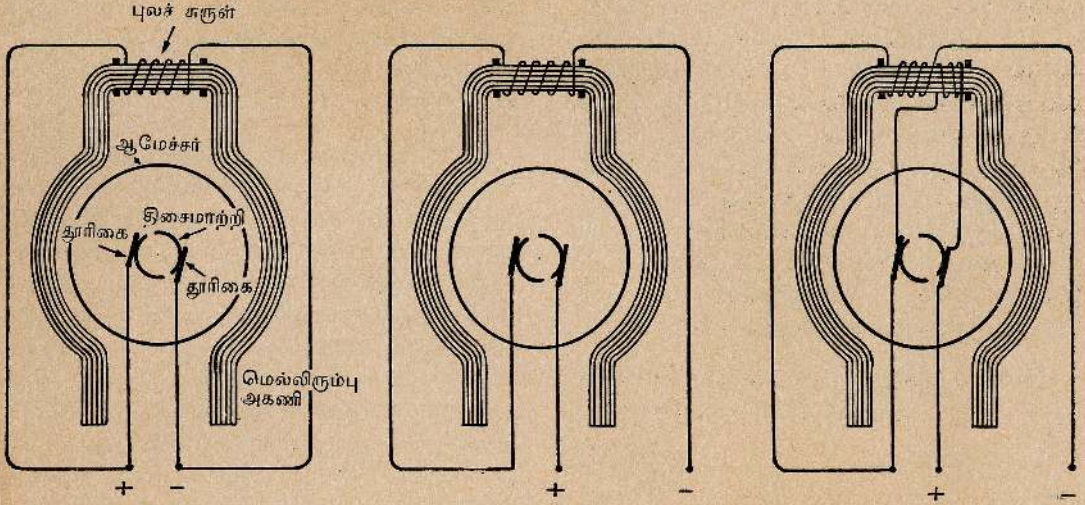
ளான வெள்வும் இவை டைனமோவின் இரு தூரிகைகளுக்கும் தொடுக்கப்பட்டுள்ளனவெனவும் கருதுக. எனவே, ஆமேச்சரைச் சுழற்றும் போது ஆமேச்சரில் மின்னோட்டங்கள் தூண்டப்பட வேண்டும். அவை தூரிகைகளினூடு ஆமேச்சருடன் ஓர் அடைந்த சுற்றை ஆக்குதலால், புலச் சுருள்களினூடு செல்லும். ஆனால் இந்த முறையில் ஒரு பெரிய தடங்கலுண்டு; ஆமேச்சர் சுழல்கையில் ஒரு காந்தப் புலம் இல்லாவிடின் அதில் மின்னோட்டமெதுவும் தூண்டப்படாது. அதாவது, ஆரம்பத்திலே ஒரு மின்கலவருக்கு வேண்டப்படும். ஆனால் பின்னர் டைனமோ சரியாகத் தொழிற்படும் போது இம்மின்கலவருக்கைக் கழற்றிவிடலாம். தொடக்கப் புலத்தை அவித்தற்கான அத்தகைய ஒழுங்குகள் டைனமோக்களின் செய்முறை வடிவங்களிற் காணப்படுகின்றன. இவ்வேற்பாடுகள் பொதுவாக அருட்டிகள் எனப்படும். அருட்டியானது ஒரு நிலையான காந்தத்தைப் பயன்படுத்தும் ஒரு சிறிய தனி நே. ஓ. டைனமோப் பிரிவாகவோ ஒரு மின்கலவருக்காகவோ இருக்கலாம். இவ்வகைகளுள் எதிலும், டைனமோ சரியாகத் தொழிற்படும் போதெல்லாம் அவை பயன்படவேண்டியதில்லை. பிரதம டைனமோவானது ஒரே சமயத்தில் அதன் புலச் சுருள்களுக்கும் புறச் சுமைக்கும் மின் கொடுத்தற்குத் தானாகவே மின்னை உற்பத்தி செய்ய, சிறிய டைனமோ, அல்லது மின்கலவருக்கு வலியக்கழற்றப்படும். டைனமோ ஒரு புறச்சுமையைக் கொண்டிருப்பினும் கொண்டிராது விடினும் மின்னோட்டம் பாயக்கூடியதாக, தூரிகைகளுக்குப் புலச் சுருள்கள் தொடுக்கப்படல் வேண்டும். இப்புலச்சுருள்கள் எந்தப் புறச் சுற்றுடனும் சமாந்தரமாக இருக்கலாம். எனின், இந்த டைனமோவானது விலத்திச் சுற்றுடையது எனப்படும். புலச் சுருள்களைப் புறச் சுற்றுடன் தொடரிலே தொடுத்தல் இன்னோர் ஒழுங்கு. அப்போது இந்த டைனமோவானது தொடர்ச் சுற்றுடையது எனப்படும். அதாவது, டைனமோ ஒரு சுமையைக் கொண்டுள்ள போது மட்டுமே மின்னோட்டம் புலச் சுருள்களினூடு பாயும். ஒன்று விலத்தி முறையாய்ச் சுற்றப்பட்டதும் மற்றையது தொடர் முறையாய்ச் சுற்றப்பட்டதுமான இரு கூட்டம் புலச் சுருள்களைக் கொண்டிருத்தல் நடைமுறையிலே சாத்தியமாகக் கூடியது.

இந்த டைனமோவானது ஒரு கூட்ச் சுற்று டைனமோ எனப்படும்.

தம்முள் தூண்டல்

ஓர் அடைத்த சுருட் கடத்தியின் அயலிலே ஒரு காந்தத்தை நகர்த்த அச்சுருவில் ஒரு தூண்டிய மின்னோட்டம் ஆக்கப்படும். காந்தத்

காந்தத்தை அசைப்பது ஒரு முறையாகும். பல காந்தங்களை ஒருமிக்க வைப்பின் என்ன நிகழும்? ஒரு மின்காந்தம் இருப்பின், அதன் சுருளினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தை மாற்றுதலால் அதன் வலிமையை மாற்றலாம். இச்சுருளினைத் தொடரிலே ஓர்



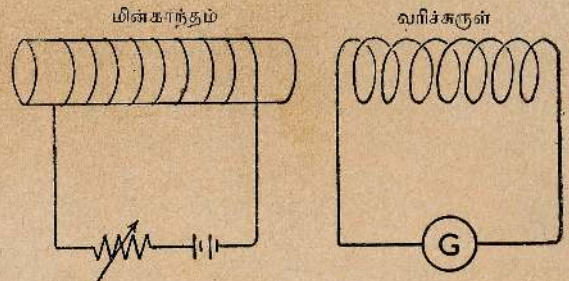
படம் 11.15

தை அடைத்தலும் காந்தப் புலத்தை அசைத்தலும் ஒரே விளைவைத் தரும். அறிமுறைப் படி ஒரு காந்தத்தின் புலம் வெளியிலே வரையறையின்றி வியாபித்துள்ளது. ஆனால், காந்தத்தின் முனைவுகளிலிருந்து அப்பாலே செல்வச் செல்ல, புலம் வலிமை குறைவதாகக் காணப்பட்டுள்ளது. காந்தத்தை அசைக்கும் போது ஏற்படும் விளைவு, புலத்தின் வலிமை மிக்க பகுதிகள் வலிமை குறைந்த பிரதேசங்கட்குச் செல்லும் போதுள்ள விளைவு போன்றது. அப்பிரதேசத்தில் ஒரு கம்பிச் சுருள் இருப்பின், அதன்மீது அதிகரிக்கும் புலம் கொண்டுள்ள விளைவு அதில் ஒரு தூண்டிய மி. இ. வி. யை உண்டாக்குவதாகும். ஒரு காந்தத்தை அசைப்பதற்குப் பதிலாக, கடத்தியானது இருக்கும் காந்தப் புலத்தை மாற்றுவதன் மூலம் அக்கடத்தியில் ஒரு தூண்டல் மி. இ. வி. யை உண்டாக்கலாமென இதிலிருந்து புலப்படுகிறது.

ஒரு சுருளில் இருக்கும் காந்தப் புலத்தின் வலிமையை மாற்றுவது எங்ஙனம்? ஒரு

இறையோற்றைத் தொடுத்து இதனை எளிதாகச் செய்யலாம் (படம் 11.15).

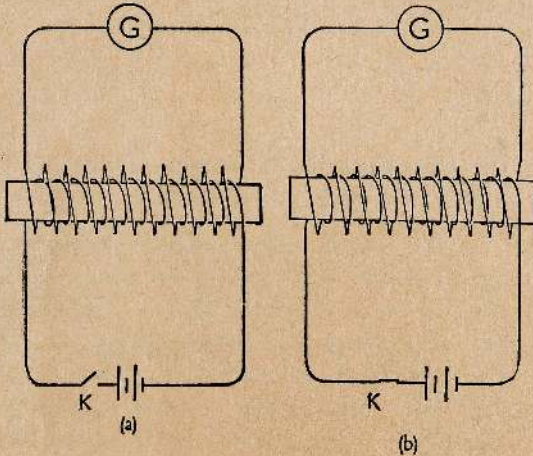
படம் 11.16 இற் காட்டியுள்ளவாறு, கம்பியாலான ஒரு வரிச்சுருளை மின்காந்தத்தின் அயலில் ஒழுங்கு படுத்திக். இச்சுருளை ஓர் உணர்திறனுள்ள மையப்பூச்சியக் கல்வனோமானியோடு தொடரிலே தொடுக்க. வரிச்சுருளின் அயலிலுள்ள காந்தப் புலத்தை இடதுகைப் பகுதியிலுள்ள மின்னோட்டத்தை மாற்றுதலால் மாற்றலாம். இறையோற்றைத்



படம் 11.16

செய்ப்பு செய்து இதனைச் செய்யலாம். ஆனால், இறையோதற்றைக் கழற்ற, மையப்பூச்சியக்கல் வளையமையிலே திரும்பலெதையும் நீங்கள் அவதானிக்கமாட்டீர்கள். வரிச்சுருளிலே மின்னோட்டமெதுவும் தூண்டப்படுவதில்லை என்பது இதன் கருத்தா? சுருளொன்றிலே ஒரு மின்னோட்டத்தைத் தூண்டதற்குக் காந்தப் புலத்தில் மாற்றம் வேண்டப்படுவது யட்டுமன்றி, இம்மாற்றம் விரைவாக நிகழ வேண்டியதும் அவசியமென முன்னைய பரிசோதனைகளிலே அறிந்தீர்கள். மின்னோட்டத்திலே விரைவான மாற்றங்களை ஏற்படுத்தற்கு இறையோதற்று ஒரு தகுந்த உபகரணமன்று. கல்வளையமொன்றி எந்தத் திரும்பலையும் காட்டா திருப்பதற்கு இத காரணமாக இருக்கலாம். அல்லது மின்காந்தத்திற்கும் வரிச்சுருள்களுக்கிடையே யான தூரம் மிகவும் பெரிதாக இருக்கலாம். இக்காரணிகளைக் கருத்திற்கொண்டு, பரிசோதனை நிலைமைகளைத்திருத்த முடியுமா?

இறையோதற்றை ஒரு சாவியாற் பிரதியிடின், சாவி திறந்திருக்கக் காந்தப் புலம்



படம் 11.17(a)

படம் 11.17(b)

இருக்கமாட்டாதென நாம் அறிவோம் (படம் 11.17 (a)). மின்காந்தத்தை இரண்டாம் வரிச்சுருள் சூழ்ந்திருக்கச் செய்வதன் மூலம் இவ்வரிச்சுருளுக்கும் மின்காந்தத்துக்கும் இடையேயான தூரம் பெரிதும் குறைக்கப்படலாம். (படம் 11.17 (a), படம் 11.17 (b) யிற்போன்று சாவி மூடப்பட்டிருப்பின், வரிச்சுருளின் உட்புறத்திலே காந்தப் புலத்திற் சூதியான மாற்றம் இருக்க

கும். இது ஒரு மின்னோட்டத்தைத் தூண்டும். கல்வளையமொன்றிலுள்ள கணநிலைத் திரும்பல் இம்மின்னோட்டத்தைச் சுட்டிக் காட்டும். இப்போது சாவி திறக்கப்பட என்ன நிகழ மென்பதை உங்களால் ஊகிக்க முடியுமா? வரிச்சுருளினூடான காந்தப் புலத்திற்கு என்ன நிகழும்? கல்வளையமொன்றிலே கணநிலைத் திரும்பல் ஏதாம் இருக்குமா? இருப்பின், என்ன திசையில் இருக்கும்? இவ்வினாக்களுக்கான விடைகளை நீங்கள் ஊகித்த, பரிசோதனை மூலம் உங்கள் கொள்கையைச் சரிபார்க்கலாம்.

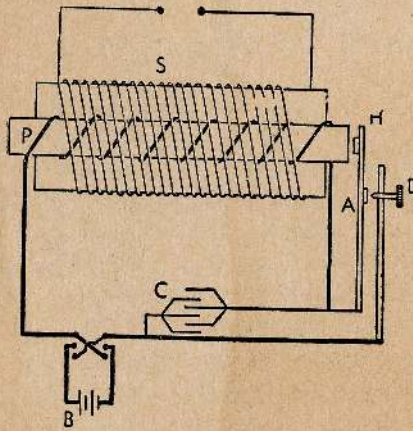
இங்கு மின்னோட்டம் தூண்டப்படும் செயன்முறையானது தம்முள் தூண்டல் எனப்படும். முதன்மையாட்டம் பாயும் சுருளானது முதன்மைச் சுருள் எனப்படும். இங்கு இச்சுருள் மின்காந்தத்தின் சுருளாகும். ஓட்டம் தூண்டப்படும் சுருளானது துணைச் சுருள் எனப்படும். முதன்மைச் சுற்று ஆக்க அல்லது சூலைக்கப்படும் போது மட்டுமே, தூண்டிய ஓட்டம் பாயும். முதன்மைச் சுருளின் ஓர் உறுதியான ஓட்டம் இருக்கும்போது துணைச் சுருளிலே தூண்டிய ஓட்டமேதும் இராது. இது சட்டக் காந்தம் சுருளினுள் நிலையாக நிறுவி ஓத்தது.

தூண்டற் சுருள்

முன்னைய பரிசோதனையில், கையாலே தொழிற்படுகின்றதொரு சுவிச்சைக் கொண்டு முதன்மைச் சுற்று ஆக்கவும் சூலைக்கவும் டுகிறது. முதன்மைச் சுற்றை ஆக்கவும் சூலைக்கவும் ஒரு பொறிமுறை ஏற்பாட்டைச் செய்ய முடியுமா? மின்காந்தத் தூண்டல்பற்றி முன்னர்ச் செய்த பரிசோதனைகளிற் டெற்ற அனுபவத்தைக் கொண்டு, முதன்மைச் சுற்றை ஆக்குதலும் சூலைத்தலும் மிக விரைவாக நடைபெறின், துணைச் சுற்றிலே ஓர் உயர்ந்த மி. இ. வி. தூண்டப்படுமென நாம் எதிர்பார்க்கலாம். இங்கு, மின் மணியிலுள்ள குழப்பியொழுங்கை நீங்கள் நினைவுகூரலாம். மின்மணிச் சுற்றுப் பற்றி அத்தியாயம் 4 இலே படித்தோம். இச்சுற்றிலே மின்னோட்டம் தொடர்ச்சியாகப் பாய்வதில்லை. அதாவது, மின்மணியில் மின்காந்தமானது காந்தச் சக்தியை ஈட்டுவதும், இழப்பதும் மிக விரைவாக நிகழ்கின்றன. துணைச் சுற்றினது தூண்டல் விளைவுகளைப் பரிசீலித்தற்கு முதன்மைச் சுற்றை ஆக்கவும் சூலைக்கவும் மின்மணி அமைப்

பைப் பயன்படுத்தலாம். மின்மணியின் மின் காந்தத்தையே முதன்மைச் சுற்றாக ஏன் பயன்படுத்தக் கூடாது? ஒரு மின்மணியைத் தேர்ந்தெடுத்து, காவலிட்ட மெல்லிய செம்புக் கம்பியின் 20 சுற்றுக்களை அதன் மின்காந்தத்தைச் சுற்றிச் சுற்றுக. ஒரு மையப்புச்சியக் கல்வனோமானியின் முடிவிடங்களுடன் இச் செம்புக் கம்பியின் நுனிகளைத் தொடுக்க. மின்மணியை ஒரு மின்கலவடுக்கிற்குத் தொடுத்து, அதனைத் தொழிற்படுத்துக. மின்மணி தொழிற்படும் போது, மாறிமாறி விரைவாக வளர்வதும், விரைவாகக் தேய்வதுமான ஒரு காந்தப் புலம் இருக்குமென நாம் அறிவோம். ஆகவே, செம்புக் கம்பியின் 20 சுற்றுக்களிலும் தூண்டிய ஓட்டங்கள் டாயுமென நாம் எதிர்பார்க்கலாம். இச்செம்புக் கம்பி துணைச் சுற்றாகப் பணியாற்றும். மின்மணி தொழிற்பட, பருமனிலும் திசையிலும் மிக விரைவாக மாறுகின்றதோர் ஓட்டம் துணைச் சுற்றிலே தூண்டப்படுமென மையப்புச்சியக் கல்வனோமானியின் ஊசி காட்டும். இத்தூண்டிய ஓட்டம் ஆலோட்டம் எனப்படும்.

உண்டையில், நாம் மேலே ஆராய்ந்த ஒழுங்கானது, ஆய்கூடத்தூண்டற் சுருளிற் பயன்படுகிறது (படம் 11.18). தூண்டற் சுருளானது, மெல்லீரும்புக் கம்பியாலானதோர் அகணி



படம் 11.18

யில் நெருக்கமாய்ச் சுற்றப்பட்ட, காவலிட்ட தடித்த செம்புக் கம்பியாலான இரூ படைகளை முக்கியமாகக் கொண்டது. ஒரு தடித்த எபலைற்றுக் குழாயிலே சுற்றிய மெல்லிய செம்புக் கம்பியாலான பல் சுற்றுக்கள் இச்சுருளைச்

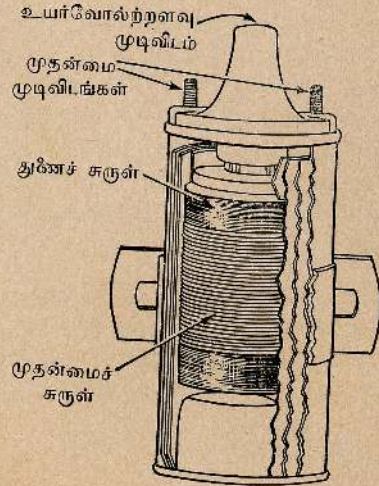
சூழ்ந்துள்ளன. பின்னைய இச்சுருளானது துணைச் சுருள் ஆகும். மின்னோட்டம் சலிச்சிடப்பட, இரும்பு காந்தமாகும். இச்செயல் முறையிலே, துணைச் சுருளின் மீது தாக்கும் பலிதக் காந்தப் புலம் மாறுவதுடன், அதன் அந்தங்களினையே ஓர் அழுத்த வித்தியாசமும் ஏற்படும். அத்துடன், இவ்வந்தங்கள் போதிய அளவு கிட்ட இருப்பின், இவற்றி டையேயான வெளிக்குக் குறுக்கே ஒரு மின் பொறி பறக்கும். முதன்மையோட்டம் தடைப்படும்போது, துணைச் சுற்றிலே (எதிர்க் குறியுள்ள) ஒரு மி. இ. வி. உண்டாக்கப்படும். மின்மணியிலுள்ளது போன்றதோர் ஈழுங்கானது, முதன்மையோட்டத்தை மிக விரைவாக ழுக்கும், அழிக்கும் தூண்டற் சுருளிலே அமைக்கப்பட்டுள்ளது. முதன்மையோட்டம் மின்கலவடுக்கு B யிலிருந்து வழங்கப்படும். இது மேலுக்குச் சென்ற திருகு D யை அடைந்த பின்னர், முதன்மைச் சுருள் P வழியே பாய்கின்றது. இப்போது இரும்பு வலுப்பெற அது மெல்லீரும்பு ஆமார் H ஐக் கவரும். இதன் விளைவாக, பிளாற்றினத் தொடுகை A யானது D யிலிருந்து பின்வாங்க அச்சுற்று குலைக்கப்படும். ஓர் உருக்கு வில்லின் அந்தத்திலே தாங்கப்படும் ஆமாரானது காந்தத்தால் மேலும் கவரப்படாதுபோக, பின்னடிப்பு நிகழ்வதனால் முதன்மைச் சுற்று மீண்டும் அடைபடும். ஒவ்வோர் ஆக்க அழிப்பின் பின்னும் துணைச் சுற்றிலுள்ள அழுத்தம் ஓர் அதியுயர் டெறும்பு அடையும். தொடுகை A யிலே பொறிபற்றுதலை இயலுமளவு குறைத்தால் இவ்வொழுங்கு மிகவும் பயன்படுமெனக் காணப்பட்டுள்ளது. பொறி வெளியுடன சமரந்தராய்மாக ஒரு கடத்தி C யை வைத்து இது எய்தப்பெறுகிறது. கடத்தியானது வழக்கமாகத் தகரத்தால், கடதாசி, அல்லது கண்ணாடியை மின்னியூயமாகக் கொண்டிருக்கும். தகரத்தால் பயன்படின, அதன் ஒன்றுவிட்ட தாங்கள் ஒரு நிக்கக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். பொறி வெளியிலே பிளாற்றினம் கூர்கள் அமைந்திருக்கும். இது எளிதில் ஆவியாகாதாதலால் பொறி பற்றல் குறைவாகவே இருக்கும். முதன்மைச் சுருள், துணைச்சுருள், இரும்பு அகணி என்டன மிக முக்கியமான கூறுகளாகுமென நீங்கள் காண்பீர்கள். மோட்டார்க் காரின் எரிபற்றற் சுருளும் இக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வுபகரணங்களாற் டெறப்

படம் தூண்டிய மி. இ. வி. கள் மிகவும் உயர்ந்தவை. இவை, முதன்மையோட்டத்துக்குப் பிரயோகிக்கப்படும் ஒரு மின் கலவருக்கின் 6 அல்லது 12 வோல்ட்றுடன் ஒப்பிட, பல்லாயிர வோல்ட்றுக்களாகும். மோட்டர்க் காரின் எரிடற்றற் சுருளிலுள்ள ஆக்கும், சூலைக்கும் ஒழுங்குகக் கொண்டு, உருளைகளிலுள்ள பெற்றேல்-வளிக் கலவையில் எரிடற்றத் தக்க தாகச் செருகிகளிலே தீப்பொறிகளை உண்டாக்கலாம். வாயுக் கலவையை வெடிப்பித்தற்கும் தாழ்வழுக்கத்திலே வாயுக்களில் மின் கடத்துகை பற்றி ஆராய்தற்குப் தூண்டற் சுருளைப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தலாம்.

உருமாற்றி

நழுவல் வளையங்கள் பொருத்தப்பட்டதொரு டைனமோ ஓர் ஆடலோட்டத்தை உண்டாக்குமென நாம் படித்தோம். ஓர் முதன்மைச் சுருள் தொழிற்படுகையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் துணைச் சுருளிலே ஓர் ஓட்டத்தைத் தூண்டுமெனவும் கண்டோம். துணைச் சுருளில் ஒரு தூண்டிய ஓட்டத்தைப் பெற, ஒரு டைனமோவிலிருந்து ஆடலோட்டத்தை முதன்மைச் சுருளுக்குப் பிரயோகிக்க முடியுமா? விரைவாக வளர்வதும் தேய்வதுமான ஒரு நோடியோட்டத்தின் விளைவாகத் துணைச் சுருளிலே ஒரு தூண்டிய மி. இ. வி. ஏற்படுமென்னும் தத்துவத்தின்படி தூண்டற்சுருள் தொழிற்படுகின்றது. ஓர் ஆ. ஒ. டைனமோவிலிருந்து மின் வழங்கப்படின், மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்தக்க அளவில் மாற்றலாம். ஆகவே, தூண்டற் சுருளிலே அருட்டியைப் பொருத்த வேண்டியதில்லை. ஆடலோட்டம் முதன்மைச் சுருளுக்கு வழங்கப்படல் வேண்டும். இங்கு காந்தப் புலமானது பருமனில் மட்டுமன்றி திசையிலும் மாறும். அதாவது, மெல்லிரும்பின் காந்தவாக்கத்தில் பெரிய மாற்றங்கள் மிக விரைவாக நடைபெறும். உருக்கானது காந்தச் சக்தியை உறுதியாக வைத்திருக்குமெனவும் மெல்லிரும்பு தன் காந்தச் சக்தியை மிக விரைவாக இழக்குமெனவும் நாம் அறிவோம். இங்கு விசேட மெல்லிரும்பு தேவைப்படும். இவ்விரும்பானது முதன்மைச் சுற்றின் காந்தவாக்கச்செயலின்போது வலிய காந்த சக்தியைப் பெறுவதுடன், முதன்மையோட்டம் தீர்ந்ததும் அச்சக்தியை மிக விரைவாக இழக்கும் என்னும்

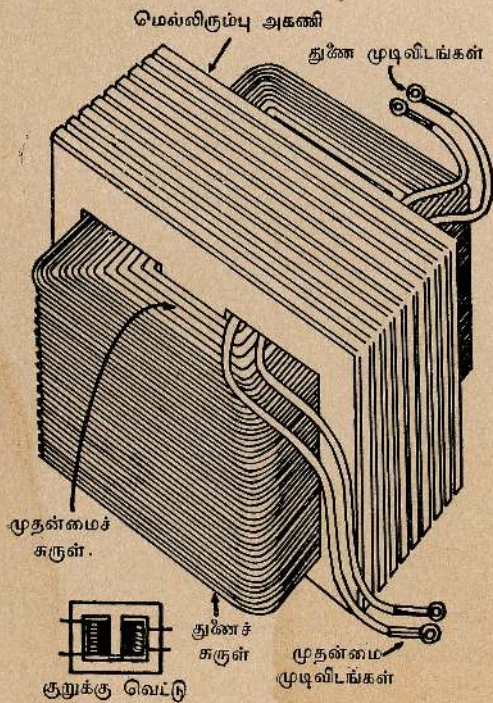
இயல்பே இங்கு வேண்டப்படும். இது சுருள் களிணதும் வெளிப்புறத்திற் காணப்படும் வலிய புலத்தின் விளைவாக அதிக சக்தி இழக்கப்பட்டாதிருக்குமாறு இம்மெல்லிரும்பு அகணி அமையவும் வேண்டும். இதுகாரணமாக அகணி ஒரு வளையத்தின் வடிவில் இருக்க வேண்டும். இது வட்டவடிவமாக இருக்க வேண்டியதில்லையெனினும், விசைக் கோடுகளுக்கு ஓர் அடைத்த பாதையை அளக்க வேண்டும். புலத்தின் எந்தச் சிறிய அளவேனும் வெளிப்படாதிருக்க வேண்டியது மிக அவசியம். இப்புலம் அகணியின் அடைக்கப்பட்டுள்ள தெனக் கூறலாம் (படம் 11.19).



படம் 11.19

ஒரு குறித்த வோல்ட்ற்றளவில் மின்னை உண்டாக்கிய டைனமோவொன்று முதன்மைச் சுருளுக்கு மின்னோட்டம் வழங்குமாறு விடப்படின், துணைச் சுருளின் நுளிகளிலே விரும்பப்படும் எந்த வோல்ட்ற்றளவையும் பெறக்கூடியதாக அந்நுளிகளில் ஒரு மி. இ. வி. தூண்டப்படும். தூண்டிய மி. இ. வி யானது முதன்மைச் சுருளுக்கான வழங்கல் வோல்ட்ற்றளவிலும் உயர்ந்த அல்லது குறைந்த பெறுமதியை உடையதாக இருக்கலாம். வோல்ட்ற்றளவுகளிலுள்ள மாற்றங்கள் பல்வேறு தேவைகளுக்கு வேண்டப்படும். இம்மாற்றத்தைச் செய்தற்கு நடைமுறையிலுள்ள ஒழுங்கானது உருமாற்றி எனப்படும் தாழ்வு வோல்ட்ற்றளவிலிருந்து உயர்வு வோல்ட்ற்றளவிலிருந்து தாழ்வு வோல்ட்

ற்றளவிற் கோ உருமாற்றம் நடைபெறும். உரு மாற்றியின் அகணியானது தூண்டற் சுருளின் அகணியைப் போன்று நேராக இல்லாமல் ஒரு தொடர்ச்சியான வளையமாக இருக்கும். தூண்டற் சுருளின் அகணி வழக்கமாக மெல்லிரும்புக் கம்பிக் கட்டாக இருக்கும். உருமாற்றியின் அகணியானது உயர்வு உட்புகவிடுமியல். கொண்ட கலப்புலோகத்தாலான ஒரு வளையத்தின் வடிவில் இருக்கும் (படம் 11.1818). ஒரு பழைய கடையில் அல்லது வாஸ்கெலி திருத்துப வரிடமிருந்து வாங்கிய ஒரு பழைய உரு மாற்றியைப் டரிசீலிக்க.



படம் 11.21

உருமாற்றிகள் என் தேவைப்படுகின்றன என்பதை ஆராய்வோம் பள்ளிக்கூட ஆய் கூடத்திற் பயன்படுத்தப்படும் தூண்டற் சுருளுக்கு, 2,4 அல்லது 6 வோல்ட்டு என்னும் முதன்மை வோல்ட்டளவு வழங்கப்படும். ஆனால், துணை அல்லது பயப்பு வோல்ட்டளவு வழங்கப்படும். ஆனால், துணை அல்லது பயப்பு வோல்ட்டளவு மிகவும் உயர்வாக இருக்கும். வாயுக்கலவைகளுக்குத் தீயூட்ட இவ்வயர்வு வோல்ட்டளவைப் பயன்படுத்தலாம்.

சாதாரண கார்மின்கலவடுக்குக்கு இது, 6 அல்லது 12 வோல்ட்டளவாகும். ஆனால், உருளையுள் பெற்றோல் வளிக் கலவைக்குத் தீயூட்டத் தேவையான தீப்பொறிகளைப் பெற இன்னும் உயர்வான வோல்ட்டளவுகள் வேண்டப்படும். மோட்டார்க் கார்களில் இவ்வுருமாற்றத்திற்காக எளிபற்றற் சுருள்கள் பயன்படும். டைனமோவில், டைனமோவைச் செலுத்தப்பயன்படும் சக்தியே மின்னாக, மாற்றப்படுகின்றது. இங்கு, உருமாற்றியின் பணி,சக்தியை மாற்றுவதன்று ; மின் கிடைக்கப்பெறும் வோல்ட்டளவுகளை மாற்றுதலாகும்.

ஒர் உருமாற்றியின் முதன்மைச் சுருளிலுள்ள திரும்பல்களின் எண்ணிக்கை N_P யும், துணைச் சுருளிலுள்ளவற்றின் எண்ணிக்கை N_S உம் என்றால், முதன்மைச் சுருளுக்கு வோல்ட்டளவு V_P யைப் பிரயோகிக்கும் போது துணைச் சுருளிற பெறப்படும் வோல்ட்டளவு V_S ஆனது ஏறத்தாழ

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P}$$

என்னும் சமன்பாட்டால் தரப்படும்.

முதன்மைச் சுருளுக்கு வழங்கப்படும் மின் சக்தியின் அளவானது துணைச் சுருளிற பெறப்படும் மின் சக்திக்கு ஏறத்தாழச் சமமாகும். இங்கு, இது முக்கியமாகச் சுருள்களில் உண்டாகப்படும் வெப்பமாக ஓரளவு இழக்கப்படுகின்றது. ஒரு குறித்த வீதத்தில் முதன்மைச் சுருளுக்கு மின் சக்தி வழங்கப்படும். வலுப் பயப்பானது வலுவூட்டத்திற்கு ஏறத்தாழச் சமம். முதன்மை வோல்ட்டளவு V_P வோல்ட்டும், அதிலே பாயும் ஓட்டம் I_P அம்பியரும் ஆயின், வலுவூட்டம் $V_P I_P$ வாரற்கும். துணை வோல்ட்டளவு V_S வோல்ட்டும் அதிலே பாயும் ஓட்டம் I_S அம்பியரும் ஆயின், வலுப்பயப்பு $V_S I_S$ ஆகும். இங்கு $V_S I_S = V_P I_P$ என்பன வோல்ட்டளவுவினதும் மின்னோட்டத்தினதும் சராசரிப் பெறுமதிகள். இச்சராசரிகள் ஒரு சிறப்பான வழியிற் கணிக்கப்படுகின்றன. இக்கணிப்புமுறை பற்றி இங்கு ஆராயப்படமாட்டாது. சக்திப் பயப்பானது சக்தியூட்டத்திற்கு ஏறத்தாழ சமமெனின்,

$$V_P I_P = V_S N_S$$

என நாம் எழுதலாம்.

இதவே உருமாற்றியின் தொழிற்பாடு ஆகும்.

பின்வரும் எண்ணுதாரணத்தை எடுத்து நோக்குக :

ஓர் உருமாற்றியின் ஊட்ட வோல்ட்றளவு 200 வோல்ட்றும் அதன் பயப்பு வோல்ட்றளவு 10 வோல்ட்றும் ஆகும்.

(a) துணைச் சுருளுக்கு ஒரு 10 ஓம் குமிழ் இணைக்கப்படும் போது,

(b) துணைச் சுருளுக்கு ஓர் 5 ஓம் குமிழ் இணைக்கப்படும்போது, முதன்மைச் சுருளிற் டாயும் மின்னோட்டத்தின் பெறுமதியைக் கணிக் க.

(a) 10 ஓம் தடை தொடுக்கப்பட, துணைச் சுருளிலே மின்னோட்டம் I_P எனின்,

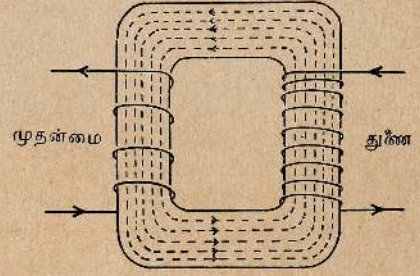
$$I_P = \frac{10}{10} = 1 \text{ அம்.}$$

$V_P I_P = V_S I_S$ ஆகிய உருமாற்றிச் சமன்பாட் டைப் பிரயோகிக்க.

$$200 \times I_P = 10 \times 1,$$

$$\therefore I_P = 0.05 \text{ அம்.}$$

(b) 5 ஓம் தடை தொடுக்கப்பட, துணைச் சுருளிலுள்ள மின்னோட்டம்



படம் 11.20

ஓர் உருமாற்றியின் தோற்றம். அபாயம் 33,000 வோல்ட்றது

$$I_P = \frac{10}{5} = 2 \text{ அம்.}$$

$V_P I_P = V_S I_S$ ஆகிய உருமாற்றிச் சமன்பாட் டைப் பிரயோகிக்க,

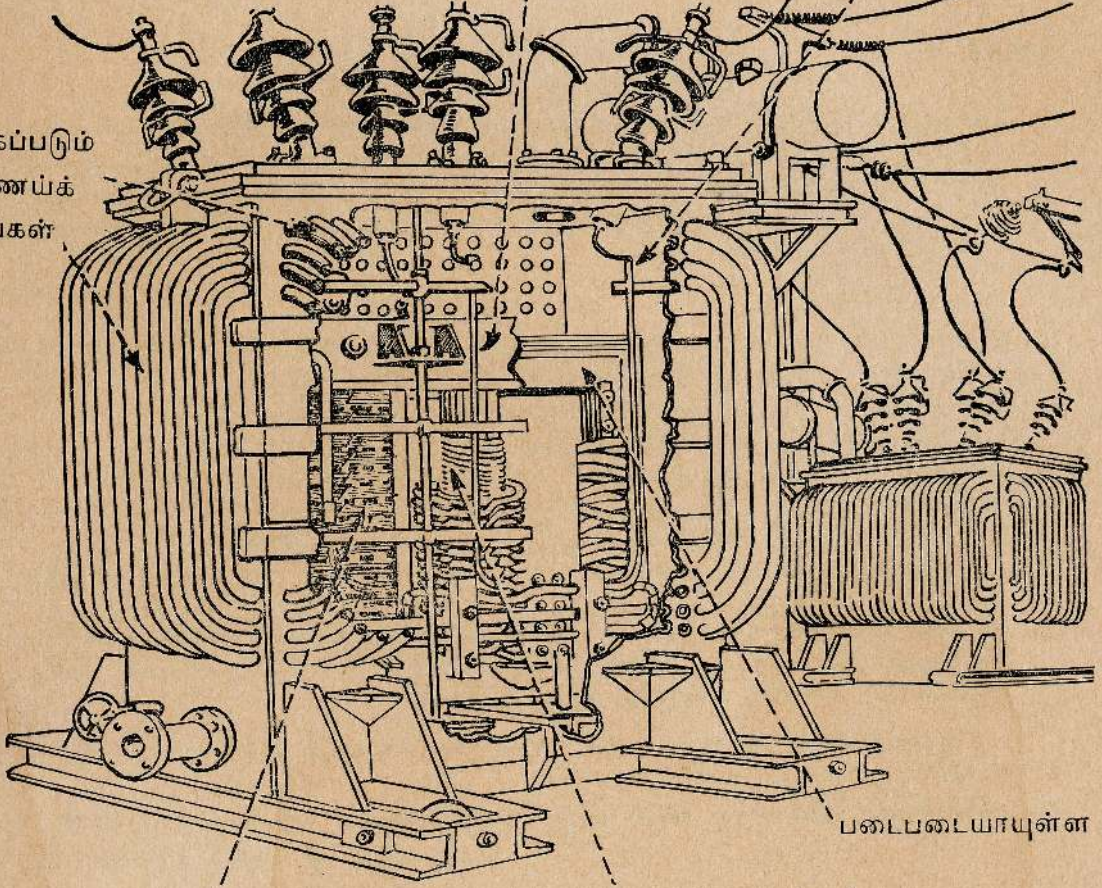
$$200 \times I_P = 10 \times 2,$$

$$\therefore I_P = 0.1 \text{ அம்.}$$

துணைச் சுருளிலுள்ள மின்னோட்டம் அதிக ரிக்க, முதன்மைச் சுருளிலுள்ள மின்னோட்ட மும் அதிகரிக்குமென இவ்வெண்ணுதாரணம் தெரிவிக்கிறது.

மேலுள்ளது, லக்ஸ்பானவிலிருந்து வரும் 33,000 வோல்ட்றது மின்னை, (வீடுகளுக்கு மின் வழங்கப்படும் வோல்ட்றளவாகிய) 230 வோல்ட்றது மின்னாக மாற்றும் ஓர் உருமாற்றியின் தோற்றமாகும். வெப்ப இழப்புக்களைக் குறைக்க, தொழிற் சாலைகளும் பாரிய பொறித் தொகுதிகளும் பொதுவாக 400 வோல்ட்றது போன்ற உயர்ந்த வோல்ட்றளவுகளிலே தொழிற்படுகின்றன.

குளிராக்கப்படும்
எண்ணெய்க்
குழாய்கள்



படைபடையாயுள்ள அகணி

தாழ்வு வோல்ற்றளவுச் சுற்று

உயர் வோல்ற்றளவுச் சுற்று

பயிற்சி 11

1. மின்காந்தத் தூண்டல் விதிகளைக் கூறுக. ஓர் உணர்திறன்மிக்க கல்வனோமானி, இரண்டு சுருள்கள், ஒரு கார் மின்கலவருக்கு, ஓர் இறையோதற்று, ஒரு சட்டக் காந்தம், ஒரு பெரிய பரியிலாடக் காந்தம், அச்ச உள்ள ஓர் உலோகத் தட்டு என்பன உமது உபயோகத்திற்கு இருப்பின், மின்காந்தத் தூண்டல் விதிகளைச் சோதிக்க நீர் செய்யும் மூன்று எளிய பரிசோதனைகளை விபரிக்க.

[க. பொ. த. (சா.) ஒகஸ்து 1963]

2. இரண்டு கம்பிச் சுருள்கள், ஒன்றை மற்றையதற்குள் வைக்கக்கூடியதாகச் செய்யப்பட்டுள்ளன பெரிய சுருள், மையப்-பூச்சியம் காட்டும் ஒரு மில்லியம்பியர்மாணிக்கு (மையப்-பூச்சிய மில்லியம்பியர்மாணி) தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. சிறிய சுருள், ஓர் ஆளிக்கூடாக ஓர் ஈயச் சேமிப்புக்கலனுக்குத் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. சிறிய சுருள் பெரிய சுருளுக்குள் அவற்றின் அச்சுக்கள் பொதுவாயிருக்கத்தக்கதாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆளி போடப்பட்டுச் சிறிது நேரத்துக்கு விட்டு, பின் ஆளி மூடிற்றுத்தினால் மில்லியம்பியர்மாணி வாசிப்பில் ஏற்படும் மாற்றத்தை (யாதாயினும் இருப்பின்) விவரித்து விளக்குக.

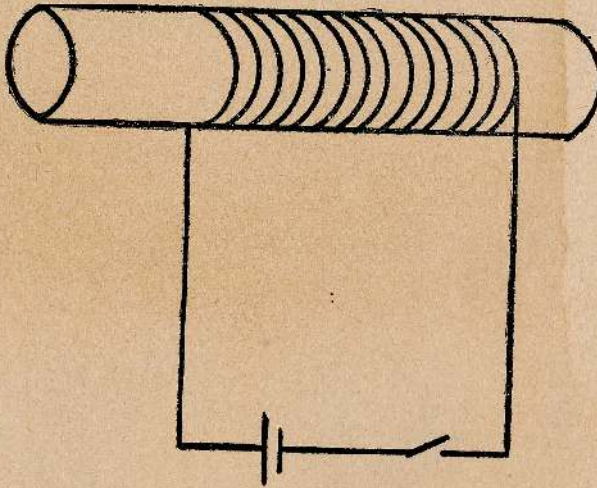
[க. பொ. த. (சா.) திசம்பர் 1965]

3. ஒரு மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கிக் காட்டுதற்கு ஒரு பரியிலாடக் காந்தம், ஒரு செப்புக்கோல் தொடுக்கும் கம்பிகள், ஓர் உணர்திறன்மிக்க கல்வனோமானி என்பவற்றை எவ்வாறு உபயோகிப்பீர் என்பதை விளக்கப்படங்களுடன் விவரிக்க.

மின்னோட்டத்தின் (I) பருமன் (II) திசை என்பவற்றைத் தீர்மானிக்கும் காரணிகள் யாவை ?

கோலுக்குப் பதிலாக ஒரு கம்பிச் சுருளை உபயோகிப்பதனால் ஏற்படும் நன்மை என்ன ?

[க. பொ. த. (சா.) டிசம்பர் 1967]

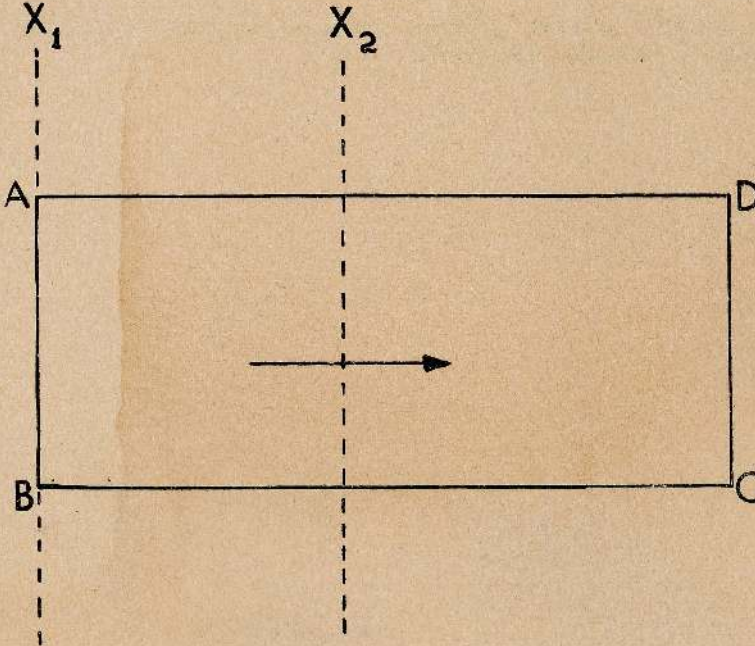


படம் 11.23

4. ஓர் அட்டைத்தாளால் ஆக்கப்பட்ட குழாயின் நீளத்துக்குச் சுற்றப்பட்ட ஒரு செம்புக் கம்பிச் சுருளை 307 ஆம் பக்கத்திலுள்ள படம் காட்டுகிறது. படத்திற் காட்டியது போல, சுருள் ஒரு மின் கலத்துடனும், ஒரு சாவிடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இப்படத்தைக் கீறி, ஆளி மூடப் பட்டவுடன் ஏற்படும் காந்த மண்டலத்தைக் காட்ட விசைக் கோடுகள் வரைக. மின்காந்தத் தூண்டலை (தம்முள் தூண்டல்) காட்டுவதற்குப் படத்திற் காட்டப்பட்டவைகளை விட, மேலும் என்ன ஆய்கருவிகள் உமக்குத் தேவை? அவற்றை எவ்வாறு ஒழுங்குபடுத்துவீர் என் பதைக் காட்ட ஒரு படம் வரைவதோடு மின்காந்தத் தூண்டலை எவ்வாறு காண்பிப்பீர் என்பதையும் விபரிக்க.

[க. பொ. த. (சா.) திசம்பர் 1966]

5. உருமாற்றியொன்றின் ஊட்ட வேற்றளவு 240 வேற்று ஆக இருக்கும் போது பயப்பு வேற்றளவு 12 வேற்றாகும். 5 ஓம் தடைகொண்ட மின்குமிழொன்று 12 வே. துணைச் சுருளினூடாகத் தொடுக்கப்படும் போது முதன்மைச் சுருளினூடாகப் பாயும் மின் னோட்டம் யாது?
6. உருமாற்றியொன்றின் முதன்மைச் சுருளினூடு 200 வே. பிரயோகிக்கப்படும்போது துணைச் சுருளினூடாக 10 வே. அ. வி. பெறப்படும். உருமாற்றியின் திறன் 90 விதம் எனின் துணைச் சுருளினூடு 5 ஓம் தடை கொண்ட குமிழொன்று தொடுக்கப்படும் போது முதன்மைச் சுருளினூடு எவ்வளவு மின்னோட்டம் பாயும்?
7. 200 சுற்றுக்கள் கொண்ட முதன்மைச் சுருளையும் 2,000 சுற்றுகள் கொண்ட துணைச் சுருளையுமுடைய உருமாற்றியொன்றின் முதன்மைச் சுருளினூடாக 240 வேற்று அழுத்த வித்தியாசம் பிரயோகிக்கப்படும்போது, முதன்மைச் சுருளினூடு தொடுக்கப்பட்ட தடைக் கம்பியொன்றினூடாக 2 அம்பியர்மின்னோட்டம் பாயுமெனின்,
 (i) துணைச் சுருளினூடாகவுள்ள அ. வி. ஐயும்,
 (ii) முதன்மைச் சுருளிற் பாயும் மின்னோட்டத்தையும் கணிக்க.



படம் 11.24

8. செவ்வகவடிவக் கம்பித் தடம் ABCD ஆனது H வலிவுள்ள சீரானதொரு காந்தப் புலத்தில் உள்ளது. கடதாசியின் தளத்திலுள்ள காந்தப் புலம் படம் 11.22 இற் காட்டியுள்ள திசையிலே தாக்குகிறது.
- (a) CD ஆனது அச்ச X_1 பற்றிக் கடதாசியினுள் செல்லும்போது தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசை யாது (வலஞ்சுழியா இடஞ்சுழியா)? அச்ச X_2 பற்றிச் செல்லும்போது திசை யாது?
- (b) CD யானது அச்ச X_1 பற்றிக் கடதாசிக்கு வெளியே செல்லும்போது தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசை யாது? (வலஞ்சுழியா இடஞ்சுழியா)? அச்ச X_2 பற்றிச் செல்லும்போது திசை யாது?
9. (a) வினா 8 இலுள்ள செவ்வகச் சுருளை நிலையாக வைத்துக் கொண்டு, காந்தப் புலம் உடனடியாக 90° இனூடு திருப்பப்படும் புதிய புலமானது ABCD யிற்குச் செங்குத்தாகவும் கடதாசியினுள்ளும் இருப்பின் என்ன நிகழும்?
- (b) வினா 8 இலுள்ள செவ்வகச் சுருளை நிலையாக வைத்துக் கொண்டு, காந்தப் புலம் உடனடியாக 90° இனூடு திருப்பப்படும் புதிய புலமானது ABCD யிற்குச் செங்குத்தான திசையிலும் கடதாசிக்கு வெளியிலும் இருப்பின், என்ன நிகழும்?
10. கிடையான தளத்தை யுடையதொரு கம்பித் தடம், செங்குத்தாக நிறுத்திய நிலையான தொரு சட்டக் காந்தத்தின் மீது போடப்படுகிறது (படம் 11.23). காந்தம் வட்டத் தடத்தின் மையத்தினூடாகச் செல்லுமாறு தடம் காந்தத்தைச் சுற்றி விழுமாயின்,
- (a) தடம் விழ அதிலுள்ள தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசையிலும் பருமனிலுமுள்ள மாற்றங்களை விவரிக்க.
- (b) மாறா ஆர்முடுகலுடன் தடம் விழுமா? (வளித் தடையைப் புறக்கணிக்க.)
11. வினா 10 இலுள்ள தடத்தை நிலையாக வைத்துக் கொண்டு காந்தத்தை நிலைக்குத்தாக விழ விடும்போது ஏற்படும் மாற்றங்களை ஆராய்க.

மின்சக்தி காந்தச் சக்தியை உண்டாக்கக்கூடிய தெனவும் காந்தம் மின்னை ஆக்கக்கூடிய தெனவும் படித்துள்ளோம். ஒரு மின்னோட்டத்தின் காந்த வீணைவு எதிர்மாறான நிகழ்ச்சியைப் பரிசீலித்ததன் பயனாகவே மின் காந்தத் தூண்டல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

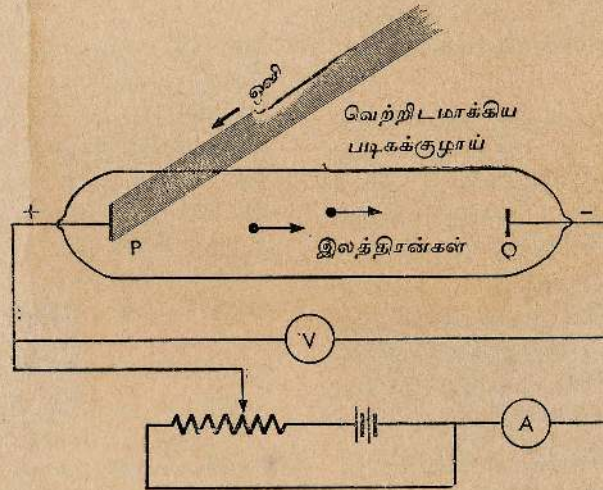
மின்னானது ஒளியை உண்டாக்க வல்லது. கடத்திகளினூடாக மின்னோட்டங்கள் பாய்கையில், கடத்திகள் சில்வே னைசரில் ஒலியைக் காலுமளவிற்குச் சூடாக்கப்படுகின்றன. ஒளி யிலிருந்து மின்னைப் பெறலாமென ஊகிப்பது இயல்பேயென விஞ்ஞானிகள் கருதினர். அவர்கள் “மின்னை ஒளி உண்டாக்குமா?” என்னும் வினாவை எழுப்பினர்.

ஒளிமின் வீணைவு

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இறுதியிலே செய்யப்பெற்ற சில பரிசோதனைகளில் ருந்து, உலோகப் டரப்புக்களில் பிரயேசனமான ஒளி விழ, அவற்றினின்றும் இலத்திரங்கள்

காணப்படுகின்றனதென அறியப்பட்டது. இத்தோற்றப்பாடானது, ஒளிமின் வீணைவு எனப்படும். காலப்படும் இலத்திரங்கள் ஒளிமிலத்திரங்கள் எனப்படும். இவ்வீணைவை எடுத்துக் காட்டப் படம் 12.1 இலுள்ள உபகரணத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

வெறிதாக்கியதொரு படிக்கக் குழாயானது A, B என்னும் உலோக மின்வாய்களைக் கொண்டுள்ளது. இம்மின்வாய்களுக்கு ஓர் அழுத்த வித்தியாசம் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. அனோட்டுப் பரப்புமீது பிரகாசமான ஒளி விழ விடப்படுகின்றது. படம் 12.1 இற் காட்டியவாறு A யிற்கும் B யிற்குமிடையே ஓர் அழுத்த வித்தியாசத்தைப் டேனும் போது, A, யிற்கும் B யிற்குமிடையேயுள்ள மின் புலம் இலத்திரங்களை B யிலிருந்து A யை நோக்கிச் செல்லுமாறு செலுத்த நாடுகின்றது. ஆனால், தாழ்வழுத்த வித்தியாசங்களுக்கு உலோகத்தட்டு A யால் இலத்திரங்கள் காலப்பட்டோ, இவற்றுட் சில B யை அடைகின்றன. மில்லி



படம் 12.1

அம்பியர்மானியிற் பதியப்படும் மின்னோட்டம் இதனைச் சுட்டிக்காட்டுகின்றது. A யிற்கும் B யிற்கும் இடையேயுள்ள அ. வி. ஐ அதிகரிக்க, மில்லியம்பியர்மானியின் வாசிப்பு வீழ்ந்து, உயர்வழுத்த வித்தியாசங்களுக்கு அம்பியர் மானி வாசிப்புப் பூச்சியமாகும். இது, எந்த இலத்திரனும் A யிலிருந்து கால்பட்டு B யை அடைவதில்லையென்பதை எடுத்துக்காட்டுகின்றது.

ஒளையானது சக்தியைக் கொண்டுள்ளது. உலோகத் தட்டின் இலத்திரங்கள் இச்சக்தியை உறிஞ்சுகின்றன. சக்தியை உறிஞ்சுகின்ற இலத்திரங்கள் உலோகத் தட்டினின்றும் ஒளியிலத்திரன்களாக வெளியேறுகின்றன.

ஒளியின் விளைவுபற்றி விளங்கிக் கொள்ளப் பின்வரும் செயல் உங்களுக்கு உதவும்.

செயல்.— உணர்திறன்மிக்கதொரு டொன்னிலை மின்காட்டியின் தட்டுடன் ஒரு தூய நாகத் தானைத் தொடுக்க. பொன்னிலை மின்காட்டியில் நேர்மின்னேற்றுக்க. நாகத் தாளமீது சூரியவொளி நேரடியாக விழும் போது, டொன்னிலைகளின் விரிகையில் மாற்றேதும் நிகழுமா? நாகத் தாளமீது சூரியவொளி விழவிடாமல் கட்டுப்பாட்டுப் பரிசோதனையாக இதைச் செய்க. இதேபோன்று பொன்னிலை மின்காட்டியில் மறைமின்னேற்றி, பரிசோதனையை மறுபடியுஞ் செய்க. இங்கு, வேண்டப்படும் பரிசோதனைகளைச் செய்க. உங்கள் அவதானிப்புகளைக் கொண்டு பின்வரும் வெற்றிடங்களை நீங்கள் நிரப்பக்கூடியதாக இருக்கும் :

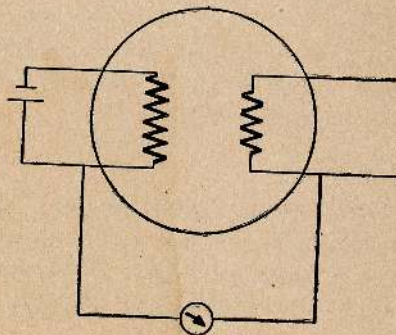
1. நேர்மின்னேற்றப்பட்ட பொன்னிலை மின்காட்டியின் நாகத் தாள மீது சூரியவொளி விழும்போது இலைகளின் விரிகை....(மாறுதிருக்கும், குறையும், அதிகரிக்கும்.)
2. மறைமின்னேற்றப்பட்ட டொன்னிலை மின்காட்டியின் நாகத் தாள மீது சூரியவொளி விழும்போது இலைகளின் விரிகை....(மாறுதிருக்கும், குறையும், அதிகரிக்கும்.)

சூரியவொளி செல்லும் பாதையில் ஒரு கண்ணாடித் துண்டை வைத்து இப்பரிசோதனையை நீங்கள் மறுபடியுஞ் செய்ய முடி

யுமா? இப்போது அவதானிப்புக்கள் எவ்வாறு வித்தியாசப்படும்? உங்கள் அவதானிப்புக்களுக்கு நீங்கள் காரணங்காட்ட முடியுமா?

வெப்பவயன் விளைவு

மிகவும் சூடான பொருள்கள் தம்மைச் சுற்றியுள்ள வளியின் மின் கடத்துதிறனை அதிகரிக்கின்றன என்னும் உண்மை நெடுங்காலத்துக்கு முன்பே அறியப்பட்டிருந்தது. இத்தோற்றப்பாட்டிற்கான காரணம் பத்தொண்டதாம் நூற்றாண்டின் இறுதியிற் காணப்பட்டது. ஒரு குமிழின் ஒளிரும் இழையை இன்ஜேர் இழையுடன் ஒரு கம்பியால் இணைக்கும் போது (படம் 12.2) கம்பியில் ஒரு சிறிய மின்னோட்டம் பாயுமென தொமால எடிசன் என்பவர் கண்டார். மிகவும் சூடான பொருள்களினின்றும் இலத்திரன்கள் கால்படுதலே



படம் 12.2

இதற்குக் காரணமென அவர் குறிப்பிட்டார். இத்தோற்றப்பாடானது எடிசன் விளைவு, அல்லது வெப்பவயன் விளைவு எனப்படும். ஒளியின் காலும்போது இலத்திரங்கள் தப்பிப்போவதற்குத் தேவைப்படும் சக்தி ஒளிச்சக்தியிலிருந்து கிடைக்கிறது. வெப்பவயன் கால்ப்படும் போது, இலத்திரன்கள் தப்பிப்போவதற்குத் தேவைப்படும் சக்தி வெப்பப் பொருளின் வெப்பச் சக்தியிலிருந்து கிடைக்கிறது.

வாயுக்களிலூடாக இறக்கம்

ஒரு கடத்திகளிடையே அழுத்த வித்தியாசம் போதிய அளவு பெரிதாக இருக்கும் போது மின்னிறக்கமானது எவ்வாறு ஒரு கடத்தியிலிருந்து வளி வெளிக்கூடாக மற்றதற்குச் செல்லுமெனத் ஆண்டர் சுருளியிற்

பார்த்தோம். ஒவ்வொரு கடத்தியின் அடலி
லுமுள்ள வளி மூலக்கூறுகள் கடத்தியைத்
தொடுவதனால் மின்னேற்றப்பட்டு, மில் புலத்
தின் விளைவாக வளிவெளியின் குறுக்கே செல்
கின்றன. இவ்வாறாக வளிவெளியின் குறுக்கே
மின்னணைது கடத்தப்படுகிறது. இது மின்
பகுப்பொருளினூடாக மின்கடத்தப்படுதலை ஒத்த
தென நாம் கருதலாம்.

உப்புறத்திலே உலோக மின்வாய்கள் பொருத்
தப்பட்ட தொரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தைப்
பகுதிடட வெறிதாக்கி, தாழ்வமூக்கங்களில்,
இறக்கம் பற்றிப் பரிசீலிக்கலாம். வளிமண்
டல அழுக்கத்திலுள்ள ஒரு வளிவெளியிலும்
பார்க்கப் பகுதிபட வெறிதாக்கியதொரு வெளி
யில், அயன்கள் சுயாதீனமாய் அசையக்கூடும்.
இதன் விளைவாக அயன்கள் நீண்ட தூரம்
செல்லத்தக்கவை.

மிகத் தாழ்ந்த அழுக்கங்களில் மின்னிறக்கம்

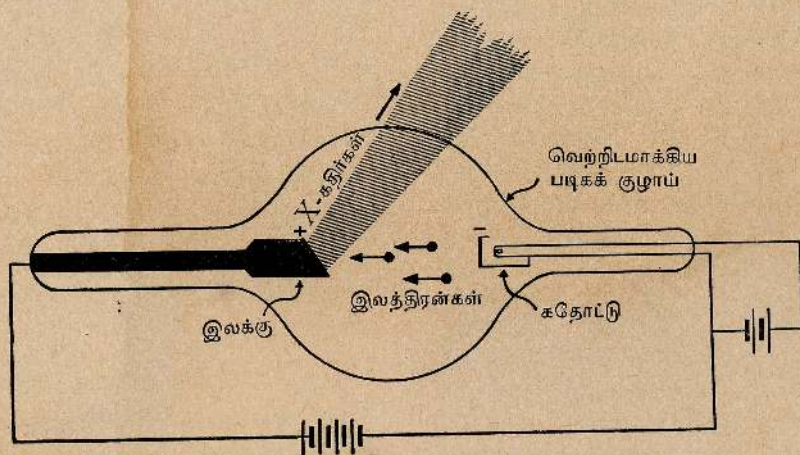
ஒரு குறித்த அ. வி. இறகு, ஒரு குறிப்பிட்ட
மின்னிறக்கக் குழாயிலுள்ள அழுக்கம்
குறைய, மின்னோட்டமும் குறையும். குழா
யிலே மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை குறை
வதே இதற்குக் காரணம். சற்றுத் தாழ்ந்த
அழுக்கங்களில் மின்னிறக்கம் வரிவரியாய்த்
தோற்றமளிக்கும். அழுக்கம் ஏறத்தாழ 0.001
மிமீ. இரசவளவாகக் குறைக்கப்படும்போது,
மின்னிறக்கத்தின் வரிவரித் தோற்றம்
மறைந்து, குழாயின் பரப்பிலே ஒரு புளோ
ரொளிரவு நிறவமைப்புத் தோன்றும். இப்
போது குழாயிலுள்ள வாயு, மூலக்கூறுகளின்

தொகை மிகவும் சிறிதாக இருத்தலால், முக்
கியமாக இலத்திரன்கள் காரணமாகவே
மின்னிறக்கம் ஏற்படுகிறது. மின்வாய்
களுக்குக் குறுக்கே ஓர் அ. வி. ஐப் பிரயோ
கிக்கும்போது, கதோட் டை நோக்கி நேரயன்.
கள் செல்லும். கதோட்டுடன் நேரயன்கள்
மோதும்போது, இலத்திரன்கள் விடுவிக்கப்படும்
கதோட்டுடன் நேரயன்கள் மோதும்போது
இலத்திரன்கள் விடுவிக்கப்படும். கதோட்டி
னால் இவ்விலத்திரன்கள் தள்ளப்பட்டு, இவற்
றுட் பல, குழாய்ச் சுவருடன் மோதும்.

ஒரு திண்மத் தடக்கால், ஓர் இலத்திரனைச்
சுதியாய் நிறுத்தின், இலத்திரனினின்றும்
ஒரு துடிப்பு கதிர்ப்பாவி வெளியாகற்றப்
படும். இத்துடிப்புபானது சாதாரண ஒளியின்
இயல்புள்ள ஒருவகைக் கதிர்ப்பாகும். இது
X-கதிர் எனப்படும்.

X-கதிர்கள்

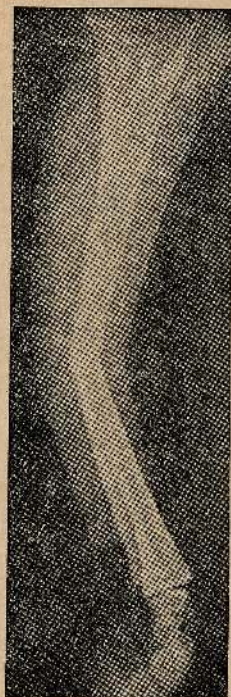
மிகவும் விரைவாகச் செல்லும் இலத்திரன்
கள் சுப்பொருள் மீறு சாரும்போது, அறியப்
படாத் தன்மைகொண்ட உயர்வான ஊடுரு
வற்றிறலுள்ள ஒரு கதிர்ப்பு உண்டாக்கப்படு
மென 1859 இலே வில்ஹம் ரெஞ்சன்
என்பவர் கண்டார். மின் புலத்தினூடும்
காத்தப் புலத்தினூடும் இக்கதிர்கள் செல்லும்.
இவை ஒளிபுகாத பொருள்களினூடு செல்
லும்; புளோரொளிரவுப் பதார்த்தங்களை
ஒளிர்ச்செய்யும்; ஒளிப்படத் தட்டுக்களைப்
பாதிக்கும். படம் 12.3 ஓர் X-கதிர் குழா
யைக் குறிக்கின்றது.



படம்—12.3

றொன்சனூல் X-கதிர்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டு ஓர் ஆண்டுக்குப் பின் 1896 இலே பாரி சில் ஒரு புதிய வகைக் கதிர்புக கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இக்கண்டுபிடிப்பு மிகவும் முக்கியம் வாய்ந்ததாக இருந்தது. புரோனிய உப்புக்களிற

இதில் மின்னோட்டம் பாய்கின்றதோர் இழையினூற் கதோட்டு வெப்பமாக்கப் படுகிறது. வெப்பவயன் காலலால் இக்கதோட்டினின்றும் இலத்திரன்கள் காலப்படுகின்றன. இங்குள்ள உயர் வெற்றிடம் இவ்விலத்திரன்களுக்கேற்ற ஒரு பாதையை அளிக்கின்றது. கதோட்டிற்கும் உலோக இலக்கிற் குமிடையே பேணப்படும் உயரமுத்த வித்தியாசம் பின்னையதை நோக்கி இலத்திரன்களை ஆர்முடுக்குகிறது. இலக்கின் முகம் இலத்திரன் கற்றைக்குத் தொடர்பானதொரு கோணத்தில் இருப்பதனால், இலக்கினின்றும் வெளிப்படும் X-கதிர்கள் குழாயின் பக்கத்தினூடாகச் செல்லும். X-கதிர்கள் மிகச்சிறிய அலைநீளங்கொண்ட அலைகளாகும். அவையணிதச் சதையிலே எவ்வித விலகலுமின்மின்றி ஊடுருவத்தக்கவை. இலத்திரன்களைக் கற்றையில் ஆர்முடுக்கும்போது, இலக்காற் பெறப்படும் X-கதிர்கள் ஊடுருவும் திறன் மிக்கனவாக இருக்கும். இலத்திரன்களை ஆர்முடுக்கல் குறைவாயிருக்கையில் X-கதிர்களின் ஊடுருவற்றிறன் குறைவாயிருக்கும். இலக்கின் மீது விழும் இலத்திரன்களின் தொகையிலே X-கதிர்க்கற்றையின் செறிவு தங்கியிருக்கும். அதிக எண்ணிக்கையான இலத்திரன்கள் இலக்குமீது விழும்போது X-கதிர் செறிவும் உயர் வாயிருக்கும். இதனைக் கொண்டு, தொழினூட்பர்கள் பல்வேறு ஊடுருவல் வலுக்களுடனும் செறிவுகளுடனும் கூடிய X-கதிர்க் கற்றைகளைப் பெறுகின்றனர்.



படம் 12.4 X-கதிர் ஒளிப்படம்

காணப்படும் ஒளிர்வினை ஹெனின் பெக்கரலும் அவருடைய தகப்பனரும் அதிக அக்கறை யுடன் பரிசீலித்தனர். X-கதிர்களையும் சட்ப்டொருள் மீது X-கதிர்கள் உண்டாக்கும் ஒளிர்வையும் பற்றி அறிந்திருந்த பெக்கரல், யுரேனியத்திலிருந்து X-கதிர்கள் காலப்படுதலாலும் யுரேனிய ஒளிர்வு ஏற்றுகிறதெனக் கருதினார். X-கதிர்முதற்பொருளாக யுரேனிய உப்புக்களைப் பயன்படுத்தலாமென அவர் ஊகித்தார்.

சிறந்த பரிசோதனையாளரான பெக்கரல் தமது ஊகத்தைச் சோதித்தற்குப் பின்வரும் பரிசோதனையைச் செய்தார். அவர் ஓர் ஒளிப்படத் தட்டினைக் கருந்தாளாற் சுற்றி அதன்

X-கதிர் ஒளிப்படங்களைப் பெறுதற்கு மனிதவுடலின் பகுதிகளில் X-கதிர்கள் ஊடுருவ விடப்படுவதை நீங்கள் கேட்டிருப்பீர்கள் (அல்லது கண்டிருப்பீர்கள்). ஒரு நோயாளியின் முறிந்த கையின் X-கதிர் ஒளிப்படம் கீழே (படம் 12.4) தரப்பட்டுள்ளது. இக்கையை ஊடுருவிய X-கதிர்க் கற்றையானது, சதையினூடும் இயத்தத்தினூடும் சென்றபோதிலும் எலும்பினூடாகச் செல்லவில்லை. சதையையும் இரத்தத்தையும் அகற்றாமல் எலும்பின் ஒளிப்படத்தைப் பெற இது உதவுகின்றது. முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தை ஒளிப்படத்தினின்றும் கண்டு கொள்ளலாம். குடல்களிலே பிற பொருள்கள் இருக்கின்றனவாவென்பதைக் கண்டுபிடிக்க இதுபோன்ற X-கதிர் ஒளிப்படங்கள் எடுக்கப்படுகின்றன.

மீது ஒரு வெள்ளி நாணயத்தை வைத்து இந்நாணயத்தின்மீது ஒரு யுரேனிய உப்புப் பளிங்கை வைத்தார். பளிங்கானது ஒளிராமாறு அதன்மீது பிரகாசமான சூரியவொளி பட விட்டு, ஒளிப்படப் படலத்தை உருத்து லக்ஷணம். ஒளிப்படத்தட்டில் நாணயம் மறைத்த பகுதி தவிர்ந்த ஏனைய பகுதிகள் கறுப்பாக்கப்பட்டிருந்தன. யுரேனிய உப்பு X-கதிர்களை (அல்லது இவற்றையொத்த வேறு கதிர்களை) க் காலுவதாக, பெக்கரல் கருதினார். அவர் ஒரு புதிய ஒளிப்படத் தட்டைப் பயன்படுத்திப் பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்ய முயன்றார். அப்போது தூதிட்டவசமாக (அல்லது அதிப்பவசமாக) முகில்கள் சூரியனை மறைத்தமையால் அவர் பரிசோதனையை மீண்டும் செய்ய முடியவில்லை. அவர் ஒளிப்படத்தட்டையும், யுரேனிய உப்புப் பளிங்கையும் ஓர் இலாச்சியில் வைத்துப் பூட்டி, வெயிலெறிக்கும்வரை பொறுத்திருந்தார். டலநாட்களாக வெயில் எறிக்கவில்லை. அவர் பொறுத்திருந்து பார்த்துவிட்டு, ஒளிப்படப் படல்மீது நேரடியாய்ச் சூரியவொளி பட விடாமல் அதனை உருத்துலக்கத் தீர்மானித்தார். அப்போது பிரகாசமான சூரியவொளியிற் பெற்றது போன்ற ஓர் ஒளிப்படம் பெறப்பட்டமை கண்டு வியப்புற்றார். ஆதலால், அவர் இக்காலலுக்குச் சூரியவொளி அவசியமன்றென ஊகித்து, பரிசோதனையைப் பூரண இருட்டில் மறுபடியும் செய்தார். பின்னர், சூரியவொளிக்கும் ஆகவே புளோரொளிர்வுக்கும் இக்கதிர்ப்புக்கும் சம்பந்தமில்லையென ஊகித்தார். X-கதிர்களைப் போலல்லாது, இக்கதிர்ப்பு ஆரம்பத்தில் அருட்டலன்றியே உண்டாகிறது. பெக்கரலின் இப்பணியுடன், கிளர்மின்வீசல் பற்றிய கருத்தும் உதயமாயிற்று. இதற்கு இரண்டாண்டு களுக்குப் பின், பியரி, மேரி கியூறி என்போர்களுக்குப் பின், பியரி, மேரி கியூறி என்போர் இத்துறையில் மேலும் பரிசோதனைகளைச் செய்தனர்.

இலங்கையில் கிளர்மின் கனியங்கள் சில காணப்படுகின்றன. அத்தகைய கனியங்களின்

பட்டியலொன்று பின்வரும் அட்டவணியிலே தரப்பட்டுள்ளது :—

இடம்	கனியம்	கிளர்மின் பதார்த்தத்தின் நிறை வழி நூற்று வீதம்

இக்கனியங்களுள் ஒன்றைப் பெற்று, பெக்கரலின் பரிசோதனையை மறுபடியும் செய்ய உங்களால் முடியுமா?

கிளர்மின் கதிர்ப்பின் தன்மை

வெவ்வேறான மூன்று வகைக் கதிர்ப்புகள் உள்ளனவென்பது பியரி கியூறியும் மேரி கியூறியும் செய்த பரிசோதனைகளினின்றும் தெளிவாயிற்று. இவை α -துணிக்கைகள், β -துணிக்கைகள், γ -கதிர்கள் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இக்கதிர்ப்புகள் வளையை அயனாகும்.

கிளர்மின் பதார்த்தத்தின் ஒரு துண்டை ஒரு மின்னேற்றிய பொன்னிலை மின்காட்டிக்குக் கிட்ட நீங்கள் கொண்டுவந்தால், மின்காட்டியின் இலைகள் சுருங்குவதை அவதானிப்பீர்கள். பொன்னிலை மின்காட்டியில் உள்ள மின்னேற்றம் அயனாகப்பட்ட வளையினூடாகப் பொசிவதனால் இது ஏற்படுகின்றது. β -துணிக்கைகள், அல்லது γ -கதிர்களிலும் பார்க்க α -துணிக்கைகள் அயன்களை எளிதில் உண்டாக்கக்கூடியவை.

α -துணிக்கைகள்

α -துணிக்கைகள் பற்றி மேலும் அறிவதற்கு ருதஃபோட்டும் அவர்தம் இணைவர்களும் பல பரிசோதனைகளை நடாத்தினர். அவர்கள் மின் புலத்தினாலும் காந்தப் புலத்தினாலும் α -துணிக்கைகளைத் திருப்பி, அத்துணிக்கைகள் ஒரு நேரேற்றத்தைக் கொண்டுள்ளனவெனக் காட்டினார்கள். β -துணிக்

கைகளிலும் அல்லது γ -கதிர்களிலும் பார்க்க α -துணிக்கைகள் ஒப்பீட்டளவில் பாரமாயும் குறைவான ஊடுருவற்றிறன் கொண்டனவாயும் இருக்கும். α -துணிக்கைகள் காற்றிலே சில சதமீற்றர் வரை செல்லவும் சில கடதாசித் தாள்களால் தடுபடவும் கூடியவை.

β-துணிக்கைகள்

β-துணிக்கைகள் மறையேற்றத்தைக் கொண்டனவென 1900 இலே மேரி கியூரியும் பியறி கியூரியும் காட்டினர். β-துணிக்கைகள் அதிலிரைவாய்ச் செல்லும் இலத்திரன்களென அவர்கள் முடிவு செய்தனர். ஒப்பீட்டளவில் அவை இலேசானவை. அவற்றின் ஊடுருவல் வலு, α -துணிக்கைகளின் வலுவிலும் உயர்வானது. சில மில்லிமீற்றர் அல்லு மினியத்தைக் கொண்டு, β-கதிர்களைத் தடுக்கலாம்.

γ-கதிர்கள்

போல் விலாட் என்பவர் இவற்றை 1900 இல் முதன்முதலாய்க் கண்டுபிடித்தார். கதிர்ப்புகள் யாவற்றிலும் இவையே அதிக ஊடுருவற்றிறன் கொண்டவை. இவற்றைத் தடுக்க அதிக அளவு சதமீற்றர் ஈயம் தேவைப்படும். இக்கதிர்கள் மின்னேற்றங் கொண்ட துணிக்கைகளை உடையவையல்ல.

கிளர்மின் தேய்வு

கிளர்மின் மூலகங்கள் மிகவும் உறுதியற்ற கருக்களை உடையவை. ஓர் α -துணிக்கை, அல்லது β-துணிக்கை காலப்படுவதால் கருவிலுள்ள துணிக்கைகளின் எண்ணிக்கை மாறுகின்றது.

ஒரு மூலகத்தின் அணுவெண்ணைது மூலகங்களின் ஆவர்த்தன அட்டவணியில் மூலகத்திற்கு ஓர் இடத்தைக் குறித்தொதுக்குகிறதென இரசாயனவியலிற் படித்தோம். ஒரு மூலகத்தின் அணுவெண் என்பது அம்மூலகக் கருவிலுள்ள புரோத்தன்களின் எண்ணிக்கையாகும். உதாரணமாக, அணுவெண் 2 உள்ள ஈலியம் அதன் கருவிலே இரண்டு புரோத்தன்களைக் கொண்டுள்ளது. வசதிக் காக, ஈலியம் அணுவை ${}^2\text{He}$ ஆலும் ஈய அணுவை ${}^{82}\text{Pb}$ ஆலும் குறிப்பிடலாம். புரோத்தன்கள் தவிர, ஒரு மூலகத்தின் கருவும்

பல் நியூத்திரன்களைக் கொண்டது. புரோத்தன்களினதும் நியூத்திரன்களினதும் எண்ணிக்கைகளின் கூட்டுத்தொகையானது அணுவின் திணிவு எண் எனப்படும். ஓர் அணுவின் திணிவு எண்ணை மேலே எழுதி அதனைக் குறிப்பிடுவது வழக்கம். உதாரணமாக, ஈலியம் அதன் கருவிலே 2 நியூத்திரன்களையும் 2 புரோத்தன்களையும் கொண்டிருப்பதால் ஈலியம் அணுவை ${}^4\text{He}$ ஆற் குறிக்கிறோம். ஈய அணுவின் திணிவு எண் 208. அதனை ${}^{208}\text{Pb}$ ஆற் குறிக்கலாம்.

இப்போது ஓர் அணுவின் அணுவெண்ணையும் திணிவெண்ணையும் ஒரு குறியீட்டாற் குறிக்கலாம். உதாரணமாக, ஈலியத்திற்கு ${}^4\text{He}$ எனவும் ஈயத்திற்கு ${}^{208}\text{Pb}$ எனவும் குறிப்பிடலாம். பொதுவில், திணிவெண் A யும் அணுவெண் Z உம் உள்ள ஓர் அணு M ஐக் குறியீட்டு முறையாக ' ${}^A\text{M}$ ' எனக் குறிப்பிடலாம். ஓர் α -துணிக்கை ஓர் ஈலியம் கருவுக்குச் சர்வ சமனானதெனப் பரிசோதனைகள் காட்டியுள்ளன. ஓர் அணுவின் கருவினின்று ஓர் α -துணிக்கை காலப்படும் போது அதன் எண் 4 ஆலும், அதன் அணு எண் 2 ஆலும், குறைக்கப்படும். α -துணிக்கையானது 2 புரோத்தன்களையும் 2 நியூத்திரன்களையும் கொண்டிருப்பதனால் இவ்வாறு நிகழ்கிறது. ஒரு கிளர்மின் மூலகத்தின் கருவானது α துணிக்கைகளைக் காலத்தக்கதென இது எடுத்தாளக்கிறது. இதன் விளைவாக ஒரு புதிய மூலகத்தின் கரு உதயமாகிறது. இது கிளர்மின் உருமாற்றம் எனப்படும். உதாரணமாக, திணிவு எண் 232 கொண்ட தோரியம் ஓர் α துணிக்கையைக் காலன்றதும் திணிவு எண் 228 கொண்ட ரேடியமாக மாறுகிறது.



இப்புதிய மூலகமாகிய ரேடியமானது தோரியத்தின் மகள் விளைவு எனப்படும். இம்மகன் விளைவும் உறுதியற்றதாகி, ஒரு பேர்த்தி விளைவாக வெடிக்கலாம்.

β துணிக்கைகள் இலத்திரன் களாகுமென்ப படித்தோம். ஓர் அணுவின் ஒரு கருவிலிருந்து ஒரு β துணிக்கை காலப்படுதலாம் ஒரு நியூத்திரன் ஒரு புரோத்தனை மாறும். அதாவது, ஒரு β துணிக்கை காலப்படும் போது அணுவின் அணுவெண் 1 ஆல் அதிகரிக்கப்பட்டு திணிவெண் மாறுதிருக்கும். உதாரண

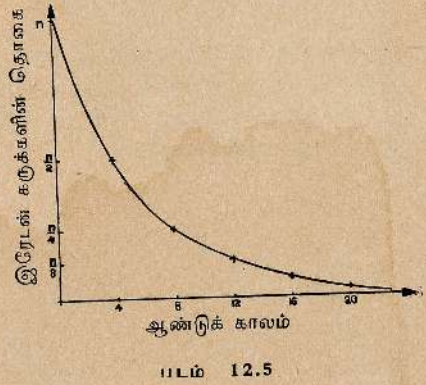
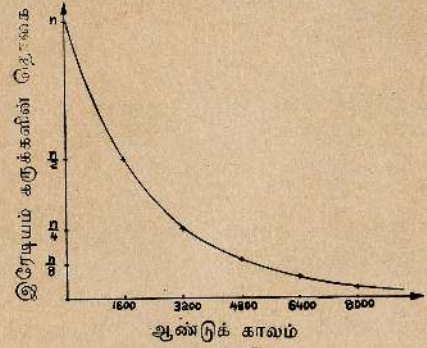
மாக, திணிவெண் 228 உம் அணுவெண் 88 உம் உள்ள ரேடியம் பிரிந்தழிந்து, அதே திணிவெண்ணும் அணுவெண் 89 உம் கொண்ட அத்தினியத்தைத் தருகிறது.



கிளர்மின் தேய்வின் விரைவு

ஒரு குறித்த அளவு ரேடியம் 1,600 ஆண்டுகளுக்கு வைக்கப்படும் போது அதில் அரை வாசியே ரேடியமாக எஞ்சியிருக்கும். மீதியை இன்னும் 1,600 ஆண்டுகளுக்கு வைக்கும் போது மீதியின் அரைவாசியே ரேடியமாக எஞ்சியிருக்கும். கிடைக்கப்பெறும் ரேடியத்தின் பாதியானது ரேடியமாக எஞ்சியிருக்க, 1,600 ஆண்டுகள் எடுக்கும் வரை இம்முறை தொடரும். 1,600 ஆண்டுகளே ரேடியத்தின் அரை ஆயுள் ஆகும். ரேடியம் தேய்வதால் உண்டாகும் ரேடன் வாயு உறுதியற்றது. இதன் அரை ஆயுள் 4 நாட்கள். ரேடியம், ரேடன் ஆகியவற்றின் கிளர்மின் தேய்வைப் படம் 12.1 இலுள்ள வரைபுகள் காட்டுகின்றன.

ஓரா கிளர்மின் பதார்த்தத்தின் அரை ஆயுள் என்பது கருக்களின் எண்ணிக்கையிற் பாதியானது பிரிந்தழிய எடுக்கும் நேரமாகும்.



படம் 12.5

பயிற்சி 12

1. இந்தியத்தின் அரை ஆயுள் 8 நாட்கள். ஆரம்பத்தில் N இந்தியம் கருக்கள் உள்ளன வெனின், (i) 32 நாட்களில், (ii) 64 நாட்களில் எவ்வளவு இந்தியம் கருக்கள் எஞ்சி யிருக்கும்?
2. இந்தியம் கருவின் கிளர்மின் தேய்வின்போது ஒரு β -துணிக்கை காலப்படுகிறது. $^{131}_{53}\text{I}$ யின் கிளர்மின் தேய்வைக் குறியீட்டில் எடுத்துரைக்க.
3. ரேடனின் அரை ஆயுள் 4 நாட்கள். ஆரம்ப அளவின் என்ன நூற்று வீதம் 20 நாட்களுக்குப்பின் இருக்கும்?
4. தினிவு எண் a யும் அணு எண் b யும் கொண்டதொரு மூலகம் X ஓர் α துணிக்கையைக் கான்றதும் மகள் மூலகம் Y யை உண்டாக்குகிறது. இப்போது மகள் மூலகம் Y ஒரு β -துணிக்கையைக் கான்று, பேர்த்தி மூலகம் Z ஐ உண்டாக்குகிறது. இத்தேய்வைக் குறியீட்டில் எடுத்துரைக்க.

19.7.81 ✓

10.10.81

19.7.81

