VIGNANA ARIVIYAL

374

Ninth Standard

A.SAMUEL

INTERNATIONAL

CO.,

51

TB
A(9)
N62
E9979

விஞ்ஞான அறிவியல்

ஒன்பதாம் வகுப்பு

(புதிய திட்டம்)

A. SAMUEL, B.A., L.T.
(Voorheese College School, Vellore.)

[Paper used : 24 lbs. White Printing]

இன்டர்நாஷனல் பப்ளிஷிங் கம்பெனி
நுங்கம்பாக்கம் : : சென்னை–34

பதிப்புரிமை] 1962 [விலை ரூ. 3

VIGNANA ARIVIYAL

(GENERAL SCIENCE)

(1958 Syllabus—Standard IX)

BY

A. SAMUEL, B.A., L.T.

First Print—*Oct.* 1959
Reprint (4)—*July*, 1962

[Prepared in accordance with the syllabus issued on 23—4—1958]

APPROVED FOR CLASS USE
BY THE MADRAS TEXT-BOOK COMMITTEE
[Supplement to Part I-B of the
Fort St. George Gazette, dated 18-5-1960, Page 26]

Price Rs. 3.

Kabeer Printing Works, Madras (4723)

முன்னுரை

சென்னை அரசாங்கக் கல்வித்துறையினர் 23-4-58இல் வெளியிட்ட விஞ்ஞான பாடத்திட்டத்தை யொட்டி இந்நூல் இயற்றப்பட்டுள்ளது. மாணவ, மாணவியர் விஞ்ஞானப் பாடங்களை விரும்பிக் கற்பதற்கு ஏற்ற முறையில் புதுநோக்குடன் பாடப் பொருள்களையும், மொழி நடையையும், விளக்கப்படங்களையும், அமைத்துள்ளோம்.

தற்கால வாழ்க்கையில் ஓரளவு விஞ்ஞான அறிவு எல்லோருக்கும் இன்றியமையாததாகி விட்டது. நாம் வாழ்ந்துவரும் சூழ்நிலையில் விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தினால் அமைக்கப்பெற்ற பல வாழ்க்கைச் சாதனங்களைக் கையாள்கிறோம், காண்கின்றோம். இவை எவ்வாறு இயங்குகின்றன, இவற்றின் பயன்கள் யாவை என்பன போன்ற இன்றியமையாத வினாக்களுக்கு விடையறிந்து கொள்ள யாவருக்கும்—சிறப்பாக மாணவ மாணவியருக்கு—பேரார்வம் மேலோங்கி நிற்கும் என்பது திண்ணம். இயன்ற வரையில் அவர்களுக்கு மனநிறைவளிக்க வேண்டும் என்னும் நன்னோக்குடன் இந்நூல் ஆக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒவ்வொரு பாடத்திலும் கற்ற விவரங்களை மனத்திற் கொள்வதற்கேற்ப, பயிற்சி வினாக்களும், மாணவ மாணவியர் தாமே செய்து பார்க்கத் தக்க செய்முறைப் பயிற்சிகளும் பாடத்தின் இறுதியில் தரப்பட்டுள்ளன. சோதனைச் சாலையில் அவர்கள் செய்ய வேண்டிய பரிசோதனைகளைப்பற்றிய சிறு குறிப்புக்களை நூலிறுதியில் பிற்சேர்க்கையாகச் சேர்த்துள்ளோம். மேலும் இவர்களுக்குப் பயன் படத்தக்க விஞ்ஞானப் புள்ளி விவரங்களும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. விரிவான கலைச்சொற்கள் பட்டியல் ஒன்றும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்நூல் வரிசை மாணவ மாணவியருக்குப் பெரிதும் பயன் படுமென்னும் துணிபுடையோம். பள்ளித் தலைவர்களும் ஆசிரியர்களும் இவற்றை ஏற்று எம்மை மேலும் ஊக்குமாறு வேண்டுகிறோம்.

—பதிப்பாளர்கள்

SYLLABUS IN GENERAL SCIENCE

STANDARD IX

BIOLOGY

BOTANY

Topics

1. Life history of a monocot : Ragi or paddy. Life history of a dicot : Sunflower or bean.

2. Germination of seeds—Viability of seeds and breaking dormancy.

3. Soil—Origin—Soil water—Soil aeration, soil—temperature.

4. Plant societies and their relation to environment —xerophytes ; epiphytes ; mesophytes and water plants.

ZOOLOGY

5. Feeding habits of animals : Jawless earthworm ; blood-sucking leech, honey-sucking butterfly ; filing snail.

6. The general characteristics and different kinds of feeding in Fishes ; lizards ; snails ; birds and mammals—Cow, horse, squirrel ; rabbit.

7. Movement in the following animals ; (i) Earthworm, (ii) Snail, (iii) Snake, (iv) Lizard, (v) Bird, (vi) Frog, (vii) Rabbit, (viii) Cow, (ix) Horse.

8. Adaptation of animals. Protection and offence (colour, mimicry, poison apparatus). Special covering such as those of porcupine and tortoise.

9. The life history of frog and butterfly to illustrate Metamorphosis.

HUMAN PHYSIOLOGY

10. General build of the human body, maintaining the important organs.

11. The skeleton—Joints-build-types.

12. Muscles—Voluntary and involuntary, calf, biceps, sphinctral and cardiac.

13. Digestive system; Alimentary canal; Teeth and their structure; digestion; enzymes; absorption and assimilation of foods (Elementary knowledge of the metabolism of proteins, carbohydrates and fats). Balanced diet—Vitamins.

PHYSICS

1. Measurement of time—Simple pendulum—Relation between time of oscillation and length of the pendulum.

2. (*a*) Mechanics of liquids—Pressure and Thrust. P=hd; Thrust=ahd.
   (*b*) Principle of Archimedes. Use of the principle to determine the specific gravity of solids heavier than water, solids lighter than water, and solids soluble in water.
   (c) Principle and use of a common hydrometer.

3. Mechanics of gases—
   (*a*) Boyle's law—Verification—Simple applications.
   (*b*) Air plane—How supported and made to move.

4. Mechanics of solids—
   (*a*) Elasticity—Longitudinal. Hooke's law—Spring balance.
   (*b*) Machines—The screw—A block and tackle—Inclined plane—Gear—Hydraulic Press.

5. Heat—
   (*a*) Construction of thermometers centigrade and Farenheit—Description and use of clinical and Six's maximum and minimum thermometers.
   (*b*) Quantity of heat—Unit—Thermal capacity—Water equivalent—Specific heat—Experiment to determine the specific heat of a solid by the method of mixtures, problems on specific heat.

(c) Change of state—Latent heat of fusion and vaporization (definition only)—Determination of melting points of solids.

(*d*) Transmission of heat—Conduction, convection and radiation (qualitative study only)—Applications.

(*e*) The steam engine—The internal combustion engines.

CHEMISTRY

1. Historical background of Chemistry. The role of Chemistry in modern life, our environment.

2. Factors that induce and regulate chemical change.

3. Preparation, properties and uses of oxygen, burning, combustion, explosion. Preparation, properties and uses of Hydrogen—Hydrogenation—Oxidation and reduction—Diffusion of gases.

4. Solutions—Preparation of solutions of desired concentration—Percentage composition of solution.

5. Elementary treatment of acids, bases, and salts; the three acids.

6. Chlorine—Preparation, properties and uses of chlorine and hydrochloric acid.

7. Ammonia—Refrigeration—Nitric acid.

8. Phosphorous—Preparation, properties and uses—Allotropic modifications.

9. Nitrogen and phosphorous as related to soils and fertilizers, the nature of soils—Soil fertility—fixation of atmosphere, nitrogen and nitrogen cycle—Insecticides.

10. Extraction—Properties and uses of sulphur—Allotropic modification—Sulphur dioxide and sulphur trioxide.

முதற் பகுதி

உயிர் நூல்

பொருளடக்கம்

I. உயிர் நூல்

(A) தாவர நூல்

			பக்கம்
1.	தாவரங்களின் வகைகள்	...	3
2.	விதைகள் முளைத்தல்	...	15
3.	விதைகள் முளைக்கும் விகிதமும் விதையுறக்கமும்	...	24
4.	மண்ணின் அமைப்பு	...	27
5.	தாவர சமூகங்கள்	...	34
6.	தொற்றுச் செடிகள்	...	38
7.	நீர் வளமுள்ள இடத்துச் செடிகள்	...	40

(B) பிராணி நூல்

8.	சில பிராணிகளின் உணவுப் பழக்கங்கள்	...	44
9.	சில பிராணிகளின் குணங்களும் அவை உணவு உட்கொள்ளும் விதமும்	...	50
10.	பறவைகள் உணவு உட்கொள்ளும் விதம்	...	59
11.	பிராணிகளின் இயக்கங்கள்	...	63
12.	பிராணிகளின் அநுசரணம்	...	72
13.	சில பிராணிகளின் வாழ்க்கை வரலாறு	...	81

(C) உடல் நூல்

14.	மனித உடலமைப்பு	...	86
15.	எலும்பு மண்டலம்	...	94
16.	தசைகள்	...	106
17.	ஜீரண மண்டலம்	...	113
18.	வளர் சிதை மாற்றம்	...	120
19.	பற்கள்	...	123
20.	உணவும் வைட்டமின்களும்	...	126

(A) தாவர நூல்

1. தாவரங்களின் வகைகள்

[ஒரு விதையிலையுள்ள தாவரத்தின் விதை—அதனாலுண்டாகும் தாவரத்தின் ஜீவிய சரித்திரம். நெல், ராகி—இரு விதையிலைகளுள்ள தாவரங்களின் ஜீவிய சரித்திரம். அவரை, சூரியகாந்தி—இத்தாவரங்களின் வளர்ச்சிப் பருவங்கள்.]

உயிர் நூலின் நோக்கங்கள், அதன் பிரிவுகள் முதலானவை பற்றி ஓரளவு நீங்கள் முன் வகுப்பில் படித்தீர்கள். தாவர நூலில் சில பகுதிகளைப் பற்றிச் சற்று விரிவாக இப்பொழுது படிப்போம்.

தாவரங்கள்: தாவரங்கள் பலவகைப் பட்டவை. பல்வேறு காரணங்களைக் கொண்டும், தன்மைகளைக் கொண்டும் அவற்றைப் பலவகைகளாகப் பிரித்துக் கூறுகிறார்கள். அவற்றை, உருவத் தோற்றத்திற்குத் தக்கவாறு மரம், செடி, கொடி, புல், பூண்டு என்று பிரிக்கலாம். அவற்றின் ஜீவிய காலத்தையொட்டி, அவற்றை ஒரு வருடத் தாவரம், இரு வருடத் தாவரம், பல வருடத் தாவரம் என்று பிரித்துக் கூறலாம். பெரும்பான்மையான தாவரங்கள் மலர்களை உண்டாக்கி, மலர்கள் மூலம் கனிகளையும் விதைகளையும் உண்டாக்குகின்றன. ஆனால், சில தாவரங்கள் மலர்களை உண்டாக்குவதில்லை. இத்தன்மையைக் கருதி, தாவரங்களைப் பூக்கும் தாவரங்கள் (flowering plants) என்றும், பூவாத தாவரங்கள் (fllowerless plants) என்றும் பிரித்துக் கூறலாம்.

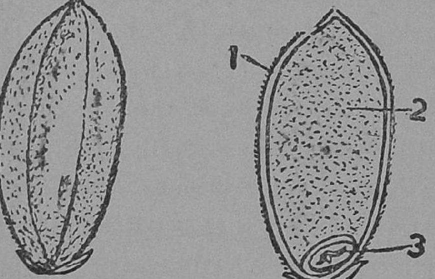
உலகின்கண் பூக்கும் தாவரங்களே மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. பூக்கும் தாவரம் தன் பூக்களிலிருந்து உண்டாகும் விதைகளின் மூலமாகவே தன் இனத்தைப் பெரும்பாலும் பெருக்கிக்கொள்கின்றது. மலர்களிலிருந்து உண்டாகும் விதைகளை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்துக் கூறலாம். அவை: (1) ஒரு விதையிலையுள்ள விதைகள் (monocotyledonous seeds), (2) இரு விதையிலைகளுள்ள விதைகள் எனப் பெயர்

பெறும். இவ்விரு வகையான விதைகளிலிருந்து உண்டாகும் தாவரங்களுக்கு முறையே, ஒரு விதையிலையுள்ள தாவரங்கள் (monocotyledonous plants) என்றும், இருவிதையிலைகளுள்ள தாவரங்கள் (dicotyledonous plants) என்றும் பெயர் ஏற்பட்டுள்ளது. இவ் விருவகைத் தாவரங்களின் ஜீவிய வரலாறு, வளர்ச்சி நிலைகள் முதலானவை பற்றிச் சற்று ஆராய்வோம்.

ஒருவிதையிலைத் தாவரங்கள் :

நெல், கம்பு, சோளம், கேழ்வரகு முதலான தானியங்களின் தானியமணிகளில் ஒரே ஒரு விதையிலைதான் காணப்படும். இவை வெளித் தோற்றத்திலும் உருவத்திலும், ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டிருந்தாலும், அவற்றின் பாகங்களும் வளர்ச்சியும் ஏறத்தாழ ஒன்று போன்றவையே. ஆகையால், இவற்றின் ஜீவிய வரலாற்றைப்பற்றி அறிந்து கொள்வதற்கு, நாம் நெற்பயிரின் வளர்ச்சியைப்பற்றி அறிந்துகொள்வோம்.

நெற்பயிர் முளைத்தல்: இணைத்துள்ள படத்தில் ஒரு முழு நெல்மணியின் தோற்றமும், உமி நீக்கப்பட்ட பின் அதன் தோற்றமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. நெல்லின்மேல் உமி மூடிக் கொண்டிருக்கும். உமியை உரித்தால் உள்ளேயிருக்கும் அரிசிப் பகுதி தென்படும். அதன் ஓர் ஓரத்தில் மிகவும் மென்மையான பாகம் தென்படும். இதில் தான் விதையிலையும் முளையும் உள்ளன. இதைத் தவிர்த்த பெரும்பகுதியான கடினமாயுள்ள பாகத்திற்கு முளைசூழ்த் தசை (endosperm) என்று பெயர். இதில்தான் இளஞ்செடிக்கு வேண்டிய உணவுப் பொருள் சேமித்து வைக்கப்

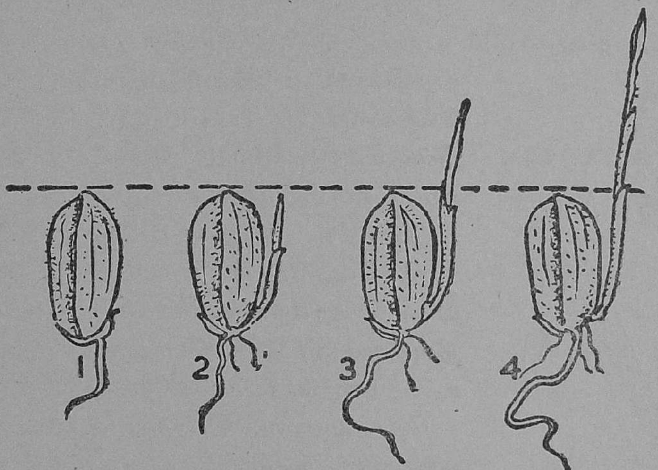


படம் 1. முழு நெல்லின் தோற்றமும், உமி நீக்கப்பட்ட பின் தோற்றமும்.
1. மேல்தோல்
2. முளைசூழ்த் தசை 3. முளை

பட்டிருக்கிறது. பெரும்பாலான ஒருவிதையிலை யுள்ள விதைகளில் இவ்விதம் முளைசூழ்த் தசையிலேயே இளஞ் செடிக்கு வேண்டிய உணவு சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

உங்கள் பள்ளித் தோட்டத்தின் ஒரு பகுதியில் மண்ணை நன்கு பண்படுத்தி, அதில் சில நெல்மணிகளை விதைத்தால் நெற்பயிரின் வளர்ச்சி நிலைகளை நன்கு கவனித்துப் பார்க்கலாம். விதைத்த சில நாட்களில் விதைகள் முளைக்கத் தொடங்கும். முளையின் ஒரு பகுதி கீழ் நோக்கி வேராகவும், மற்றொரு பகுதி மேல் நோக்கிக் குருத்தாகவும் வளரும்.

கீழ்நோக்கிச் செல்லும் வேர்ப்பகுதி சற்று வளர்ந்தபின், தொடர்ந்து கீழ்நோக்கி ஆணிவேராகச் செல்லாமல், பக்கங்களில்

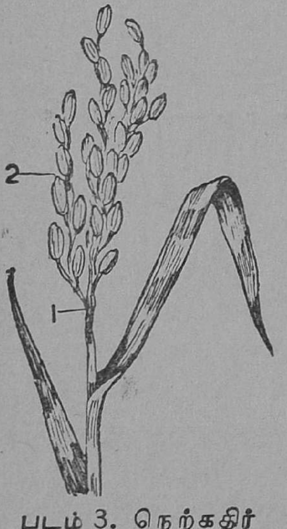


படம் 2. நெற்செடி முளைத்தல் 1. முளை கிளம்பி வேர் கீழ் செல்லுதல் 2. முளைக்குருத்து மேல் நோக்கிச் செல்லுதல் 3. அதன் கணுவில் இலை உண்டாதலும் ஒட்டு வேர்களும் 4. ஒட்டு வேர்கள் பரவுதல்

பல கிளை வேர்களாகத் தோன்றி நாலா பக்கங்களிலும் பரவிச் செடியை நிலைநிறுத்தப் பயன்படும். இவ்வேர்களும் பூமிக்கு அடியில் வெகு ஆழம் செல்வதில்லை. ஆகையால்தான், நெற்செடிகளைப் பெயர்த்து எடுப்பது மிகவும் எளிதான செயலாக இருக்

கிறது. கிளைவேர்கள் தண்டின் முதல், இரண்டாவது கணுக்களி லிருந்தே உண்டாகின்றன. இவைகட்கு ஒட்டு வேர்கள் (adventitious roots) என்று பெயர்.

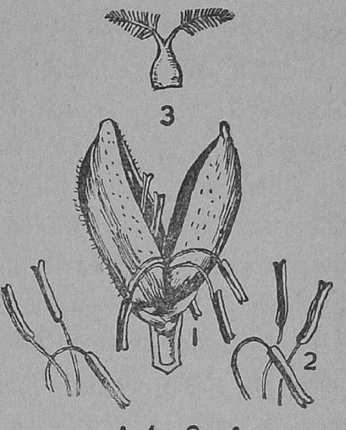
முளைக் குருத்து மேல்நோக்கிச் செடியின் தண்டாகப் பூமியைப் பிளந்து கொண்டு வளர்கிறது. முன் பக்கத்திலுள்ள படத்தில் நெல் நாற்று முளைக்கும்பொழுது காணப்படும் சில நிலை களின் தோற்றங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. குருத்து மேல் நோக்கித் தண்டாக வளரும்போது, அதில் கணுக்கள் (nodes) உண்டாகும். ஒவ்வொரு கணுவிலிருந்தும் ஒரு நீளமான இலை தோன்றும். இவ்விலைகளின் அடிப்பகுதி, தண்டைச் சூழ்ந்து கவசம்போல் இருக்கும். இலைகளில் இலைக்காம்பு என்னும் தனிப்பகுதி இல்லை. கணுக்களிலிருந்து கிளைகள் மாறிமாறி வெவ்வேறு திசைகளில் உண்டாகும். மிகுந்த சூரிய ஒளி பெறு வதற்காகவே இவ்விதம் ஏற்பட்டுள்ளது. இலைகளில் நரம்புகள் ஒரு போக்சாகவும் நீளப்போக்காகவும் இருப்பதால், இலை களை நீளப்போக்கில் கிழித்தால் நேராகக் கிழிபடும். நெற்செடியின் இலைகளைப் போலவே, பெரும்பாலும் மற்ற ஒருவிதை யிலைத் தாவரங்களின் இலைகள் எல்லாம் நீளமாகவும் ஒரு போக்கான நரம்புகளை உடையனவாகவும் இருக்கும்.



படம் 3. நெற்கதிர்
1. தண்டு 2. கதிர்

தேவையான இலைகள் உண்டானதும், தண்டின் நுனியில் ஒரு குருத்து உண் டாகும். இக்குருத்திலிருந்து பல கிளைகள் தோன்றி, ஒவ்வொன்றிலும் ஒன்று அல் லது இரண்டு பூக்கள் தோன்றும். இதற் குத்தான் பூக்கதிர் என்று பெயர். அடுத் துள்ள படத்தில் கதிரோடு கூடிய நெற் செடியின் தோற்றமும், ஒரு நெற் பூவின் அமைப்பும் காட்டப் பட்டுள்ளன. நெற் பூக்களில் அல்லிவட்டம், அல்லிகள் முதலா னவை இல்லை யென்பதைக் கவனி.

கதிரிலுள்ள பூக்களில், முக்கியமாக 'மகரந்தக் கேசரங்களும் சூலகமுமே காணப்படும். கேசரங்களிலுள்ள மகரந்தப் பைகள் சற்றுச் சாய்வாக அமைந்திருக்கும். பெரும்பாலும் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையே நெற்பயிரில் ஏற்படுகிறது. காற்று வீசும்போது மகரந்தப் பைகளிலுள்ள மகரந்த அணுக்கள் சூலகத்தை அடைகின்றன. சூலகம் கருத்தரித்து முதிர்ச்சியடைகிறது. முதலில் சூலகத்தினுள் வெண்மையான ஒரு திரவம் உண்டாகிறது. நன்கு முற்றுத ஒரு நெல்மணியை விரல்களிடையே அழுத்திப் பார்த்தால், அதனுள்ளிருந்து பால்போல் வெண்மையான திரவம் வெளிப்படும். இத்திரவம் நாளடைவில் இறுகி, அரிசியாக மாறுகிறது. இதற்கு மேலுறையாக உமி அமைகிறது.



படம் 4. நெற்பூ
1. பூ
2. மகரந்தக் கேசரங்கள்
3. சூலகம்

நெற்செடியின் தண்டு மிகவும் மென்மையானதால், மேலிருக்கும் கதிரிலுள்ள தானிய மணிகளின் பளுவைத் தாங்காமல் சாயும்; கதிர்கள் கீழாகப் படுக்கை நிலையை அடையும். இத்தருணத்தில் பயிர் அறுவடை செய்யப்பட்டு, தானிய மணிகள் உலர்த்திச் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன.

கம்பு, ராகி போன்ற தானியங்களின் தண்டுகள் வலுவுள்ளவை. கதிர் உண்டானபின், அவை சாயாமல் நேராகவே நிற்க முடியும்.

நெற்பயிரைப் போன்ற ஒருவிதையிலை யுள்ள விதைகளிலிருந்து உண்டாகும் தாவரங்களில் பெரும்பான்மையானவை, சிற்சில வேறுபாடுகளைத் தவிர, மற்றபடி ஒன்று போன்ற ஜீவிய வரலாற்றை யுடையவை. அவை பயிராகும் கால வரையறைகளும் வேறுபட்டவை. வெவ்வேறு பயிர்களைப் பள்ளித் தோட்டத்தில், பயிரிட்டு, அவற்றின் வளர்ச்சியையும் வளர்ச்சி

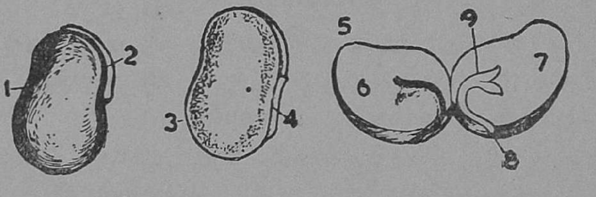
நிலைகளையும் உங்கள் விஞ்ஞானக் குறிப்புப் புத்தகத்தில் பதிவு செய்து கொள்ளுங்கள்.

இரு விதையிலைகளுள்ள விதைத் தாவரங்கள் :

ஒரு விதையிலைத் தாவரங்கள் பற்றி ஒரு சிறிது அறிந்து கொண்டோம். இப்பொழுது இரு விதையிலைத் தாவரங்களைப் பற்றிச் சிறிது ஆராய்வோம்.

அவரை, மொச்சை, பட்டாணி, சூரிய காந்தி முதலான செடிகள் இரு விதையிலைகளுள்ள விதைகளிலிருந்து ஏற்படுவன. அவைகட்கு உதாரணமாக ஓர் அவரைச் செடியை எடுத்துக் கொண்டு, அதன் வளர்ச்சியை ஆராய்வோம்.

அவரை விதையின் அமைப்பு: சில அவரை விதைகளை நான்கு மணி நேரம் தண்ணீரில் ஊறவை. பிறகு அவ்விதைகளின் பாகங்களைச் சோதித்துப் பார். விதையின் ஒரு பக்கத்தில்



படம் 5. அவரை விதையின் பாகங்கள்

1. விதையுறை 2. விதைத் தழும்பு 3. தோலுரித்த முழுவிதை 4. விதைத் துளை 5. பிளந்த விதை 6, 7. விதையிலைகள் 8. முளை வேர் 9. முளைக்குருத்து.

ஒரு தழும்பையும், அதன் அருகில் அத்தழும்பிற்கு மேல் ஒரு சிறிய துவாரத்தையும் காணலாம். இத்துவாரத்திற்கு விதைத் துளை (micropyle) என்று பெயர். இதன் வழியாகத்தான் தண்ணீர் விதைக்குள் செல்கிறது. ஊறின விதையை மெதுவாக அழுத்தினால் விதைத் துளையிலிருந்து தண்ணீர் கசிவதைக் காணலாம். தழும்பு, காய்க்குள் விதை ஒட்டிக்கொண்டிருந்த பாகம். இதற்கு விதைத் தழும்பு (hilum) என்று பெயர்.

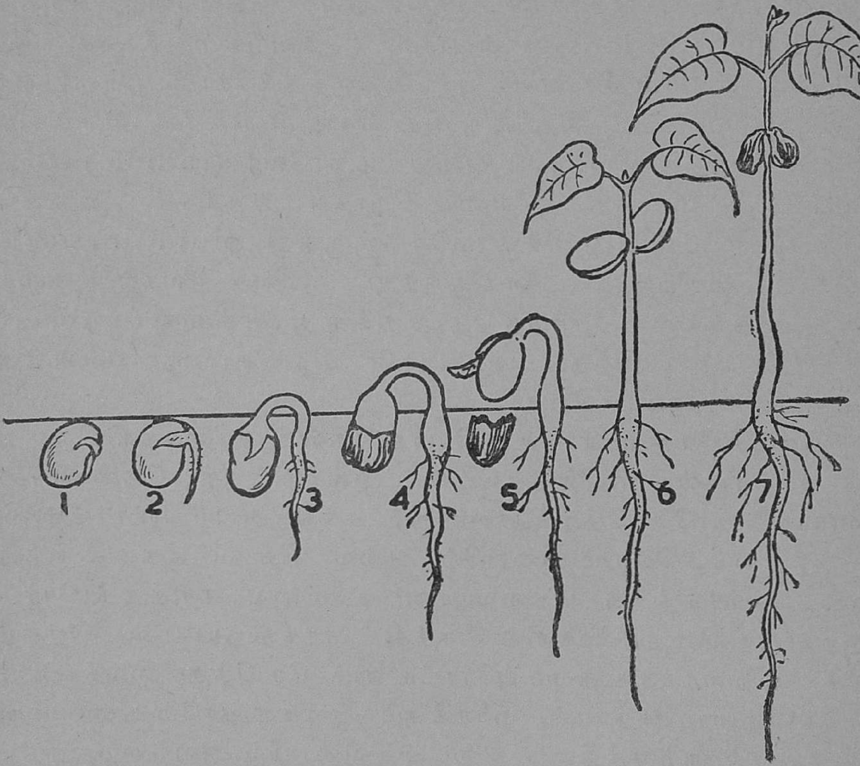
நீரில் ஊறின விதை மிகவும் பருத்திருக்கும். விதையின்

மேலுள்ள மெல்லிய தோலுக்கு விதையுறை (testa) என்று பெயர். ஒரு விதையின் மேல் தோலை உரித்தெடு. உள்ளே இரண்டு பருப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றை விதை யிலைகள் (cotyledons) என்பார்கள். இவற்றை இரண்டாகப் பிரித்தால், நடுவில் இரண்டையும் இணைத்துக்கொண்டுள்ள ஒரு பகுதி காணப்படும். இது ஒரு சிறு செடி போலவே இருக்கும். இதில் கூரான நுனியுடைய பகுதி முளைவேர் (radicle) எனப் படும். இது விதைத் துளையை நோக்கி இருக்கும். இலைகள் போல் காணப்படும் நுனிக்கு முளைக்குருத்து (plumule) என்று பெயர். முளைவேர், முளைக்குருத்து, விதையிலைகள் ஆகிய மூன்று பாகங்களும் சேர்ந்த தொகுதிக்கு முளைக்கரு (embryo) என்று பெயர். இந்தப் பகுதிதான் சிறு நாற்றாக முளைத்து நாளடைவில் செடியாகிறது.

விதையிலைகளின் உபயோகங்கள்: விதைகளிலிருந்து சிறு நாற்றுகள் முளைத்தவுடன் அவற்றிற்குத் தேவையான உணவைத் தாமே தேடிக்கொள்ளும் சக்தி அவற்றிற்கு இல்லை. அச் சக்தியைப் பெறும் வரையில் அவை விதையிலைகளிலிருந்து தமது வளர்ச்சிக்குத் தேவையான உணவை எடுத்துக் கொள் கின்றன. விதையிலைகளில் சக்தி தரக்கூடிய ஸ்டார்ச்சும் திசுக்களை வளர்க்க உதவும் புரோட்டீனும் சேமித்து வைக்கப்பட் டிருக்கின்றன. ஆதலால், முளைக்கும் செடிகள் தாமே உணவைத் தேடிக்கொள்ளும் சக்தியை அடையும் வரையில் அவற்றை வளர்ப் பதற்கு விதையிலைகள் உதவுகின்றன.

அவரைச் செடி முளைத்தல்: அவரை விதையை மண்ணில் நட்டுத் தண்ணீர் ஊற்றினால், விதை, நீரை உறிஞ்சிப் பருக்கிறது. விதையிலிருந்து விதையுறையைத் துளைத்துக்கொண்டு முதலில் முளை வேர் வெளிவருகிறது. வேர் வெளியே வந்ததும் விதையுறை கிழிந்து போகிறது. முளைவேர் பூமிக்குள் கீழ்நோக்கிச் சென்று, ஆணிவேராக மாறி, அதிலிருந்து பல கிளை வேர்களை, அல்லது பக்க வேர்களை, நாலா பக்கங்களிலும் அனுப்புகிறது. இவை செடியைப் பூமியில் உறுதியாக நிலைநிறுத்த உதவுகின்றன. விதையிலைகளுக்கு அடுத்தாற் போலுள்ள தண்டுப் பகுதியில் ஒரு

வளைவு உண்டாகியிருக்கும். இப்பகுதிக்கு 'விதையிலைக் கீழ்த் தண்டு (hypocotyl) என்று பெயர். இது வேகமாக வளர்கிறது.



படம் 6.

1. முளை வெளிவருதல் 2. வேர் கீழிறங்குதல் 3. வளைவு பூமிக்கு மேல் வருதல் 4. விதையுறை பிரிதல் 5. விதையுறை பிரிந்து கீழே தங்குதல்; விதையிலைகள் பூமிக்குமேல் வருதல் 6. விதை யிலைகள் மலர்ந்த நிலை 7. விதையிலைகள் சுருங்கி, இலைகள் பெருத்தல்

இந்த வளைவு பெரிதாகி, ஒரு வில்லைப் போல் நிமிரும். அப்பொழுது விதையிலைகளும், முளைக் குருத்தும் பூமிக்கு மேலே தூக்கப்படுகின்றன. விதையுறை பெரும்பாலும் மண்ணிலேயே தங்கி விடுகிறது. மேலே வந்ததும் விதையிலைகள் இரு பக்கங்களிலும் மலர்ந்து விரிகின்றன. இவ்வித நிகழ்ச்சிக்குத் தரை

மேல் விதை முளைத்தல் (epigeal germination) என்று பெயர். முளைக் குருத்திலுள்ள இலைகளும் பிரிந்து விடுகின்றன. இவை விரைவில் பசுமையாகின்றன. முளைக் குருத்தின் இலைகள் பெரிதாகும் பொழுது அவற்றின் நடுவே புதிய இலை மொட்டு தோன்றுகிறது. இதிலிருந்து வேறு இலைகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு மேன்மேலும் மொட்டுக்களும் இலைகளும் தண்டுகளும் கிளைகளும் உண்டாகத் தொடங்கும்.

தொடக்கத்தில் பருமனாயிருந்த விதையிலைகள் நாளடைவில் மெலிகின்றன. அவற்றிலுள்ள உணவுப் பொருள் சிறு நாற்றை வளர்க்க உபயோகப்படுகிறது. விதையிலைகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட உணவு முழுதும் பயன்பட்டதும், அவை வாடி உலர்ந்து கீழே விழுந்து விடுகின்றன. இதற்குள் நாற்று சற்றுப் பெரிய செடியாகி விடுகிறது. வேர்ப்பகுதி மண்ணுக்குள் ஆழமாகச் சென்று சத்து நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளும் சக்தியைப் பெற்று விடுகிறது. பல பசுமையான இலைகளும் உண்டாகியிருப்பதால் செடி தனக்கு வேண்டிய உணவைத் தானே தயாரித்துக் கொள்கிறது. இதற்கு ஆணி வேரிலிருந்து உண்டாகும் கிளை வேர்களும் (rootlets), வேர்த்தூவிகளும் (root-hairs) உதவியாகின்றன.

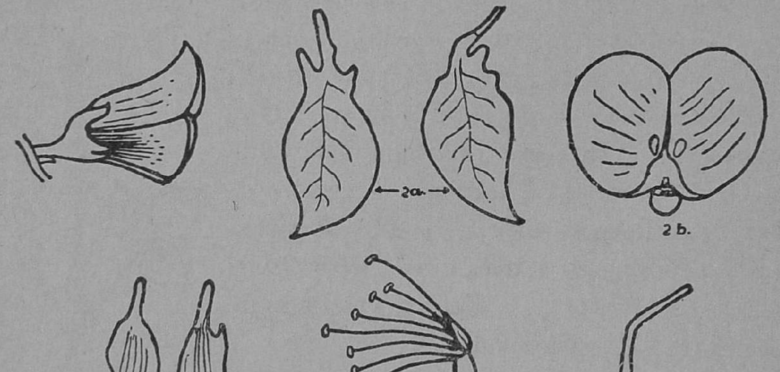
படம் 7.
அவரைக்கொடி
படர்தல்

அவரைச் செடியில் முதன் முதலாக உண்டாகும் இலைகள், பின்னர் உண்டாகும் இலைகளிலிருந்து வேறுபட்டிருக்கும். முதலில் இலைகள் விரிவடைந்த பின்னர், அவற்றின் நடுவிலிருந்து தண்டு வளரும். அதில் காம்புகள் உள்ள இலைகள் உண்டாகும். ஒவ்வொரு காம்பிலிருந்தும் மூன்று இலைகள் உண்டாகும். இதுபோல், தண்டு வளர்ந்து கொண்டே போகும். தண்டு வலுவற்றதாயிருப்பதால் சார்ந்துள்ள கம்பங்களையோ, மரங்களையோ பற்றிக் கொண்டு மேல்

நோக்கிப் படரும். இது போன்று, தண்டுகளையே பற்றிக் கொள்ளும் பகுதியாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் கொடிகளுக்குப் பின்னற் கொடிகள் (twiners) என்று பெயர்.

புடல் போன்ற சில கொடிகளில், தண்டிலிருந்து நீண்ட கம்பி போன்ற உறுப்புக்கள் தோன்றி, அண்மையிலுள்ள பொருள்களைப் பற்றிக் கொள்கின்றன. இவைகளுக்குப் பற்றுக் கம்பிகள் (tendrils) என்பது பெயர்.

மேற்கூறியவாறு அவரைக் கொடி படர்வதற்காக வீடுகளிலும் தோட்டங்களிலும் பந்தல்கள் போடுகிறார்கள். பந்தலின் மேல் படுமட்டமாகக் கொடி படர்ந்து, இலைகள் சூரிய ஒளியைப் பெறுகின்றன. நாளடைவில் கொடியிலுள்ள கணுக்களின் நுனியில் மொட்டுக்கள் தோன்றும். மொட்டுக்களிலிருந்து மலர்கள்



படம் 8. அவரைப் பூவின் முழுத் தோற்றமும் பாகங்களும்
2a, b, c - அல்லிகள் 2a - இறக்கை இதழ்கள் 2b - கொடியல்லி இதழ்
2c - படகிதழ்கள் 3 - கேசரங்கள் 4 - சூலகம்

தோன்றும். அவரைப் பூவின் தோற்றமும், அதன் பாகங்களும் அடுத்துள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அவரைப் பூக்களில் பெரும்பாலும் பூச்சிகளாலும் வண்டு

களாலும் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுகிறது. மகரந்தச் சேர்க்கை நேர்ந்த பிறகு, சூலகம் பருத்துக் காயாக மாறுகிறது. ஒவ்வொரு காயினுள்ளும் ஒன்று முதல் நான்கு அல்லது ஐந்து விதைகள் வரை உண்டாகும். காய்கள் முற்றுதிருக்கும்பொழுது அவற்றைப் பறித்துச் சமைத்து உண்ணலாம். முற்றிய காய்களிலிருந்து உலர்ந்த விதைகள் கிடைக்கும்.

சூரிய காந்தி, பட்டாணி முதலான இரு விதையிலைகளுள்ள விதைகளிலிருந்து தோன்றும் தாவரங்களில், அவரையில் காண்பது போலவே வளர்ச்சி நிலைகளைக் காணலாம். அமைப்பிலும் குணங்களிலும் சிற்சில மாறுதல்கள் இருந்தாலும், பொதுவாக, அவற்றின் வளர்ச்சி நிலைகள் யாவும் அவரையின் வளர்ச்சி நிலைகளைப் போன்றவையேயாகும்.

மேலே விவரிக்கப் பெற்ற இருவகைத் தாவரங்களுக்கும் உள்ள சில முக்கியமான வேறுபாடுகள் கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. தோட்டத்தில் வளரும் இச்செடிகளைக் கூர்ந்து நோக்கி, நீங்கள் இவ்வேறுபாடுகளை நன்கு அறிந்துகொள்ள வேண்டும்.

அட்டவணை

ஒரு விதையிலையுள்ள விதைத் தாவரங்களுக்கும் இரு விதையிலைகளுள்ள விதைத் தாவரங்களுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் :

ஒரு விதையிலையுள்ள விதைத் தாவரங்கள்	இரு விதையிலைகளுள்ள விதைத் தாவரங்கள்
1. இவற்றிற்கு நீண்ட ஆணி வேர்கள் இல்லை. பக்கங்களில் பரவியிருக்கும் வேர்கள் தான் உண்டு.	இவற்றின் ஆணிவேர்கள் அதிக ஆழம் செல்லும். அவற்றிலிருந்து கிளை வேர்கள் பிரியும்.
2. இவற்றின் இலைகள் பொதுவாக நீளமாக இருக்கும்.	இலைகள் சதுரமாக இருக்கும்.

ஒரு விதையிலையுள்ள விதைத் தாவரங்கள்	இரு விதையிலைகளுள்ள விதைத் தாவரங்கள்
3. இவற்றின் இலைகளிலுள்ள நரம்புகள் நீளவாட்டத்தில் ஒரு போக்காக அமைந்திருக்கும்.	இவற்றின் இலைகளிலுள்ள நரம்புகள் குறுக்கும் நெடுக்குமாகப் பரவியிருக்கும்.
4. பொதுவாகக் கதிர்களாகக் கனிகள் உண்டாகும்.	பொதுவாகக் காய்களை உண்டு பண்ணுவன.
5. விதைகளில் ஒரு விதையிலை தான் உண்டு.	விதைகளில் இரு விதையிலைகள் உண்டு.
6. விதைகளில் பெரும்பாலும் முளைசூழ்த் தசையில் இளஞ் செடிக்கு வேண்டிய உணவு சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும்.	பெரும்பாலும் விதையிலைகளிலேயே உணவு சேமித்து வைக்கப் பட்டிருக்கும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. ஒரு நெல்மணியின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் குறிப்பிடுக.

2. நெற்பயிர் முளைக்கும்பொழுது அதிலேற்படும் மாறுதல்களைக் கூறுக.

3. நெல் முளைத்தலுக்கும் அவரை முளைத்தலுக்கும் உள்ள முக்கியமான வேறுபாடுகள் யாவை?

4. நாற்றானபின், நெற்பயிரின் வளர்ச்சியை விவரிக்க.

5. நெற்பூக்கள் எவ்வாறான அமைப்புள்ளவை? அவை எவ்வாறு நெல்மணிகள் ஆகின்றன?

6. ஓர் அவரை விதையின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் குறிப்பிடுக.

7. அவரைவிதை முளைக்கும்பொழுது ஏற்படும் மாறுதல்களைக் கூறுக.

8. 'பின்னற் கொடிகள்' என்றால் என்ன? உதாரணங்கள் தருக.

9. பற்றுக் கம்பிக் கொடிகள் சிலவற்றின் பெயர் குறிப்பிடுக.

10. அவரைப் பூவிலிருந்து காய்கள் உண்டாகும் விதத்தை விவரிக்க.

11. ஒரு விதையிலையுள்ள விதைத் தாவரங்களுக்கும், இருவிதை யிலைகளுள்ள விதைத் தாவரங்களுக்கும் உள்ள சில வேறுபாடுகளைக் கூறுக.

செய்முறைப் பயிற்சி

1. தோட்டத்தில் நெல், கம்பு போன்ற தானியங்களைப் பயிரிட்டு, அவற்றின் வளர்ச்சி நிலைகளை உங்கள் விஞ்ஞானக் குறிப்புப் புத்தகத்தில் பதிவு செய்துகொள்க.

2. தோட்டத்தில் அவரை, மொச்சை, சூரியகாந்தி போன்ற செடிகளைப் பயிரிட்டு, அவற்றின் வளர்ச்சி நிலைகளை உங்கள் குறிப்புப் புத்தகத்தில் பதிவு செய்துகொள்க.

3. நெல்மணி, அவரைவிதை, அவரைக்கொடி, நெற்பயிர், நெற்பூ, அவரைப்பூ—இவற்றைக் கொணர்ந்து, இவற்றை நன்கு பரிசோதனை செய்து, இவற்றின் அமைப்புகளையும், பாகங்களையும் அறிந்துகொள்க. இவற்றைப் படம் வரைந்து வைத்துக்கொள்க.

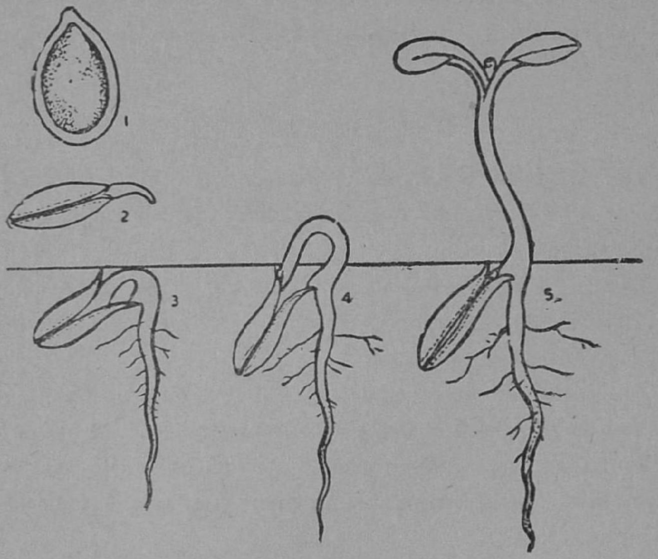
2. விதைகள் முளைத்தல்

[விதைகள் முளைக்கும்பொழுது ஏற்படும் மாறுதல்கள்—பூசணி, ஆமணக்கு, மக்காச்சோளம், தேங்காய்.]

விதைகள் முளைத்தல்: விதைகளிலிருந்து செடிகள் முளைக்கின்றன. என்றாலும், எல்லா விதைகளும் ஒன்றுபோல் முளைப்பதில்லை. விதைகளின் அமைப்பு பல வகையானது. அவற்றிற்கேற்ப விதைகள் முளைக்கும் முறைகளிலும் வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன.

பூசணி விதையின் அமைப்பும், முளைத்தலும்: அடுத்துள்ள படத்தில் பூசணி விதை முளைக்கும் விதம் காட்டப்பட்டுள்ளது. பூசணி விதை ஒன்றைக் கூர்ந்து நோக்கினால்,

அது தட்டையாகவும், ஒரு பக்கம் கூராகவும் இருப்பது புலப்படும். இவ்விதைக்குத் தடிப்பான மேலுறையும், மென்மையான உள்ளுறையும் இருக்கும். கூரான பாகத்தில் விதைத்துளை

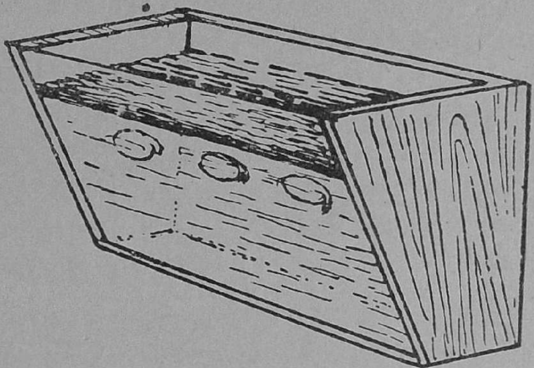


படம் 9. பூசணி விதை முளைத்தல்
1. விதையின் முழுத் தோற்றம் 2. முளைவேர் வெளிப்படல்
3. விதையிலைக் கீழ்த்தண்டு வளைதல், வேர் கீழ்நோக்கிச் செல்லுதல்
4. வளைவுப் பகுதி தரையின் மேல் வெளிப்படுதல்
5. விதையிலைகள் வெளிப்பட்டு இலைகளாக விரிதல்.

உள்ளது. விதைத் துளைக்கு அருகில் முளைவேர் (radicle) இருக்கும்.

பரிசோதனை : அடுத்துள்ள படம் 10இல் காட்டியுள்ளவாறு, முன்புறம் சாய்வான கண்ணாடியைக் கொண்ட விதை முளைக்கும் பெட்டி ஒன்றில், கண்ணாடியின் உட்புறத்தை யொட்டினாற்போல் சில பூசணி விதைகளை வை. கண்ணாடியின் வெளிப்புறத்தைக் கறுப்புக் காகிதத்தால் மூடி வை. நாள்தோறும் தக்க அளவில் நீர் ஊற்றிவா. காகிதத்தைத் தூக்கி, விதை முளைக்கும் நிலைகளைக் கவனித்துவா.

விதை முளைக்கும்பொழுது முதலில் முளைவேர் வளரத் தொடங்கி, விதையின் ஓரத்திலுள்ள ஒரு சிறு துவாரத்தின் வழியாக வெளிப்படும் (படம் 9-2). அது வேராகக் கீழ்நோக்கிச் செல்லும். பிறகு, விதையிலைக் கீழ்த்தண்டு வளைந்து, விதையிலைகள் உறையை விட்டு வெளிவர உதவி செய்யும். (படம் 9–4).

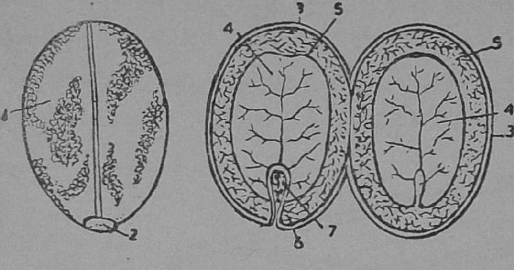


படம் 10. விதை முளைக்கும் பெட்டியில் விதைகளை முளைக்கவைத்தல்.

இத்தண்டு வளர வளர, பூமிக்குமேல் சென்று அதனுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் விதையிலைகளை உறையினின்று வெளிப்படுத்தும். இவ்விதையிலைகள் முதல்–இலைகளாக மாறும். இதன்பின், பூசணியின் வளர்ச்சி ஏறக்குறைய அவரையின் வளர்ச்சியைப்போன்று இருக்கும்.

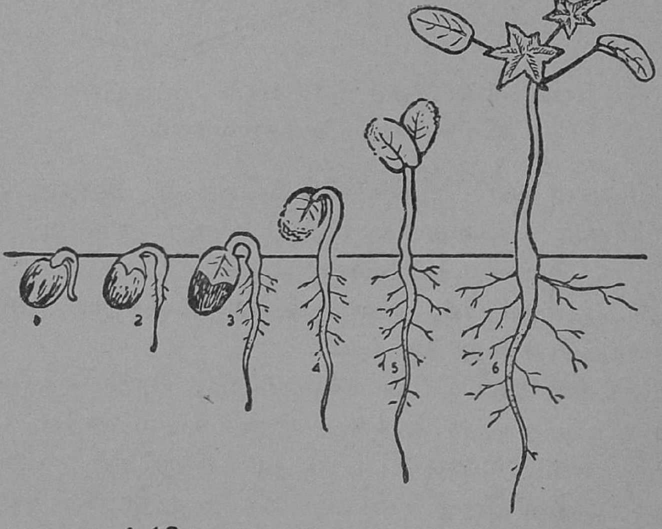
ஆமணக்கு விதையின் அமைப்பும், முளைத்தலும்: ஓர் ஆமணக்கு விதையைக் கூர்ந்து நோக்கினால் அதன் பாகங்கள் நன்கு புலனாகும். 11ஆம் படத்தைப் பாருங்கள். ஆமணக்கு விதையின் வெளியுறை (testa) மிக உறுதியுள்ளதும் வரிகள் பொருந்தியதாகவும் இருக்கும். ஒரு பக்கத்தில் சற்றுப் பிதுக்கமான பாகம் ஒன்று காணப்படுகிறது. இதற்கு விதைமுண்டு (caruncle) என்று பெயர். வெளியுறையை நீக்கினால் மென்மையான தோல் ஒன்று புலப்படும். இதற்கு உள்ளுறை (tegmen) என்று பெயர். உள்ளுறைக்குள் இருக்கும் விதையின் பெரும்

பகுதியான பாகம் முளைசூழ்த் தசை (endosperm) எனப்படும். இதற்குள் விதையிலைகளும், முளைவேரும், முளைக்குருத்தும் காணப்படும். ஆமணக்கு விதையில் விதையிலைகள் முதல்-இலைகளாக மாறுவதால் இளஞ் செடிக்கு வேண்டிய உணவு, முளைசூழ்த் தசையில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 11. ஆமணக்கு விதை
1. வெளியுறை 2. விதை முண்டு
3. உள்ளுறை 4. விதையிலை
5. முளைசூழ்த் தசை 6. முளைவேர்
7. முளைக் குருத்து.

இப்பொழுது ஆமணக்கு விதை முளைக்கும்



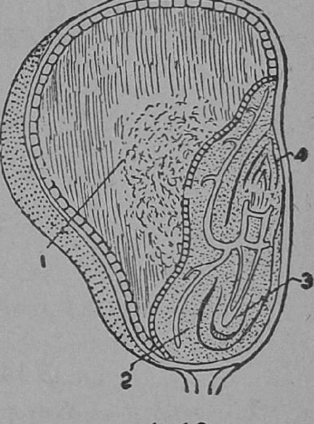
படம் 12. ஆமணக்கு விதை முளைத்தல்
1. முளைவேர் வெளிப்படுதல் 2, 3. வளைந்த தண்டு தரைக்கு வெளியே வருதல் 4. விதையிலைகள் முதல் இலைகளாக வெளிவருதல் 5. முதல் இலைகள் விரிதல் 6. அடுத்த இலைகள் தோன்றுதல்

விதத்தைக் கவனிப்போம். ஆமணக்கு விதையை ஊன்றி நீர்

வார்த்துவந்தால், முதலில் விதைமுண்டு நீரை உறிஞ்சிக்கொண்டு பருக்கும். பின்பு, உள்ளிருக்கும் விதையிலைகள் முளைசூழ்த் தசையிலிருந்து உணவை எடுத்துக்கொண்டு பருக்கும். அதன் பிறகு, முளைவேர் நீண்டு, வேராகக் கீழ்நோக்கிச் செல்லும் (படம் 12-2). பிறகு தண்டுப்பகுதி வளைந்து விதையிலைகளை இழுத்துக்கொண்டு பூமிக்கு வெளியே வரும் (படம் 12-3). சில நாட்களுக்கெல்லாம், தண்டு நிமிர்ந்து, விதையிலைகள் முதல்-இலைகளாக விரிவடையும் (படம் 12-5). முளைக்குருத்து வளர்ந்ததும் வேறு இலைகள் தோன்றும் (படம் 12-6). முதல்-இலைகள் வெளியே வந்தவுடனேயே பசுமை நிறம் அடையும். மற்ற இலைகள் முதல்-இலைகளினின்றும் அமைப்பில் வேறுபட்டிருப்பதைக் கவனிக்க.

பூசணி, ஆமணக்கு முதலிய இரண்டும் இருவிதையிலைகள் உள்ள விதைகள். இப்பொழுது நாம் சில ஒருவிதையிலையுள்ள விதைகள் முளைத்தலைக் கவனிப்போம்.

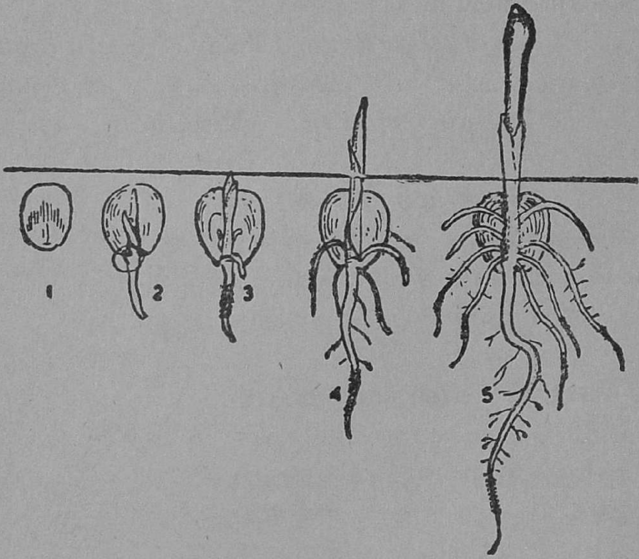
மக்காச்சோளம் - விதையமைப்பும் முளைத்தலும்: சில மக்காச் சோள மணிகளை நன்ருக ஊறவைத்தால் அவற்றின் பாகங்களை நன்கு அறிந்து கொள்ள முடியும். நெல், மக்காச் சோளம் இவை போன்றவற்றில் கனியேவிதையாகிறது. ஊறின மக்காச் சோள மணியின் மேல்தோலை நீக்கி விட்டால் உள்ளிருக்கும் பாகங்கள் நன்கு புலனாகும். (படம் 13) மக்காச் சோளத்தின் முளை, வளைவின்றி நேராக இருக்கிறது. அதன் கீழ்ப்பாகம் வேராகவும், மேல்பாகம் குருத்தாகவும் வளரும். முளையுடன் விதையிலை ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். விதையிலையானது முளைசூழ்த்தசையுடன் நன்ருக ஒட்டிக்கொண்டிருப்



படம் 13.
மக்காசசோள விதை
1. முளைசூழ்த் தசை
2. விதையிலை
3. முளையின் கீழ்ப்பாகம்
4. முளையின் மேல்பாகம்.

பதால் இவை யிரண்டையும் பிரிக்கமுடியாது. முளைசூழ்த்தசையி லுள்ள உணவை முளைக்கு எடுத்துக்கொடுப்பதே விதையின் வேலையாகும்.

மக்காச்சோளம் முளைக்கும்பொழுது அதிலேற்படும் மாறு தல்களைக் கவனிப்போம். முதலில் விதை நன்கு ஊறிய பின்னர், உள்ளிருக்கும் விதையிலைகள் முளைசூழ்த் தசை யிலிருந்து உணவைப் பெற்று, முளைக்குக் கொடுக்கும். மற்ற விதைகளைப்



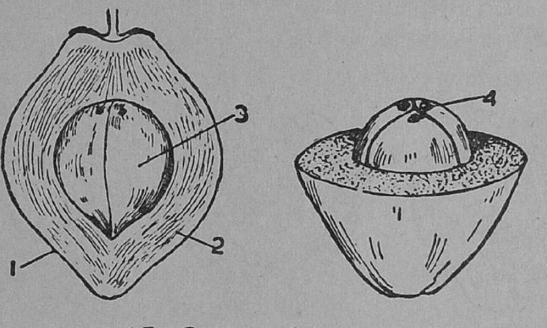
படம் 14. மக்காச்சோளம் முளைத்தல்

1. ஊன்றிய விதை
2. உறையுடன் கூடிய குருத்தும் வேரும் வெளிப்படுதல்
3. குருத்து மேல் நோக்கியும் வேர் கீழ் நோக்கியும் வளர்தல்
4. இலைக்குருத்து தரைக்குமேல் வருதல்
5. குருத்திலிருந்து இலை வெளிப்படுதலும் ஒட்டு வேர்கள் பரவுதலும்

போலவே, முதலில் முளையின் கீழ்ப்பாகம் உறையோடு வளர்ந்து பூமிக்குள் வேராகச் செல்லும் (படம் 14-2). ஆனால் இந்த ஆணி வேரிலிருந்து வேறு வேர்கள் உண்டாவதில்லை. இது சிறிது தூரம் வளர்ந்து, நின்றுவிடும். பிறகு, அதன் பக்கங்களிலிருந்து

நெல்லில் உண்டாவதுபோல் ஒட்டுவேர்கள் தோன்றும். சில நாட்களுக்குப் பிறகு, உறையுடன் கூடிய முளைக்குருத்து பூமியைப் பிளந்து கொண்டு வெளிவரும் (படம் 14-4). அதன் பிறகு, உறையைவிட்டு, குருத்து இலை வெளிப்படும். கீழே ஒட்டுவேர்கள் மிகுந்து உண்டாகி, செடியை நிலையாகப் பிடித்துக்கொள்ளும் (படம் 14-5). இதன்பின், மக்காச் சோளத்தின் வளர்ச்சி ஏறக்குறைய நெல்லின் வளர்ச்சியை ஒத்திருக்கும்.

தேங்காய் - அமைப்பும் முளைத்தலும் : நன்ருக முற்றின தேங்காய் ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டால், அதன் அமைப்பை நன்கு ஆராய முடியும். அடுத்துள்ள படத்தில் தேங்காயின்



படம் 15. தேங்காயின் அமைப்பு
1. மேல் மட்டை 2. நார்ப்பகுதி 3. முளைசூழ்த் தசையை மூடியிருக்கும் ஓடு 4. ஓட்டிலுள்ள மூன்று கண்கள்

பாகங்கள் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. தேங்காயின் மேல்புறத்தில் மிகவும் கெட்டியானதும் பசுமையானதுமான ஓர் உறை உள்ளது. இதையே நாம் மட்டை என்கிருேம். இதனுள் நார் அடர்த்தியாக உள்ளது. நடுவே உறுதியான ஓட்டினுல் மூடப்பட்ட வெண்மையான முளைசூழ்த்தசை காணப்படுகிறது. உட்பாகம் முழுவதும் முளைசூழ்த்தசையால் நிரப்பப்படாமல் இனிப்பான திரவத்தால் நிரப்பப்பட்டிருக்கிறது. முளைசூழ்த்தசையை மூடியிருக்கும் உறுதியான ஓட்டின் ஒரு புறத்தில் வட்டமான பரப்புகள் மூன்று காணப்படுகின்றன. இவற்றை நாம் கண்கள் என்று கூறு

கிறோம். இவற்றுள் இரு கண்கள் உறுதியாகவும், ஒன்று மென்மையாகவும் இருக்கும். இக்கண்கள் இருக்கும் பக்கத்தில் ஓட்டிற்குள் சிறு முளை இருக்கும். இச்சிறு முளையே ஏற்ற நிலை ஏற்படும் பொழுது வளர்ந்து தென்னம்பிள்ளையாக மாறக்கூடியது. இதன் வளர்ச்சியைச் சிறிது கவனிப்போம்.

மட்டையுடன் கூடிய முழுத் தேங்காயின் உருவம் எப்படியிருக்கிறது? அதன் ஒருபுறம் சிறிது தட்டையாகவும், மறுபுறம் சற்றுக் குவிந்தும் இருக்கிறது. தட்டையாகவுள்ள பக்கமே இதன் மேற்புறமாகும். முழுத் தேங்காயை, தட்டையான பாகம் மேலிருக்குமாறு பூமியுள் ஊன்றி வைக்கவேண்டும். இந்நிலையில்

படம் 16. தேங்காய் முளைத்தல்

1. முழுத் தேங்காயும் உள்ளிருக்கும் முளையும்
2. முளை பருத்து மட்டையின் வழியே வெளிப்படுதல்
3. விதையிலை உள்ளிருக்கும் பாகம் முழுவதையும் அடைத்துக் கொண்டு ஒட்டுவேர்கள் உண்டாதல் 4. ஒட்டு வேர்கள்

உள்ளிருக்கும் கண்கள் மேல் பக்கமாக இருக்கும். இந்நிலையில், உள்ளிருக்கும் ஒருவிதையிலை விரைவாக வளர்ந்து ஓட்டினுள்ளிருக்கும் காலியிடத்தை யடைத்துக்கொள்ளும். பிறகு, அது முளைசூழ்த் தசையிலுள்ள உணவை எடுத்துக்கொண்டு, அதனுடன் ஒன்ருகப் பொருந்திவிடும். இச் சமயத்தில் விதையிலையின் தண்டு, ஓட்டியுள்ள மென்மையான கண்ணைத் துளைத்துக்கொண்டு வெளிப்படும். இவ்வாறு வெளியேறிய தண்டு,

பருக்கும்; அதன் பக்கங்களிலிருந்து ஒட்டுவேர்கள் உண்டாகும்; மட்டையினுள்ளிருக்கும் நார்த் தொகுதியின் வழியே கீழ்நோக்கிச் சென்று, மட்டையைப் பிளந்துகொண்டு பூமிக்குள் செல்லும். இந் நிலையில்தான் முளைவந்த தென்னம்பிள்ளைகளை இடம் பெயர்த்து ஊன்றுவார்கள். தண்டு மேலும் வளர்ந்து மட்டையைப் பிளந்து கொண்டு தரைக்கு மேலே வளரத் தொடங்கும். படத்தில் தேங்காய் முளைக்கும்போது ஏற்படும் மாறுதல்கள் காட்டப் பட்டுள்ளன (படம் 15). பள்ளித் தோட்டத்தில் சில தேங்காய் நெற்றுக்களை நட்டுவைத்து இம்மாறுதல்களை நன்கு கவனித்துப் பாருங்கள்.

இதுவரை பலவகையான விதைகள் முளைக்கும் விதங்களைப் பற்றிப் படித்தோம். இவற்றிலிருந்து எல்லா வகையான விதை களும் முளைக்கும்பொழுது அடையும் சில பொதுவான மாறுதல் களை உணர்ந்து கொள்ளலாம்.

1. முளைக்கும் விதைகள் முதலில் அதிக அளவு நீரை உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன. இதன் பயனாக விதைகள் பருக் கின்றன.

2. பிறகு, விதையுறை, கிழிபட்டு விதைத் தண்டின் ஒரு பாகம் கீழ்நோக்கி வேராக வளர்கிறது.

3. வேரூன்றியபின் முளைக்குருத்து வளர்ச்சியடைந்து, பூமியைப் பிளந்துகொண்டு, மேல்நோக்கி வளர்கிறது.

4. இதன்பின், முதல்-இலைகள் உண்டாகின்றன.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. ஒரு பூசணி விதையின் அமைப்பை விவரிக்க.

2. பூசணி விதை முளைக்கும்பொழுது அதிலேற்படும் மாறுதல் என்ன?

3. ஆமணக்கு விதையின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து காட்டுக.

4. ஆமணக்கு விதை முளைக்கும் விதத்தை விவரிக்க.

5. மக்காச்சோளம் முளைக்கும் விதத்தைக் கூறுக.

6. மக்காச்சோள மணியின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து காண் பிக்க.

7. தேங்காயின் அமைப்பு எவ்வகைப்பட்டது?

8. தேங்காய் முளைக்கும்பொழுது ஏற்படும் மாறுதல்களைக் கூறுக.

9. எல்லா விதைகளுக்கும் முளைக்கும்பொழுது அவற்றில் ஏற்படும் பொதுவான மாறுதல்கள் யாவை?

செய்முறைப் பயிற்சி

தோட்டங்களுக்கும், வயல்வெளிகளுக்கும் சென்று, பலவகையான தானியங்களின் வளர்ச்சி நிலைகளை நன்கு கவனித்து அவற்றை உங்கள் குறிப்புப் புத்தகத்தில் பதிவு செய்து வைத்துக்கொள்ளுங்கள்.

3. விதைகள் முளைக்கும் விகிதமும், விதையுறக்கமும்

[விதைகள் முளைக்கும் விகிதம்—விதையுறக்கத்தை நீக்குவது.]

பூக்கும் தாவரங்கள் விதைகளை உண்டாக்குகின்றன. அப்படி உண்டாக்கப்பட்ட விதைகள் பல முறைகளில் பலவிடங்களுக்குப் பரவிச் செல்கின்றன. தாய்ச் செடியினின்றும் விடுவிக்கப்பட்ட விதைகள், தமக்கு வேண்டிய வசதிகளைத் தாமே தேடிக்கொள்ள வேண்டிய நிலையிலுள்ளன. அதற்காகவே, அவை இயற்கையில் பல சாதனங்களைப் பெற்றுள்ளன.

விதையுறக்கம்: ஒரு தாய்ச் செடியிலிருந்து பிரிந்த விதை, பல பிரதிகூலமான நிலைகளை எதிர்த்து நிற்கவேண்டியிருக்கிறது. ஆகையால் விதைகள் முளைப்பதற்கு ஏற்ற நிலைகள் ஏற்படும் வரையில் அவற்றுள் இருக்கும் உயிர்ப்பொருள் வெளிப் பார்வைக்குத் தெரியாமல் அசைவற்று இருக்கிறது. இந்த நிலை விதையுறக்கம் (dormant stage) எனப்படும். கோழி முட்டையினுள் இருக்கும் உயிர்ப்பொருள் வெளிக்குப் புலனாகாமல் இருப்பதுபோல், விதையினுள் இருக்கும் உயிரும் வெளிக்குப் புலனாகாமல் பலநாட்கள் இருக்கின்றது.

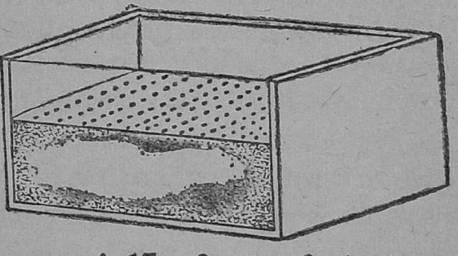
விதைகள் உறக்க நிலையில் இருப்பதால் மற்றொரு நன்மையும் ஏற்படுகிறது. இந்த உறக்கநிலையில் விதையினுள்ளிருக்கும் ஈரம் நன்கு உலர்ந்து, வேறு சில ரசாயன மாறுதல்களும்

விதைகளில் உண்டாகின்றன. நன்கு உலர்வதால் விதைகள் நெடுநாட்கள் கெடாமல் இருக்கவும், உள்ளிருக்கும் உணவுப் பொருள் நிலைப்புத் தன்மை அடையவும் வசதி ஏற்படுகிறது. இது காரணம் பற்றியே நெல் போன்ற தானிய விதைகள், அறுவடைக்குப் பின் நன்கு உலர்த்திச் சேமித்து வைக்கப் படுகின்றன.

விதைகள் அசைவற்றுக் கிடக்கும் உறக்க நிலையிலும் அவை, உயிருள்ளவைகளுக்குரிய முக்கியமான செயல்களை மெல்ல நடத்திக்கொண்டிருக்கின்றன. ஆகவே, விதைகளை 'உறங்கிக் கொண்டிருக்கும் தாவரங்கள்' என்று கூறுவது பொருந்தும்.

சில விதைகள் தாய்ச்செடியிலிருந்து வெளிப்பட்டவுடனேயே முளைக்கும் தறுவாயில் உள்ளன. ஆனால், வேறு சிலவற்றிற்கு ஓரளவு ஓய்வு தேவையாக இருக்கிறது. இச்சமயத்தில் அவற்றினுள் ஏற்படும் மாறுதல்கள் அவற்றை நன்கு முளைக்க வல்லனவாகச் செய்கின்றன.

விதைகள் மேற்கூறியபடி நன்கு சேமிக்கப்பட்டவையே ஆனாலும் அவை யாவுமே முளைத்துவிட மாட்டா. ஆகையால், விதைகள் முளைக்கும் விகிதம் அல்லது தன்மையை (viability)ச் சோதித்து அறியவேண்டும். இதற்கு முளைக்கும் தன்மையைச் சோதித்தல் (seed testing) என்று பெயர்.



படம் 17. விதை முளைக்கும் விகிதம் காணும் பரிசோதனை

பரிசோதனை: நல்ல முறையில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் விதைகளில் நூறு விதைகளை எண்ணி எடுத்துக் கொள். அவற்றை இளஞ்சூடான நீரில் சுமார் ஆறு மணிநேரம் ஊறப்போட்டுவை. பிறகு, ஓர் அகலமான தொட்டியில் நீர் ஊற்றி, நீரின் மேல் பரப்பைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்குமாறு ஒரு மையொற்றும் தாளை (blotting paper) நன்கு பொருத்து. அத் தாளின்மீது இவ்விதைகளைப் பரவலாக வை.

இந்த ஏற்பாட்டைச் சூரிய வெளிச்சம் இல்லாத இடத்தில் வைத்திரு. ஒவ்வொரு நாளும் எத்தனை விதைகளில் முளை கிளம்புகிறது என்று எண்ணிக்கொண்டே வா. இனி முளை கிளம்பாது என்னும் நிலை ஏற்பட்டவுடன், முளைத்த விதைகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடு. இதுவே அவ்விதைகள் முளைக்கும் சதவீதம் ஆகும்.

இந்த விகிதம் அதிகமாயிருந்தால் ஓர் ஏக்கர் நிலத்திற்கு, சற்று குறைந்த எண்ணிக்கையிலும், முளைக்கும் விகிதம் குறைவானால் சற்று அதிக எண்ணிக்கையுள்ள விதைகளையும் பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு சோதனை செய்து விதைத்தால் நல்ல மகசூலை அடையலாம்.

உங்கள் ஊரிலுள்ள விவசாய டிமான்ஸ்டிரேட்டரிடமிருந்து, இம்முறையைப் பற்றியும், ஜப்பானிய முறையைப் பற்றியும் கேட்டுத் தெரிந்துகொள்ளுங்கள்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. 'விதையுறக்கம்' என்றால் என்ன? அதனால் அவற்றிற்கு ஏற்படும் நன்மைகள் யாவை?
2. விதைகள் முளைக்கும் விதத்தை ஏன் சோதிக்கவேண்டும்?
3. விதை முளைக்கும் விதத்தைச் சோதிக்க ஒரு சோதனை கூறுக.

செய்முறைப் பயிற்சி

பல விதைகளின் முளைக்கும் விதத்தைச் சோதனை மூலம் கண்டறிக.

4. மண்ணின் அமைப்பு

[மண் உண்டாகும் விதம்—நிலத்துள்ளிருக்கும் தண்ணீர்—மண்ணிலுள்ள காற்று—மண்ணின் உஷ்ணநிலை.]

தாவர வளர்ச்சிக்கு மண்தான் மிகவும் முக்கியமானது. மண்ணின் அமைப்பைப் பற்றியும், அதிலுள்ள பல பொருள்களைப் பற்றியும் ஓரளவு நீங்கள் முன் வகுப்பில் தெரிந்து கொண்டிருக்கிறீர்கள். இப்பொழுது மண் உண்டாகும் விதத்தைப் பற்றியும், மண்ணின் உள் அமைப்பைப் பற்றியும் ,சிறிது விரிவாகப் பார்ப்போம்.

மண் உண்டாகும் விதம்: மண்ணிலுள்ள அங்ககப் பொருள்கள் பிராணி, தாவரப் பகுதிகள் அழுகி மண்ணுடன் மக்குவதால் உண்டாகின்றன. தாதுப் பொருள்கள் எவ்வாறு உண்டாயின ? இதை ஆராய்ந்த விஞ்ஞானிகள், மண்ணெல்லாம் பலவகைப் பாறைகளிலிருந்து உண்டாயின என்று கருதுகிறார்கள். பாறை மண்ணாகும் முறைக்கு இயற்கைத் தேய்வு (weathering) என்று பெயர். சூரிய வெப்பம், குளிர்ச்சி, காற்று, மழை, ஆறு, பனிக்கட்டி முதலியவற்றின் சக்தியால் பாறை மண்ணாகிறது.

முன் காலத்தில் பூமியின் மேற்பரப்பு அமைந்தபொழுது அது பாறைகளாகவே இருந்தது. சூரிய வெப்பமும் குளிர்ச்சியும் மாறி மாறித் தாக்கியதால் சில பாறைகள் விரிந்து சுருங்கித் தளர்ச்சியடைந்தன. மழை பொழிந்ததாலும், ஆறுகள் ஓடியதாலும் பாறைகள் புரட்டப்பட்டுத் தேய்ந்தன. காற்று வீசி, மணலை அடித்துச் சென்று, ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்தில் குவித்தது. பாறைப் பிளவுகளில் தங்கிய நீர், குளிர்ச்சியால் பனிக்கட்டியாகும்பொழுது விரிந்து பாறைகள் உடைந்தன. காற்றிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடின் செயலால் சில பாறைகள் தூளாயின. தூளான பாறைகளை ஆறுகள் அடித்துச் சென்று, தன் பாதையின் பக்கங்களிலும் கழிமுகத்திலும் குவித்தன. இவ்வாறாக, பாறைகள் இயற்கைத் தேய்வுக்கு உட்பட்டன.

மேலும் ஆறுகள் வேகமாகப் பாயுமிடங்களில் அவை மென்மையான பாறைகளையும் மண்ணையும் சிறிது சிறிதாக அரித்துச் செல்லும்; இதற்கு அரிமானம் (erosion) என்பது பெயர். கடல் அலைகள் கரையில் மோதுவதால் சிலவிடங்களில் இத்தகைய அரிமானம் ஏற்படுவதுண்டு. அரிமானத்தை அழித்தல் வேலையாகக் கருதலாம். ஆறுகள் வேகம் குறைந்து பாயுமிடங்களில் ஆற்று நீர் அடித்துவரும் வண்டல், ஆற்றுப் படுகைகளிலும் கரைகளிலும் ஒதுக்கப்படும். இதனால் புதிய மண் உண்டாகிறது. இது ஆற்றின் ஆக்கவேலை எனப்படும்.

மேற்கூறியவாறு, இயற்கைத் தேய்வினாலும் அரிமானத்தினாலும் மண் உண்டாக்கப்படுகிறது. இம்மண்ணிலுள்ள சிறு சிறு துணுக்குகள் சிலவிடங்களில் பெரிதாகவும், சிலவிடங்களில் சிறிதாகவும் இருக்கின்றன. இச்சிறு துணுக்குகளின் உருவத்திற்கு ஏற்பவேதான் நிலத்தை மணற்பாங்கான நிலம், களிமண் நிலம், சரளை நிலம், குறுமண் நிலம் என்று பலவகையாகப் பகுத்திருக்கிறார்கள். இவைபற்றி நீங்கள் முன்வகுப்பில் படித்தீர்கள். இவை தவிர, மண்ணைத் தோற்றுவித்த பாறைகளின் குணத்திற்கு ஏற்ப, நிலங்களை வண்டல்மண் நிலம், செம்மண் நிலம், கருமண் நிலம் என்று வேறு பல பிரிவுகளாகவும் பகுத்திருக்கிறார்கள்.

வண்டல் மண் நிலம் (alluvial soil): இவ்வகை மண் பெரும்பாலும் டெல்ட்டாப் பிரதேசங்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றது. நம் தமிழ்நாட்டில் காவிரி, தாமிரவர்ணி முதலான ஆறுகளால் ஏற்படும் டெல்ட்டாக்களில் இந்நிலம் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இது மிகவும் பொடியாகவும், தாவர வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற பல பொருள்களை உடையதாகவும் இருப்பதால் இது மிக்க செழிப்பானதாகும்.

செம்மண் நிலம் (red soil): இது பெரும்பாலும் பாறைகள் தேய்வுறுவதால் உண்டாகக் கூடியது. இதில் நீர் எளிதாக உட்புகுந்து பரவும். ஆகையால் இது தாவரங்கள் விரைவாக வளர்வதற்கு உதவக் கூடியது.

கருமண் நிலம் (black soil): இந்த வகை மண் பெரும்பாலும் களிமண்ணைப் போன்று பிசுக்குள்ளதாயும், மிகுந்த

நீரைச் சேமித்து வைத்துக்கொள்ளக் கூடியதாயும் உள்ளது. இது உலரும்பொழுது சுருங்குவதால் இந்நிலத்தின் மேற்பரப்பில் ஆங்காங்கு வெடிப்புக்கள் உண்டாகி, அவற்றின் வழியே மழை நீர் உட்செல்லத் தோதாகிறது. இம்மண், பிறகு, ஈரமடைந்த வுடன் விரிவடைவதால் வெடிப்புக்கள் மூடப்பட்டுத் தாவரங்கள் வளரத் தோதாகிறது.

மேற்கூறிய பலவகை மண் ஏற்படும் விதங்களையும், பாறைகள் இயற்கையில் தேய்வுறுவதையும், ஆறுகள் வண்டல் மண்ணை அடித்துச் செல்வதையும், நீங்கள் அத்தகைய இடங்களுக்குச் செல்லுங்கால் கவனித்துப் பாருங்கள்.

மண் எவ்வகையில் உண்டானபோதிலும், தாவரங்களுக்கு அது முக்கியமாகப் பலவிதங்களில் உதவுகிறது. (1) முதலாவதாக, தாவரங்கள் கீழே சாய்ந்து விழுந்துவிடாமல் உறுதியாக வேரூன்றி நிற்க உதவுகிறது. (2) இரண்டாவதாக, தாவர வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய நீரைக் கொடுக்கிறது. (3) மூன்றாவதாக, தாவரங்களுக்கு வேண்டிய சத்துப் பொருள்களைக் கொடுத்து உதவுகிறது.

முன்வகுப்பில் தாவர வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற மண்ணின் குணங்களையும், அதிலடங்கிய தாது உப்புக்களையும், அதிலுள்ள பாக்டீரியாக்களையும் பற்றிப் படித்தீர்கள். இப்பொழுது நிலத்தினுள்ளிருக்கும் நீர், காற்றோட்டம் ஆகியவை பற்றிச் சற்று விரிவாக ஆராய்வோம்.

நிலத்துள்ளிருக்கும் நீர் (soil water): தாவர வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதது நீர். தாவரங்களின் எடையில் பெரும் பகுதி நீராகவே இருக்கிறது. தாவரங்களுக்கு வேண்டிய சத்துப் பொருள்களைக் கரைத்துக் கொடுக்கவும், மற்றும் வேறு பல காரியங்களுக்கும் நீர் வேண்டியிருக்கிறது. இவ்வளவு நீரும் தாவரங்களுக்கு எங்கிருந்து கிடைக்கிறது? இது பற்றிச் சற்று ஆராய்வோம்.

மழை பெய்து நின்ற ஓரிரு நாட்களுக்குப் பிறகு, சரளை நிலம், மணற்பாங்கான நிலம், களிமண் நிலம், குறுமண் நிலம் ஆகிய ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் ஓரடி ஆழத்திலிருந்து சிறிது மண்

ணைக் கொண்டுவந்து, அவை ஒவ்வொன்றையும் வேறு வேறு சோதனைக் குழாயில் போட்டு, உஷ்ணப்படுத்து. என்ன நிகழ் கிறது என்று கவனித்துப் பார்.

குறுமண் நிலத்திலிருந்து கொண்டுவந்த மண்ணிலிருந்த ஈரம் ஆவியாக, சோதனைக் குழாயின் மேல்பாகத்தில் சிறு துளிக ளாகக் குளிரும். மற்றவைகளில் இவ்வாறு நிகழ்வதில்லை, ஏன்?

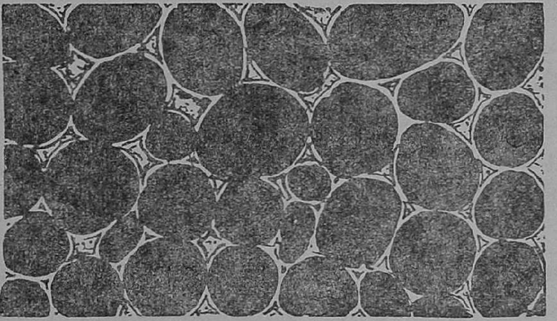
மண் துணுக்குகளுக்கு இடையே பல இடைவெளிகள் உள் ளன. இவ் இடைவெளிகளில் நீர் அல்லது காற்றுத் தங்கியிருக் கும். மழை பெய்யும்பொழுது, சரளை, மணற்பாங்கான நிலம் ஆகிய நிலங்களில் நீர் புவிஈர்ப்புத் திறனால் கீழிறங்கி, ஒரு மட்டப் பரப்பை யடையும். ஆனால் இடைவெளியில்லாத நிலங்களில் மழைநீர் வழிந்தோடி விடுகிறது. ஆனால், குறுமண்ணில் நீர் உள்ளிறங்கி, ஒவ்வொரு மண் துணுக்கையும் சூழ்ந்து கொண்டு, மெல்லிய நீர்த்திரையாய் அமைகிறது. இவ்வாறு ஏற் படும் நீர்த்திரைகளே நிலத்தில் பரவும் வேர்களுக்கு நீரைக் கொடுத்து உதவுகின்றன. இதுபோன்று, மண் நீரைத் தேக்கி வைத்துக் கொள்வதற்குத்தான் அந்த நிலத்தின் நீரைத் தங்க வைத்துக் கொள்ளும் சக்தி (water holding capacity) என்று கூறுகிறோம். இதுபோல் தங்கவைத்துக்கொண்ட நீர் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குப் பரவிக்கொண்டே இருக்கும்.

நிலத்துள்ளிருக்கும் காற்று (soil aeration): தாவர வளர்ச்சிக்கு நீர் எவ்வளவு இன்றியமையாததோ, அதேபோல் தாவரம் சுவாசிப்பதற்கு ஆக்ஸிஜனும் இன்றியமையாதது. செடி கள் திடமாகவும், செழிப்பாகவும் வளர்வதற்கு அவற்றின் வேர்க ளுக்குப் போதிய அளவு காற்றுக் கிடைக்கவேண்டும். ஆகவே, மண்ணுள் காற்றுத் தங்கியிருக்க வேண்டியதன் அவசியம் நன்கு புலப்படுகிறது.

நன்கு புரட்டிக் கொடுக்கப்பட்ட மண்ணையுடைய நிலத்தில் நீர் பாய்ச்சி, சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு, ஒரு குச்சியால் பல விடங்களில் குத்திப் பார்த்தால், சிறு சிறு காற்றுக் கொப்புளங் கள் வெளிப்படுகின்றன. இதுபோல் வெளிப்படும் காற்று மண் துணுக்குகளுக்கு இடையே ஏற்படும் இடைவெளிகளில் பரவி நிற்

கிறது. இடைவெளிகள் பெரிதாயிருந்தால், நீர் சூழ்ந்திருந்த பகுதி போக எஞ்சிய இடைவெளியில் காற்றுத் தேங்கி யிருக்கும்.

மேலே கூறப்பட்டதுபோல், காற்றுத் தங்கியிருக்கும் இடைவெளிகள் நீரால் நிரப்பப்பட்டு நீண்ட நேரம் அப்படியே இருந்தால் தாவரங்களும் நீரில் மூழ்கிய பிராணிகளைப் போலவே மூச்சுத் திணறி மடிய நேரிடும். ஆனால், இதுபோன்ற நிலை பொதுவாக ஏற்படுவதில்லை. இடைவெளிகளிலுள்ள நீர் விரைவாகவே



படம் 18.
குறுமண் நிலத்தில் மண் துணுக்குகளை நீர்த்திரை சூழ்ந்திருப்பது கறுப்புப் பகுதி, மண் துணுக்குகள். அவற்றைச் சூழ்ந்த வெள்ளைப் பரப்பு, நீர். மற்ற இடங்களில் காற்று உள்ளது.

புவிஈர்ப்புத் திறனால் கீழே சென்றுவிடுமாதலால், அவ்விடங்களில் மீண்டும் காற்று வந்து நிரம்பிக்கொள்ளும். இக்காரணம் பற்றியே நிலங்களில் நீண்ட நேரம் நீர் தேங்கி நில்லாதவாறு வடிகால் வசதிகளை விவசாயிகள் செய்கிறார்கள். நீர் வடிய வசதியில்லாத சதுப்பு நிலங்களில் வளரும் அவிசென்னியா போன்ற செடிகள் சுவாசிப்பதற்காக நில மட்டத்திற்கு மேலே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் சுவாசிக்கும் வேர்களை (breathing roots)ப் பெற்றிருக்கின்றன.

மேலே கூறியவாறு, நிலத்தில் தங்கியிருக்கும் காற்றிலுள்ள

ஆக்ஸிஜனை, வேர்கள் நேர்முகமாகவோ அல்லது நீரில் கரைந்த தாகவோ சுவாசிக்கப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன.

நிலத்தின் உஷ்ணநிலை (soil temperature): நிலத்துள் காற்றோட்டமும் நீர்த் துளிகளின் தேக்கமும் இருப்பது தவிர, உஷ்ண நிலையும் தாவர வளர்ச்சிக்கு ஏற்றதாக இருக்கவேண்டும். தாவரங்கள் மிகுந்த குளிரிலும் மிகுந்த வெப்பத்திலும் முளைத்து வளரமாட்டா என்பது நாம் அறிந்ததே. ஆகையால், நிலத்துள் முளைக்கும் விதைகளுக்குத் தேவையான சுமார் 30°C முதல் 35°C வரை உஷ்ணநிலை நிலத்தினுள் எப்பொழுதும் இருந்துகொண்டே யிருக்கும்.

செழிப்பான நிலங்களில் ஈரம், காற்று, உஷ்ணநிலை ஆகியவை இருப்பதுடன் பல அங்ககப் பொருள்களும், நன்மை பயங்கும் பாக்டீரியாக்களும் உள்ளன. இவைபற்றி நீங்கள் சென்ற வகுப்பில் விரிவாகப் படித்திருக்கிறீர்கள். இவை அனைத்தும் ஒருங்கே அமையப்பெற்ற நிலங்களில் பயிர் செழிப்பாக வளரும்.

நிலத்தை உழுதல்: இப்பாடத்தில் கூறப்பட்ட சில சாதனங்களை அடைவதற்காகவே நிலத்தை நன்கு ஆழமாக உழுத பின் பயிரிடுகிறார்கள். இதுபோல் உழுவதால் ஏற்படும் நன்மைகளாவன :

(1) கீழ் மண் மேல் மண்ணுகைப் புரட்டப்பட்டு, அடியிலிருக்கும் சத்துப் பொருள்கள் மேலே கொண்டுவரப்படுகின்றன.

(2) கட்டியாக இருக்கும் மண் உடைக்கப்பட்டு, வேர்கள் எளிதாகப் பரவ இடைவெளிகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

(3) மண்ணில் ஏற்படும் இடைவெளிகளில் காற்றுத் தங்கி, நல்ல காற்றோட்டம் ஏற்பட வசதியாகிறது.

(4) மண் சிறு துணுக்குகளாகத் தகர்க்கப்படுவதால், அவற்றைச் சூழ்ந்து நீர்த்திரைகள் ஏற்பட வசதியாகிறது.

(5) நல்ல காற்றோட்டம் ஏற்படுவதால் நிலத்துள் நிலவும் உஷ்ணநிலை தாவர வளர்ச்சிக்கு நன்மையாக இருக்கிறது.

இப்போது சொல்லப்பட்ட எல்லா வசதிகளும் எல்லாவிடங்களிலும் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கமாட்டா. அது போன்ற சாத

னக் குறையுள்ள இடங்களில் வளரும் தாவரங்கள் சில தனித்த அமைப்புக்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. அவைபற்றி அடுத்த பாடத்தில் ஆராய்வோம்.

பயிற்சி வினுக்கள்

1. மண் எவ்வாறு உண்டாகிறது?
2. இயற்கைத் தேய்வு, அரிமானம்—இவற்றை விளக்குக.
3. வண்டல் மண் எவ்விடங்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது? ஏன்?
4. பல மண் வகைகளின் பெயர் கூறுக. அவற்றின் குணங்களைக் கூறுக.
5. தாவர வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற மண்ணில் என்னென்ன பொருள்கள் அடங்கியிருக்க வேண்டும்?
6. மண்ணில் நீர் எம்முறையில் தேங்கி நிற்கிறது?
7. மண்ணிற்குள் காற்று ஏன் தங்கியிருக்க வேண்டும்?
8. மண்ணினுள் நீர் தேங்கியிருப்பதையும், காற்று இருப்பதையும் எவ்வாறு அறியலாம்?
9. நிலத்தை உழுவதால் ஏற்படும் நன்மைகள் யாவை?
10. வயல்களில் வடிகால் வசதிகள் எதற்காகச் செய்யப்படுகின்றன?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. பலவகைப்பட்ட நிலங்களிலிருந்து மண் கொண்டுவந்து, அவற்றின் அமைப்பையும் தன்மைகளையும் சோதித்துப் பார்வையிடுக.
2. பலவகைப்பட்ட நிலங்களில் என்னென்ன பயிர்கள் பயிரிடப்படுகின்றன என்று அறிந்து, அவற்றை உங்கள் குறிப்புப் புத்தகத்தில் பதிவுசெய்து கொள்ளுங்கள்.

5. தாவர சமூகங்கள்

[சூழ்நிலைக் கேற்ப தாவரங்களின் அநுசரணை—வறண்ட பிரதேசச் செடிகள்—பாலைவனச் செடிகள்—கற்றாழை, சப்பாத்தி, சவுக்கு—சதுப்பு நிலச் செடிகள்.]

தாவர வளர்ச்சிக்குச் சாதகமான நிலைகள் அனைத்தும் ஓரிடத்தில் ஒருங்கே அமைந்திருக்க மாட்டா. தாவரங்கள் தாம் வளருமிடத்தில் கிடைக்கக்கூடிய வசதிகளையே நம்பியிருக்க நேரிடும். அவைகட்கேற்றவாறு அத்தாவரங்கள் சிற்சில இயற்கைச் சாதனங்களைப் பெற்றிருக்கும். இதுபற்றி இப்பொழுது ஆராய்வோம்.

தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கும் நீர்வசதிக்கு ஏற்றவாறு தாவரங்கள் பலவகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவை, (1) வறண்ட பிரதேசச் செடிகள் (xerophytes), (2) தொற்றுச் செடிகள் (epiphytes), (3) சுமாரான நீர் கிடைக்கும் இடங்களில் வளரும் செடிகள் (mesophytes), (4) நீரில் வளரும் தாவரங்கள் (hydrophytes or water plants) எனப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

வறண்ட பிரதேசச் செடிகள்

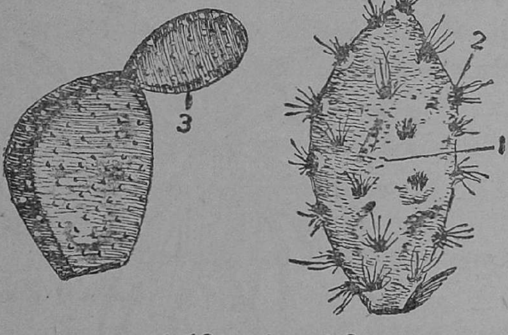
கற்றாழை, சப்பாத்தி, சதுரக்கள்ளி, கொடிக்கள்ளி போன்ற தாவரங்கள் மிகக் குறைந்த அளவு மழை பொழியக்கூடிய இடங்களிலும் வளர்கின்றன. இச்செடிகளுக்கு நீர் கிடைப்பது அரிதாகையால், இவை நீரைப் பெறுவதற்கும், அவ்வாறு கிடைத்த நீரை வறிதே இழக்காமல் இருப்பதற்கும், வேண்டிய பல வகையான வசதிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. படங்களில் சப்பாத்தி, சவுக்கு முதலியனவற்றின் அமைப்புக்களைப் பாருங்கள். இவை வளருமிடங்களுக்குச் சென்று, இவற்றின் அமைப்பைக் கூர்ந்து கவனியுங்கள்.

மேலே கூறப்பட்ட தாவரங்கள் நீரைச் சேகரித்து வைத்துக் கொள்ளவும், நீராவிப் போக்கைக் குறைத்துக் கொள்ளவும் சில இயற்கை வசதிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. அச்சாதனங்கள் வருமாறு:

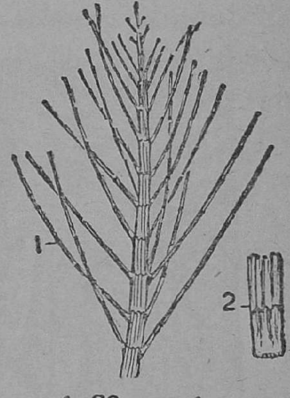
(1) இவற்றின் வேர்கள் நீண்டு பூமிக்குள் வெகு ஆழம் சென்றிருக்கும். ஆழத்தில் இருக்கும் நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளவும் இவை உதவுகின்றன.

(2) சப்பாத்தி, கள்ளிபோன்ற செடிகளில் இலைகள் கிடையா. அப்படி இருந்தாலும் அவை மிகச் சிறியனவாயும் மிகக் குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள இலைத்துளைகள் உள்ளனவாயும் இருக்கும்.

(3) இலைகள் இல்லாததால், இலைகள் செய்யக்கூடிய உணவு தயாரிக்கும் தொழிலை அவற்றின் பசுமையான தண்டுகளே செய்யும். ஆகையால் இவற்றின் தண்டுகள் உட்பக்கம் கடற்பஞ்சு போன்றிருப்பதால் இவை அவற்றினுள் மிகுந்த நீரைச் சேமித்து வைத்துக்கொள்ளும். சப்பாத்தித் தண்டு ஒன்றைக் குறுக்கே வெட்டினால் நீர் வழியும்.



படம் 19. சப்பாத்தி
1. இலை 2. முட்கள்
3. முள் நீக்கின உட்பரப்பு



படம் 20. சவுக்கு
1. செதில்களுள்ள நீண்ட இலை 2. கணு

(4) தண்டுகளிலுள்ள நீரை நாடிவரும் நீர்வேட்கை கொண்ட விலங்குகள் அத்தண்டுகளை அண்டுவதைத் தடுக்க, தண்டுகளில் முட்கள் அடர்ந்திருக்கும். மேலும், இவற்றின் மீது மெல்லிய உரோமங்கள் போன்ற சிறு சிறு முட்களும் படர்ந்திருக்கும்.

(5) சவுக்கு போன்றவற்றின் இலைகள் திரண்டு ஊசி

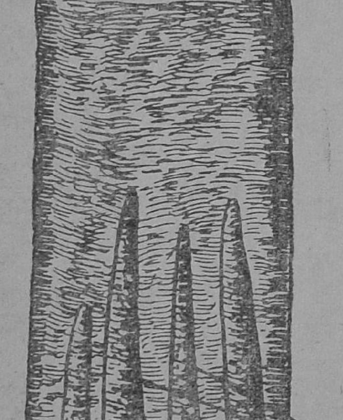
போன்று அமைந்திருப்பதால், இவ்வமைப்பு நீராவிப் போக்கைக் குறைத்துக் கொள்ளும்.

(6) வேறு சில வறண்ட பிரதேசங்களில் வளரும் செடிகளின் இலைகள் பளபளப்பாகவும் சூரிய ஒளியைப் பிரதிபலிக்கக் கூடியதாகவும் அமைந்திருக்கும். சவுக்கு போன்ற செடிகளின் இலைகளிலுள்ள இலைத்துளைகள் நீராவிப் போக்கைக் குறைத்துக் கொள்ள மிகுந்த ஆழத்தில் பதிந்திருக்கும்.

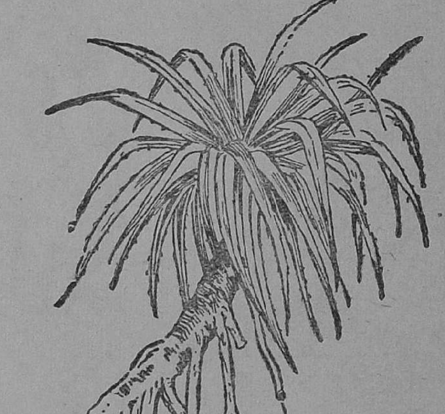
மேலே விவரித்த விதங்களில் வறண்ட பிரதேசச் செடிகள் நீரைச் சேமித்து வைத்துக்கொள்வதற்கும், நீராவிப் போக்கைக் குறைத்துக்கொள்வதற்கும் வேண்டிய வசதிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன.

சதுப்பு நிலச் செடிகள்

சதுப்பு நிலங்களில் நீர் மிகுதியாகக் கிடைப்பினும், அது



படம் 21. சதுப்பு நிலச் செடியின் சுவாசிக்கும் வேர்கள்
1. வேர்களிலுள்ள காற்றுத் துளைகள்



படம் 22. தாழைச் செடி
1. ஊன்று வேர்கள்

தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு இடையூறே விளைவிக்கும். அவ்விடங்

களில் வளரும் செடிகள் சதுப்பு நிலச் செடிகள் (halophytes) எனப் பெயர் பெறும். சதுப்பு நிலங்களில் மண் மென்மையாயும் நீர் ஊறினதாயும் இருப்பதால், அங்கு வளரும் செடிகள் உறுதியாய் நிற்க இயலாது. தாழை இவ்வகையைச் சேர்ந்தது. இதன் தண்டின் பக்கத்தில் பல வேர்கள் உண்டாகி, பூமிக்குள் சென்று, செடியை நிலத்து நிற்கச் செய்கின்றன. செடியின் சில வேர்கள் சதுப்பு நிலப்பரப்புக்கு மேலேயே நிற்கும். இவ்வித வேர்களுக்கு ஊன்று வேர்கள் என்பது பெயர். தவிர, வேர்களுக்குப் போதுமான காற்றுக் கிடைப்பது அரிதாகும். நிலம் சேருய் இருப்பதால் அதில் அதிகக் காற்று இராது. வேர்கள் சுவாசிப்பது கடினமான செயலாகும். இவ்வகைச் செடிகளின் சில வேர்கள் மேல் நோக்கிச் சேற்றுக்குமேல் கிளம்பி வளர்கின்றன. இவற்றின் நுனியில் சிறு துவாரங்கள் காணப்படும். இவற்றின் வழியே வேர்கள் காற்றைச் சுவாசிக்கின்றன. இவற்றிற்குச் சுவாசிக்கும் வேர்கள் என்பது பெயர். கண்டல் (avicennia) மரத்தடியில் சுவாசிக்கும் வேர்கள் மிகுதியாக உண்டாகும்.

பயிற்சி வினக்கள்

1. தாவர சமூகங்கள் எவை? ஒவ்வொன்றிற்கும் ஓர் உதாரணம் தருக.

2. வறண்ட பிரதேசத்தில் வளரும் செடிகளின் தனித் தன்மைகள் எவை?

3. வறண்ட பிரதேசச் செடிகள் எவ்வாறு நீராவிப் போக்கைக் குறைத்துக் கொள்கின்றன?

4. சப்பாத்தியின் தண்டு ஏன் தடிப்பாயும், முட்கள் உள்ளதாயும் இருக்கிறது?

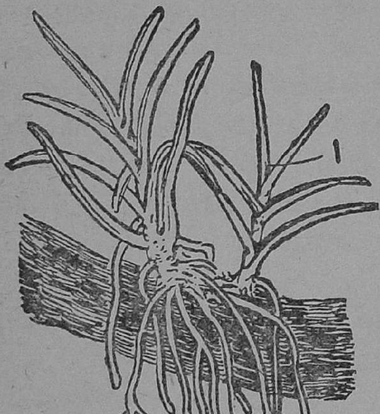
5. சதுப்புநிலச் செடிகளின் தனித்த குணங்களைக் கூறுக.

செய்முறைப் பயிற்சி

சப்பாத்தி, கற்ருழை, சவுக்கு போன்ற செடிகளை நன்கு கவனித்து, அவற்றின் படங்களை வரைந்து வைத்துக்கொள்க. அவற்றின் இலைகளின் அமைப்பையும், அவற்றுள் காற்றுத் துளைகள் உள்ள பரப்பையும் ஆழத்தையும் நன்கு கவனித்து உணர்க.

6. தொற்றுச் செடிகள்

தாவர சமூகங்களில் அரிய அமைப்பைப் பெற்றுள்ளவை தொற்றுச் செடிகள். பொதுவாக, எல்லாத் தாவரங்களும் பூமியில் வேரூன்றி, வேர்களின் மூலமாகத் தமக்கு வேண்டும் உணவுப் பொருள்கள், நீர் முதலானவற்றை உறிஞ்சிக் கொள்ளும். ஆனால் தொற்றுச் செடிகள் அவ்வாறிராமல், அவற்றின் பெயருக்கு ஏற்ப மற்ற மரங்கள் அல்லது செடிகளின்மேல் தொற்றிக்கொண்டு வேர்கள் உண்டாக்கிக்கொண்டு வளரும். தொற்றுச் செடிகள் தம் வாழ்நாள் முழுவதும் வேறு தாவரங்களின் மேலேயே கழிக்கும். பெரிய மரங்களின்மேல் தொற்றிக்கொண்டு வளரும் செடிகளின் தனித்த அமைப்புக்களை அறிந்துகொள்ள வாண்டா (vanda) என்னும் தொற்றுச் செடியை ஆராய்வோம்.



படம் 23. தொற்றுச்செடி
வாண்டா செடி
1. செடி 2. காற்றில் தொங்கும் வேர்கள்.

அடுத்துள்ள படத்தில் வாண்டா என்னும் தொற்றுச்செடி ஒரு மரக் கிளையில் தொற்றிக் கொண்டிருப்பது காட்டப்பட்டுள்ளது. வாண்டா செடியானது வேறு மரங்களின்மேல் தொற்றிக் கொண்டு தன் வாழ்க்கையைச் சுயேச்சையாகவே நடத்துகிறது. அது தனக்கு வேண்டிய நீர், உணவு முதலானவற்றைத் தானே திரட்டிக் கொள்ளும்; தொற்றிக் கொண்டிருக்கும் மரத்திலிருந்து பெறுவதில்லை. ஆகையால், இவை, தன் இருப்பிடத்தைப் பொருத்தமட்டில் பிறதாவரங்களைச் சார்ந்திருப்பவை; இவை பரான்ன ஜீவிகளைப் (parasites) போல் தாம் சார்ந்துள்ள மரங்களுக்கு எவ்விதத் தீமையும் விளைவிப்பதில்லை.

வாண்டா என்னும் செடியின் வேர்கள் பூமியுடன் தொடர்பு கொள்ளாதிருப்பதால், அவை தமக்கு வேண்டும் நீரையும், உணவையும் எவ்வாறு பெறுகின்றன ? இது விந்தையான வேர்ப் பகுதியொன்றை உண்டாக்குகின்றது. அவை காற்றில் தொங்கிக் கொண்டேயிருக்கும். அவை மழை, பனி ஆகியவற்றினின்று செடிக்கு வேண்டிய நீரை உறிஞ்சும். அதற்கேற்றவாறு தொங்கும் வேர்கள் அமைந்திருக்கும். இவ்வேர்களின் நடுப்பாகம் கடினமாகவும், அதைச் சூழ்ந்து பசுங்கணிகம் உள்ள பாகமும் இருக்கும். இதைச் சூழ்ந்து கடற்பஞ்சு போன்ற மென்மையான உறைபோன்ற பாகமொன்றும் இருக்கும். இதற்கு வேலமன் (velamen) என்பது பெயர். இந்த வேலமன் என்னும் உறை உலர்ந்திருக்கும்பொழுது வெண்மையாயிருக்கும் ; ஈரமாயிருக்கும் பொழுது பசுமையாயிருக்கும் ; அப்பொழுது உள்ளிருக்கும் காற்று வெளியேற்றப்பட்டு நீரை உறிஞ்சிக்கொண்டிருக்கும். மழைத்துளி, பனித்துளி இவற்றிலிருந்து நீரை வேர்கள் உறிஞ்சிச் சேமித்து வைத்துக்கொள்ளும். அதைப் பயன்படுத்தி உள்ளிருக்கும் பசுங்கணிகம் உணவைத் தயாரிக்கும்.

மேற்கண்டவாறு வாண்டா போன்ற பல தொற்றுச் செடிகள் தம் வாழ்க்கையை விந்தையான முறையில் நடத்துகின்றன. இவ்வகைச் செடிகளுக்கு நீர் கிடைப்பது அரிதாகையால் இவை பெரும்பாலும் ஓரளவு வறண்ட பிரதேசச் செடிகளின் குணங்களைக் கொண்டவை. ஆல், தாழை போன்ற தாவரங்கள் காற்றில் தொங்கும் வேர்களை உடையன. இவை சிறிது காலம் காற்றிலேயே வளர்ந்து நீண்டு, பிறகு நிலத்துள் இறங்கி, சாதாரண வேர்கள்போல் வளர்கின்றன.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. தொற்றுச் செடிகளுக்கு ஏன் அப்பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது ?

2. வாண்டா செடியின் வாழ்க்கையை விவரிக்க.

3. வாண்டா என்னும் செடி, எவ்வாறு தனக்கு வேண்டும் நீரையும் உணவையும் பெறுகிறது ?

4. ‘ வேலமன் ’ என்பது என்ன ? விவரிக்க.

7. நீர்வளமுள்ள இடத்துச் செடிகள்

[நீர்வளம் உள்ள இடத்துச் செடிகள்—நீர்த் தாவரங்கள்—அல்லி, ஆகாசத் தாமரை.]

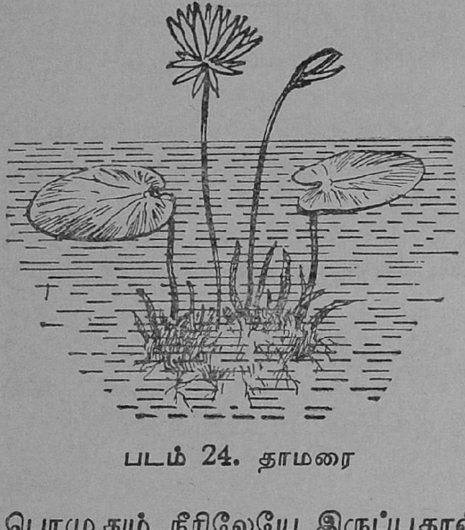
தோட்டங்களில் வளரும் தாவரங்களைக் கவனித்தால், அவை நன்ருய் உயர்ந்து, ஓங்கி, பருமனுய் வளர்வதைக் காணலாம். இவற்றிற்கு வேண்டும் நீர், காற்று, வெளிச்சம், உணவுப் பொருள்கள் ஆகியவை தாராளமாய்க் கிடைப்பதுதான் இதற்குக் காரணம். தாவரங்களின் வேர்கள் பூமிக்குள் நாலா பக்கங் களிலும் சென்று, நிலத்திலுள்ள நீரையும், அதனுடன் கலந் திருக்கும் தாதுப் பொருள்களாகிய உப்புச் சத்துக்களையும் எடுத்துக் கொள்கின்றன. ஆதலால், பூமியில் உப்புச் சத்துக்கள் மிகுதியாக இருக்கவேண்டும். இயற்கையாகவே இவை பூமியில் அடங்கியிராவிட்டால், செயற்கை ரசாயன எருக்களைச் சேர்க் கிருர்கள். பூமி களிப்பாங்காஞல் மணலைச் சேர்த்து, வளமுள்ள தாகச் செய்யப்படுகிறது.

நிலவளமுள்ள பிரதேசங்களில் வளரும் தாவரங்களின் தண்டுப் பகுதி கெட்டியாகவும், பருமனுகவும், அடிமரம் பருத்தும், பல கிளைகளையும் இலைகளையும் உடையதாயும் இருக்கும். நிலத்தி லிருந்து எடுத்துக்கொண்ட நீரில் பயன்பட்டது போக எஞ்சி யுள்ள நீர் ஆவியாவதற்கு இவற்றின் இலைகள் பெரியனவாயும் இலைத்துளைகள் நிரம்பியவையாயும் இருக்கும். இவ்வகைத் தாவரங்கள் வறண்ட பிரதேசத் தாவரங்களுக்கும் நீர்த் தாவரங் களுக்கும் இடையிலுள்ள வகுப்பைச் சேர்ந்தவையாகும்.

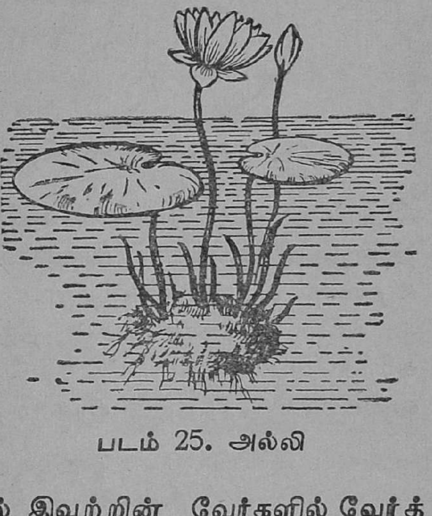
நீர்த்தாவரங்கள்: அல்லி, தாமரை, ஆம்பல் போன்ற நீரில் வாழும் செடிகளுக்கு நீர் தேடவேண்டிய அவசியமே இல்லை. அதற்கு மாருக, அவை காற்றைத் தேடிக்கொள்வதற்கான சாத னங்களைப் பெற்றிருக்கும்.

அடுத்துள்ள படங்களில் தாமரைச் செடியின் பாகங்களும் அல்லிச் செடியின் பாகங்களும் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவை போன்று, நீரில் வளரும் செடிகளின் தோற்றமும், அமைப்பும்

தரையில் வளரும் செடிகளின் அமைப்பிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டிருக்கும். நீர்ச்செடிகளின் வேர்கள் சேற்றில் இருக்கின்றன. ஆதலால், இவை உறுதியாய் நிற்க இயலாது. தாமரை, அல்லி போன்ற செடிகள் நீரில் மிதக்கின்றன. இவற்றின் ,வேர்களுக்கு நிலையான பிடிப்பு ஏற்படுவது கடினம். மேலும், இவை எப்



படம் 24. தாமரை

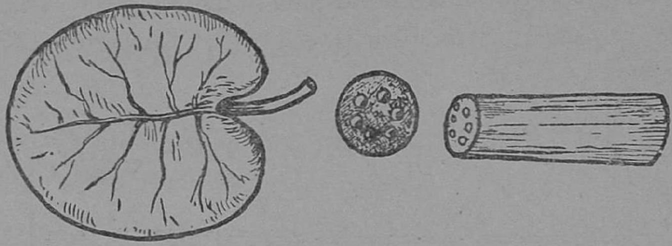


படம் 25. அல்லி

பொழுதும் நீரிலேயே இருப்பதால் இவற்றின் வேர்களில் வேர்த் தூவிகள் இருக்கமாட்டா. வேர்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று பின்னிக் கொண்டு சேற்றில் தங்கியிருக்கும். இச்செடிகளின் தண்டுகள் நீண்டு குறுகியும், இலைகள் அகன்று நீரின்மீது மிதந்து கொண்டும் இருக்கும். இவ் இலைகள் நீரால் தாங்கப்படும்.

நீர் மட்டம் குறையக் குறைய தண்டுகள் மடங்கிச் சுருண்டு வளைந்துகொண்டு இலைகளை நீர் மட்டத்திலேயே எப்பொழுதும் மிதக்கச் செய்யும். இலைகளின் அடிப்பாகம் நீரைத் தொட்டுக் கொண்டிருப்பதால் இலைத்துளைகள் இலைகளின் மேற்புறத்திலேயே அமைந்திருக்கும். அவை மேற்பரப்பை ஒட்டியே காற்றை எடுத்துக்கொள்ளும்படி அமைந்திருக்கும். இலைத்துளைகள் நீரால் மூடப்படாமலிருக்கும் பொருட்டு இலைகளின்மேல் நீர் ஒட்டாமல் ஒருவித எண்ணெய்ப் பசை இருக்கும். மேலும், இச்

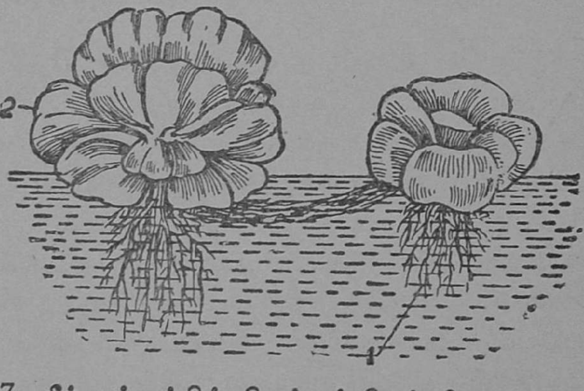
செடிகளின் தண்டில் பல துவாரங்கள் இருக்கும். குழல் போன்ற இத்தண்டில் காற்றுச் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். தாமரைத் தண்டின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைப் படத்தில் பாருங்கள்.



படம் 26. தாமரை இலையும், தண்டின் குறுக்கு வெட்டும், தண்டும்

இதுபோல் தண்டுகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் காற்று, தண்டுகள் இலேசாக இருக்கவும், காற்றுக் கிடைக்காதபொழுது உதவவும் பயன்படுகின்றன.

சில நீர்த்தாவரங்கள் நீர் மட்டத்திலேயே மிதக்கும் வேர்களைக்கொண்டு நீர் மட்டத்திலேயே மிதந்து வாழ்கின்றன. இவ்வகையைச் சேர்ந்தது ஆகாசத் தாமரை (pistia) என்பது.



படம் 27. நீர் மட்டத்தில் மிதக்கும் வேர்களையுடைய செடி : பிஸ்டியா 1. வேர்கள் 2. இலைகள்

மிதக்கும் வேர்களைக் கொண்ட தாவரங்களில் அவற்றின் தண்டிலிருந்து படுமட்டமான வேறு கிளைத் தண்டுகள்

(offsets) எல்லாத் திசைகளிலும் பரவிச் செல்லும். ஒவ்வொரு கிளைத் தண்டின் முடிவிலும் ஒரு புதிய செடி உண்டாகும். அப் புதுச் செடியின் தண்டிலிருந்து வேறு கிளைத் தண்டுகள் பரவி, பல செடிகள் தோன்றும். இது போன்ற செடிகளின் சல்லி வேர்கள் பரவலாக நீரின் மேல் மட்டத்திலேயே மிதந்து கொண்டிருக்கும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. நீரில் வளரும் செடிகள் மிகுந்த காற்றைப் பெறுவதற்கு வேண்டும் வசதிகளைப் பெற்றிருப்பது ஏன்?
2. தாமரைத் தண்டு ஏன் குழல் போன்றுள்ளது?
3. தாமரையின் வாழ்க்கைக்குத் தண்டு எவ்வாறு உதவுகிறது?
4. நீர் மட்டத்திலேயே படர்ந்து செல்லும் தண்டுகளுடைய செடி ஒன்று கூறுக. அது எவ்வாறு நீர் மட்டத்திலேயே மிதந்து செல் கிறது?

செய்முறைப் பயிற்சி

பலவகைப்பட்ட செடிகளையும் அவற்றின் இயற்கைச் சூழ்நிலையில் சென்று கவனித்து அறிக. அவற்றின் தனித்த அமைப்புக்களை உணர்ந்து, உங்கள் குறிப்புப் புத்தகத்தில் பதிவு செய்து வைத்துக் கொள்ளுங்கள்.

(B) பிராணி நூல்

8. சில பிராணிகளின் உணவுப் பழக்கங்கள்

[தாடையற்ற நிலப்புழு—தேனருந்தும் வண்ணத்துப் பூச்சி—ரத்தம் உறிஞ்சும் அட்டை—நத்தை.]

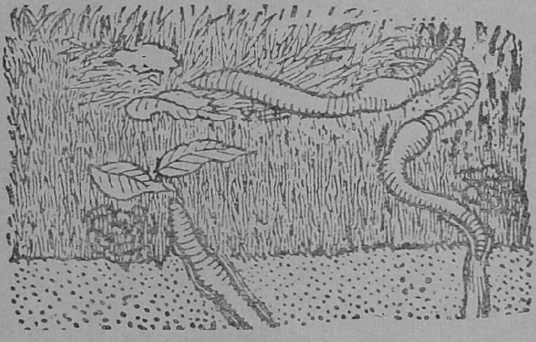
உலகில் காணப்படும் பிராணிகள் எல்லாம் ஒரே வகையான உணவை உட்கொள்வதில்லை. வெவ்வேறு பிராணிகள் வெவ்வேறு வித உணவு உட்கொள்ளுகின்றன. யானை, பசு, ஆடு, குதிரை முதலானவை புல், இலை முதலான தாவரங்களையும் தாவரப் பொருள்களையும் உணவாகக் கொள்ளுகின்றன. காட்டில் வாழும் விலங்குகளாகிய புலி சிங்கங்களுக்கும், அவ்வினத்தைச் சேர்ந்த நாட்டில் வாழும் பூனைக்கும் பிற பிராணிகளின் இறைச்சியே உணவாகிறது. காகம், நாய் போன்ற வேறு சில பிராணிகள் இருவகை உணவையும் உட்கொள்ளுகின்றன. ஆதலின், பிராணிகள் உட்கொள்ளும் உணவிற்குத் தகுந்தவாறு அவை **சாகபட்சிணிகள்** (herbivorous animals) என்றும், **மாமிச பட்சிணிகள்** (carnivorus animals) என்றும், **சர்வ பட்சிணிகள்** (omnivorous animals) என்றும் மூன்று வகைப்படும்.

வெட்டுக்கிளியும் கம்பளிப் புழுவும் இலைகளைத் தின்கின்றன. அட்டை, முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளின் ரத்தத்தைக் குடிக்கிறது. வண்ணத்துப் பூச்சியின் உணவு மலர்களில் திரவ வடிவில் காணப்படும் மது. எனவே, சில பிராணிகள் தம் உணவைத் திடப்பொருளாகவும், சில, திரவ வடிவிலும் உட்கொள்ளுகின்றன. திட அல்லது திரவ உணவை அடைவதற்கும் உட்கொள்வதற்கும் ஏற்றவாறு பிராணிகளின் உடற் கூறுகள், வாய், ஜீரண உறுப்புக்கள் ஆகியன அமைந்துள்ளன. சில பிராணிகளின் உணவுப் பழக்கங்களை ஈண்டு ஆராய்வோம்.

மண் புழு: இது பூமியின் மேல் பரப்பில் காணப்படும் மண்ணை உண்ணும் ஒரு பிராணி. பூமியின் மேற்பரப்பிலுள்ள

மண்ணில், மணல், ரசாயன உப்புக்கள், மக்கின தாவரப் பொருள்கள், இறந்து அழுகிப்போன பிராணிப் பொருள்கள் ஆகியவை அடங்கியுள்ளன. மண்ணுடன் கலந்திருக்கும் இவ்வித அங்ககப் பொருள்களை மண் புழு தன் உணவாகக் கொள்வதால், செத்தைகளும் அழுகிய பொருள்களும் குவிந்துள்ள ஈரமான நிலத்தில்தான் இப்புழு வசிக்கும். இதற்குத் தாடை இல்லை. இதன் தலை முனையிலும் வால் முனையிலும் வாய் போன்ற துவாரங்கள் உள்ளன.

மண் புழு மண்ணின் வழியாகச் செல்லும்போது, மண்ணை முன் வாயால் விழுங்குகிறது. புழுவின் உணவுப் பாதையின் வழியே இம்மண் உட் சென்றதும் சிறு துண்டுகளாகச் சிதறி, மண்ணில் அடங்கிய சத்துப் பொருள்கள் ஜீரணிக்கப்பட்டு



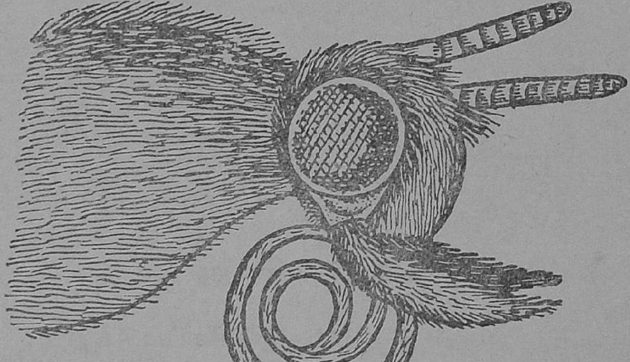
படம் 28. மண்புழு

அவற்றின் சத்து அதன் உடலில் கிரகிக்கப்படுகிறது. பயனற்ற பகுதி, பின் வாய் அல்லது குதத்தின் வழியே வெளித் தள்ளப் படுகிறது. இவ்விதம் வெளியே தள்ளப்பட்ட மண்ணைத்தான் நாம் இப்புழுக்கள் வாழும் வளைகளின் வாயிற் புறங்களில் குவியல் களாகக் காண்கிறோம். இக்குவியல்களுக்கு நாங்கூழ்க் கட்டிகள் (worm cast) என்று பெயர். சில சமயங்களில் இப்புழுக்கள் அழுகிய இலைகளையும் தின்னும். இவை வசிக்கும் வளைகளின் வாயிற் புறத்திற்கு இவ் இலைகள் இழுத்துச் செல்லப்பட்டு, இப்

புழுக்களின் வாயினின்று ஊறும் ஒருவித நீரால் இலைகள் பசுமையான உணவுப் பொருள்களாக மாற்றப்பட்டு, விழுங்கப்படுகின்றன.

இவ்வாறு மண் புழுக்கள் உணவை உட்கொள்ளும் பொழுது பூமியின் அடியிலுள்ள மண்ணை மேற் பரப்புக்குக் கொண்டு வருகின்றன. உறுதியாயும் கட்டிகளாயுமுள்ள களிமண் தகர்ந்து தூளாக்கப்படுகிறது. காற்று உட்செல்வதற்கு ஏற்ப இடைவெளிகள் ஏற்படுகின்றன. ஒரு தோட்டத்தில் பல்லாயிரக் கணக்கான மண் புழுக்கள் இருந்து துளைகள் செய்யும்போது, நிலத்தைக் கலப்பை கொண்டு உழுதாற் போலாகிறது. சுருங்கக் கூறின், உழவன் செய்கிற வேலையை இப்புழு செய்கிறது. இது பற்றியே மண்புழுவைக் 'குடியானவனின் நண்பன்' என்று கூறுவதுண்டு.

வண்ணத்துப் பூச்சி : உணவைத் திரவ வடிவில் உட்கொள்ளும் பிராணிகளில் வண்ணத்துப் பூச்சி ஒன்ருகும். இதன்

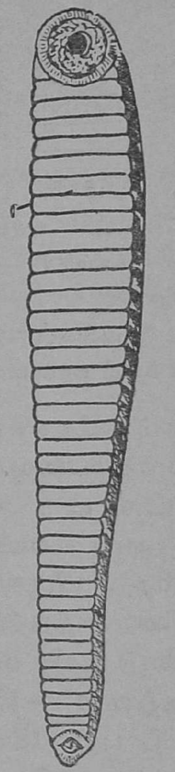


படம் 19. வண்ணத்துப் பூச்சியின் குழல் வாய்

உணவு மலர்களிலுள்ள மது. திடப்பொருளாயுள்ள உணவை இப்பூச்சி உட்கொள்ள இயலாது. திரவங்களை உறிஞ்சிப் பருகுவதற்கு ஏற்ப, இதன் தலையின் அடிப்புறத்தில் நீண்ட மெல்லிய குழாய் ஒன்று உள்ளது. இது உறிஞ்சு குழல் அல்லது குழல்

வாய் எனப்படும். இது சுருளாகத் தோன்றும். ஆனால் வேண்டும்பொழுது வண்ணத்துப் பூச்சி இக்குழாய்ச் சுருளை நீட்டி, மலர்களுள் நுழைத்து அவற்றின் அடிப்பகுதியிலுள்ள மதுவை உறிஞ்சிப் பருகும். வேண்டாதபொழுது இதை மீண்டும் சுருளாக்கி வைத்துக்கொள்ளும். வண்ணத்துப் பூச்சி, கம்பளிப் புழுப் பருவத்திலிருக்கும்போது, இலைகளையே உணவாகக் கொள்கிறது. இலைகளைத் துண்டிப்பதற்கு இதற்குத் தாடைகள் உண்டு. முழு வளர்ச்சி அடைந்து வண்ணத்துப் பூச்சியானதும் தாடைகள் மறைந்து, உறிஞ்சு குழாய் உண்டாகிறது.

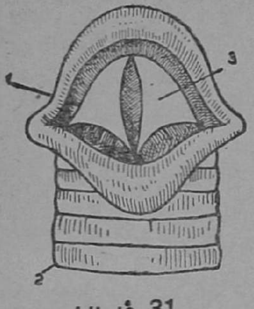
அட்டை: மண் புழுவைப் போன்று இது மென்மையான உடலை உடையது. இதன் உணவு பிராணிகளின் ரத்தம் ஆகும். இவ்வுணவை உட்கொள்வதற்கேற்ப இதன் உடல் அமைந்துள்ளது. அட்டையின் நீளமான உடல் பல தசைகளால் அமைந்தது. இதன் தலைப்புறத்திலும் வால் புறத்திலும் இரு உறிஞ்சிகள் உள்ளன. தலைப்புறமுள்ள உறிஞ்சியின் இடையே அட்டையின் வாய் அமைந்துள்ளது. வாயில் பற்களைப் போன்றும் ரம்பம்போன்றும் அமைந்துள்ள மூன்று தாடைகள் இருக்கின்றன.



படம் 30. அட்டையின் மேலுள்ள துவாரம் வாய்ப்புறமும் உறிஞ்சியும் 1. தசை வளையங்கள்

அட்டை, தன் உணவாகிய பிராணிகளின் ரத்தத்தைப் பெறுவதற்கு முன், தனது உறிஞ்சிகளைப் பிராணிகளின் உடலில் கெட்டியாகப் பொருத்தி, அங்கு ஒட்டிக் கொள்கிறது. தாடைகளினால் பிராணிகளின் தோலில் காயம் உண்டாக்கி, அதிலிருந்து வெளிவரும் ரத்தத்தை உறிஞ்சுகிறது. இவ்வாறு செய்யும்போது அட்டையின் வாயிலிருந்து ஒரு வகை நீர்

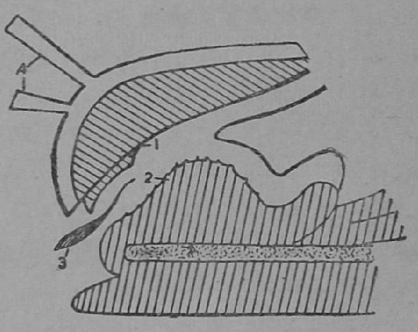
ஊறி வெளி வந்து அக் காயத்தினுள் வீழ்கிறது. இத்திரவம் காயத்தினின்றும் வெளி வரும் ரத்தம் உறைந்து போகாமல் தடுக்கிறது. எனவே, அட்டைக்கு உணவாகிய ரத்தம் காயத்தினின்றும் இடைவிடாமல் ஏற்ற அளவில் கிடைக்கிறது; அட்டை அதை உறிஞ்சித் தன் இரைப் பையிலுள்ள பல அறைகளில் நிரப்பிச் சேமித்து வைத்துக்கொள்ளுகிறது. தன் இரைப்பை முழுதும் நிரம்புமாறு அட்டை ஒரு முறை ரத்தத்தை உறிஞ்சிக் கொண்டால், பிறகு பல மாதங்களுக்கு உணவுத் தேவையில்லாமலே அதனுல் வாழ முடியும்.



படம் 31.
அட்டையின் வாயில் உறிஞ்சி
1. வாய்
2. வளையங்கள்
3. ரம்பத் தாடைகள்

அட்டைகளில் இரு வகைகள் உள்ளன. ஒரு வகை, தவளைகளின் மீதும், மீன்கள் மீதும் ஒட்டிக்கொண்டு நீரில் வசிப்பவை. மற்றொரு வகை, நிலத்தில் வாழ்பவை. இவை சருகு அட்டை அல்லது நில அட்டை எனப்படும். இவை, மனிதர், மிருகம் முதலானவைகளின் ரத்தத்தை உறிஞ்சி உண்டு உயிர் வாழ்வன.

நத்தை: தத்துக்கிளி, கம்பளிப் புழு போன்று இலைகளை உணவாகக் கொள்ளும் பிராணிகளில் நத்தை ஒன்று. இலைகளைத் துண்டித்துக் கொள்வதற்கேற்ப, இதன் முன் பக்கத்திலுள்ள கால்களின் மேற்பாகத்தில் வாய் அமைந்திருக்கிறது. வாய்க்குள் ரம்பம் போன்ற நாக்கு உள்ளது. நாக்கின் மேற் பரப்பில் பற்



படம் 32.
நத்தையின் வாயமைப்பு
1. உறுதியான மேல்தாடை
2. சொரசொரப்பான நாக்கு
3. இலை
4. உணர்ச்சிக் கொம்புகள்

களைப் போன்ற அமைப்பும் உள்ளன. இப்பற்கள் இலைகளைச் சுரண்டி உண்பதற்கு உதவியாய்ச் சொர சொரப்பாய் அமைந்துள்ளன. வாயின் மேல் பாகம் தடிப்பாயும் உறுதியாயுமிருக்கிறது. நத்தை தன் உணவாகிய இலைகளை, நாக்கிற்கும் மேல் தாடைக்கும் இடையில் அழுத்திக்கொண்டு நாக்கை முன்னும் பின்னுமாக இழுக்கிறது. இவ்விதம் செய்வதால் இலைகள் சிறு சிறு துண்டுகளாக அராவப்படுகின்றன. இச்சிறு துண்டுகளை நத்தை விழுங்குகிறது.

இலைகளையே உணவாக உட்கொள்வதால், செடிகள் செழித்து வளரும் இடங்களிலேயே நத்தைகளைக் காணலாம். செடிகளின் மென்மையான தண்டுகளையும் முக்கியமான உறுப்புக்களான இலைகளையும் சுரண்டித் தின்று, செடிகளுக்குத் தீங்கு விளைவிப்பதால், நத்தைகளைச் ‘ சுரண்டும் நத்தைகள் ’ என்றும், ‘ தோட்டக்காரனின் விரோதி ’ என்றும் கூறுகிறார்கள்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. மண் புழுவின் உணவு என்ன? அது தன் உணவை உட்கொள்ளும் விதத்தைக் கூறுக.

2. மண் புழுவிற்கு ஏன் ‘குடியானவனின் நண்பன் ’ என்னும் பெயர் ஏற்பட்டது?

3. வண்ணத்துப் பூச்சி மதுவை உறிஞ்சும் விதத்தைக் கூறுக.

4. அட்டையின் உணவு என்ன?

5. அட்டை தன் உணவை அடையும் விததிதைக் கூறுக.

6. நத்தை எங்கு மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது? ஏன்?

7. நத்தையின் உணவுப் பழக்கத்தை விவரிக்க.

8. நத்தை எவ்விதம் செடிகளுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கிறது?

செய்முறைப் பயிற்சி

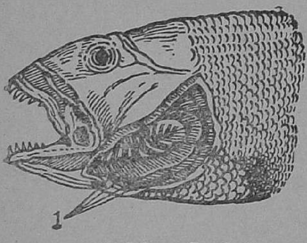
1. மண் புழு, அட்டை, நத்தை, வண்ணத்துப் பூச்சி, ஆகியவற்றைப் பிடித்து, அவற்றின் வாய்ப்புறத்தைப் பென்சில் அல்லது சிறு கண்ணாடிக் கோலால் பிரித்துப் பார்க்கவும். லென்ஸைப் பயன்படுத்தினால் வாய்ப்புற அமைப்பு மேலும் நன்றாய் விளங்கும்.

2. அட்டை, நத்தை, வண்ணத்துப் பூச்சி இவற்றின் வாயமைப்பைப் படம் வரைந்து பழகவும்.

9. சில பிராணிகளின் குணமும் அவை உணவு உட்கொள்ளும் விதமும்

[மீன், பல்லி, நத்தை, பசு, குதிரை, அணில், முயல் ஆகிய வற்றின் பொதுக் குணங்கள்—இவற்றின் உணவு—இவை உணவு உட்கொள்ளும் விதம்—அங்க அமைப்புக்கள்.]

மீன்கள் : மீன்களில் பலவகைகள் உள்ளன. இவை நீரிலேயே வசிப்பவை. இவை குளிர்ந்த ரத்தப் பிராணிகள். இவை நீரில் சஞ்சரிப்பதற்கு ஏற்றவாறு இவற்றின் உடலமைப்பு அமைந்திருக்கும் விதத்தைப் பற்றி நீங்கள் சென்ற வகுப்பில் படித்தீர்கள். இப்பொழுது இவற்றின் சுவாச முறையையும், உணவுப் பழக்கங் களையும் பற்றிப் படிப்போம்.



படம் 33. மீனின் சுவாச உறுப்புக்கள் 1. செவுள் அறையி லுள்ள செவுள்கள்

மீன் சுவாசிக்கும் விதம் : மீனின் வாய்ப் பகுதியில் இரு புறங்களிலும் இரு சதை மடிப்புக்கள் உள்ளும் வெளியும் அசைகின்றன. இவை செவுள் மூடிகள் எனப்படும். மீன், நீரில் இருக்கும்பொழுது அடிக்கடி தன் வாயைத் திறந்து மூடும். செவுள் மூடிகளை மூடித் திறக்கும். மீன் வாயைத் திறக்கும்பொழுது நீர் உள்ளே செல்கிறது. வாயை மூடிக்கொண்டவுடன் உள்ளே சென்ற நீர் செவுள் அறைக்குச் செல்கிறது. செவுள் மூடிகள் திறக்கும் பொழுது நீர் வெளியேறுகிறது.

செவுள்கள் : செவுள்கள் சீப்பைப் போன்ற அமைப் புள்ளவை. அவை வளைந்திருக்கும். ஒரு பக்கத்தில் தடித்த பற்களைப் போன்ற உறுப்பும், மற்றொரு பக்கத்தில் மயிரிழை போன்ற பல மெல்லிய உறுப்புக்களும் இருக்கின்றன. இம்மயி ரிழை போன்ற பாகங்களில் பல தந்துகி ரத்தக் குழாய்கள் உள்ளன. இவற்றின் மீது நீர் படும்போது, நீரில் கரைந்திருக்கும் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் தந்துகிக் குழாய்களில் பாயும் ரத்தத்தில்

சேர்கிறது. அதே சமயத்தில் ரத்தத்திலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வெளியேறி நீரில் கலக்கிறது. இவ்வாறு ரத்தம் சுத்த மடைகிறது.

கொதித்து ஆறிய நீரில் கரைந்திருக்கும் காற்று அப்புறப் படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஆகையால் அதில் போடப்படும் மீன் சுவா சிக்க வழியின்றி இறந்துவிடுகிறது.

மீன் உணவு உட்கொள்ளும் விதம்: மீன் நீரிலேயே வசிக்கும் பிராணியாதலால் அது நீரிலுள்ள தாவரங்களையும் புழு பூச்சிகளையும் உணவாக உட்கொள்ளுகிறது. மீனின் செவுள்கள் சுவாசிப்பதற்கு உதவுவதுபோல், உணவு உட் கொள்ளவும் ஓரளவு பயன்படுகிறது. மீனின் வாய்ப்புறம் இரு தாடைகளிலும் பல சிறிய பற்கள் உள்நோக்கி நீட் டிக் கொண்டிருக்கின்றன. இப்பற்கள் உள்நோக்கி வளைந் திருப்பதால் உணவை மென்று தின்னப் பயன்படுவதில்லை. வாயினுள் சென்ற உணவு வெளியே தப்பிவிடாமலிருப்பதற்கே இவை பயன்படுகின்றன. மீன் நீரில் தன் வாயைத் திறந்து கொண்டே நீந்திச் செல்லும்பொழுது வாய்க்குள் நீரோடு சிறு புழு பூச்சிகளும் செல்லும். செவுள்களின் வழியே நீர் வெளி யேற்றப்படும்பொழுது செவுள்களிலுள்ள சீப்புப் போன்ற பாகம், உட்சென்ற புழு பூச்சிகள் வெளியேருமல் தடுத்துவிடும். உள் நோக்கிய பற்களும் அவற்றை வெளியே செல்லவிடாமல் தடுத்து விடும். ஆகவே, உணவுப் பொருள்கள் வாயில் தங்கிவிடும். அவற்றை மீன் அப்படியே மெல் லாமல் விழுங்கிவிடும்.

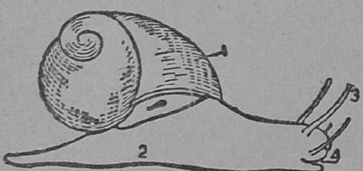
படம் 34. பல்லி

பல்லி: பல்லி, பொதுவாக சிறு பூச்சிகளையும், ஈ, பாச்சை, தத் துக்கிளி முதலானவைகளையும் பிடித்துத் தின்னும். சுவரிலும் விட்டத்திலும் பல்லி அசைவற் றுப் பூச்சிகளுக்காகக் காத்துக் கொண்டிருக்கும். அருகில் ஒரு பூச்சி வந்தவுடன் பல்லி திடீரென்று அதன்மேல் பாய்ந்து, தன்

தாடைகளால் அதை இறுக்கிப் பிடித்துக்கொள்ளும். இதற்கேற்ப, அதன் தாடைகள் உறுதியாய் அமைந்துள்ளன. பிடித்த பூச்சியைப் பின்னர் சிறிது சிறிதாக விழுங்கிவிடும்.

நத்தை: சென்ற பாடத்தில் நத்தை தன் உணவை எப்படி உட்கொள்ளுகிறது என்று படித்தீர்கள். இப்பொழுது அதன் சில பொதுவான குணங்களைப் பற்றிப் படிப்போம்.

நத்தை தன் முதுகின்மேல் ஒரு கூட்டைத் தாங்கிச் செல்கிறது. இக்கூடு பெரும்பாலும் கால்சியம் கார்பனேட்டு என்னும் பொருளால் ஆனது. இக் கூட்டை விட்டு நத்தை வேண்டும்பொழுது வெளிப்பட்டு நகர்ந்துசெல்லும். நத்தையின் முன்பக்கத்தில் இரண்டு உறுப்புக்கள் நீட்டிக்கொண்டுள்ளன. அவற்றிற்கு **உணர்ச்சிக் கொம்புகள்** என்று பெயர். உணர்ச்சிக் கொம்பின்மேல் ஏதாவது உராய்ந்தாலும் அல்லது அதை மெல்லத் தொட்டாலும் உடனே அது உட்புறமாய்ச் சுருங்கத் தொடங்கும். தனக்கு ஏதோ ஆபத்து வந்துள்ளதென நத்தை உணர்ந்தால், அது தன் உடல் முழுவதையும் கூட்டிற்குள் இழுத்துக்கொள்ளும். நத்தை கூடியவரையில் தனித்தே வாழ விரும்பும். ஆகையால் நத்தைகளை ஓரிடத்தில் கூட்டம் கூட்டமாகக் காண்பது அரிது. மேலும், நத்தை பெருந்தீனி உண்ணும் பண்புடையது. ஆகையால், நத்தைகள் இளஞ்செடிகளுக்கு மிகுந்த கேடு விளைவிக்கும்.



படம் 35. நத்தை
1. கூடு 2. பாதம்
3. உணர்ச்சிக் கொம்புகள்
4. வாய்.

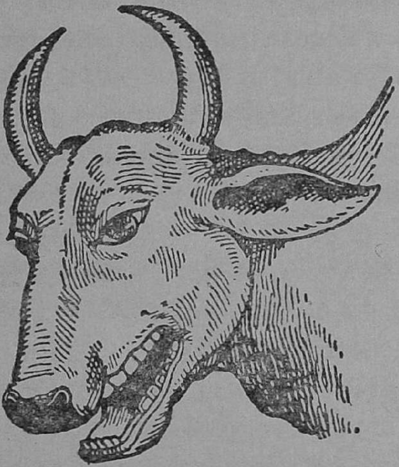
விலங்குகள் தாம் உண்ணும் உணவுக்கு ஏற்றவாறு பலவிதமான அமைப்புக்களையும் சாதனங்களையும் பெற்றிருக்கின்றன.

சாகபட்சிணிகளும், மாமிசபட்சிணிகளும்: பசு, ஆடு, குதிரை போன்ற சில பிராணிகள் புல், இலை, தழை முதலான தாவரப் பொருள்களையே உண்கின்றன; இவை மாமிச உணவைச் சிறிதும் புசிப்பதில்லை. இவை சாகபட்சிணிகளாம். பூனை,

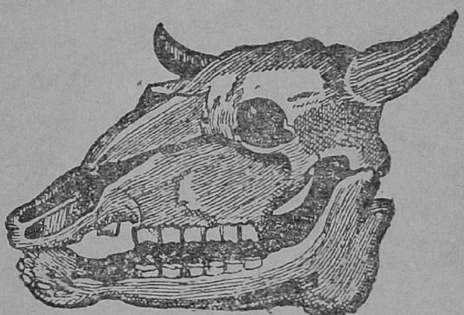
நாய், சிங்கம், புலி முதலிய பிராணிகள் பிற பிராணிகளின் மாமி சத்தை உண்கின்றன. இவை மாமிச பட்சிணிகளாம்.

பிராணிகளின் இயல்பான உணவுக்குத் தக்கபடியே அவற்றின் வாயமைப்பு, இரைப்பை அமைப்பு முதலியன இருக்கின்றன. பசு, குதிரை, அணில், முயல் ஆகிய பிராணிகளின் உணவுப் பழக்கங்களை ஆராய்ந்தால் இவ்வுண்மை நன்கு புலப்படும்.

பசு; வாய் அமைப்பு: பசுவின் முக்கிய உணவு, புல், வைக்கோல், சோளத்தட்டை, சில இலை தழைகள் ஆகியனவாம். இவ்வுணவுகளை நன்ருக அரைத்து விழுங்க வேண்டும். எனவே,



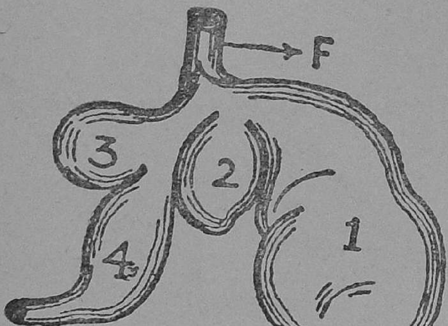
படம் 36. பசுவின் தலை



படம் 37. பசுவின் கபாலம்

பசுவின் **கடைவாய்ப் பற்கள்** பெரியனவாயும், மேற்புறம் தட்டையாயும், உணவை அரைப்பதற்கு ஏற்றவாறும் அமைந்துள்ளன. கீழ்த்தாடை மேலும், கீழும், பக்கவாட்டிலும் அசைந்து, உணவை அரைக்கும். மாமிச பட்சிணிகளுக்குப் பயன்படக்கூடிய கோரைப் பற்கள் பசுவுக்கு இல்லை; முன்புறத்தில் கீழ்த்தாடையில் மட்டும் உளி போன்ற வெட்டுப் பற்கள் இருக்கின்றன. மேல் தாடையில் தடித்த ஈறுதான் இருக்கிறது. இதன் நாக்கு நீண்டும் சொர சொரப்பாயும் இருக்கிறது.

பசு, புல்லை மேயும்போது, நாக்கினல் புல்லைப் பற்றிக் கொண்டு வாய்க்குள் இழுத்து, கீழ்த்தாடையின் வெட்டுப் பற்களால் மேல்தாடை ஈற்றில் புல்லை அழுத்திக்கொண்டு, தலையை அசைக்கும். இப்பொழுது புல் பெயர்க்கப்படும். இப்புல்லைப் பசு ஓரிரு முறை கடைவாய்ப் பற்களால் கடித்து, விழுங்கிவிடும். முதல் தடவையாக விழுங்கும்பொழுதே அது புற்களை நன்ருக அரைத்து விழுங்குவதில்லை. இவ்வாறு விரைவாகப் புல்லையோ, பிற உணவையோ விழுங்கி வயிற்றை நிரப்பிக்கொள்ளும். பிறகு, அமைதியாக ஓரிடத்தில் அமர்ந்து, விழுங்கிய உணவைச் சிறு சிறு கவளங்களாக வாய்க்குக் கொணர்ந்து, நன்ருக அரைத்து மீண்டும் விழுங்கும். இச் செயலுக்கு அசைபோடுதல் (chewing the cud) என்று பெயர். இத்தகைய பிராணிகளுக்கு அசை போடும் பிராணிகள் எனப் பெயர்.



படம் 38. பசுவின் இரைப்பை
1. முதலில் உணவு சேரும் அறை
2. உணவு உருட்டப்படும் அறை
3, 4. அசைபோட்டு விழுங்கப்பட்ட உணவு சேரும் அறைகள்
F. உணவுப் பாதை.

பசுவின் இரைப்பை: அசை போடும் பழக்கத்திற்கு ஏற்றவாறு பசுவின் இரைப்பை அமைந்திருக்கிறது. இதில் நான்கு அறைகள் உள்ளன. முதல் அறை பெரியது. இது நிறைந்ததும் பசு உண்பதை நிறுத்திவிடும். இவ்வறையிலிருந்து உணவு இரண்டாவது அறைக்குச் சென்று சிறு சிறு கவளங்களாக உருட்டப்பெறும். இக்கவளங்கள் ஒவ்வொன்ருக வாய்க்கு வந்து நன்ருக அரைக்கப்பட்டு, விழுங்கப்படும். பசு, அசை போடும்பொழுது கவனித்தால் கழுத்துப் பகுதியில், கவளம் வாய்க்கு வருவதைப் பார்க்கலாம். அசை போட்டு விழுங்கப்பட்ட உணவு மூன்ரும் அறையின் வழியாக

நான்காம் அறையை அடையும். இங்கு சில ஜீரண நீர்கள் உண வுடன் கலப்பதால், இதுவே பசுவின் உண்மையான இரைப்பை என்று கூறலாம்.

பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன், பசுவின் மூதாதையர் மக்களால் பழக்கப்படவில்லை; காடுவாழ் பிராணி களாகவே இருந்தன. அவை புலி, சிங்கம், சிறுத்தை முதலான கொடிய விலங்குகளுக்கு அஞ்சி, தமக்குக் கிடைத்த புல்லை விரைவாக மேய்ந்துவிட்டுப் பிறகு, பாதுகாப்பான இடத்தில் அமர்ந்து அசைபோடும் பழக்கத்தை மேற்கொண்டன. அவை விரைவாக ஓடித் தப்பித்துக்கொள்ள முடியாதாகையால் இப் பழக்கம் தோன்றியது. அப்பழக்கமே இன்றும் பசுவிடம் காணப் படுகிறது. மான், ஆடு, ஒட்டைச் சிவிங்கி போன்ற பிராணி களும் இம்மாதிரி அசைபோடும் பிராணிகளே (ruminants)

குதிரை: குதிரையும் பசுவைப் போல் புல்லை முக்கிய உணவாகக் கொள்ளும். கொள்ளுத் தானியத்திலும் இதற்கு மிகுந்த விருப்பம் உண்டு. பசுவைப் போலல்லாமல் இது மிகவும் விரை வாக ஓடி அபாயத்திலிருந்து தப் பித்துக் கொள்ளக்கூடிய பிராணி. எனவே, அசை போடும் பழக்கமும், அதற்குத் தேவையான உறுப்பு அமைப்புக்களும் குதிரைக்கு இல்லை.

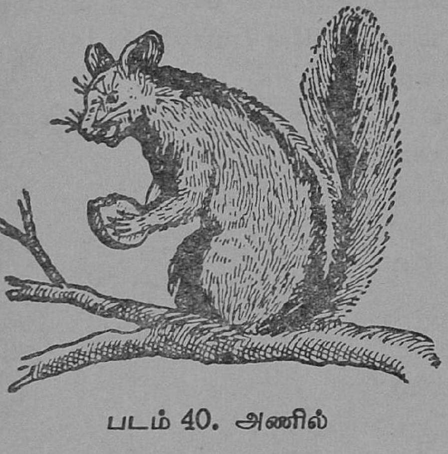
குதிரைக்கு இரு தாடைகளிலும் வெட்டுப் பற்கள் இருப்பதைப் படத் தில் கவனியுங்கள். எனவே, குதிரை புல்லைப் பிடுங்குவதில்லை; கடித்துத் துண்டித்து மேயும். இதன் கடைவாய்ப் பற்களும் தட்டையா யும் பெரியனவாயும் அமைந்து, உணவை அரைப்பதற்கு ஏற்ற வையாயுள்ளன. இதன் கீழ்த் தாடைகளும் பக்கவாட்டில் அசை யும். குதிரைக்கும் கோரைப் பற்கள் கிடையா. குதிரை கடித்த

படம் 39.
குதிரையின் கபாலம்

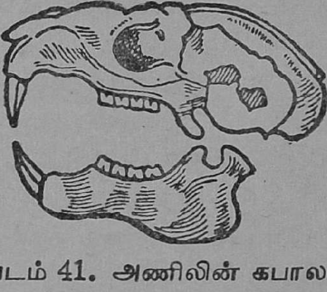
புல்லை அப்பொழுதே நன்ருக அரைத்து விழுங்கும். இதன் இரைப்பையில் மனிதருக்குள்ள இரைப்பை போல ஒரே அறை தான் உண்டு.

பசுவின் இரைப்பை நான்கு அறைகளுடன் இருப்பதால் அதன் வயிற்றறை மிகவும் பெரிதாயுள்ளது. ஆனால் குதிரையின் இரைப்பை ஒரே அறையாகையால், அதன் வயிறு அவ்வளவு பெரிதா யிராது.

அணில் : தானியங்களும் கொட்டைகளும் அணிலின் உணவாகும். கொட்டைகளை உடைத்து உள்ளிருக்கும் பருப்பைத் தின்பதற்கும், தானிய உமிகளைப் போக்குவதற்கும் இதன் வெட்டுப் பற்கள் உதவுகின்றன. இவை உளிபோல் மேல் தாடையில் இரண்டும், கீழ்த் தாடையில் இரண்டுமாக முன் புறம் அமைந்துள்ளன. இவை கூராக இருக்கும். கடினமான கொட்டைகளையும் தானியங்களையும் கடிப்பதால் பற்கள் தேய்வுறும். இத்தேய்வை ஈடுசெய்யத் தக்க அளவு அணிலின் பற்கள் வளர்ந்து கொண்டிருக்கும். பற்களின் கெட்டியான மேற் பாகம் சிப்பி எனப்படும். அணிலுக்கு இந்தப் பாகம் தேய்ந்தாலும் கூட வளரும் தன்மை உண்டு. பயன்படுத்துவதாலேயே தீட்டப் பெற்று, பற்கள் எப்பொழுதும் கூர்மையாகவே இருக்கும்.



படம் 40. அணில்



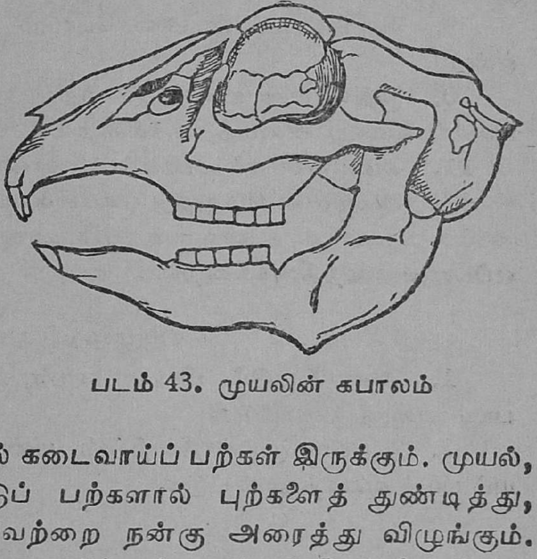
படம் 41. அணிலின் கபாலம்

அணிலின் மேலுதடு நடுவில் பிளவுபட்டிருக்கும். கொட்டைகளைக் கடிக்கும்பொழுது தன் பற்களாலும் கொட்டைகளின் ஓடு

களாலும் மேலுதடு காயப்படாமலிருக்க இந்த அமைப்பு உதவு கிறது.

முயல் பொதுவாகப் புல் நிறைந்த காடுகளில் வசிக்கும். இதன் முக்கியமான உணவு புல், பூண்டுகள். பொதுவாக முயல் கள் காலை வேளையில் அல்லது மாலை வேளையில்தான் மேயும். முயலின் தாடைகளின் முன்புறத்தில் உறுதியாகவும் வலுவாகவும் உளிபோன்ற அமைப்பையும் கொண்ட கூர்மையான வெட்டுப் பற்கள் அமைந்திருக்கும். மேல் தாடையில் முன் வெட்டுப் பற் களுக்குப் பின், இரண்டு சிறிய வெட்டுப் பற்களும் இருக்கும்.

படம் 42. முயல்



படம் 43. முயலின் கபாலம்

தாடைகளில் உட்பக்கத்தில் கடைவாய்ப் பற்கள் இருக்கும். முயல், முன் பக்கமுள்ள வெட்டுப் பற்களால் புற்களைத் துண்டித்து, கடைவாய்ப் பற்களால் அவற்றை நன்கு அரைத்து விழுங்கும். வெட்டுப் பற்களுக்கும் கடைவாய்ப் பற்களுக்கும் இடையே சிறிது இடைவெளி இருக்கும். முயலின் வாயில் கோரைப் பற்கள் இல்லை. அவை இருக்கவேண்டிய இன்றியமையாமை முயலுக்கு இல்லை யாதலால் கோரைப் பற்கள் இல்லை. பகைவர்களைக் கண்டால் முயல் வெகு வேகமாய் ஓடித் தப்பித்துக்கொள்ளும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. மீனின் சுவாச உறுப்புக்கள் யாவை?

2. மீன் ஏன் தரையில் வாழ முடியாது?

3. மீனின் பற்கள் உள்நோக்கி வளைந்திருப்பதன் காரணம் என்ன?

4. பல்லி தன் உணவை எவ்வாறு அடைகிறது?

5. நத்தையின் சில தனிக் குணங்களைக் கூறுக.

6. நத்தையின் உணர்ச்சிக் கொம்புகள் எதற்குப் பயன் படுகின்றன?

7. அசை போடுதல் என்றால் என்ன?

8. அசை போடும் பிராணிகளின் இரைப்பை எவ்வாறு அமைந் திருக்கிறது? ஏன்?

9. சில பிராணிகள் அசைபோடும் பழக்கத்தைப் பெற்றிருப்பது ஏன்?

10. குதிரையின் உணவுக்கேற்றவாறு அதன் வாய், பற்கள் முதலியவை எவ்வாறு அமைந்திருக்கின்றன?

11. அணிலின் பல் அமைப்பில் காணப்படும் சிறப்பு யாது?

12. அணிலின் மேலுதடு ஏன் பிளவுபட்டிருக்கிறது?

13. முயலின் உணவு யாது? உணவுக்கேற்றவாறு அதன் பற்கள் எப்படி அமைந்திருக்கின்றன?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. அசைபோடும் பிராணிகளின் இரைப்பையின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து காட்டுக.

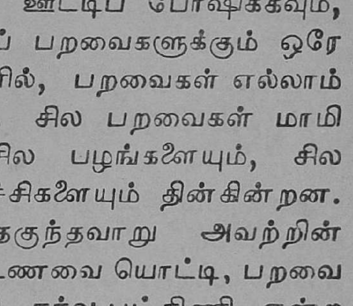
2. குதிரை, முயல் இவற்றின் மண்டையோடுகளின் அமைப்பையும் படம் வரைந்து காட்டுக.

10. பறவைகள் உணவு உட்கொள்ளும் விதம்

[பறவைகளின் உணவு வேறுபாடுகள்—மாமிச பட்சிணிகள்—காகம். தானியம் தின்னும் பறவைகள்—பழந்தின்னும் பறவைகள். புழுபூச்சிகளைத் தின்னும் பறவைகள்—மீன்கொத்தி, மரங்கொத்தி.]

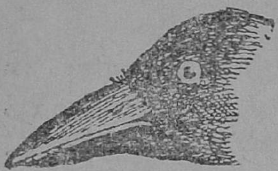
பறவைகளின் உணவு வேறுபாடுகள் : மனிதர்களின் கைகளைப் போல உள்ளன பறவைகளின் அலகுகள். ஆகாரத்தைத் துண்டிக்கவும், குஞ்சுகளுக்கு உணவை ஊட்டிப் போஷிக்கவும், இவ்வலகுகள் உதவுகின்றன. எல்லாப் பறவைகளுக்கும் ஒரே விதமான அலகுகள் இல்லை. ஏனெனில், பறவைகள் எல்லாம் ஒரே விதமான உணவைத் தின்பதில்லை. சில பறவைகள் மாமிசத்தையும், சில தானியங்களையும், சில பழங்களையும், சில கொட்டைகளையும், மற்றும் சில புழு பூச்சிகளையும் தின்கின்றன. இவ்விதம் வேறுபட்ட உணவிற்குத் தகுந்தவாறு அவற்றின் அலகுகளும் வேறுபட்டிருக்கின்றன. உணவை யொட்டி, பறவைகளை மாமிச பட்சிணி, சாக பட்சிணி, சர்வ பட்சிணி என்ற மூன்று பெரும் பிரிவுகளில் அடக்கலாம். கழுகு, பருந்து, கருடன், ஆந்தை முதலியன மாமிச பட்சிணிகள். கிளி, புரு போன்றவை சாக பட்சிணிகள். காகமும் கோழியும் சர்வ பட்சிணிகள்.

மாமிச பட்சிணிகள் : இவற்றின் அலகுகள் மாமிசத்தைக் கொத்திக் கிழித்துத் தின்பதற்கு ஏற்றவாறு நீண்டும், உறுதியாயும், கூர்மையாயும், நுனி வளைந்துமிருக்கின்றன. கழுகு, பருந்து முதலியவை இரையைப் பிடிக்குமுன் வானத்தில் உயரத்தில் வட்டமிட்டுக் கொண்டே யிருந்து, தரையில் காணப்படும் தமது இரையின் மீது திடீரென்று பாய்ந்து, தமது நகங்களால் பற்றிப் பறந்து செல்லும். தொலைவில் உள்ள இரையைப் பார்ப்பதற்கு ஏற்றவாறு இப்பறவைகள் கூரிய பார்வை உடை



படம் 44. பருந்தின் அலகும் கால் நகங்களும்

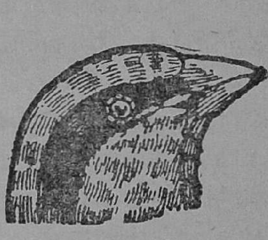
யவை. உணவைப் பற்றிக்கொள்ளவும், மாமிசத்தைக் கிழிக்கவும் அவற்றின் கால்களில் கூரிய வளைந்த வலுவுள்ள நகங்கள் உள்ளன.



படம் 45.
காகத்தின் அலகு

காகம்: இது சர்வ பட்சிணி. இதன் உணவு தானியங்கள், புழு பூச்சிகள், இறந்த பிராணிகளின் மாமிசம் முதலியனவாம். பிராணிகளின் உடலைக் கொத்தித் தின்பதற்கேற்றபடி இதன் அலகு நுனி கூர்மையாகவும், பருமன் குறைந்தும், அடிப்பாகம் அகன்றும் இருக்கிறது. அடிப்பாகம் அகன்றிருப்பதால் குவிந்திருக்கும் தானியங்களை அள்ளி எடுக்க உதவுகிறது.

தானியம் தின்னும் பறவைகள்: புரு, ஊர்க்குருவி, சிட்டுக் குருவி ஆகியவை இவ்வினத்தைச் சேர்ந்தவை. இவற்றின் அலகுகள் சிறுத்தும், குட்டையாயும், குவிந்தும், வலுவுள்ளதாயும், கூர்மையாயும் இருக்கும். தானியங்களைப் பொறுக்கவும், அவற்றைத் தம் அலகுகளில் பொருத்தி, அவற்றின் மேலுள்ள உமியை நீக்கவும் இவ்வித அலகு அமைப்பு உதவியாகிறது. கோழியின் அலகும் இவ்விதமே இருப்பதனுல்தான் கோழி குப்பைகளைக் கிளறி, புழு பூச்சிகளையும் தானியங்களையும் பொறுக்கித் தின்ன முடிகிறது.



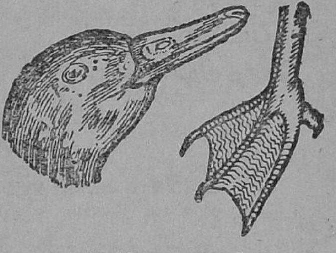
படம் 46.
குருவியின் அலகு

படம் 47.
கிளியின் அலகு

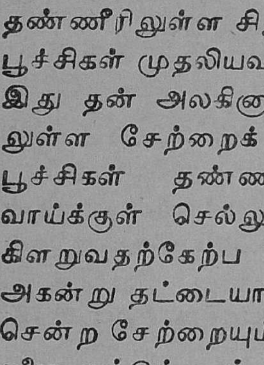
பழந்தின்னும் பறவைகள்: கிளி, பழங்களையும், அவற்றின் உள்ளிருக்கும் கொட்டைகளையும் தின்னும் பறவை. கிளியின் அலகு கூர்மையாயும், குட்டையாயும், நுனி வளைந்தும், உறுதியாயும் இருக்கும். மேலும் இது பார்ப்பதற்குப் பாக்கு வெட்டியைப் போன்றுள்ளது. மேல் அலகு, கீழ் அலகைக்

காட்டிலும் வெளிப்புறமாகச் சற்று நீண்டும், கொக்கிபோல் வளைந்தும் இருக்கும். இவ்வித அமைப்பு, கொட்டைகளின் மேலுள்ள ஓட்டைக் குடைந்து உள்ளிருக்கும் பருப்பை எடுக்கவும், மரங்களில் ஏறும்பொழுது கிளைகளைப் பற்றிக்கொள்ளவும் உதவியாகிறது.

புழு பூச்சிகளைத் தின்னும் பறவைகள்: வாத்து, மரங்கொத்தி முதலியன புழு பூச்சிகளை உணவாகக் கொள்கின்றன. வாத்து தண்ணீரிலுள்ள சிறு மீன்கள், புழு, பூச்சிகள் முதலியவற்றைத்தின்னும். இது தன் அலகினுல் நீரின் அடியிலுள்ள சேற்றைக் கிளரும். புழு, பூச்சிகள் தண்ணீருடன் அதன் வாய்க்குள் செல்லும். சேற்றைக் கிளறுவதற்கேற்ப இதன் அலகு, அகன்று தட்டையாயிருக்கும். உட்சென்ற சேற்றையும் நீரையும் வெளித்தள்ளுவதற்கும், புழு பூச்சிகளை மட்டும் உட் செலுத்துவதற்கும் உதவி செய்ய, அலகின் இரு பக்கங்களிலும் சல்லடை போன்ற அமைப்புகள் இருக்கின்றன. வாத்தின் கால் விரல்கள் ஒரு தோலினுல் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் அவை தண்ணீரில் நீந்துவதற்குத் துடுப்புகளைப்போல் பயன்படுகின்றன.



படம் 48. வாத்தின் அலகும் தோலடிப் பாதமும்

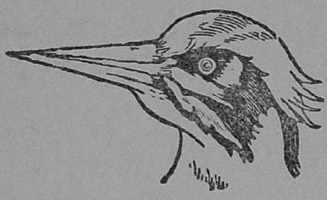


படம் 49. மீன்கொத்தியின் அலகு

மீன் கொத்தி: இது மீன்களை உணவாகக் கொள்கிறது. இதன் அலகு நீண்டு குறடு போன்றுள்ளது. இவ்வமைப்பு நீரின் கீழே நீந்திக் கொண்டிருக்கும் மீனைப் பிடிக்க ஏற்றது.

மரங்கொத்தி: மரங்கொத்தி, மரப்பட்டைகளில் வாழும் புழு பூச்சிகளைப் பிடித்துத் தின்னும். இதன் அலகு நீண்டு, கூர்மையாய் இருக்கும். இதன் உதவியால் மரப்பட்டைகளில் புழுக்கள் உள்ள இடத்தை அறிந்து, மரப்பட்டையைக் கொத்தித்

துளைத்து, தன் நீண்ட நாக்கை நீட்டிப் புழு பூச்சிகளைப் பிடிக்கும். புழு பூச்சிகளைப் பிடிப்பதற்கு ஏற்றவாறு நாக்கு நுனியில் சிறு முட்கள் உள்ளன. பூச்சிகள் தப்பித்துக் கொள்ளாமலிருக்க அதன் நாக்கில் ஒரு விதப் பசையுமுண்டு.



படம் 50. மரங்கொத்தியின் அலகு

ஆகவே, பறவைகளின் அலகுகள், அவற்றின் உணவிற்கு ஏற்றவாறு வேறுபட்டு அமைந்துள்ளன.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. மாமிசம் உண்ணும் பறவைகளின் அலகுகள் எவ்விதம் அமைந்துள்ளன ?
2. மாமிசம் உண்ணும் பறவைகளின் அலகுகளுக்கும், தானியங்களைத் தின்னும் பறவைகளின் அலகுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை ?
3. கிளி பழங்களையும் கொட்டைகளையும் தின்பதற்கு ஏற்ப அதன் அலகு அமைப்பு எவ்வாறு அமைந்துள்ளது ?
4. வாத்தின் அலகு அமைப்பை விவரிக்க.
5. மீன்கொத்தியின் அலகின் அமைப்பை விவரிக்க.
6. மரங்கொத்தியின் நாக்கிலுள்ள முட்கள் எதற்குப் பயன்படுகின்றன ?

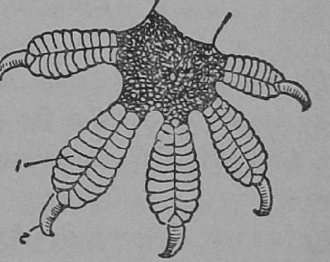
செய்முறைப் பயிற்சி

பல பறவைகளைக் கவனித்து அவற்றின் அலகுகளின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து வைத்துக் கொள்க.

11. பிராணிகளின் இயக்கங்கள்

[இயக்கங்களின் வகைகள்—பல்லி, பாம்புகள், பறவைகள், நத்தை, மண்புழு, தவளை, முயல், பசு, குதிரை.]

பிராணிகள் பெரும்பாலும் தமக்குத் தேவையான உணவைத் தேடுவதற்கும், எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்வதற்கும், இடம்விட்டு இடம் பெயர்கின்றன. பிராணிகளின் இயங்கங்கள் பலவகைப்பட்டன; ஒன்றுக்கொன்று வேறுபாடுடையன. ஆடு, மாடு, குதிரை முதலியவை நடக்கின்றன; நடப்பதோடு, சமயம் நேரிட்டால் ஓடும் சக்தியையும் பெற்றுள்ளன. தவளையும் வெட்டுக்கிளியும் குதித்துச் செல்கின்றன. மண்புழு, நத்தை, பல்லி, பாம்பு முதலியவை ஊர்ந்து செல்கின்றன. மீன்களும், வாத்து முதலிய பறவைகளும், தவளையும் நீரில் நீந்திச் செல்கின்றன. சில சமயங்களில் நாயும் மாடும் கூட நீரில் நீந்துகின்றன. பறவைகள் வானத்தில் பறந்து சஞ்சரிக்கின்றன. உடல் பளுவுக்குத் தகுந்த இறக்கைகளில்லாத சில பறவைகள் வேகமாக ஓடுகின்றன. நெருப்புக் கோழி என்னும் தீப்பறவை இவ்வினத்தைச் சேர்ந்தது. இப்பாடத்தில் சில பிராணிகளின் இயக்கங்களைப் பற்றிக் கவனிப்போம்.

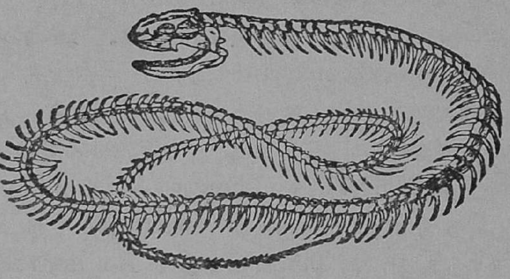


படம் 51. பல்லியின் பாத அமைப்பு
1. தோல் மடிப்புக்கள்
2. நகம்

பல்லி: செங்குத்தான சுவர்களிலும் வீட்டுக் கூரைகளிலும் வழுக்கி விழாமலும், தலைகீழாகவும், ஊர்ந்து செல்லும் சக்தியுடையது பல்லி. இது தன்னுடைய மெல்லிய கால்களால் சஞ்சரிக்கிறது. கால்கள் அதன் இயக்கத்திற்கேற்ப அமைந்திருக்கின்றன. பல்லி சஞ்சரிக்கும்போது அதன் வயிறு தரையில் படுகிறது. பல்லிக்கு ஒவ்வொரு காலிலும் ஐந்து விரல்கள் உள்ளன. இவ் விரல்களின் அடியில் ஒருவகை மெல்லிய தோல்மடிப்புக்கள் அமைந்திருக்கின்றன.

இம்மடிப்புக்களுக்கிடையே காற்று நிறைந்துள்ளது. பல்லி, தன் விரல்களை ஏதாவது ஒரு சுவரின்மீது வைத்து அழுத்தும்போது மடிப்புக்களுக் குள்ளிருக்கும் காற்று வெளிச் சென்று, அதன் கீழ்ப்பாகம் காற்றில்லாத வெற்றிடமாக ஆகிறது. இதனால், வெளிக் காற்று விரல்களைச் சுவருடன் அழுத்தி, பல்லி கீழே விழாமல் செய்கிறது. ஆதலால்தான், பல்லி கூரைகளில் தலைகீழாகவும், சுவர்களில் செங்குத்தாகவும் சஞ்சரிக்க இயலுகிறது.

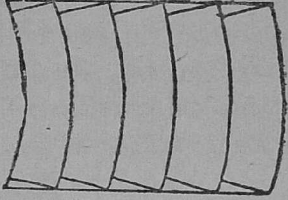
பாம்பு: பாம்புக்குக் கால்கள் இல்லை. எனினும், இது மிக விரைவாகத் தன் வயிற்றினால் ஊர்ந்து செல்கிறது. புதர்களுக் குள் நுழைவதற்கும், பொந்துகளில் புகுவதற்கும் கால்கள் இல்லா திருப்பது உதவியாகிறது. கால்கள் இருக்குமாயின், இவ்வித



படம் 52. பாம்பின் எலும்புக் கூடு

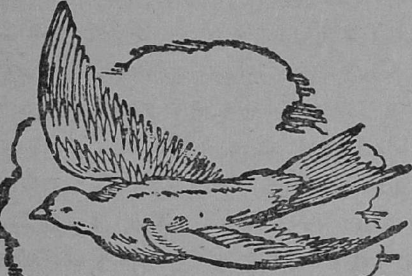
இயக்கத்திற்குத் தடையாகவே முடியும். பாம்பின் மார்பு ஒழுங் கான தகடுகளாகிய செதில்களாலானது. இச்செதில்கள் முதுகுப் பக்கத்தில் சிறியவையாயும், வயிற்றுப் பக்கத்தில் அகலமாயுமிருக் கின்றன. ஒவ்வொரு செதிலுடனும் இரண்டு விலா எலும்பு முனைகள் இணைந்திருக்கும். பாம்புக்கு ஒரு நீளமான முதுகெலும் புள்ளது. இதனுடன் விலா எலும்புகள் பந்து கிண்ண மூட்டுக் களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. விலா எலும்புகளின் கீழ்முனைகள் மார்புப் பக்கத்திலுள்ள செதில்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. முதுகு எலும்புகளுடன் சேர்ந்துள்ள விலா எலும்புகள், தசை களின் உதவியால் முன்னும் பின்னும் அசையக் கூடியவை. ஆத லால், இவற்றுடன் இணைந்துள்ள செதில்களும் அசையும். பாம்பு

தரையில் செல்லும்பொழுது அது தன் உடலின் முன் பகுதியை நீட்டி, பின்பகுதியை முன்னுக்கு இழுக்கும். செதில்களால் தரையிலுள்ள சொரசொரப்பான இடங்களைப் பலமாகப் பற்றிக்கொண்டு, விலா எலும்புகளை அசைத்து, செதில்களை நகர்த்தி, உடம்பை நகர்த்தும். இவ்விதம் விலா எலும்புகளைக் கொண்டும், வயிற்றுப்புறச் செதில்களைக் கொண்டும் பாம்பு உடலை வளைத்து வளைத்து வேகமாக ஊர்ந்து செல்லும். செதில்களால் தரையைப் பற்றிக்கொள்ள வேண்டியிருப்பதால், பிடிப்புக் கிடைக்காத கண்ணடி போன்ற வழவழப்பான பரப்பிலோ, அல்லது தரையிலோ, பாம்பு ஊர்ந்து செல்ல முடியாது.



படம் 53. பாம்பின் மார்புச் செதில்கள்

பறவைகள் : மீன்களுக்கு நீரில் நீந்திச் செல்வதற்கேற்றவாறு உடலமைந்திருப்பது போல், பறவைகளுக்கு வானில் காற்றில் நீந்துவதற்கேற்றவாறு உடல் அமைந்திருக்கிறது. பறவைகள் பறப்பதற்கு முக்கியச் சாதனங்களாயிருப்பவை இறக்கைகள் ஆகும். மேலும், நீரைப் பிளந்து செல்லும் படகைப் போல் காற்றைப் பிளந்து செல்லுமாறு பறவையின் உடல், படகைப் போன்ற உருவத்தோடும், இலேசாகவும் அமைந்துள்ளது. பறவையின் எலும்புகளின் உட்புறம் குழலாயிருப்பதால் எலும்புகள் காற்று நிரம்பி இலேசாக இருக்கும்.

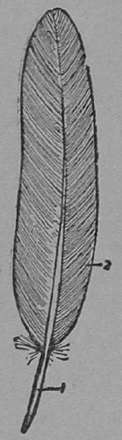


படம் 54. பறவை பறத்தல்

இறக்கைகள் : மனிதனுக்குக் கை எவ்விதம் உதவுகிறதோ அதேபோல, இறக்கைகள் பறவைகளுக்கு உதவுகின்றன. பறவைகளின் இறக்கைகள் பல இறகுகள் சேர்ந்து அமைந்தவை. இவை முன்கால் எலும்புகளுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. எலும்புகளில்

மூட்டுக்கள் உள்ளதால் இறக்கைகளைப் பிரிக்கவும் மடக்கவும் கூடும். இறக்கைகளை அசைக்க உதவிசெய்வது பறவைகளின் உடல் தசைகள். பறவை தன் இறக்கைகளைக் காற்றில் அடித்து, காற்றைக் கீழ்நோக்கித் தள்ளி, தரையிலிருந்து மேலே செல்லும். முன்னேக்கிச் செல்லவேண்டுமானல் இறக்கைகளைச் சாய்த்துக் காற்றைப் பின்னேக்கித் தள்ளும். வால்புறம் உள்ள சிறகுகள் சுக்கானைப்போல் திசை திரும்பிச் செல்ல உதவுகின்றன.

பறவையின் இறகுகள் : பறவையின் இறகின் நடுவில் ஒரு கெட்டியான உறுதியான தண்டும் (stem), அதன் கீழ் இறகடி முருந்தும் (quill), தண்டிலிருந்து நூலைப் போன்ற மெல்லிய சுணைகளும் (barbs) அமைந்துள்ளன. இறகடி முருந்து குழாய் போன்று நுனியில் ஒரு சிறு துவாரத்தையுடையது. பறவையின் உடலோடு இறக்கைகளைப் பிணைப்பது இப்பாகம். சுணைகளில் கொக்கிகள் போன்ற சிறு சுணைகள் உள்ளன. இவை ஒன்ருேடொன்று காற்றுப் புகாதபடி சேர்ந்து ஒரு பரப்பை உண்டாக்குகின்றன. இதற்கு இறகுப் பரப்பு (vane) என்று பெயர். இப் பரப்பே பறவை பறக்கும்போது காற்றைத் தடுக்க உதவியாகிறது. பறவையின் உடலில் ஒரு வித எண்ணெய் சுரக்கிறது. இது இறகுகளைப் பளபளப்பாகவும், மிருதுவாகவும் இருக்கும்படி செய்து பாதுகாக்கிறது. எனவே, பறவைகள் மழையில் நனைந்தாலும் அவற்றின் இறகுகள் ஈரமாவதில்லை.



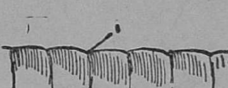
படம் 55. இறகு
1. இறகடி முருந்து
2. சுணைகள்

சில பறவைகளின் உடல் பளுவாயிருப்பதால் இறக்கைகளிருந்தும் அவற்ருல் பறக்க முடிவதில்லை. நெருப்புக் கோழி இவ்வகையைச் சேர்ந்தது. ஆதலால் விரைவாக ஓடுவதற்கேற்றவாறு இதற்கு நீண்ட கால்கள் உள்ளன. வாத்தைப் போன்ற

பறவைகளின் கால் விரல்கள், தோலினுல் இணைக்கப்பட்டுள்ளன வாதலால் வாத்து நீரில் நீந்த முடிகிறது.

நத்தை : இது தரையில் ஊர்ந்து செல்வது. இதற்குத் தட்டையாயும் அகலமாயும் ஒரு பாதம் அமைந்துள்ளது. பாதத்தில் குறுக்கும் நெடுக்கும் செல்லும் கணக்கற்ற தசைநார்கள் பொருந்தியுள்ளன. இத்தசைகளை மாற்றி மாற்றி நீட்டிச் சுருக்கி நத்தை ஊர்ந்து செல்கிறது. நத்தை ஊர்ந்து செல்லும்பொழுது அதன் உடலிலிருந்து பசைபோன்ற ஒரு வெண்மையான திரவம் வாயின் வழியாக வெளிவந்து பாதத்திற்கும் தரைக்கும் நடுவே ஊற்றப்படுகிறது. இதனுல் தரை வழுவழுப்பாக ஆவதால் நத்தை துன்பமில்லாமல் ஊர்ந்து செல்ல வசதியாகிறது. நத்தை தன் வேகத்தை மாற்றிக் கொண்டோ, பின் நோக்கியோ செல்ல இயலாது. ஒரு நத்தையைப் பிடித்துக் கண்ணுடித் தட்டின் மீது ஊர்ந்து செல்லும்படி விட்டு, கண்ணுடியின் அடியில் கவனித்தால் அலைகள் போன்று தசைகள் சுருங்கி விரிவதை நன்கு காணலாம்.

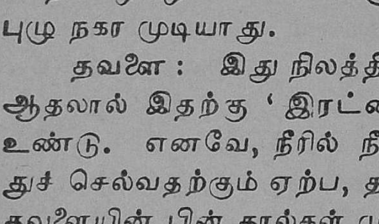
மண்புழு : கால்கள் இல்லாமல் ஊர்ந்து செல்லும் பிராணிகளில் மண்புழுவும் ஒன்று. இது தன் வயிற்றினுல் நகர்ந்து செல்கிறது. இதன் உடலில் பல தசை வளையங்கள் காணப்படுகின்றன. இவ்வளையங்களில் சிறு முட்கள் போன்ற உறுப்புக்கள் உள்ளன. இதன் உடலின் மேற்புறமாகிய தோல் பல தசை நார்களாலாகியது. இத்தசைகள் ஒன்றின் கீழ் ஒன்ருக இரண்டு அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளன. கீழடுக்கு நீளவாட்டிலும், மேலடுக்கு உடலைச் சுற்றி வட்டமாகவும் இருக்கின்றன. ஊர்ந்து செல்லும்பொழுது, மண்புழு வட்டமான தசை நார்களைச் சுருக்குகிறது. உடலின் பருமன் சிறுத்து முன்னுக்கு நீள்கிறது. ஆதலால், இது உடலை நீட்டி முன்னேக்கிச் செல்கிறது. நீண்ட முன்பாகத்திலிருக்கும் முட்கள் போன்ற உரோமங்கள் தரையைப் பற்றிக் கொள்கின்றன. பிறகு மண்புழு நீளவாட்டில் உள்ள தசை நார்களைச் சுருக்குகிறது.



படம் 56. மண்புழுவின் உடலமைப்பு
1. தசைவளையம்
2. முட்கள் போன்ற உரோமங்கள்

இப்பொழுது உடலின் நீளம் குறுகுகிறது. உடலின் பின் பகுதி முன்னுக்கு இழுக்கப்படுகிறது. இவ்விதம் மீண்டும் மீண்டும் இயக்கங்களை உண்டாக்கிக்கொண்டு மண்புழு தரையில் ஊர்ந்து செல்கிறது. ஆதலால், மண்புழு உடலின் முன்பாகத்தை நீட்டியும், பின்பகுதியை முன்நோக்கி இழுத்தும், முட்கள் போன்ற உரோமங்களால் தரையைப் பற்றிக்கொண்டும், நகர்ந்து செல்கிறது. இதன் முட்களாகிய உரோமங்கள் பற்றிப் பிடிக்க முடியாத வழவழப்பான கண்ணுடி போன்ற பரப்புகளின்மீது மண்புழு நகர முடியாது.

தவளை : இது நிலத்திலும் நீரிலும் வசிக்கும் பிராணியாகும். ஆதலால் இதற்கு ‘இரட்டைச் சரம்’ என்னும் ஒரு பெயரும் உண்டு. எனவே, நீரில் நீந்திச் செல்வதற்கும் நிலத்தில் குதித்துச் செல்வதற்கும் ஏற்ப, தவளையின் கால்கள் அமைந்துள்ளன. தவளையின் பின் கால்கள் முன் கால்களைவிட நீளமானவை. பின் கால்களிலுள்ள விரல்கள் மெல்லிய தோலினுல் இடைவெளியில்லாமல் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆதலால், தவளையின் கால்கள் நீரில் நீந்துவதற்குத் துடுப்புகளைப்போல் பயன்படுகின்றன.



படம் 57. தவளை

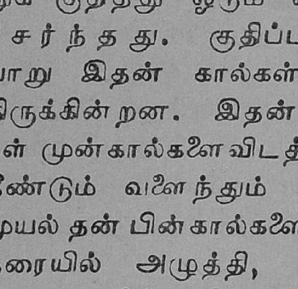
பின்கால்களி லிருப்பதுபோன்று முன்கால் விரல்கள் தோலினுல் பிணைக்கப்படவில்லை. ஆதலால், இக் கால்கள் நீரில் நீந்துவதற்குப் பயன்படமாட்டா. தவளை நீந்தும் பொழுது முன் கால்களை உடலோடு நெருக்கமாகப் பொருத்தி வைத்துக்கொண்டு, பின் கால்களை நீட்டி, முன்னும் பின்னும் அசைத்து, நீரை உதைத்து நீந்துகிறது. நிலத்தில் சஞ்சரிக்கும் பொழுது தவளை குதித்துக் குதித்துத்தான் செல்லும். அதற்கேற்பப் பின் கால்கள் மடிந்து வலுவானவையாயுள்ளன. தவளை தன் பின்கால்களைத் தசைகளின் உதவியால் திடீரென நீட்டித் தரையை உதைத்து, காற்றில் எழும்பித் தாண்டுகிறது. மறுபடி தரையை அடையும்பொழுது

முன் கால்களைத் தரையில் ஊன்றுகிறது. இவ்விதம் செய்வதால் அது தன் உடலுக்கு அதிர்ச்சி ஏற்படாமல் பாதுகாத்துக் கொள்கிறது.

முயல் : முயல் மிக விரைவாக ஓடக்கூடியது. அதற்குப் பகைவர்கள் மிகுதியாக உள்ளனர். எனவே, இது விரைவாக ஓடித் தப்பித்துக்கொள்ள வேண்டியுள்ளது. முயல் குதித்துக் குதித்து ஓடும் வகையைச் சேர்ந்தது. குதிப்பதற்கேற்றவாறு இதன் கால்கள் அமைந்திருக்கின்றன. இதன் பின்கால்கள் முன்கால்களைவிடத் தடித்தும் நீண்டும் வளைந்தும் இருக்கும். முயல் தன் பின்கால்களை மடித்துத் தரையில் அழுத்தி, முன்னேக்கித் துள்ளிக் குதித்து ஓடும். சில வேளைகளில் முயல்கள் திடீரென்று சுமார் 10 அடி உயரம் எழும்பிக் குதித்து, குதிக்கும் பொழுதே தான் செல்லும் திசையை மாற்றிக்கொண்டு, வந்த வழியே விரைவாக ஓடும். இதனுல் முயல் தன் பகைவர்களிடமிருந்து வெகு எளிதில் தப்பித்துக் கொள்ள இயலும்.

படம் 58. முயல்

பசு : பசு நான்கு கால்களால் நடந்து செல்லும் ஒரு பிராணி. பசுவைப் போலவே ஆடு, எருமை முதலான பிராணிகளும் நடந்து செல்பவை. இவற்றின் உடல் பருத்தும், கால்கள் குட்டையாகவும் இருக்கும். ஆகையால், இவை நீண்ட நேரம் ஓடமுடியா.



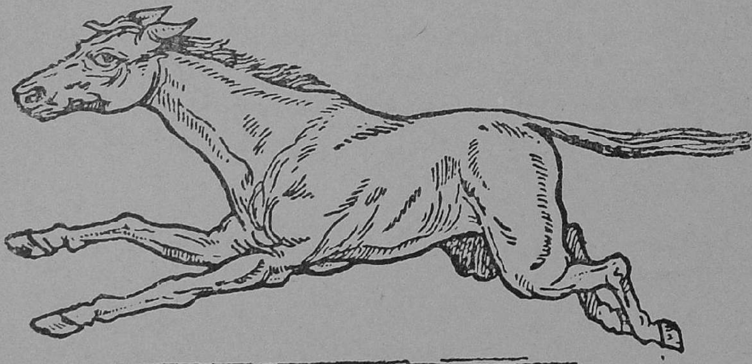
படம் 59. பசு

பசு, எருது இவற்றின் பாதங்களைச் சோதனை செய்து பார்த்தால், பாதத்தின் நுனியில் கெட்டியானதும் பெட்டிபோல் அமைந்துள்ளதுமான நகம் இருக்கிறது. இதற்குக் குளம்பு (hoof) என்று பெயர். இதுபோன்ற அமைப்பைப் பெற்றுள்ள

பிராணிகளுக்குக் குளம்புள்ள பிராணிகள் (ungulates) என்று பெயர். பசுவின் பாதத்தில் இரு குளம்புகள் உள்ளன. இவை இரண்டையும் ஒன்று சேர்த்துப் பார்த்தால் அவை ஒரு வட்டமான குளம்பை நடுவில் சரி பாதியாய்ப் பிளந்ததுபோல் இருக்கும். ஆகையால், இவற்றிற்குப் பிளவுபட்ட குளம்புகள் என்று பெயர். மாடு நடக்கும்பொழுது அதன் வலது முன்காலையும், இடது பின்காலையும் முன்னேக்கி வைக்கும். இவ்வாறு செல்லும்பொழுது அதன் கால்களிலுள்ள குளம்புகள் விரியும். இது போல் விரிவடைவதால் அதன் கால்கள் சேற்றில் புதைந்து போகாமல் நடக்க உதவுகின்றன. குளம்புகள் பிளவுபட்டிருப்பதால் மாடு விரைவாக ஓட இயலாது. இக்காரணம் பற்றியே மாடுகள் உழுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

படம் 60. மாட்டின் பிளவுபட்ட குளம்பு

குதிரை: பசுவைப் போலல்லாமல் குதிரை பிளவுபடாத ஒற்றைக் குளம்புள்ள பிராணி. குதிரையின் கால்கள் அவை



படம் 61. ஓடும் குதிரை

ஓடுவதற்கு ஏற்றவாறு மேல்பாகம் பருத்தும் மிக உறுதியாகவும் வலுவுள்ளதாகவும் இருக்கும். கால்களின் அடிப்பாகம் நீண்டு

மெலிந்திருக்கும். இவற்றின் குளம்பு பாகத்தைக் கவனித்தால் நடுப்பக்கமும் பின்பக்கமும் குழிந்து இருக்கும்; மென்மையான சதையுள்ளதாகவும் இருக்கும். சுற்றிலும் ஓரத்தில் தட்டையாயும் கெட்டியாயு மிருக்கும். இந்த ஓரங்களே, குதிரை நடக்கும் பொழுது தரையில் படும். ஆகையால் உராய்வுத் தடை குறைக்கப்பட்டு, இது வேகமாக ஓட முடி கிறது. மேலும், நடுப்பாகம் குழிவாயிருப்பதால், இது ஓடும்பொழுது 'டப் டப்' என்னும் ஓசை உண்டாகிறது. ஓடவேண்டிய தொழில்களில் பயன்படுத்தப்படுவதால், குதிரையின் குளம்பு களுக்கு அடியில் இரும்பு லாடங்கள் அடிக்கப்படு கின்றன.

படம் 62.
குதிரையின்
குளம்பு

பயிற்சி வினக்கள்

1. செங்குத்தான சுவர்கள்மீது பல்லி கீழே விழாமல் எப்படி நகர முடிகிறது?

2. பாம்பின் முதுகெலும்புகள் எவ்வாறு அமைந்திருக்கின்றன? ஏன்?

3. கண்ணாடிப் பரப்புகளில் பாம்பினல் வேகமாக ஓடிமுடியாது. ஏன்?

4. பறவைகளின் இறகுகள் எவ்வாறு அமைந்திருக்கின்றன?

5. பறவைகளின் எலும்புகள் குழல்போல் அமைக்கப்பட்டிருப் பதன் பயன் என்ன?

6. நத்தை எவ்வாறு இடம்விட்டு இடம் செல்ல முடிகிறது?

7. மண்புழுவின் அடியிலுள்ள முட்கள்போன்ற உரோமங்களின் பயன் என்ன?

8. தவளை நீரிலும் நிலத்திலும் எப்படித் தத்திச் செல்கிறது?

9. முயலின் இயக்கத்தை விவரிக்க.

10. பசுவின் காலும், குளம்பும் எவ்வாறு அமைந்திருக்கின்றன?

11. உழுவதற்கு மாடுகளை ஏன் பயன்படுத்துகிருர்கள்?

12. குதிரை எவ்வாறு வேகமாக ஓட முடிகிறது?

13. குதிரை நடப்பதற்கும், மாடு நடப்பதற்கும் உள்ள வேற்றுமை கள் யாவை?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. பசு, குதிரை இவற்றின் பாதங்களின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து பழகுக.

2. பாம்பின் எலும்புக்கூடு, பல்லியின் பாத அமைப்பு இவற்றின் படங்களை வரைக.

3. மண்புழு, பல்லி, நத்தை முதலானவற்றின் இயக்கத்தைக் கவனித்தறிக.

4. பறவையின் இறகு ஒன்றை எடுத்து, அதன் அமைப்பை அறிந்துகொள்க.

12. பிராணிகளின் அநுசரணம்

[தற்காப்பு நிறம்—தாக்குதல் நிறம்; அநுகரணம்—விஷ உறுப்புக்கள்—தற்காப்புக்காகத் தனிப்பட்ட அமைப்புகளாகிய மேற்போர்வைகள்—முள்ளம்பன்றி, ஆமை.]

சூழ்நிலைக்குத் தக்கபடி பாதுகாப்பு: இயற்கையில் காணப்படும் பிராணிகள் தம் சூழ்நிலையுடன் மிக நெருங்கிய தொடர்புள்ளவை. அவை தனித்து வாழ முடியா; வேறு பிராணிகளோடு சேர்ந்து வாழவும், சில பிராணிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளவும் வேண்டியிருக்கிறது. வெப்ப தட்ப நிலையாலும் அவை பாதிக்கப்படலாம். பகைப் பிராணிகளிடமிருந்தும் சூழ்நிலையின் கொடுமையிலிருந்தும் பிராணிகள் வெவ்வேறு வகைகளில் தம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்கின்றன.

வெளிப்புற வெப்ப தட்ப நிலை வெப்பமாகவோ, குளிர்ச்சியாகவோ எப்படியிருந்தாலும், நமது உடலின் வெப்பநிலை குன்றுமலும் மிகாமலும் ஒரே நிலையிலிருக்கும். பறவைகளும் பல பிராணிகளும் மனிதரைப் போன்றே யிருக்கின்றன. இவ்விதத் தன்மையுள்ளவற்றை **வெப்ப ரத்தப் பிராணிகள்** என்கிறோம். மனிதனும், பாலூட்டிப் பிராணிகளும், பறவைகளும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. மீன், பல்லி, பாம்பு இவையெல்லாம் **குளிர் ரத்தப் பிராணிகள்.** இந்தப் பிராணிகளின் உடல் வெப்பநிலை, சூழ்நிலையின் வெப்பநிலைக்குத் தகுந்தபடி மாறும். குளிரெடுத்

தால் நாம் கம்பளியைப் போர்த்துக் கொள்கிறோம். அதேபோல் குளிர்ச்சியைத் தடுத்து வெப்பநிலை குன்றுமல் பாதுகாக்க வெப்ப ரத்தப் பிராணிகளின் மேலுள்ள தோலும் மேற்போர்வையும் உதவுகின்றன. குளிர் ரத்தப் பிராணிகளின் தோல் பாதுகாப்பிற்கும், வெப்ப ரத்தப் பிராணிகளின் தோல் உடலின் ரத்தத்தை ஒரே வெப்பநிலையில் வைப்பதற்கும் உதவுகின்றன.

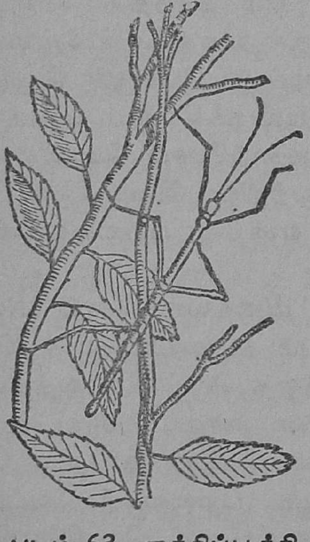
பிராணிகளும் வெப்ப தட்ப நிலையும்: பூனை, புலி சிங்கம் முதலிய பாலூட்டிகளின் தோலின்மீது அடர்த்தியாக உரோமம் இருக்கிறது. ஆடுகளுக்குச் சற்றுத் தடித்த உரோமம் உண்டு. எருமை, யானை முதலியவை தடித்த தோலுள்ளவை. உரோமத்தினிடையே காற்று அடங்கியிருப்பதாலும், காற்று வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தாததாலும், உரோமமுள்ள பிராணிகளின் உடல் வெப்பநிலை குறைவதில்லை. குளிர்ப் பிரதேசங்களில் வளரும் ஆடுகளின் மேலுள்ள தடித்த உரோமம் குளிர் பாதிக்காவண்ணம் ஆடுகளைப் பாதுகாக்கிறது. சமுத்திரத்தில் வாழும் திமிங்கிலத்திற்குத் தோலின்மீது மிகக் குறைவாகவே உரோமம் காணப்படினும் தோலின் உட்புறம் கொழுப்புப் பொருள் இருப்பதால் அதன் உடல் வெப்பம் குறையாமலிருக்கிறது. பறவைகளுக்கு இறகுகளைத் தவிர, உடலை ஒட்டினாற்போல் வெண்மையான மெல்லிறகுகள் இருப்பதால் அவற்றின் இடையிலுள்ள காற்று வெப்பத்தை வெளியிடுவதில்லை. எனவே, பறவைகளின் உடல் வெப்பநிலை குறைவதில்லை.

வெப்ப தட்ப நிலைமையில் கடுமை மிகுதியாகுங்கால் சில பிராணிகள் உயிரற்றவைபோல், உழைப்பும் நடமாட்டமுமின்றிக் கிடக்கும். வெப்பப் பிரதேசங்களில் நத்தை வெயில் காலத்தில் கூட்டுக்குள் நுழைந்துகொண்டு கூட்டின் வாயை அடைத்து விட்டு அசைவற்றிருக்கும். திரும்பவும் வெப்ப தட்ப நிலை குளிர்ச்சியடைந்ததும் அது வெளிவரும். பறவைகள் வெப்ப தட்ப நிலையைத் தாங்க முடியாவிடில் கூட்டமாய் வெளியேறி, தமக்கு அநுகூலமான பிரதேசங்களுக்குச் சென்று வெப்ப தட்ப நிலை மாறியதும் திரும்பி வருகின்றன. இவ்வகைகளில் பிராணிகள் வெப்ப தட்ப நிலையின் மாறுபாட்டிற்கும் சூழ்நிலைக்

கும் 'தக்கவாறு தம்மைப் பலவிதங்களில் பாதுகாத்துக் கொள்கின்றன.

தற்காப்பு நிறம்: பிராணிகள் தம்மைத் தமது விரோதி களிடமிருந்து காத்துக் கொள்ளச் சில சாதனங்களை இயற்கை யாகவே பெற்றிருக்கின்றன. அவ்விதச் சாதனங்களில் நிறம் ஒன்று. பிராணிகள் பலவகை நிறங்களைப் பெற்றுள்ளன. சில வகை வெட்டுக்கிளி, பச்சைப் பாம்பு, கிளி முதலியன பசுமை நிறத்துடனிருக்கின்றன. இவை சாதாரணமாகப் பச்சை நிற முள்ள இலைகள் அல்லது புற்களிடையே காணப்படும். அப் பிராணிகளின் நிறமும் சுற்றுப்புறமும் ஒரே நிறமாய் இருப்பதால் அவற்றின் விரோதிகளாகிய பருந்து, கருடன் முதலியவை அவற்றை எளிதில் கண்டுகொள்ள முடியா. ஆந்தை, தேரை, பச்சைத் தவளை போன்ற பிராணிகளும், தம்முடைய இயற்கை நிறத்தால் தம்மைக் காத்துக் கொள்கின்றன.

சில பிராணிகளுக்குச் சுற்றியுள்ள பொருள்களைப் போன்ற உருவம் அமைந்திருக்கிறது. இலைப்பூச்சி, இலை போன்ற உருவமும் நிறமுமுள்ளது. இது இலைகளில் இருக்கும்போது இதைக் கண்டுகொள்வது எளி தல்ல. குச்சிப்பூச்சி என்று சொல்



படம் 63. குச்சிப்பூச்சி

படம் 64. இலைப்பூச்சி

லப்படும் வைக்கோல் பூச்சி உலர்ந்த குச்சிகளைப் போன்ற உருவமும் நிறமும் உள்ளது. இது குச்சிகளுக்கு இடையே

உட்கார்ந்திருந்தால் இதனைக் குச்சிகளிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிய முடியாது. மரத்தில் வசிக்கும் பல்லியின் நிறம் மரப் பட்டையை ஒத்திருப்பதால் பட்டைகளின் மீதிருக்கும்பொழுது பல்லி நமது கண்களுக்குப் புலனாகாது. முயல் சிறு குழிகளில் பதுங்கி இருக்கும்பொழுது அதன் முதுகின் நிறம் சுற்றுப்புறத் தின் நிறத்தை ஒத்திருப்பதால் அதை எளிதில் கண்டறிய முடியாது. துருவக் கரடி தான் வசிக்கும் பனிக்கட்டிப் பிரதேசத்தின் வெள்ளை நிறத்தை ஒத்திருப்பதால், எதிரிகளிட மிருந்து எளிதில் தப்பித்துக்கொள்கிறது. பச்சோந்தி, எங்கிருந் தாலும், தன் இருப்பிடத்திற்கு ஏற்பத் தன் உடலின் நிறத்தை அடிக்கடி மாற்றிக்கொள்கிறது. இவ்விதம் சில பிராணிகள், வாழும் சுற்றுப்புறங்களுக்கேற்ப, பொதுவான நிற ஒற்றுமை யைப் பெற்றிருப்பதால் அந்நிறம் அவற்றிற்கு விரோதிகளிட மிருந்து தம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள உதவுகிறது. இவ் விதம் உதவும் நிறத்திற்குத் தற்காப்பு நிறம் (protective colouration) என்று பெயர்.

தாக்குதல் நிறம் (aggressive colouration): சில பிராணி கள் தம் நிறத்தினால் பிற பிராணிகளை ஏமாற்றி, அவற்றைத் தாக்கி அவற்றை இரையாகக் கொள்கின்றன. புலியும் சிறுத்தை யும் இத்தகைய பிராணிகள். புலியின் உடலில் பல பட்டைகள் உள்ளன. சிறுத்தையின் தோலின்மீது பல புள்ளிகள் உள்ளன. அடர்ந்து வளர்ந்த புற்கள், மரங்கள் இவற்றின் நடுவே புலி இருக்கும்பொழுது புலியின் மீதுள்ள கோடுகள் தரையில் விழும் மரங்களின் நிழலை ஒத்திருப்பதால், புலி அங்கிருப்பது பிற பிராணிகளுக்குப் புலனாவதில்லை. அப் பிராணிகள் அருகில் வரும் பொழுது புலி அவற்றை எளிதில் தாக்கி இரையாகக் கொள்ளும். எனவே, பிராணிகளின் நிறம், உணவை அடை யவும் எதிரிகளைத் தாக்கவும் உதவியாயுள்ளது.

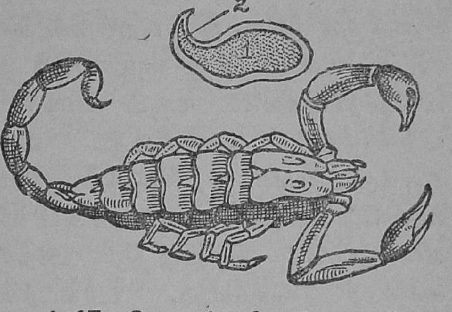
பூச்சிகளில் இவ்விதத் தாக்குதல் நிறமுடையது இடையன் பூச்சி (praying mantis). இது செடியின் கிளையில் உட்கார்ந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது காய்ந்த சுள்ளியின் தோற்றத்தை உடையதாகி அசையாமல் உட்கார்ந்து தியானம் செய்வதுபோல்

தோற்றமளிக்கும். இதன் உணவு, தத்துக்கிளியும் மற்ற சிறு பூச்சிகளுமாகும். தத்துக்கிளி இதைக் கண்டுகொள்ளாமல் அருகில் வந்தால், இது அதைத் தாக்கிப் பிடித்துத் தின்றுவிடுகிறது. இவ்விதம் சில பிராணிகள் மற்ற பிராணிகளைத் தாக்குவதற்குத் தங்கள் நிறத்தைப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன.

அநுகரணம்: சில தீங்கற்ற பிராணிகள் தாங்கள் தப்பித்துக்கொள்வதற்காக அஞ்சத்தக்க சில பிராணிகளின் நிறத்தையோ, நடத்தையையோ, உருவத்தையோ பாவித்துக் காட்டி, தம் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளும் இயல்புடையவை. விஷமில்லாத தண்ணீர்ப் பாம்புகள் விஷப்பாம்புகளைப்போல் சீறுகின்றன. இதனால் மற்றப் பிராணிகள் பயந்து இவற்றைத் தவிர்த்து அப்பால் போகும்; இவை தப்பித்துக் கொள்ளும். வழலைப் பாம்புக்கு விஷம் இல்லை. இது தோற்றத்தில் கட்டுவிரியனைப்போல் வெண்மையான பளபளப்பான பட்டைகளை யுடையது. இதனால் வேறு பிராணிகள் இதைக் கட்டுவிரியன் என்று எண்ணிப் பயந்து இதனை விட்டு அகலும். சில பட்டாம் பூச்சிகள், ஈக்கள் முதலியவை உருவத்திலும் தோற்றத்திலும் குளவிகளைப் போன்று இருப்பதனால் அவற்றின் எதிரிகள் அவற்றிடம் நெருங்க அஞ்சும். எனவே, இவ்வகைப் பிராணிகள் குளவிகளைப்போல் பாவனை செய்து தம் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன. இவ்விதம் பலமற்ற பிராணிகள் அபாயமுள்ள பிராணிகளைப் போல் நடிப்பதற்கு, அல்லது ஒரு பிராணி இன்னொரு பிராணியோடு நெருங்கிய வடிவ ஒப்புமை கொண்டிருத்தலுக்கு, அநுகரணம் (mimicry) என்று பெயர்.

தற்காப்புக்கான தனிப்பட்ட அமைப்புகள்—விஷமும், விஷ உறுப்புக்களும்: தம்மைக் காப்பாற்றிக் கொள்ளவும், பகைவர்களை எதிர்க்கவும், தம் உணவைத் தேடிக்கொள்ளவும் சில பிராணிகளுக்கு விஷ உறுப்புக்கள் உண்டு. இப்பிராணிகள் தம்மிடமுள்ள விஷக்கருவியால் தம் பகைவர்களைத் தாக்கி அவற்றிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன. தேள், பாம்பு, தேனீ, குளவி, பூரான் முதலியவை இவ்வினத்தைச் சேர்ந்தவை.

தேளின் வாலின்முனை கொடுக்கு எனப்படும். இது, குறுகிய வாலின் நுனியில், அடி பரந்து நுனி சிறுத்து கூர்மையாயுள்ளது. அகன்ற பாகத்தில் விஷம் நிரம்பி யிருக்கிறது. இவ் விஷம் நுண்ணிய துவாரங் களின் வழியாகக் கொடுக் கின் நுனிக்குச் செலுத்தப் படுகிறது. தேளுக்கு ஒரு ஜதை முன் கைகள் உண்டு. இடுக்கி போன்ற இக் கைகளின் உதவியால் தேள் தனது இரையை இறுகப் பற்றி, கொடுக்கை வளைத் துக் கொட்டி, விஷத்தை உட்செலுத்தி இரையைக் கொன்றுவிடும்.



படம் 65. தேளும் விஷக் கருவியும்
1. விஷப்பை 2. கொடுக்கு முனை

சில பாம்புகள் விஷப் பையைப் பெற்றுள்ளன. நல்ல

படம் 66. பாம்பின் விஷக் கருவி
1. விஷப்பை 2. குழாய் 3. கால்வாய் உள்ள விஷப்பல்

பாம்பு, கட்டுவிரியன் முதலியவற்றிற்கு விஷ உறுப்புக்கள் அவற்றின் வாயில் அமைந்திருக்கின்றன. விஷ உறுப்பில்

மூன்று பாகங்கள் உண்டு. அவை விஷப் பைகள், விஷக் குழாய் அல்லது விஷ நாளம், விஷப் பற்கள் என்பனவாம்.

நல்ல பாம்பிற்குப் பக்கத்திற்கு ஒன்ருக, தலையில் கண்களுக்குக் கீழே பின்புறத்தில் இரண்டு விஷப் பைகள் உள்ளன. இப்பைகளிலிருந்து குழாய்கள் நச்சுப் பற்களுக்கு வருகின்றன. விஷப்பைகளிலிருக்கும் விஷம் இக்குழாய்களின் வழியே விஷப் பற்களுக்குச் செல்கிறது. விஷப் பாம்பு ஒரு பிராணியைக் கடிக்கும்பொழுது, விஷப் பற்களால் பற்றி அப் பிராணியின் உடலில் காயப்படுத்தி, நச்சுப் பையை அமுக்கி, கடித்த இடத்தில் விஷத்தைச் செலுத்தி, அதன் உடலிலுள்ள ரத்தத்துடன் கலக்கச் செய்யும். டாக்டர்கள் நோயாளிகளின் உடலில் மருந்தைச் செலுத்துவதற்குத் துவாரமுள்ள ஊசியைப் பயன்படுத்துவதுபோல், பாம்பு இப்பற்களைப் பயன்படுத்துகிறது.

தேனீ, குளவி முதலியவற்றிற்கும் விஷக் கொடுக்குகள் இருக்கின்றன. பூரானுக்குத் தாடையில் விஷம் அமைந்துள்ளது. கம்பளிப் பூச்சிக்கு அரிப்பு உண்டாக்கும் உரோமங்கள் இருக்கின்றன.

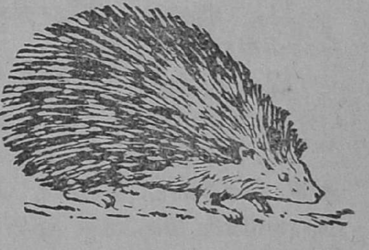
தனிப்பட்ட மேற் போர்வைகள்: சில பிராணிகள் தம்மைக் காப்பாற்றிக் கொள்ள, தனிப்பட்ட அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. சில பிராணிகள் கூரான கொம்புகளாலும், சில கூரான நகங்களாலும், இன்னும் சில விஷ உறுப்புக்களாலும், மற்றும் சில அவற்றின் மேற்போர்வைகளாலும் தம் பகைவர்களிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன. பிராணிகளின் தோல், உடல் உறுப்புக்களைக் காப்பதுடன் பகைவர்களிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளவும், வெளிப்புற வெப்பதட்ப நிலை மாறுபாட்டினுல் உடல் பாதிக்கப்படாமல் இருப்பதற்கும் உதவியாகிறது. மண் புழுவின் தோல் மெல்லியதாகையால் இது பகற் காலத்தில் வெப்பத்தினுல் பாதிக்கப்படாமலிருக்க ஈரமான மண் குழிக்குள் மறைந்து கிடந்து, குளிர்ந்த இரவு நேரங்களில் வெளி வருகிறது. மேலும், இதன் தோலில் ஒருவித நீர் சுரக்கிறது. இந்நீர் எதிரிகளைக் கொல்ல உதவுகிறது. மீன்களுக்கும் பல்லி

கட்கும் தோலில் செதில்கள் நிறைந்திருப்பதால் உடலின் வெப்ப நிலை காக்கப்படுகிறது.

ஆமை : நீரிலும் நிலத்திலும் வாழும் பிராணிகளில் ஆமை ஒன்று. தண்ணீல் காணப்படும் ஆமைக்கு நீந்துவதற்குத் தகுந்த காலமைப்பும், நிலத்தில் வாழும் ஆமைக்குக் கால்களில் நகங்களை யொத்த உறுப்புக்களும் உண்டு. இவ்விரு வித ஆமை களுக்கும், போர் வீரர்களுக்கு உதவியாயுள்ள கவசம் போன்ற மேல் ஓடு இயற்கையிலேயே அமைந்துள்ளது.

ஆமையின் மேல் ஓடு, அசையாதபடி இணைக்கப்பட்டுள்ள எலும்புக் கூடுகளாகிய முதுகெலும்பும் விலா எலும்புகளும் சேர்ந்த பட்டையான எலும்புத் தொகுதி. எலும்புகள் கூடுவ தால் உண்டாகும் மற்றோர் ஓடும் ஆமையின் வயிற்றுப் பாகத்தில் அமைந்துள்ளது; இது கீழ் ஓடு. இது மேல் ஓட்டைப்போல் உறுதியானதன்று. இத்தகடுகளாகிய செதில்கள் வெளியே தெரி யாதபடி மெழுகு போன்ற ஒருவிதக் கட்டிக் கொழுப்புப் பொருளால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. எனவே, ஆமையின் உடல், முன்னும் பின்னும் திறந்துள்ள ஒரு பெட்டியினுள் இருப்பதுபோல் அமைந்துள்ளது. விபத்துக் காலங்களில் ஆமை தலையையும் கால்களையும் ஓட்டிற்குள் இழுத்துக் கொள்ளும். ஆதலால், ஆமை தன் மேலுள்ள கெட்டியான ஓட்டினால் தன்னைப் பாதுகாத்துக் கொள்கிறது.

முள்ளம் பன்றி: இதன் மேல் தோல், ஒரு தனிப்பட்ட அமைப் பைப் பெற்றுள்ளது. தோலின்மீது நீண்ட கூர்மையான முட்கள் போன்ற உரோமங்கள் நிறைந்து காணப்படுகின்றன. இம்முட்களா கிய உரோமங்களே இப்பிராணிக் குத் தற்காப்பிற்கான சிறந்த ஆயுத மாகும். விரோதிகளைக் கண்டதும் இது தன் உடலை ஒரு பந்து போலச் சுருட்டிக்கொள்ளும். அப் பொழுது இது ஒரு முட்பந்தைப் போல் காணப்படுமாதலாலும்,



படம் 67. முள்ளம்பன்றி

முட்கள் குத்தக்கூடிய தன்மையுடையன வாதலாலும், விரோதிகள் இதைத் தாக்கப் பயந்து விலகிச் சென்றுவிடும். முள்ளெலியும் இதுபோலவே முட்களாலான ஓர் அமைப்பைப் பெற்று, தன்னைப் பாதுகாத்துக் கொள்கிறது.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. வெப்ப ரத்தப் பிராணிகள், குளிர் ரத்தப் பிராணிகள்—இவற்றின் தன்மை என்ன?
2. நீண்ட உரோமம் உள்ள பிராணிகளுக்கு உரோமம் எவ்வாறு பயன்படுகிறது?
3. பிராணிகளின் நிறம் தற்காப்புக்காக உதவுகிறது என்பதை உதாரணத்துடன் விளக்குக.
4. தற்காப்பு நிறம் என்றால் என்ன?
5. அநுகரணம் என்றால் என்ன? உதாரணத்துடன் விளக்குக.
6. கிளி, பாம்பு, குளவி இவை எவ்வாறு விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன?
7. வெட்டுக்கிளி, குச்சிப்பூச்சி இவை காப்புநிறம் பெற்றுள்ளவை என்பதை விளக்குக.
8. பாம்பு, தேள் இவற்றிற்கு விஷம் எங்குள்ளது?
9. சூழ்நிலையை ஒத்த நிறத்தையுடைய பிராணிகள் இரண்டினைக் கூறுக.
10. பிராணிகளிடம் விஷ உறுப்புக்களிலிருப்பதால் அவற்றிற்கு உண்டாகும் பயன் என்ன?
11. ஆமை விரோதிகளிடமிருந்து தன்னை எவ்விதம் காத்துக் கொள்கிறது?
12. முள்ளம் பன்றி, ஆமை இவற்றின் மேற்போர்வைகளைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு வரைக.
13. காப்புநிறம், அநுகரணம், விஷக்கருவிகள், மேற்போர்வைகள் ஆகிய தற்காப்புக்களைக் கொண்டு தம்மைக் காப்பாற்றிக் கொள்ளும் பிராணிகள் வகைக்கு மூன்று கூறுக.

13. சில பிராணிகளின் வாழ்க்கை வரலாறு

[உருமாற்றம்—உருமாற்றமடையும் பிராணிகள்—தவளை, வண்ணத்துப் பூச்சி— வளர்ச்சிப் பருவங்கள்.]

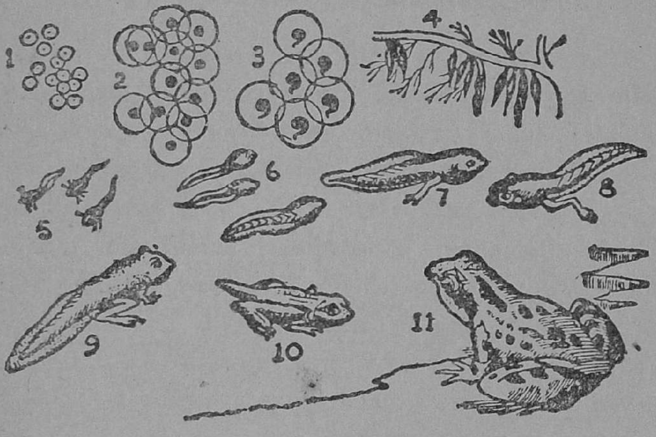
பொதுவாக, பிராணிகள் ஈனும் குட்டிகளும், முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகளும் எல்லா வகைகளிலும் அவற்றின் தாய்களைப் போலவே தோற்றம் அளிக்கும். ஆனால் சில தாழ்ந்த இனப் பிராணிகள் இடும் முட்டைகளிலிருந்து வெளிப்படும் குஞ்சுகள் தம் தாய்களைப் போன்றிருப்பதில்லை. அவற்றின் உருவம், உடல் அமைப்பு, உணவு உட்கொள்ளும் முறை, சுவாசிக்கும் முறை ஆகிய ஒவ்வொன்றிலும் அவை வேற்றுமைகளைக் காட்டுகின்றன. அவற்றின் வளர்ச்சியில் பல மாறுதல்களை அடைந்து, பிறகு தமது தாய்களின் உருவங்களையும் பழக்க வழக்கங்களையும் அடைகின்றன. இம்மாறுதல்களுக்கு உருமாற்றம் (matamorphosis) என்று பெயர்.

உருமாற்றம் அடையும் பிராணிகளின் வளர்ச்சிப் பருவங்களில் முக்கியமாக நான்கு தனிப்பட்ட நிலைகள் உள்ளன. (1) முட்டை, (2) புழுப் பருவம், (3) கூட்டுப்புழுப் பருவம், (4) முழுவளர்ச்சியடைந்த பிராணி என அந்நிலைகளைப் பகுக்கலாம். இவற்றுள் மூன்றுவதாகிய கூட்டுப்புழுப் பருவத்தில்தான் அவற்றின் உருமாற்றம் முற்றிலும் ஏற்படுகிறது.

இங்கு, தவளை, வண்ணத்துப் பூச்சி ஆகியவற்றின் வாழ்க்கையில் ஏற்படும் மாறுதல்களைப்பற்றி ஆராய்வோம்.

தவளையின் வளர்ச்சிப் பருவங்கள் : தவளை நீரிலும் நிலத்திலும் வாழும் பிராணி (amphibian.) ஆனால், தவளைகள் நீரில் தான் முட்டையிடும். இம்முட்டைகள் மிகச் சிறியனவாயிருக்கும். இம்முட்டைகளிலுள்ள கறுப்பான பாகம்தான் கரு; மஞ்சட்பாகம் கரு வளர்ச்சிக்கான உணவு. இம்முட்டைகள் வழவழப்பாக இருப்பதால், இவற்றைத் தின்னவரும் மீன்களின் வாயில் அகப்படாமல் இவை வழுக்கிச் சென்றுவிடும். இவை நீரில் மிதந்துகொண்டு சூரிய வெப்பத்தால் பொரியும். உள்ளிருக்கும் கரு

சிறிது சிறிதாக வளர்ச்சியடையும். சுமார் 10 நாட்களில் இம் முட்டைகளிலிருந்து சிறு குஞ்சுகள் வெளிப்படும். இக்குஞ்சு களுக்கு ஒரு தலையும் நீண்ட வாலும் மட்டும் உண்டு. இவை



படம் 68. தவளையின் வளர்ச்சி

1, 2, 3. முட்டைகள் வளர்தல் 4. கிளையில் தொங்கும் தலைப்பிரட்டைகள்

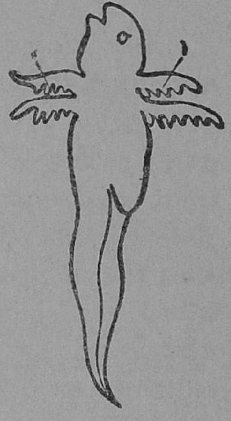
5. புறச்செவுள் உள்ள தலைப்பிரட்டைகள்

6. மீன் போன்ற தலைப்பிரட்டைகள்

7, 8. பின் கால்கள் வளர்தல்

9. முன்கால் தோன்றுதல் 10. வால் குறுகுதல்

11. முழு வளர்ச்சி பெற்ற தவளை.



படம் 69. தலைப்பிரட்டை

1. புறச் செவுள்கள்

தலைப்பிரட்டைகள் (tadpole) என்று சொல்லப்படும். வாய்க் குப் பதிலாக, தலைப்பிரட்டைக்கு ஒரு கவ்வும் உறுப்பும் (sucker) இருக்கும். இதனுதவியால், இது நீர்த்தாவரங்களைப் பற்றிக் கொண்டு தொங்கும். இச்சமயத்தில் இதன் கழுத்துப் பக்கத்தில் வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் செவுள்கள் உண்டாகும். இவை புறச் செவுள்கள் (external gills) எனப்படும். இவற்றின் மூலமாக, நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்ஸிஜனைத் தலைப்பிரட்டை சுவாசிக்கும்.

தவளையின் வளர்ச்சியின் மூன்றாம் நிலையில் அதன் வால்

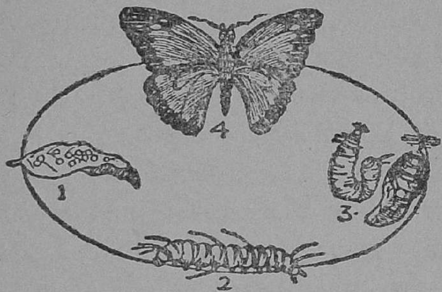
அகன்று, துடுப்புப்போல் மாறும். இதே சமயத்தில் வாய் உண்டாகும். தலைப்பிரட்டை, வால்துடுப்பின் உதவியால் இங்கு மங்கும் சஞ்சரிக்கும். இப்போது வெளிச் செவுள்கள் மறைந்து உட்பக்கமாகச் செவுள்கள் உண்டாகும். இவை உட்செவுள்கள் (internal gills) என்று சொல்லப்படும். இப்பருவத்தில் தலைப் பிரட்டை மீன் குஞ்சைப்போல் தோற்றமளிக்கும்.

சில நாட்களுக்குப் பிறகு, தவளைக் குஞ்சுக்குப் பின்கால்கள் உண்டாகும்; பிறகு முன் கால்கள் உண்டாகும். அதே சமயத்தில் நுரையீரல்கள் ஏற்படும். வால், சிறிது சிறிதாகக் குறைந்து கொண்டே வரும். நுரையீரல்கள் நன்கு வளர்ச்சி யடைந்ததும் செவுள்கள் மூடப்பட்டு, செவுள் துவாரங்களும் மூடப்படும். இந்நிலையில் தவளைக்கு மிகக் குட்டையான வால் இருக்கும். சிறிது காலத்திற்குப்பின், இக்குட்டையான வாலும் மறைந்து கால்கள் நன்ருக வளர்ச்சியடையும். பின்னர் தவளை தரையில் சஞ்சரிக்கத் தொடங்கும்.

மேலே விவரித்தவாறு, தவளை முட்டைப்பருவம் முதல் பல மாறுதல்களை அடைந்த பின்னரே, தன் தாயை யொத்த உருவ அமைப்பையும், பழக்க வழக்கங்களையும் அடைகிறது.

வண்ணத்துப் பூச்சி: வண்ணத்துப் பூச்சியின் வளர்ச்சியும் தவளையின் வளர்ச்சியைப் போலவே மிக்க விந்தையானது. பெண் வண்ணத்துப் பூச்சி இலைகளின்மீது முட்டையிடும். அது முட்டைகளைக் கவனிப்பதில்லை. முட்டைகள் சூரிய வெப்பத்தால் பொரிந்து, அவற்றினின்றும் சிறு புழுக்கள் வெளிப்படும். இப் புழுக்கள் முதலில் மிகமிகச் சிறியனவாக இலைகளில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். இவை நீண்ட உருண்டையான உடலைப் பெற்றிருக்கும். வாயில் தாடைகளும், தலையின்மேல் கொம்பு போன்ற இரு உறுப்புக்களும் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். இவற்றிற்கு மூன்று ஜதைக் கால்களும், பின்புறத்தில் கால்களைப் போன்று நீண்டிருக்கும் சதை முண்டுகளும் இருக்கும். இவற்றின் உதவியால் இப்புழு இடம்விட்டு இடம் செல்லும். இப்புழுவின் உணவு இலைகளே. இதன் தாடைகளின் உதவியால் இது அதிக அளவு இலைகளைத் தின்னும். எப்பொழுதும் இலைகளைத் தின்றுகொண்டே

யிருக்கும். தன் எடையைப்போல் பலமடங்கு எடையுள்ள இலைகளை ஒவ்வொரு நாளும் இப்புழு உண்ணும். இதனால் இதன் உடல் வெகு விரைவில் பருமனடையும். இப்பருவத்தில் இப்புழு நாலைந்து முறை தோலை உரித்துக்கொள்ளும். நன்கு பருத்து வளர்ச்சியடைந்தபின் இது கூட்டுப் புழுவாக மாறும். இது அமைத்துக் கொள்ளும் கூடு மிகவும் பளபளப்பாக இருக்கும். இக்கூட்டினுள் புழு அசைவில்லாமலும் உண்ணாமலும் ஆழ்ந்து உறங்கும். இந்நிலையில் தான் அதன் உடல் அமைப்பில் பலவிதமான மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன. புழுவின் உருவம் மாறி, பூச்சியின் உடல் உண்டாகும். இறக்கைகளும் மது உண்ணும் குழலும் ஏற்படும். இம்மாறுதல்கள் முற்றிலும் முடிவடைந்த பின்னர் கூட்டின் ஓடு வெடித்து, அதிலிருந்து முழு வளர்ச்சியடைந்த வண்ணத்துப் பூச்சி வெளிப்படுகிறது. இப்பூச்சி, கூட்டின்மீது சிறிதுநேரம் அமர்ந்திருந்து, தன் இறக்கைகளை நன்கு உலர்த்திக்கொண்டு, பின்பு மலர்களை நாடிப் பறந்து செல்லும்.



படம் 70. வண்ணத்துப் பூச்சியின் வளர்ச்சிப்பருவங்கள்

1. இலை மீது முட்டைகள்
2. கம்பளிப் புழு
3. கூட்டுப் புழுவும் கூடும்
4. வண்ணத்துப் பூச்சி.

உடலமைப்பு: வண்ணத்துப் பூச்சியின் உடலில் (1) தலை, (2) மார்பு, (5) வயிறு என்னும் மூன்று பிரிவுகளைக் காணலாம். தலைப்பாகத்தில் இரண்டு பெரிய கண்களும், இரண்டு நீண்ட உணர்வு இழைகளும், குழல்வாய் என்னும் உறிஞ்சு குழாயும் உள்ளன. மார்புப் புறத்தில் இரண்டு ஜதை இறக்கைகளும், மூன்று ஜதை மடக்கக்கூடிய கால்களும் இருக்கின்றன. இந்த இறக்கைகள் செதில்களால் ஆனவை. கால்கள், கிளைகளின் மீது உட்கார்வதற்குப் பயன்படுமே தவிர, நடப்பதற்குப் பயன்படா.

வண்ணத்துப் பூச்சி, முட்டையாகப் பிறந்து, கம்பளிப் புழுவாய் வளர்ந்து, கூட்டுப் புழுவாய் மாறிப் பின்னர் பூச்சியாகிப் பறந்து திரிந்து வாழ்கிறது.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. உருமாற்றம் என்றால் என்ன ?
2. தவளையின் வளர்ச்சிப் பருவங்கள் எவை ?
3. தவளைக்கு உட்செவுள்கள், வெளிச்செவுள்கள், நுரையீரல்கள் ஆகியவை எந்தெந்தக் காலங்களில் உண்டாகின்றன ?
4. தலைப்பிரட்டையின் அமைப்பைக் கூறுக.
5. வண்ணத்துப் பூச்சியின் வளர்ச்சிப் பருவங்கள் எவை ?
6. வண்ணத்துப் பூச்சியின் முழு வளர்ச்சி எப்பொழுது ஏற்படுகிறது ?
7. வண்ணத்துப் பூச்சியைப் போன்ற வளர்ச்சிப் பருவங்களைக் கொண்ட வேறு சில பிராணிகளைக் கூறுக.

செய்முறைப் பயிற்சி

1. அருகிலுள்ள குளம், குட்டைகளுக்குச் சென்று, தவளையின் வளர்ச்சிப் பருவங்களைக் கவனிக்க.
2. தவளையின் வளர்ச்சிப் பருவங்களை விளக்கும் படம் வரைக.
3. வண்ணத்துப் பூச்சியின் வளர்ச்சிப் பருவங்களைக் காட்டும் படம் வரைக.
4. தவளையின் முட்டைகளைச் சேகரித்து, வீட்டிலோ, பள்ளியிலோ ஒரு தொட்டியிலுள்ள நீரில்விட்டு, அவற்றின் வளர்ச்சியைக் கவனித்து வருக. ஏற்படும் மாறுதல் ஒவ்வொன்றையும் தேதியோடு குறிப்பிடுக.
5. வண்ணத்துப் பூச்சியின் புழு ஒன்றை எடுத்துவந்து, அதை வாயகன்ற ஒரு கண்ணாடிப் புட்டியில் விடு. அது தின்னும் இலைகளைப் பறித்துப் புட்டியில் போட்டு வை. புட்டியின் வாயைச் சிறு துவாரங்களுள்ள ஒரு காகிதத்தால் மூடிக் கட்டி வை. புழுவின் வளர்ச்சியைக் கவனித்துவருக. குறிப்பு எழுதி வைக்க.
6. வண்ணத்துப் பூச்சிகளில் பலவகைகள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றின் புழுவையும் அடையாளம் காணப் பழகிக்கொள்க.

(C) உடல் நூல்

14. மனித உடலமைப்பு

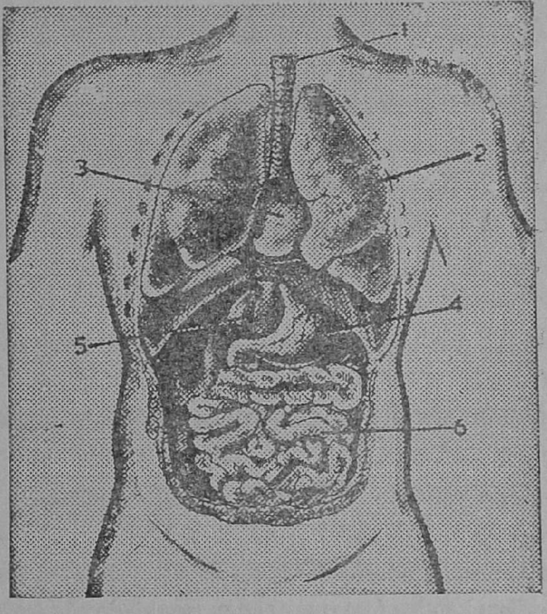
[மனித உடலின் பொது அமைப்பு—முக்கியமான உறுப்புக்களும், அவற்றின் பராமரிப்பும்.]

உடலமைப்பு: நமது உடல் அமைப்பில் கோடிக்கணக்கான செல்கள் (cells) உள்ளன. ஒரு செல் என்பது மிகவும் நுட்பமானது. அதைச் சக்தி வாய்ந்த மைக்ரோஸ்கோப்பின் உதவியால் தான் பார்க்கமுடியும். ஒவ்வொரு செல்லிலும் செல் சுவர் (cell wall) என்னும் வெளிப்பகுதி உள்ளது. இதனுள் புரோட்டோப்பிளாசம் (protoplasm) என்னும் ஒரு தடித்த திரவம் இருக்கிறது. இத்திரவத்திற்கு உயிர்த்தன்மை உண்டு. ஒவ்வொரு செல்லும் தனித்தனி உயிருள்ளதுபோல் உணவு உட்கொண்டு வளர்ச்சியடையும். நன்கு வளர்ச்சியடைந்த செல்கள் ஒவ்வொன்றும் இரண்டாகப் பிரிந்து பெருக்கமடையும். இம்முறையில்தான் நம் உடல் வளர்ச்சியடைகிறது. நாள்பட்ட செல்கள் அழியும். இந்தச் செல்லின் கூட்டமே நமது உடலாகும். நமது உடலில் பலவகையான செல்கள் இருக்கின்றன. ஒரே வகையான செல்கள் கூடி ஒருவகைத் திசு (tissue) ஆகிறது. இதுபோல் எலும்புத் திசு, தசைத் திசு, தோல் திசு, ரத்தத் திசு, நரம்புத் திசு என்பன போன்ற பலவகைத் திசுக்கள் நமது'உடலில் உள்ளன.

உடலின் பிரிவுகளும் உறுப்புக்களும்: மனித உடல் நூலை ஆராய்ந்த பேராசிரியர்கள் அந்நூலை நன்கு அறிந்து கொள்வதற்கு நமது உடலை மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்திருக்கிறார்கள். தலை (head), முண்டம் (trunk), வெளிப்புறம் உள்ள உறுப்புக்கள் (limbs or extremeties) என்று அவை பெயர் பெறும்.

தலைப்பகுதியில் முகமும், உறுதியான எலும்பினால் பாதுகாக்கப்பட்ட மூளை (brain) யும், கண், செவி, மூக்கு, வாய் ஆகிய பொறிகளும் அமைந்துள்ளன.

கழுத்திலிருந்து இடுப்பு வரையில் உள்ள பகுதியை முண்டம் என்கிறோம். இதனுள் மிக முக்கியமான பல உறுப்புக்கள் அடங்கியுள்ளன. முண்டத்தின் உள்பாகத்தை மேல்பகுதி, கீழ்ப்பகுதி என்னும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இவற்றை விதானம் (diaphragm) என்னும் ஒரு தசைத்திரை



படம் 71. மார்பகத்திலும் வயிற்றிலும் உள்ள முக்கிய உறுப்புக்கள்
1. மூச்சுக்குழல், 2. நுரையீரல், 3. இதயம்,
4. இரைப்பை, 5. கல்லீரல், 6. சிறுகுடல்.

பிரிக்கிறது. இத்திரைக்கு மேலுள்ள பகுதியை மார்பகம் (chest) என்றும், கீழ்ப் பகுதியை வயிறு (abdomen) என்றும் கூறுகிறோம். மார்பகமாகிய மார்பறையில் இதயம் (heart), நுரையீரல்கள் (lungs) ஆகிய மிக முக்கியமான உறுப்புக்கள் இருக்கின்றன. இவை மார்புக்கூடு என்னும் எலும்புக் கூட்டினுல் நன்கு பாதுகாக்கப்படுகின்றன. கீழ்ப் பிரிவாகிய வயிற்றுப்

பகுதியில் இரைப்பை, சிறுகுடல், பெருங்குடல் முதலான உறுப்புக்கள் இருக்கின்றன.

இரண்டு கைகளும், இரண்டு கால்களும் நமது வெளி உறுப்புக்கள் ஆகும். உடலின் நடுப்பகுதியுடன் மேல்பக்கத்தில் கைகளும், கீழ்ப்பக்கத்தில் கால்களும் சேர்ந்துள்ளன.

மனித உடலில் உள்ள உறுப்புக்கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு தனிப்பட்ட வேலை உண்டு. இவற்றையும், இவற்ருேடு சேர்க்கப் பட்ட பிற உறுப்புக்களையும் பல மண்டலங்களாகப் (systems) பிரித்திருக்கிருர்கள். அவை (1) எலும்பு மண்டலம், (2) தசை மண்டலம், (3) ஜீரண மண்டலம், (4) ரத்த ஓட்ட மண்டலம், (5) சுவாச மண்டலம், (6) கழிவு மண்டலம், (7) நரம்பு மண்டலம் என்று பிரிவுபடும். இவை ஒவ்வொன்றையும் பற்றி இப்போது ஆராய்வோம்.

எலும்பு மண்டலம் (bony system): உடலிலுள்ள எலும்புகள் சேர்ந்து எலும்புக்கூடு (skeleton) ஆகிறது. இதுவே எலும்பு மண்டலம் எனப்படுவது. எலும்புக் கூட்டின் உதவி யாலேயே மனிதன் நிமிர்ந்து நிற்கவும், வேண்டியபடி இயங்கவும் முடிகிறது. எலும்புக் கூட்டில் எலும்புகள் பலவகைகளில் ஒன்ருே டொன்று மூட்டுக்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மூட்டுக்கள், இயக்கத்திற்கு உதவுகின்றன. உட்புறமுள்ள நுட்பமான உறுப் புக்களை எலும்புக்கூடு பெட்டிபோல் அமைந்து பாதுகாக்கிறது.

தசை மண்டலம் (muscular system): உடலிலுள்ள எலும்புகளைச் சூழ்ந்து தசைகள் இருக்கின்றன. தசைகள் பலவிதத் தசை நார்களின் கூட்டமேயாகும். தசைகள் சுருங்கி விரியும் தன்மை வாய்ந்தவை. இவை சுருங்கி விரிவதாலேயே பலவித இயக்கங்கள் ஏற்படுகின்றன. தசைகளே உடலுக்கு ஓர் உருவத்தைக் கொடுக்கின்றன. தசைகளில் பலவகைகள் உள்ளன. இவை பற்றிப் பின்வரும் பாடங்களில் படிப்பீர்கள்.

ஜீரண மண்டலம் (digestive system): நமக்கு வேலை செய்வதற்கு வேண்டும் சக்தி நாம் உட்கொள்ளும் உணவி லிருந்தே கிடைக்கிறது. அந்த உணவு ஜீரணமடைவதற்கு உத வும் எல்லா உறுப்புக்களும் இம்மண்டலத்தில் அடங்குவதாகும்.

ரத்த ஓட்ட மண்டலம் (circulatory system): இதயம், இதயத்திலிருந்து வெளியே செல்லும் ரத்தக் குழாய்களான தமனிகள் (arteries), இதயத்தை நோக்கி வரும் ரத்தக் குழாய் களான சிரைகள் (veins), இவை சந்திக்கும் இடங்களிலுள்ள தந்துகி குழாய் (capillaries) களின் பின்னல்கள் ஆகியன இம்மண்டலத்தில் அடங்கும் உறுப்புக்களாம். ரத்தக் குழாய்கள் உடலின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் உணவுச் சத்து, ஆக்ஸிஜன் ஆகிய பொருள்களைக் கொண்டுசெல்ல வேண்டியிருப்பதால் இவை உடல் முழுவதும் பரவியிருக்கிறது.

சுவாச மண்டலம் (respiratory system): மூக்குத் துளைகள், காற்றுக் குழாய், நுரையீரல் ஆகியன இம்மண்டலத் தில் சேர்ந்துள்ளன. நுரையீரல்களில் அசுத்த ரத்தத்திலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடு ஈர்க்கப்பட்டு, ரத்தத்திற்கு ஆக்ஸிஜன் ஊட்டப்படுகிறது. ஆக்ஸிஜனைக் கொடுத்து ரத்தத்தைச் சுத்த மடையச் செய்வதே இவ்வுறுப்புக்களின் முக்கியமான வேலை.

கழிவு மண்டலம் (excretory system): நமது உடலின் பல பாகங்களில் ஏற்படும் கழிவுகளை அவ்வப்பொழுது அப்புறப் படுத்துவதற்கென சில தனிப்பட்ட உறுப்புக்கள் வேலை செய் கின்றன. முக்கியமாகத் தோலின் மூலம் வேர்வையும், சிறு நீரகங்களின் (kidneys) மூலம் சிறு நீரும், மலக்குடல் மூலம் மலமும் வெளியேற்றப்படுகின்றன. நுரையீரல்கள் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை வெளியேற்றுவதால் அவற்றையும் கழிவு மண்டலத் தின் ஓர் உறுப்பாகக் கருதலாம்.

நரம்பு மண்டலம் (nervous system): நமது உடலி லுள்ள பல்வேறு உறுப்புக்களின் வேலைகளைக் கண்காணிப்பதும், அவற்றிற்குக் கட்டளைகளிடவும், அவற்றினிடமிருந்து செய்தி களைத் தாங்கிச் செல்லவும் ஏற்பட்டுள்ள உறுப்புக்கள் இம் மண்டலத்தைச் சேர்ந்தவை. மூளையே இம்மண்டலத்தின் முக்கிய மான உறுப்பாகும். மூளையிடும் கட்டளைகளைப் பல உறுப்புக் களுக்கும் எடுத்துச் செல்லவும், ஆங்காங்கு நடப்பனவற்றை மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லவும் வெவ்வேறு நரம்புகள் உள்ளன.

மூளையுடன் தண்டு வடமும் (spinal cord) சேர்ந்து இவ்வேலைகளைச் செய்கிறது.

மேலே விவரித்த பிரிவுகளெல்லாம் மனித உடல் உறுப்புக்களின் வேலைகளைத் தெளிவாக நாம் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும் என்பதற்காகவே ஏற்படுத்தப் பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு மண்டலமும் பிற மண்டலங்களோடு தொடர்பற்றது, தனிப்பட்டது, என நாம் கருதலாகாது. இவை ஒன்றுக்கொன்று பலவிதங்களில் தொடர்புடையவை. இவை யெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்தே நமக்கு எல்லா வகைகளிலும் பயன்படுகின்றன.

உடலின் மண்டலங்களையும், அவற்றில் அடங்கியுள்ள முக்கிய உறுப்புக்களையும் வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தலாம்:

நம் உடலிலுள்ள மண்டலங்கள்

1. எலும்பு மண்டலம்: கபால எலும்பு, முதுகெலும்பு, விலா எலும்புகள், இடுப்பெலும்பு, மார்பெலும்பு, கை, கால் எலும்புகள்.
2. தசை மண்டலம்: இயங்கு தசைகள், இயக்கு தசைகள்.
3. ஜீரண மண்டலம்: வாய், உணவுக் குழல், இரைப்பை, சிறுகுடல், பெருங்குடல்.
4. ரத்த ஓட்ட மண்டலம்: இதயம், தமனிகள், சிரைகள், தந்துகிகள்.
5. சுவாச மண்டலம்: மூக்குத் துளைகள், காற்றுக் குழல், நுரையீரல்கள்.
6. கழிவு மண்டலம்: நுரையீரல்கள், சிறுநீரகங்கள், தோல், மலக்குடல்.
7. நரம்பு மண்டலம்: மூளை, தண்டு வடம், வெளிச் செல் நரம்புகள், உட்செல் நரம்புகள்.

மேலே கூறிய உறுப்புக்கள் எல்லாம் தத்தம் வேலைகளைச் சரிவரச் செய்து வந்தால்தான் நாம் திடமாக நல்வாழ்க்கை வாழ முடியும். ஆகையால் உடலின் முக்கியமான உறுப்புக்களை நாம் மிகவும் கருத்தாக நல்ல முறையில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டியது இன்றியமையாதது.

உடலிலுள்ள எல்லா உறுப்புக்களும் நமது உயிர் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதவையே. ஏதாவது ஓர் உறுப்பு பழுதுபட்டாலும், அல்லது ஏதாவது ஒன்றிற்கு ஊறு நேர்ந்தாலும், மனிதனின் உடல்நலம் குன்றும். உள்ளிருக்கும் உறுப்புக்களாகிய இதயம், நுரையீரல்கள், இரைப்பை, சிறுகுடல், முதலானவைகட்கு எவ்வித ஊறும் நேராமல் நாம் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். அதற்காக நாம் நல்ல உணவை உட்கொள்ள வேண்டும்; உடற்பயிற்சி செய்யவேண்டும். நமக்கு ஏதேனும் நோய் தோன்றிய காலத்து, நோயை அசட்டை செய்து அதை முற்ற விடாமல், உரிய காலத்தில் தக்க வைத்தியர்களை நாடி, ஏற்ற சிகிச்சை பெறவேண்டும்.

நுரையீரல், இதயம், மூளை, இரைப்பை, ஐம்பொறிகள் ஆகியன உடலின் முக்கியமான உறுப்புக்களாம். உடல் நல்ல நிலையில் இருக்க இவ்வுறுப்புக்களும் நல்ல நிலையில் இருக்க வேண்டியது இன்றியமையாதது.

நுரையீரல் வலிவுற்றிருந்தால், ரத்தம் சுத்தமாவதும், உடலுக்குத் தகுந்த அளவில் ஆக்ஸிஜன் கிடைப்பதும் நடைபெறும். அதனுள் தூசு நோய்க் கிருமிகள் புகாமலும், குளிர்ச்சி தாக்காமலும் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். மூக்கினுலேயே சுவாசிக்க வேண்டும். வாயினுல் சுவாசிக்க வேண்டிய அவசியம் ஏற்பட்டால் சுவாச உறுப்புக்கள் கேடடைந்துள்ளன அல்லது காற்று உட்செல்வது தடைபடுகிறது என்று அறிந்துகொள்ளவேண்டும்.

இதயம் மிக முக்கியமான உறுப்பு. அது பிறப்பு முதல் இறப்பு வரை இடைவிடாது வேலைசெய்து உடலின் பல பாகங்களுக்கும் ரத்தத்தை அனுப்புகிறது. அளவுக்கு மீறிய வலிமை தேவையான வேலைகளைச் செய்வது, வேலையே செய்யாமல் சுக வாழ்வு வாழ்வது போன்ற செய்கைகளால் இதயம் வலிமை குன்றும். தகுந்த உடற் பயிற்சி செய்தும், நாள்தோறும் சில நேரம் வெளிச் சென்று உலவிவந்து நல்ல காற்றைச் சுவாசித்தும், இதயத்தை நல்ல நிலையில் வைத்துக்கொள்ளலாம்.

இரைப்பை முக்கியமான உறுப்பானுலும் அதைப் பற்றிப் பலர் நினைத்துப் பார்ப்பதுகூடக் கிடையாது. அளவுக்கு

மீறியோ, குறிப்பிட்ட நேரமின்றியோ உணவு உட்கொள்வதன் மூலம் இரைப்பையின் வலிமை குறைவுறுகிறது. இது உடலில் பல நோய்கள் ஏற்படக் காரணம் ஆகிறது. இரைப்பையும் கேடடைந்து தீராத வேதனையையும் கொடுக்கும். அளவோடும், குறித்த நேரத்திலும், ஊட்டம் தரும் உணவையும் நன்கு பக்குவப் படுத்தப்பட்ட உணவையும் உட்கொள்வதால் இரைப்பையைத் தகுந்த வலிமையுடன் வைத்துக் கொள்ளலாம்.

மூளை மிகவும் முக்கியமான உறுப்பு. இதற்கும் அளவுக்கு மீறிய வேலை கொடுக்கக் கூடாது. தலையில் அடிப்பது, குட்டுவது போன்ற செயல்களால் மூளை பாதிக்கப்படலாம். மூளைக்குக் கேடு நேர்ந்தால் உடலின் மற்றப் பகுதிகளும் கேடடையும்.

ஐம்பொறிகளான கண், காது, மூக்கு, தோல், வாய் முதலியனவற்றை எங்ஙனம் கருத்துடன் பாதுகாக்க வேண்டும் என்றும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

கண்ணுக்கு அளவு மீறிய வேலை கொடுக்கக் கூடாது. நெடு நேரம் படித்துக்கொண்டே இருத்தல், கூர்ந்து பார்த்தல் ஆகிய செயல்களால் கண் களைப்புறும். மிகச் சிறு எழுத்துக்களைப் படித்தல், தெளிவில்லாத எழுத்துக்களைப் படித்தல், மிக மங்கலான வெளிச்சத்தில் படித்தல் ஆகியவற்றையும் தவிர்க்க வேண்டும். கண்களில் சிறு துரும்பு தூசிகள் விழுந்துவிட்டால், கண்ணைக் கசக்காமல் சிறிது நேரம் கண்ணை மூடிக்கொண்டிருக்க வேண்டும்; அப்பொழுது சுரக்கும் கண்ணீர் தூசியை விழியோரத்தில் ஒதுக்கும்; பிறகு அதை எளிதில் அகற்றிவிடலாம்.

காதுகளால் நாம் பலவித ஒலிகளைக் கேட்கிறோம். செவிப் பறை என்னும் மெல்லிய தோலினால் காதுத் துளை அடைக்கப் பட்டிருக்கிறது. செவிப் பறையுடன் இணைந்த நுட்பமான எலும்புகளும், ஒரு திரவமும், நரம்புகளும் செவிப்பறைக்கு மறுபுறமிருக்கின்றன. செவிப்பறைக்கு ஊறு நேர்ந்தால் காது கெட்டுவிடும். செவியின் பயனை நாம் இழந்துவிடுவோம். காதிருந்தும் செவிடர்களாவோம். காதுகளுள் குச்சி கம்பி இவற்றைப் போட்டுக் குடைவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். பேரொலிகளைக் கேட்பதையும் தவிர்க்க வேண்டும்.

மூக்கினால் நாம் சுவாசிப்பதுடன், வாசனையையும் முகர் கிறோம். மூக்கைச் சுத்தமாக வைத்திருக்க வேண்டியது மிகவும் அவசியம். முகம் கழுவும் பொழுதெல்லாம் மூக்கையும் நன்றாகச் சுத்தம் செய்துகொள்ள வேண்டும். மூக்கினுள் உள்ள உரோமங் களைக் கத்திரிக்கவோ வெட்டவோ கூடாது.

நமது உடலைத் தோல் மூடியிருக்கிறது. தோல் ஒரு கழிவு உறுப்பாகவும் வேலை செய்கிறது. நமது உடலிலிருந்து தோலின் மூலம் வேர்வை கசிகிறது. தோலில் பல நுண்ணிய துவாரங்கள் உள்ளன. இத்துவாரங்கள் அடைபட்டுப் போனால் சரிவர வேர்வை வெளியேறாது. அதனால் உடல் நலம் கேடுறும். நாள்தோறும் நன்கு குளித்து உடலைச் சுத்தம் செய்துகொள்ள வேண்டும். சோப்பு, சிகைக்காய்த்தூள் போன்றவற்றால் அழுக்குப் போகத் தேய்த்து நீராட வேண்டும்.

மேலே விவரித்தவாறு நாம் நம் உடலுறுப்புக்களைக் கருத் தாகப் பாதுகாக்க வேண்டும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. மனித உடல் எவ்வாறு, எதனால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது?
2. மனித உடலின் முக்கியமான பிரிவுகள் எவை?
3. தலைப்பகுதியிலுள்ள உறுப்புக்கள் யாவை?
4. முண்டம் அல்லது உடற்பகுதியில் அடங்கியுள்ள உறுப்புக்கள் எவை?
5. வெளிப்புற உறுப்புக்கள் எனப்படுபவை யாவை?
6. மனித உடல் எத்தனை மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட் டிருக்கிறது? அவை யாவை?
7. ஒவ்வொரு மண்டலத்திலும் அடங்கியுள்ள உறுப்புக்கள் எவை?
8. ஒவ்வொரு மண்டலத்தின் வேலைகள் என்னென்ன?
9. ஐம்பொறிகளை நன்கு பாதுகாக்க வேண்டிய அவசியம் என்ன?
10. உடலின் முக்கிய உறுப்புக்கள் எவை?
11. அவை ஒவ்வொன்றும் எவ்வாறு கேடடையலாம்?
12. முக்கிய உறுப்புக்கள் கேடடையாமல் பார்த்துக் கொள்வது ஏன் அவசியமாகிறது?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. மனித உடலமைப்பின் படம் வரைக.
2. உடலினுள் இருக்கும் உறுப்புக்களைக் காட்டும் படம் வரைக.

15. எலும்பு மண்டலம்

[மனித எலும்பு மண்டலம்—எலும்புக்கூடும், அதிலுள்ள எலும்புகளும்—மூட்டுக்கள். மூட்டுக்களின் வகைகள்—மூட்டுக்களின் பயன்]

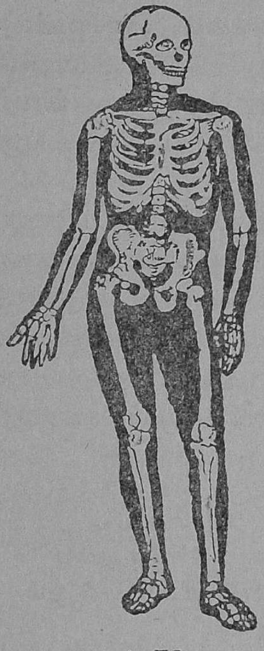
மனித உடலுக்கு ஆதாரமாயிருப்பது எலும்புக் கூடாகும். எலும்புக்கூடு பல எலும்புகள் இணைந்து அமைந்துள்ளது. உடலிலுள்ள எலும்புகள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியானவை யல்ல. சில சிறியவை; சில பெரியவை; சில தட்டையானவை. நம் எலும்புக் கூட்டில் சற்றேறக்குறைய 200 எலும்புகளுக்கு மேல் சேர்ந்து பலவிதங்களில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவை யெல்லாம் சேர்ந்து எலும்பு மண்டலமாகும்.

எலும்புக் கூட்டினுல் ஏற்படும் நலன்கள் : (1) எலும்புக்கூடு உடலுக்கு உருவத்தைக் கொடுக்கிறது. (2) எலும்புக்கூடு நம் உடலுக்கு உறுதி கொடுக்கிறது. (3) நிமிர்ந்து நிற்றல், நடத்தல், ஓடுதல், உட்கார்தல் முதலிய வேலைகளைச் செய்வதற்கு எலும்புகள் உதவுகின்றன. (4) உடலிலுள்ள முக்கியமான உறுப்புக்களாகிய இதயம், நுரையீரல்கள், மூளை முதலானவற்றை எலும்புக்கூடு பாதுகாக்கிறது.

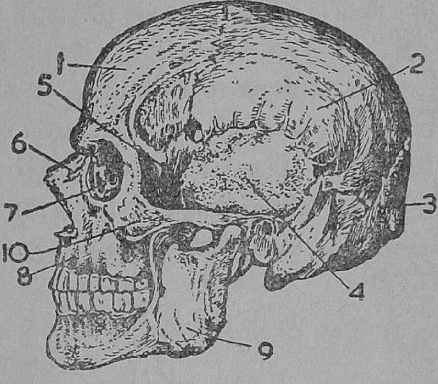
நம் எலும்புக் கூட்டிலுள்ள எலும்புகளை நான்கு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை, (1) தலை எலும்புகள், (2) உடல் எலும்புகள், (3) கை எலும்புகள், (4) கால் எலும்புகள் எனப்படும்.

தலையெலும்புகள் : தலையெலும்புத் தொகுதியில் 22 எலும்புகள் உள்ளன. இவற்றில் தட்டையான எலும்புகள் அசைக்க முடியாதபடி இணைந்து ஓர் உறுதியான பெட்டியைப்போல் அமைந்துள்ளன. இந்தப் பெட்டிக்குக் **கபாலம்** (skull) என்று பெயர். இதில்தான் மனிதனின் முக்கியமான உறுப்பாகிய மூளை பாதுகாப்பாக அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மீதியுள்ள 14 எலும்புகள் சேர்ந்து மனிதனின் முகம் அமைந்திருக்கிறது. இந்த எலும்புகளில்தான் கண், மூக்கு, வாய் முதலிய உறுப்புக்கள் அமைந்துள்ளன. கீழ்த்தாடை எலும்பு ஒன்றைத் தவிர மற்றவை

அசையாதபடி கபாலத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கீழ்த் தாடை எலும்பு மட்டும் காதுக்கருகில் கபாலத்துடன் அசையுமாறு சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வாறு அசைவு ஏற்படுவதால்தான் நாம் உணவைப் பற்களிடையே வைத்து அரைக்க முடிகிறது.



படம் 72. மனித எலும்புக் கூடு

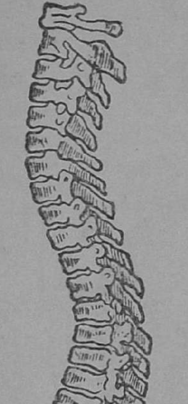


படம் 73. தலை எலும்புகள்

1. நெற்றி எலும்பு 2, 4. பக்க எலும்புகள் 3. பின் எலும்பு 5. பொட்டெலும்பு 6. மூக்கெலும்பு 7. கண் குழி 8. மேல் தாடை எலும்பு 9. கீழ்த்தாடை எலும்பு 10. கண் அடி எலும்பு

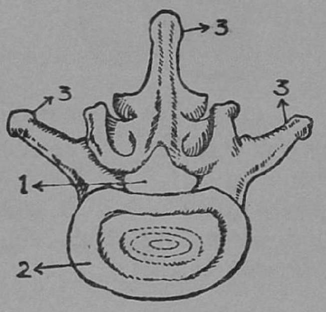
கபாலம் என்னும் மண்டையோட்டில் (cranium) உள்ள எலும்புகளில் இரண்டு, உச்சியில் பொருந்தி இரு பக்கங்களிலும் அமைந்திருப்பவை. இவை **மண்டைப் பக்க எலும்புகள்** (parietals) ஆகும். முன் பக்கத்திலுள்ளது நெற்றி எலும்பு (frontal), மண்டையின் பின் பக்கத்தில் உள்ளது பின் மண்டை எலும்பு (occipital). இவற்றைத் தவிர இரு **பொட்டெலும்புகளும்** (temporal bones), ஒர் ஆப்பெலும்பும், ஒரு சல்லடை எலும்பும் உள்ளன. இவ்வெலும்புகளெல்லாம் அசைக்க முடியாதபடி இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

உடல் எலும்புகள்: உடலில் 64 எலும்புகளுக்கு மேலிருக்கின்றன. இவற்றில் முதுகுத்தண்டு (vertebral column), மார்பு எலும்பு (sternum), விலா எலும்புகள் (ribs), தோள் பட்டை எலும்புகள் (scapula), காறை எலும்புகள் (clavicle), இடுப்பெலும்புகள் (pelvic bones) எல்லாம் சேர்ந்துள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானது முதுகெலும்பு அல்லது முதுகுத்தண்டு.



படம் 74.
முதுகெலும்பு

முதுகெலும்பு: இது ஒரு தனி எலும்பன்று. இது மோதிரம் போன்ற 33 சிறிய எலும்புகள் ஒன்று சேர்க்கப்பட்ட சங்கிலி போன்ற எலும்பு. இது வில்லைப்போல் சிறிது வளைந்திருக்கும். இது கழுத்திலிருந்து உடலின் அடிப்பாகம் வரையில் நீண்டிருக்கிறது. இதன் மேல்நுனி கபாலத்

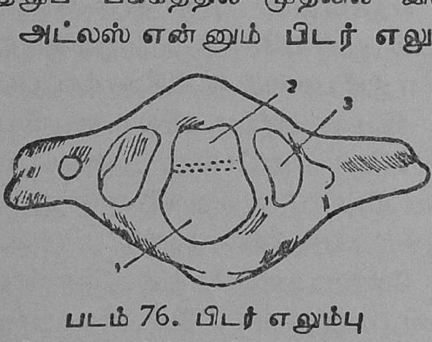


படம் 75.
ஒரு முள்ளெலும்பு
1. தண்டுவடம் செல்லும் துளை
2. முள்ளெலும்பின் உடல்
3. முட்கள்

துடனும், கீழ்ப் பாகம் இடுப்பெலும்புடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு தனி எலும்பும் ஒரு முள் எலும்பு (vertebra) எனப்படும். கழுத்துப் பாகத்தில் ஏழு எலும்புகள் உள்ளன. இவை கழுத்து முள்ளெலும்புகள் (cervical vertebrae) எனப்படும். இதற்குக் கீழாக முதுகுப் புறத்தில் 12 எலும்புகள் அமைந்துள்ளன. இவை முதுகு முள் எலும்புகள் (thoracic or dorsal vertebrae) ஆகும். இன்னும் கீழே அமைந்துள்ள 5 எலும்புகளுக்கு விலா

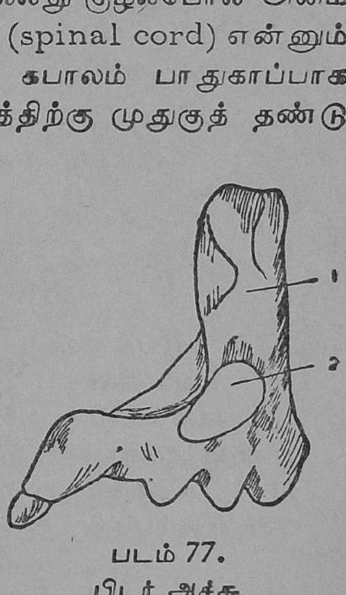
முள் எலும்புகள் (lumbar vertebrae) என்று பெயர். இதற்குக் கீழே 5 எலும்புகள் ஒன்ருக இணைக்கப்பட்டு இடுப்புப் பாகத்தில் அமைந்துள்ளன. இவை திரிக முள் எலும்புகளாகும் (sacral vertebrae). முடிவில் 4 எலும்புகள் முற்றுப் பெருமல் ஒன்ருக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை குறுகலான வால் போன்ற அமைப்பையுடையன. இவற்றிற்கு வால் முள் எலும்புகள் (coccygeal vertebrae) என்று பெயர். இந்த முள் எலும்புக களெல்லாம் குருத்தெலும்பு (cartilage) என்ற மென்மையான எலும்பால் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. அதனுல்தான், நாம் நமது உடலை முன்னும் பக்கவாட்டிலும் வளைக்க முடிகிறது. ஒவ் வொரு முள் எலும்பிலும் ஒரு துவாரமிருக்கிறது. இந்த எலும்பு கள் ஒன்றின்மேலொன்று படிந்து பொருந்துவதால் இத்துவாரங் கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு கால்வாய் அல்லது குழல்போல் அமை கின்றன. இதற்குள்தான் தண்டுவடம் (spinal cord) என்னும் நரம்பு அமைந்துள்ளது. மூளைக்குக் கபாலம் பாதுகாப்பாக அமைந்திருத்தல் போன்று, தண்டுவடத்திற்கு முதுகுத் தண்டு பாதுகாப்பாக அமைந்துள்ளது.

முதுகுத் தண்டின் மேற்புறத்தில் கழுத்துப் பக்கத்தில் முதலில் இருப் பது அட்லஸ் என்னும் பிடர் எலும்பு



படம் 76. பிடர் எலும்பு

1. பிடர் அச்சின் முளை புகும் துவாரம்
2. தண்டுவடம் செல்லும் துவாரம்
3. கபால எலும்பு அமரும் குழி



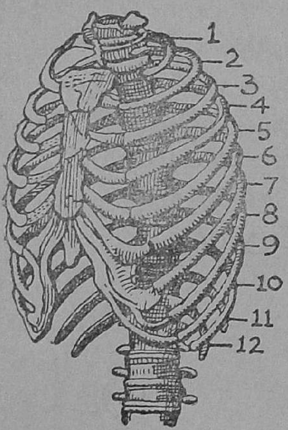
படம் 77.
பிடர் அச்சு

1. முளை
2. தண்டுவடப் பாதை

(atlas). இது வளையம் போன்றது. இதற்கு அடியில் இருப்பது பிடர் அச்சு (axis). பிடர் எலும்பு, தலையோடு இணைக்கப்பட்

டிருக்கிறது. ஆகவே, முதுகுத் தண்டு கபாலத்தைத் தாங்கி நிற்க முடிகிறது. பிடர் எலும்பு, பிடர் அச்சில் சுழலும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வித அமைப்பினால் தலையைச் சற்று மேலும் கீழும் பக்கங்களிலும் திருப்ப முடிகிறது.

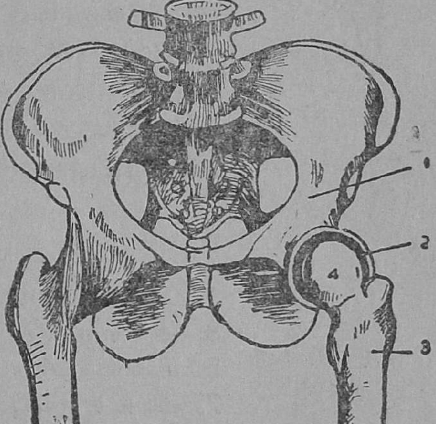
மார்பு எலும்பும் விலா எலும்புகளும் (sternum and ribs): மார்பு எலும்பு மார்பின் நடுவில் அமைந்துள்ள ஒரு தட்டையான எலும்பு. மார்புக் கூட்டில் இம்மார்பு எலும்பைத் தவிர 12 ஜதை எலும்புகள் வளைந்து அமைந்திருக்கின்றன. இவை **விலா எலும்புகள்** எனப்படும். ஒவ்வொரு விலா எலும்பின் ஒரு நுனி முதுகுத் தண்டிலுள்ள முள் எலும்புகளோடும் (thoracic vertebrae), மற்றொரு நுனி மார்பு எலும்போடும் (sternum) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்விதம் 7 ஜதை விலா எலும்புகள் மட்டும் நேராக மார்பு எலும்புடன் சேர்ந்துள்ளன. இவை **மெய் விலா எலும்புகள்** (true ribs) எனப்படும். இவற்றின் கீழுள்ள மூன்று ஜதை விலா எலும்புகள் ஒரு சிறு எலும்புத் துண்டில் ஒன்றுசேர்ந்து 7ஆவது ஜதை விலா எலும்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை **கள்ள விலா எலும்புகள்** (false ribs) எனப்படும். அடியிலுள்ள எஞ்சிய இரண்டு ஜதை விலா எலும்புகள் முன்புறம் பற்றில்லாமலும் மார்பெலும்புடன் சேராமலும் மிதந்து கொண்டிருக்கின்றன. ஆதலால், இவ் விலா எலும்புகளுக்கு **மிதக்கும் விலா எலும்புகள்** (floating ribs) என்று பெயர். இவ்விதம், விலா எலும்புகள், மார்பு எலும்பு, முதுகுத் தண்டு முதலிய எலும்புகளாலாகிய மார்புக்கூடு வலிவுள்ளது. ஆகவே, இதனுள் அமைந்திருக்கும் முக்கிய உறுப்புக்களாகிய இதயமும் நுரையீரல்களும் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.



படம் 78. மார்புக் கூடு
1 - 7. மெய் விலா எலும்புகள் 8 - 10. கள்ள விலா எலும்புகள் 11 - 12. மிதக்கும் விலா எலும்புகள்

தோள்பட்டை எலும்புகளும் காறை எலும்புகளும் (scapula and clavicle or collar bone): மார்பெலும்பின் மேல்முனையிலிருந்து இரண்டு எலும்புகள் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் கைகளோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை காறை எலும்புகள் எனப்படும். இவை சுமார் 6 அங்குலம் நீளமுடையவை. காறை எலும்புகளுடன் ஒவ்வொரு தோளிலும், முதுகுப் பாகத்தில் முக்கோண வடிவமாயும் தட்டையாயுமுள்ள ஒரு எலும்பு உள்ளது. இதுதான் தோள்பட்டை எலும்பு (scapula). தோளில் காறை எலும்பு, தோள்பட்டை எலும்பு, மேற்கை எலும்பு ஆகிய இம் மூன்றும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தோள் பட்டை எலும்பும் காறை எலும்பும் சேருமிடத்தில் கிண்ணம் போன்ற ஒரு குழி இருக்கிறது. இக்குழியில்தான் மேற்கை எலும்பின் (bone of upper arm) உருண்டை வடிவான முனை சுழலும்படி அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது.

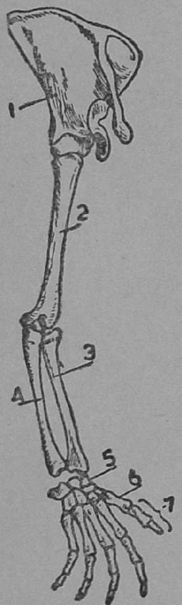
இடுப்பெலும்புகள்: முதுகுத் தண்டின் மேல் பாகத்தில் பக்கத்திற்கொன்ருகத் தோள் பட்டை எலும்புகள் இணைக்கப் பட்டிருப்பது போல் கீழ்ப்பாகத்தில் முதுகுத்தண்டின் ஒரு பகுதியாகிய திரிக எலும்போடு இரண்டு எலும்புகள் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவை பின் இடுப்பெலும்புகள் (iliac) எனப்படும். இவையும் தட்டையான எலும்புகளே. ஒவ்வோர் எலும்பும் மூன்று சிறு எலும்புகள் சேர்ந்தது. இடுப்பு எலும்புகளும் முதுகுத் தண்டின் அடியும் சேர்ந்து ஒரு குழியாக அமைந்துள்ளன. இவ்வெலும்புக் குழியில் தான் வயிற்றறையி



படம் 79. இடுப்பெலும்புகள்
1. இடுப்பெலும்பு
2. இடுப்பெலும்புக் குழி
3. தொடை எலும்பு
4. தொடை எலும்பின் மேல்முனை.

லுள்ள முக்கியமான உறுப்புக்களாகிய இரைப்பை, குடல்கள் முதலியவை தாங்கப்படுகின்றன. ஒவ்வோர் இடுப்பெலும்பின் பக்கத்திலும் ஒரு குழி காணப்படும். இக்குழிகளில்தான் தொடை எலும்புகளின் மேல் முனைகள் பொருந்தியுள்ளன. இவ்விதம் அமைந்துள்ள இவ்வெலும்புத் தொகுதிக்கு **இடுப்பு வளையம்** (pelvic girdle) என்று பெயர்.

கைகால் எலும்புகள் (bones of the arms and legs): கை எலும்புகள் தோள்பட்டை எலும்புடனும், கால் எலும்புகள் இடுப்பு எலும்புடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு கையிலும் 30 எலும்புகளிருக்கின்றன. மேற்கையில் மேற்கை எலும்பு (humerus) என்னும் ஓர் எலும்பும், முன்கை அல்லது கீழ்க்கையில் ஆர எலும்பு (radius), முழங்கை எலும்பு (ulna) என்னும் 2 எலும்புகளும், மணிக்கட்டில் 8 சிறு எலும்புகளும், அவற்றோடு இணைந்துள்ள உள்ளங்கையில் 5 எலும்புகளும், கட்டை விரலில் 2 எலும்புகளும், மீதி விரல் ஒவ்வொன்றிலும்



படம் 80. கையெலும்புகள்

1. தோள்பட்டை எலும்பு 2. மேற்கை எலும்பு
3. ஆர எலும்பு 4. முழங்கை எலும்பு
5. மணிக்கட்டு எலும்புகள் 6. உள்ளங்கை எலும்புகள்
7. விரல் எலும்புகள்.

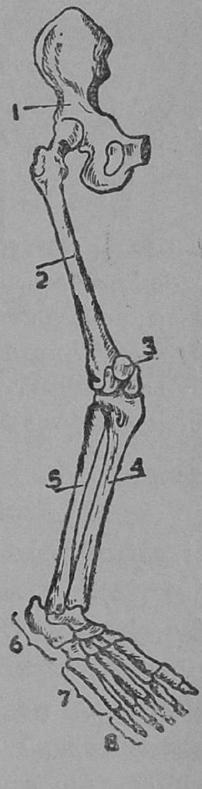
மூன்று எலும்புகளும், ஆக விரல்களில் 14 எலும்புகளும் இருக்கின்றன. மணிக்கட்டில் உள்ள எலும்புகள் வரிசைக்கு 4 வீதம் இரு வரிசைகளாக அமைந்துள்ளன. இவை மணிக்கட்டு எலும்புகள் (carpals) எனப்படும். உள்ளங்கையில் அமைந்துள்ளவை உள்ளங்கை எலும்புகள் (meta-carpals) ஆகும். விரல்களில் உள்ள எலும்புகளுக்கு விரல் எலும்புகள் (phalanges) என்று பெயர்.

TB A(9) N62

89979

கீழ்க்கையிலுள்ள ஆர எலும்பும் முழங்கை எலும்பும் மேற்கை எலும்புடன் முழங்கையில் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு கைகள் பல எலும்புகள் சேர்ந்து அமைந்திருப்பதால் தான் நாம் பொருள்களை எடுக்கவும், எழுதவும் இன்னும் பல நுட்பமான வேலைகளைச் செய்யவும் முடிகிறது.

கால் எலும்புகளின் அமைப்பு பெரும்பாலும் கை எலும்புகளின் அமைப்பை ஒத்ததே. ஒவ்வொரு காலிலும் 30 எலும்புகளிருக்கின்றன. தொடையில் (thigh) நீண்ட பலமுள்ள தொடை எலும்பு (femur) ஒன்றும், கீழ்க்காலில் கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு (fibula), கீழ்க்கால் உள் எலும்பு (tibia) ஆகிய 2 எலும்புகளும், முழங்காலில் முழங்கால் சில் (knee-cap or pattella) என்னும் ஓர் எலும்பும், கணைக்காலில் (ankle) 7 கணைக்கால் எலும்புகளும் (tarsal bones), பாதத்தில் (foot) 5 பாத எலும்புகளும் (meta-tarsal bones), விரல்களின் (toes) பெரிய விரலில் இரு எலும்புகள், மற்றை நான்கு விரல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் 3 எலும்புகள் வீதம் 12 எலும்புகள் ஆக 14 விரல் எலும்புகளும் அமைந்துள்ளன. கால்களில் உள்ள எலும்புகள் பலவிதங்களில் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால்தான் நாம் நடக்கவும், ஓடவும் விளையாடவும் முடிகிறது. நாம் கால் தவறிக் கீழே விழுந்தால் முழங்காலில் உள்ள எலும்பு இணைப்பிற்குக் கேடு ஏற்படாமல் முழங்கால் சில் பாதுகாக்கிறது.

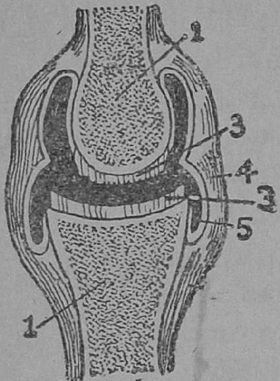


படம் 81. கால் எலும்புகள்

1. இடுப்பெலும்பு
2. தொடை எலும்பு
3. முழங்காற்சில்
4. கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு
5. கீழ்க்கால் உள்எலும்பு
6. கணைக்கால்
7. பாத எலும்புகள்
8. கால்விரல் எலும்புகள்

எலும்பு மூட்டுக்கள்: நமது உடலிலுள்ள எலும்புகள் பல

விதமாக ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட எலும்புகள் ஒன்றுயிணையுமிடத்திற்கு மூட்டு (joint) என்று பெயர். மூட்டுக்கள் இருப்பதால் ஓர் எலும்பை மற்றோன்றின் மீது நகர்த்த முடிகிறது. இரண்டு எலும்புகள் பொருந்து மிடத்தில் அவை விலகாதிருக்கும்படி பந்தகங்கள் (ligaments) என்னும் கயிறுகளால் கட்டப்பட்டுள்ளன. எலும்பு முனைகள் தேயாதிருக்க, முனைகளில் குருத்தெலும்பு (cartilage) என்னும் மென்மையான திசு அமைந்துள்ளது. மேலும், எலும்புகள் நகரும் பொழுது சிக்கல் ஏற்படாதிருக்க ஒருவித எண்ணெய் போன்ற திரவம் இம்மூட்டுக்களில் கசிகின்றது. இதற்கு மூட்டுச் சுரப்பு நீர் (synovial fluid) என்று பெயர். இந் நீரால் மூட்டுக்களில் எப்பொழுதும் ஈரம் படிந்திருப்பதால் எலும்புகள் உராய்வும் சிக்கலுமின்றி எளிதில் அசைய முடியும்.



படம் 82. ஓர் எலும்பு மூட்டின் அமைப்பு

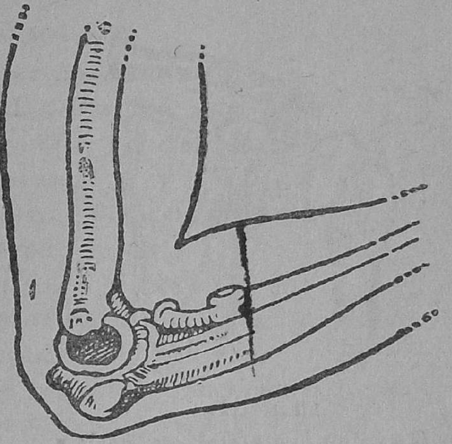
1. எலும்பு முனைகள்
3. குருத்தெலும்பு
4. பந்தகங்கள்
5. மூட்டுச் சுரப்பு நீர்

மூட்டுக்கள் இருவகைப்படும்: (1) அசையா மூட்டுக்கள் (immovable joints), (2) அசையும் மூட்டுக்கள் (movable joints). கபால எலும்புகளின் இணைப்பு அசையா மூட்டைச் சேர்ந்தது. தோள், இடுப்பு, முழங்கை, முழங்கால், விரல்கள் முதலான இடங்களிலுள்ள மூட்டுக்கள் அசையும் மூட்டுக்கள். அசையும் மூட்டுக்கள் பலவகைப்படும். அவற்றின் இயங்கும் தன்மையைப் பொருத்து, அவை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படும்: (1) வழுக்கு மூட்டு, (2) கீல் மூட்டு, (3) பந்துகிண்ண மூட்டு, (4) முளை மூட்டு.

வழுக்கு மூட்டு (gliding joints): இதில் சொற்ப அசைவு தான் ஏற்படும். இதில் உள்ள எலும்புகள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று சிறிது நகரும்படியாக அல்லது நழுவக்கூடிய விதமாக இணைக்கப்

பட்டிருக்கும். மணிக்கட்டு, முதுகுத் தண்டிலுள்ள முள்ளெலும்புகள் சேருமிடம் ஆகிய இடங்களில் காணப்படும் மூட்டுக்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை.

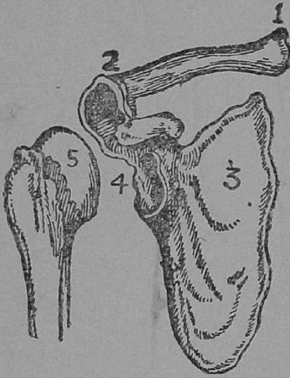
கீல்மூட்டு (hinge joint): கதவும் நிலையும் பொருந்தியிருக்குமிடத்தில் அமைந்துள்ள கீல், கதவுகளை ஒரு திசையில் முடித் திறப்பது போல், கீல்மூட்டு, எலும்புகளை முன்னும் பின்னுமாக ஒரு திசையில்தான் அசையவிடும். இவ்வித மூட்டுக்கள் முழங்கை, முழங்கால் ஆகிய உறுப்புக்களில் காணப்படுகின்றன. தொடை எலும்பும் கீழ்க்கால் உள் எலும்பும் சேரும் முழங்கால் மூட்டு இவ்வகையைச் சேர்ந்தது. இம்மூட்டுக்கள் எலும்புகளை ஒரே புறந்தான் அசையச் செய்வதால் நாம் கால்களையோ கைகளையோ மடக்கவும் நீட்டவும்தான் முடிகிறது. முன்கைகளைப் பின்புறமாகவோ, முன்கால்களை மேல்புறமாகவோ மடக்க முடிவதில்லை.



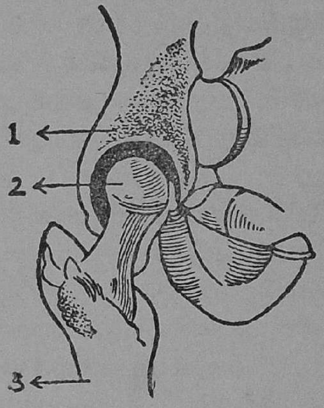
படம் 83. முழங்கையில் கீல்மூட்டு

பந்து கிண்ண மூட்டு (ball and socket joint): தோள் மூட்டும், இடுப்பு மூட்டும் பந்து கிண்ண மூட்டுக்கள். இவ்வகை மூட்டில் ஓர் எலும்பின் நுனி பந்துபோல் உருண்டையாயிருந்து மற்றோர் எலும்பில் உள்ள கிண்ணம் போன்ற குழியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. தோள் மூட்டில், மேற்கை எலும்பின் மேற்புறம் பந்துபோல் உருண்டை வடிவமுள்ளது. தோள்பட்டை எலும்பில் கிண்ணம் போன்ற குழியுள்ளது. மேற்கை எலும்பின் உருண்டை இக்கிண்ணத்தில் பொருத்தப்பெற்றிருக்கிறது. உருண்டைப் பகுதி கிண்ணத்தில் நாலா பக்கமும் உருள்கிறது. ஆகவே, இம்மூட்டிற்குப் பந்து கிண்ண மூட்டு எனப் பெயர் வழங்கலாயிற்று. இவ்விதமே தொண்டை எலும்பின் மேல் நுனி

பந்து போன்று உருண்டுள்ளது; இடுப்பெலும்பில் கிண்ணம் போன்ற ஆழமான குழி அமைந்துள்ளது. தொடை எலும்பு இக்குழியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. எனவே, இம்மூட்டால்



படம் 84.
தோளில் பந்துகிண்ண மூட்டு
1–2. காறை எலும்பு
3. தோள்பட்டை எலும்பு
4. தோள்பட்டை, காறை எலும்புகளில் குழி
5. மேற்கை எலும்பின் பந்து போன்ற முனை.



படம் 85. தொடையின் பந்துகிண்ண மூட்டு
1. இடுப்பெலும்பு
2. தொடை எலும்பின் பந்து போன்ற மேல் முனை
3. தொடை எலும்பு

நாலா பக்கங்களிலும் எலும்பை அசைக்க முடிகிறது. தொடை எலும்பின் பந்து முனை இடுப்பெலும்பின் குழியினுள் ஆழமாகப் பொருந்தியிருப்பதால், தோள் மூட்டில் கை அசைவதுபோல் அவ்வளவு அதிக அளவில் அசைய முடியாது.

முளை மூட்டு (pivot joints): கபாலத்தைத் தாங்கும் பிடர் எலும்பு, அதற்கு அடியிலிருக்கும் பிடர் அச்சின் முளையில் சுற்றுகிறது. அங்குள்ள மூட்டுக்கு முளை மூட்டு என்று பெயர். இம்மூட்டால் தலையை இடது புறமும் வலது புறமும் திருப்ப முடிகிறது. முழங்கையில் கீல் மூட்டைத் தவிர முளை மூட்டும்

அமைந்திருக்கிறது. முன்கையிலுள்ள ஆர எலும்பு முழங்கை எலும்புடன் முளை மூட்டால்தான் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வித மூட்டு அமைந்திருப்பதால்தான் நாம் நமது கீழ்க் கையைத் திருப்ப முடிகிறது.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. உடலுக்கு எலும்புக் கூட்டின் அவசியம் யாது?
2. எலும்புக் கூட்டால் ஏற்படும் நன்மைகள் யாவை?
3. எலும்புக் கூட்டின் முக்கியப் பிரிவுகள் எவை?
4. தலையிலுள்ள எலும்புகள் யாவை?
5. கபால எலும்பைப்பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக.
6. முதுகெலும்பு எவ்விதம் அமைந்துள்ளது?
7. மார்புக்கூட்டில் சம்பந்தப்பட்ட எலும்புகள் எவை?
8. இடுப்பெலும்பு எவ்வுறுப்புக்களைத் தாங்குகிறது?
9. விலா எலும்புகளின் அமைப்பை விவரிக்க.
10. கையிலும் காலிலுமுள்ள எலும்புகளை வரிசையாக எழுதுக.
11. எலும்புகள் எவ்வாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன?
12. தோள் வளையம், இடுப்பு வளையம் இவற்றின் அமைப்பை விவரிக்க.
13. உடலில் காணப்படும் எலும்பு மூட்டுக்கள் எத்தனை வகைப் படும்? அவை யாவை?
14. மூட்டுக்களால் என்ன பயன்?
15. பந்துகிண்ண மூட்டு எங்குள்ளது? அதன் அமைப்பை விவரி.
16. முளைமூட்டு எங்கே காணப்படுகிறது? இதனால் எவ்வித அசைவு கிடைக்கிறது?
17. எலும்புக்கூட்டில் பந்தகங்கள் எவ்வாறு பயன்படுகின்றன?
18. தோள்பட்டை, முதுகுத்தண்டு, மணிக்கட்டு, முழங்கை, கழுத்து இவ்விடங்களில் எவ்வகை மூட்டுக்கள் அமைந்திருக்கின்றன?

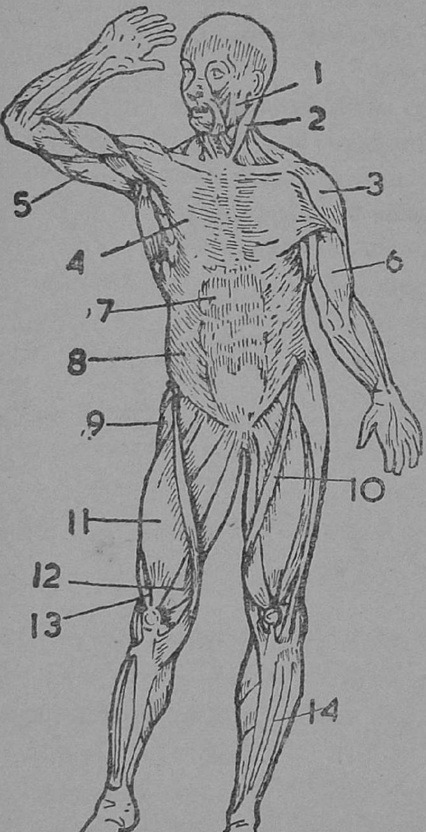
செய்முறைப் பயிற்சிகள்

1. பந்து கிண்ண மூட்டின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து காட்டுக.
2. கீல் மூட்டு, முளை மூட்டு இவற்றின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து காட்டுக.

16. தசைகள்

[தசைகளின் அமைப்பும் வேலையும்—இயங்கு தசைகளும் இயக்கு தசைகளும் — கெண்டைக்கால் தசை — இருதலைத் தசை — சுருக்கு தசை—இதயத் தசை.]

பலவித இயக்கங்களுக்கும் நடமாட்டத்திற்கும் உதவவேண்டி எலும்புகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. எலும்புகள் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் மட்டும் போதாது. எலும்புகள் தாமாகவே அசையமாட்டா; அவற்றை அசைப்பதற்கு வேறு சாதனம் ஒன்று வேண்டும். எலும்புகளை அசைக்கப் பயன்படும் சாதனம் நமது உடலில் காணப்படும் தசைகள். உடலைப் போர்த்துள்ள



படம் 86.

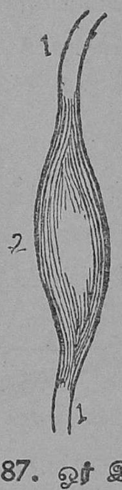
உடலின் தசைகளில் சில

1. தாடைத் தசை 2. கழுத்துத் தசை 3. மேற்கைத் தசை 4. மார்புத் தசை 5. முத்தலைத் தசை 6. இருதலைத் தசை 7. வயிற்றுத் தசை 8. இடுப்புத் தசை 9. மேற்கால் தசை 10, 11, 12. தொடைத் தசைகள் 13. முழங்கால் தசை 14. கீழ்க் கால் தசை

மேல் தோலை நீக்கினால் அதன்கீழ் மென்மையான சிவந்த மாமிசத் திரள்கள் காணப்படும். இவை தசைகள் (muscles) எனப்படும்.

இவற்றையே நாம் மாமிசம் என்றும், சதை என்றும் கூறுகிறோம். தசைகளில் ரத்த ஓட்டம் அதிகமாயிருப்பதால் இவை சிவந்த நிறமுள்ளவையாயிருக்கின்றன.

தசைகளின் அமைப்பு: தசைகள் நடுவில் பருத்தும், நுனியில் மெலிந்து நீண்டும் இருக்கும். தசைகளின் நுனிகளில் வெண்மையான கயிறுபோன்ற தசை நாண்கள் (tendons) என்னும் திசுக்கள் இருக்கின்றன. தசைகள் இத் தசைநாண்களால் எலும்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தசைகள் சுருங்கி விரியும் இயல்புடையவை. ஒரு தசை சுருங்கும்போது அதன் உருவம் சிறுத்துத் திரண்டு காணப்படும். அதன் இரு நுனிகளும் ஒன்றையொன்று நெருங்கி வரும். தசை சுருங்கும் பொழுது தசை நாண்கள் விறைப்பாய் இழுக்கப்படுவதால் எலும்புகள் இழுக்கப்பட்டு அசைவுகள் ஏற்படுகின்றன. ஆகவே, தசைகள், எலும்புகளை நெம்புகோல்களாகப் பயன்படுத்தி, அசைவுகளை உண்டாக்குகின்றன.



படம் 87. ஓர் இயக்கு தசையின் தோற்றம்
1. தசை நாண்கள்
2. தசையின் நடுப் பகுதி

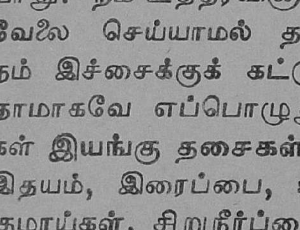
தசைகளின் பயன்: தசைகள் நமக்கு இரு விதங்களில் பயன்படுகின்றன. (1) அவை எலும்புக் கூட்டை ஒரு போர்வையைப் போல் மூடி, உடலுக்கு உருவத்தையும் அழகையும் கொடுக்கின்றன. (2) தசைகளால் அசைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

தசைகளின் வகைகள்: நமது உடலில் உள்ள தசைகள் இருவகைப்படும். சில தசைகள் நம் விருப்பத்திற்குக் கட்டுப்பட்டு வேலை செய்யும். அவற்றை நாம் நினைக்கிறபடி அசையச் செய்யலாம். கை, கால், தலை முதலியவற்றை நாம் நம் விருப்பப்படி அசைக்கிறோம். இவ்வாறு நமது இச்சைக்குக் கட்டுப்பட்ட, அல்லது நாம் நினைப்பதுபோல் வேலைசெய்யக்கூடிய, தசைகள் இயக்கு

தசைகள் (volunatry muscles) எனப்படும். இத்தசைகள் தான் எலும்புகளோடு தசைநாண்களால் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

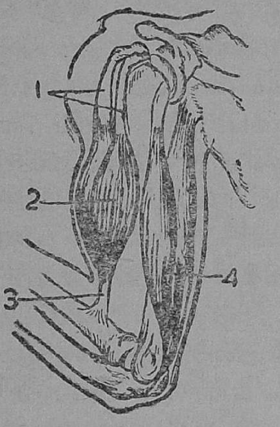
நம் விருப்பத்திற்குக் கட்டுப்படாத தசைகளும் உடலில் பல இருக்கின்றன. இவை தாமாகவே தம்முடைய வேலைகளைச் செய்கின்றன. நாம் விரும்பும்பொழுது அவற்றை அசைக்க முடியாது. நம் உத்தரவினால் அவை வேலை செய்வதில்லை; அவற்றை வேலை செய்யாமல் தடுக்கவும் நம்மால் இயலாது. இவ்விதம் நம் இச்சைக்குக் கட்டுப்படாமலும், நம் தூண்டுதலில்லாமலும் தாமாகவே எப்பொழுதும் வேலை செய்துகொண்டிருக்கும் தசைகள் இயங்கு தசைகள் (involuntary muscles) எனப்படும். இதயம், இரைப்பை, உணவுப் பாதை, நுரையீரல்கள், ரத்தக் குழாய்கள், சிறுநீர்ப்பை போன்ற உறுப்புக்களிலுள்ள தசைகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. பொதுவாக இயங்கு தசைகள் எலும்புகளோடு இணைக்கப்பட்டிரா.

இருதலைத் தசையும் முத்தலைத் தசையும்: முழங்கையை மடிப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். மேல் கையின் முன் புறத்தில் இருதலைத் தசை (biceps) என்னும் ஒரு தசை இருக்கிறது. இத்தசையின் மேல்நுனிகள் தசை நாண்களால் தோள்பட்டை எலும்புடனும் கீழ்நுனி ஆர எலும்புடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இத்தசையின் பருத்த பாகம் மேற்கை எலும்பின் முன்பக்கமாக உள்ளது; ஆனால் அதனோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கவில்லை. அதனால் இத்தசை சுருங்கும்பொழுது ஆர எலும்பும் முழங்கை எலும்பும் தோள்பட்டை எலும்பை நோக்கி மேலிழுக்கப்படுகின்றன; கை மடிக்கப்படுகிறது. அதே சமயத்தில் மேற்கை எலும்பின் முன்புறமுள்ள முத்தலைத் தசை



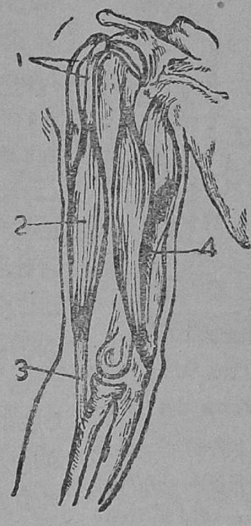
படம் 88.
1. இருதலைத் தசை
2. முத்தலைத் தசை
3. தோள்பட்டை எலும்பு
4. முழங்கை எலும்பு

(triceps) என்னும் மற்ருெரு தசை விரிகிறது. கையை நீட்டும் போது முத்தலைத் தசை சுருங்குகிறது; இருதலைத் தசை விரிகிறது. இவ்விதம் இயக்கு தசைகள் மூட்டுக்களில் இணைக்கப்



படம் 89. கையை மடக்கும்போது தசை அமைப்பு

1. இருதலைத் தசையின் மேற்புற நாண்கள் 2. இருதலைத் தசை பருத்திருப்பது 3. அத்தசையின் அடி நாண் 4. முத்தலைத் தசை மெலிந்து நீண்டிருப்பது

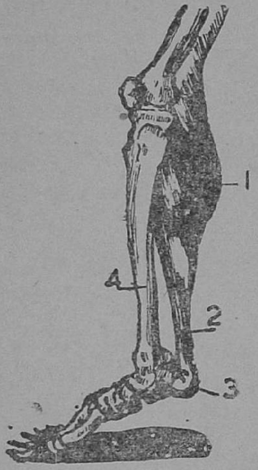


படம் 90. கையை நீட்டும் போது தசை அமைப்பு

1. இருதலைத் தசையின் மேற்புற நாண்கள் 2. இருதலைத் தசை மெலிந்து நீண்டு இருப்பது 3. இருதலைத் தசையின் அடி நாண் 4. முத்தலைத் தசை பருத்துச் சுருங்கியிருப்பது

பட்டுள்ள இரண்டு எலும்புகளுக்கு இடையில் அசையாமலிருக்கின்ற ஓர் எலும்புடன் ஒரு நுனியும், அசையக்கூடிய எலும்புடன் மற்ருெரு நுனியும், சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. எனவே, ஓர் எலும்பை அசைப்பதற்கு இரண்டு தசைகள் அமைந்திருக்க வேண்டும். ஒரு தசை, எலும்பை நீட்டும்; மற்ருென்று மடக்கும்.

இவை முறையே **நீட்டு தசை** (extensor), **மடக்கு தசை** (flexor) என்று பெயர் பெறும்.



படம் 91.
கெண்டைக்கால் தசை
1. கெண்டைக்கால் தசை 2. அசில்லிஸ் தசை நாண்
3. குதிகால் எலும்பு
4. கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு

கெண்டைக்கால் தசை (calf muscle): இது உடலிலுள்ள பெரிய தசைகளில் ஒன்று. இத்தசையின் ஒரு சிறு பகுதி தொடை எலும்பின் கீழ்முனையில் தொடங்குகிறது. ஆனால் முக்கியமான பெரும்பாகம் கீழ்க் காலிலுள்ள எலும்புகளின் மேல் பாகத்தில் தான் தொடங்குகிறது. இத்தசை மூன்று பிரிவுகள் சேர்ந்து ஏற்பட்டது. இது உறுதி யான நீண்ட தசை நாண்களால் (அசில்லிஸ் தசை நாண்) குதிக்கால் எலும்போடு கட்டப் பட்டுள்ளது. நிற்பதற்கும், நடப்பதற்கும், ஓடுவதற்கும் இத் தசை உதவுகிறது.

சுருக்கு தசைகள் (sphincter muscles): இவை உடலில் சில உறுப்புக்களி லிருந்து வெளிச் செல்லும் துவாரங்களைச் சுற்றி அமைந்திருக்கின்றன. இரைப்பையி லிருந்து சிறுகுடலுக்குச் செல்லும் இடத்தி லுள்ள துவாரமாகிய குடல்வாயில் சுருக்கு தசைகள் அமைந்துள்ளன. இவை குடல் வாயைத் திறக்கும்படி செய்து, ஜீரண மடைந்த உணவுப் பொருள்களைச் சிறு குட லுக்குள் அனுப்பும். மற்ற வேளைகளில், குடல் வாயை மூடியிருக் கும்படி செய்யும். சிறுகுடலும் பெருங்குடலும் சேருமிடத்திலும் இவ்வகைத் தசைகள் காணப்படுகின்றன. சிறு குடலில், குடல் உறிஞ்சிகள் சத்துப் பொருள்களை ஈர்த்துக்கொண்ட பிறகு எஞ் சிய கழிவுப் பொருள்கள் பெருங்குடலை அடையும்படி இத்தசை கள் திறக்கின்றன. பெருங்குடலின் கடைப் பகுதியான மலக் குடலிலும் சுருக்கு தசைகள் பொருந்தியுள்ளன. இத்தசைகள் மலத்தை வெளியகற்ற உதவுகின்றன. மற்ற நேரங்களில் மலக் குடலின் வாயை இவை மூடிவிடும்.

சிறுநீர்ப்பையோடு சிறுநீர்ப் புறவழி என்ற குழல் பொருந்தியிருக்கும் இடத்தில், சுருக்கு தசைகள் உள்ளன. இத்தசைகள் இழுக்கப்பட்டுச் சுருங்கி இருக்குமாதலால் சிறுநீர்ப்பையின் வாய் அடைக்கப்பட்டிருக்கும். சிறுநீர்ப்பை சிறுநீரால் நிரப்பப்பட்டவுடன் அதன் வாயிலில் இருக்கும் சுருக்கு தசைகள் தளர்ந்து சிறுநீரைப் புறவழி மூலம் வெளியே அனுப்பி, சிறுநீர்ப்பையைக் காலியாக்குகின்றன.

இதயத் தசைகள் (cardiac muscles): இவை இயங்கு தசை வகையைச் சேர்ந்தவை. இதயம் இயங்குவது இத்தசைகளாலேயே. இதயத்தின் வேலை தடைப்படுமானால் ஏற்படுவது மரணமே. ஆதலால் இத்தசைகள் மிகவும் இன்றியமையாதன. இத்தசைகளால்தான் இதயம் மாறி மாறிச் சுருங்கி விரிகிறது; ரத்தக் குழாய்களின் வழியே ரத்தம் வெகுதூரம் செல்லவேண்டியிருப்பதால் இத்தசைகள் சக்தியுள்ளவையாக அமைந்துள்ளன. இதயத்தில் பொருந்திய இத்தசைகளின் தசைநார்கள் அடுக்கடுக்காகவும், ஒவ்வொரு தசை நாரிலிருந்து ஒன்றிரண்டு கிளைகள் பிரிந்தும், பல கிளைகள் வலைபோல் பின்னிக் கொண்டும் காணப்படுகின்றன. இத்தசை நார்களுக்கிடையில் ரத்தக் குழாய்களும் நரம்புகளும் அமைந்துள்ளன.

பிற தசைகள்: மேற் கூறப்பட்ட சில தனிப்பட்ட தசைகளைத் தவிர, தலை, கழுத்து முதலிய பாகங்களிலும் தசைகள் அமைந்துள்ளன. இவ்விடங்களில் இயக்கு தசைகள், இயங்கு தசைகள் என்னும் இருவகைத் தசைகளும் உள்ளன. இத்தசைகளே தலையைத் திருப்பவும், கீழ்த்தாடையை அசைத்து உணவைப் பற்களால் மெல்லவும், ஏற்படும் உணர்ச்சிகளை முகத்தில் தோற்றுவிக்கவும் உதவுகின்றன. கண் இமைகளை மூடித் திறப்பதற்கு உதவும் தசைகள் இயக்கு தசைகளே.

தசைகள் நரம்பு மண்டலத்துடன் நெருங்கிய தொடர்பு உடையன. நரம்புகளின் மூலம் மூளையிலிருந்து உத்தரவு கிடைத்த பிறகுதான் தசைகள் சுருங்கி விரியும். உடலில் நடைபெறும் அசைவுகளுக்கெல்லாம் தசைகளே காரணம். ஆதலால் தசைகள் தமது வேலைகளைச் சரிவரச் செய்ய வேண்டுமானால்,

அவற்றைப் பயன்படும் நிலையில் வைத்திருக்க வேண்டும். ஆனால் அவை ஓய்வில்லாமல் உழைக்குமானால் சோர்வடையும். அவ்வப் போது அவற்றிற்கு ஓய்வு கொடுக்கவேண்டும். தசைகள் வேலை செய்வதற்கு வேண்டும் சக்தியை அடைய நாம் ஊட்ட மான உணவை உட்கொள்ள வேண்டும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. தசை என்பது யாது? அதன் இயல்பு என்ன?
2. தசைகள் எத்தனை வகைப்படும்? ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு உதாரணங்கள் தருக.
3. இயக்கு தசைகளுக்கும் இயங்கு தசைகளுக்கும் உள்ள வேறு பாடுகள் யாவை?
4. தசைகள் எலும்புகளை எப்படி அசைக்கப் பயன்படுகின்றன?
5. தசைகளால் ஏற்படும் பயன்கள் யாவை?
6. தசை நாண்கள் என்றால் என்ன? அவை எவ்வாறு உதவி புரிகின்றன?
7. இதயத் துடிப்பு, உணவை மெல்லுதல், கையைத் தூக்குதல், சுவாசித்தல்—இவற்றில் எவ்விதத் தசைகள் வேலை செய்கின்றன?
8. இதயத் தசைகளைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக.
9. சுருக்கு தசைகள் என்பவை யாவை? அவை உடலில் எங் கெங்குக் காணப்படுகின்றன?
10. இருதலைத் தசை வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கிக் கூறுக.
11. கெண்டைக்கால் தசையின் பயன்கள் என்ன?
12. தசைகளைப் பாதுகாப்பதன் அவசியம் என்ன?

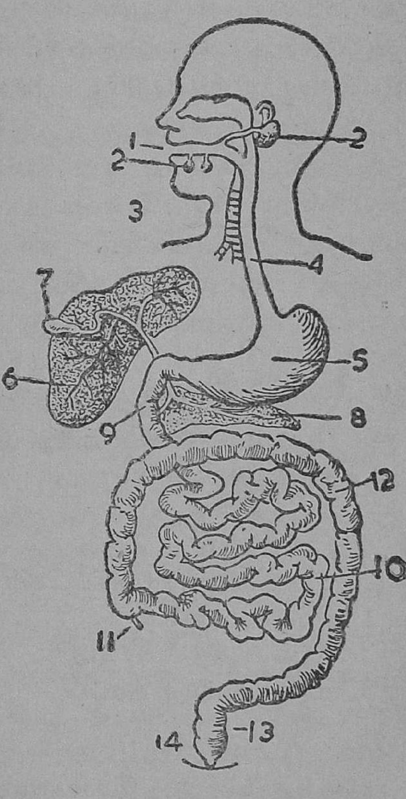
செய்முறைப் பயிற்சி

இருதலைத் தசை, முத்தலைத் தசை ஆகிய இரண்டும் முன்கையை நீட்டி மடக்க எவ்வாறு சுருங்கி விரிகின்றன என்று விளக்க, படங்கள் வரைக.

17. ஜீரண மண்டலம்

[ஜீரணம்—உணவுப்பாதை—ஜீரணத்திற்கு உதவும் என்ஸைம்கள்—திசுக்களுக்கு உணவு செல்லும் வகை—உட்கிரகித்தல்—தன்மயமாக்கல்.]

நாம் உட்கொள்ளும் பொருள்களில், புரோட்டீன், கார்போஹைடிரேட்டு, கொழுப்பு முதலிய பகுதிகள் அடங்கியுள்ளன. அவை அவ்வுருவங்களிலேயே, திடப் பொருளாகவே, திசுக்களுக்குச் செல்ல முடியாது. திசுக்களுக்குச் சென்று பயன்படும்படி செய்ய, உடலில் ஓடும் ரத்தம் அவற்றை எடுத்துச் செல்லும்படி அவை முதலில் திரவப் பொருளாக மாற்றப்படவேண்டும்; ரத்தத்துடன் கலக்கும்படி செய்ய வேண்டும். இவ்விதம் நாம் உட்கொள்ளும் உணவு திசுக்களுக்குப் பயன்படுமாறு கரைசலாக மாற்றப்படுவதற்கு ஜீரணமாதல் அல்லது ஜீரணம் (digestion) என்று பெயர்.

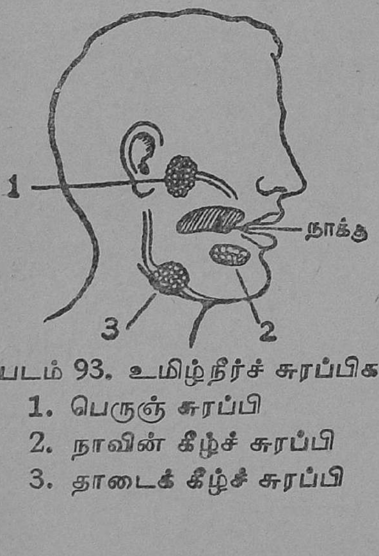


படம் 92. உணவுப்பாதை
1. வாய் 2. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் 4. உணவுக்குழல் 5. இரைப்பை 6. கல்லீரல் 7. பித்தப்பை 8. கணையம் 9. முன்சிறுகுடல் 10. சிறுகுடல் 11. குடல்வால் 12. பெருங்குடல் 13. மலக்குடல் 14. குதம்.

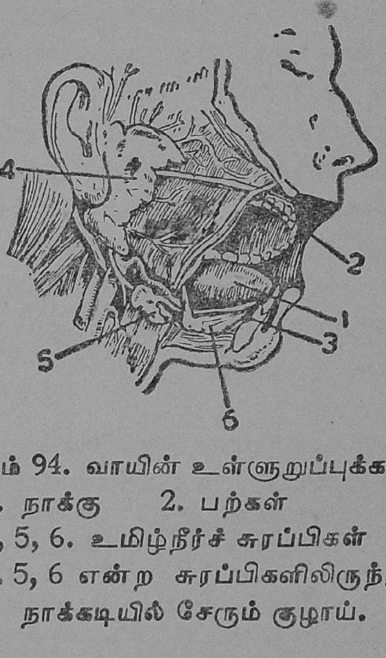
நாம் உட்கொள்ளும் உணவு எவ்விதம் எவ்விடங்களில் திரவப் பொருளாக மாற்றப்படுகிறது என்றும், மாறுதலுக்குப் பிறகு

என்ன நேரிடுகிறது என்றும், அது நமக்கு எவ்விதம் பயனளிக்கிறது என்றும் இப்பாடத்தில் கவனிப்போம்.

உணவுப் பாதை (alimentary canal): உணவுப் பாதையின் துவக்கம் வாய். நாம் உணவை வாயில் போட்டவுடன் அதைப் பற்கள் அரைக்கின்றன. நாக்கு புரட்டிக் கொடுக்கிறது. வாயினுள் மூன்று ஜதை எச்சில் சுரப்பிகள் அல்லது உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகள் (salivary glands) இருக்கின்றன. வாயினுள் இரு காதுகளருகே ஒரு ஜதை சுரப்பிகள் உள்ளன. இவை பெருஞ் சுரப்பிகள் (parotid glands) எனப்படும். கீழ்த் தாடையின் இரு பக்கங்களிலும் உட்புறமாக ஒரு ஜதை அமைந்திருக்கிறது. இவை தாடைக் கீழ்ச் சுரப்பிகள் (submaxillary glands) எனப்படும். நாக்கின் அடியில் மூன்றுவது ஜதை



படம் 93. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள்
1. பெருஞ் சுரப்பி
2. நாவின் கீழ்ச் சுரப்பி
3. தாடைக் கீழ்ச் சுரப்பி



படம் 94. வாயின் உள்ளுறுப்புக்கள்
1. நாக்கு 2. பற்கள்
4, 5, 6. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள்
3. 5, 6 என்ற சுரப்பிகளிலிருந்து நாக்கடியில் சேரும் குழாய்.

அமைந்துள்ளது. இவை நாவின் கீழ்ச் சுரப்பிகள் (sublingual glands) எனப்படும். இம்மூன்று ஜதை சுரப்பிகளிலிருந்தும் உமிழ் நீர் வெளிவருகிறது. வாயில் உணவு அரைக்கப்படும்

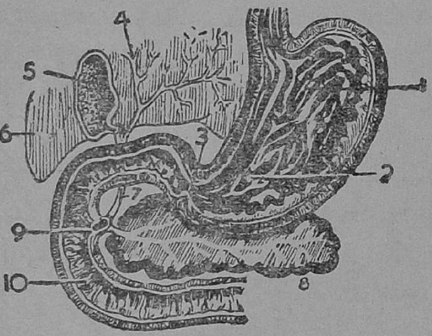
போது உமிழ் நீருடன் கலக்கிறது. உமிழ்நீர் (saliva) காரத் தன்மையுடைய ஒரு திரவம். இதில் நீரும், சில உப்புக்களும், டயலின் (ptyalin) என்னும் என்ஸைமும் அடங்கியுள்ளன. டயலின் ஸ்டார்ச்சைச் சர்க்கரையாக மாற்றும் குணமுடையது. எனவே, ஒருவன் உட்கொள்ளும் உணவுப் பொருள்கள் பற்களால் நன்ருக அரைக்கப்பட்டு மென்மையாக மாறி உமிழ் நீருடன் கலந்ததும், அப்பொருள்களில் அடங்கியுள்ள கார்போஹைடி ரேட்டுகளில் ஒரு பகுதியான ஸ்டார்ச்சு, சர்க்கரையாக மாற்றப் படுகின்றது.

மேலும், உணவுப்பொருள்கள் மென்மையாக ஆவதுடன் எச்சிலோடு கலப்பதால் எளிதில் விழுங்கக்கூடிய தன்மையை அடைகின்றன. இவ்வுணவு வாயிலிருந்து தொண்டை வழியாக உணவுக் குழலை (gullet) அடைகிறது. உணவுக் குழல் கழுத் தின் மத்திய பாகத்தில் அமைந்துள்ள ஒரு தசைக்குழல். இது பல தசை வளையங்களால் ஆனது. உணவு இந்தக் குழலின் ஒரு பாகத்தை யடைந்ததும் அங்குள்ள வளையங்கள் சுருங்கி உணவை நெருக்கி, அடியிலுள்ள வளையங்களுக்கு அனுப்பு கின்றன. இவ்விதம் நெருக்கப்பட்டுப் படிப்படியாக உணவு இரைப்பை (stomach)யை அடைகிறது.

இரைப்பை : இரைப்பை உதரவிதானத்திற்கு (diaphragm) அடியில் உடலின் கீழ்ப்பாகத்தில் இடது பக்கமாக இருக் கிறது. இதன் மேல்வாய் உணவுக் குழலுடனும், கீழ்வாய் சிறு குடலுடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இரைப்பையின் உட் புறச் சுவர்களின் மீதுள்ள சிலேட்டுமப் படலத்தில் (mucous membrane) நுட்பமான இரைப்பை நீர்ச் சுரப்பிகள் (gastric glands) உள்ளன. இச்சுரப்பிகள் இரைப்பை நீர் (gastric juice) என்னும் ஒரு திரவத்தைச் சுரக்கின்றன. இரைப்பை நீர் தெளிவான அமில குணமுடைய ஒரு திரவம். இதில் சிறிது ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமும் (hydrochloric acid), சிறிது தண்ணீர், உப்புக்கள், பெப்ஸின் (pepsin) என்னும் என்ஸைம் ஆகியவையும் அடங்கியுள்ளன.

உணவு இரைப்பையை அடைந்தவுடன், இரைப்பையிலுள்ள

தசைகள் குறுகித் தளர்ந்து உணவை நாற்புறமும் அழுத்திப் புரட்டுகின்றன. இதனால் உணவு இரைப்பை நீருடன் நன்றாகக் கலக்கப்படுகிறது. இரைப்பை நீர் உணவிலுள்ள புரோட்டீன்களைத் தகர்த்து பெப்டோன்கள் (peptone) என்னும் கரையக் கூடிய பொருள்களாக மாற்றுகிறது. இந்நீரிலுள்ள ஹைடிரோ



படம் 95. இரைப்பையின் வெட்டுத் தோற்றம்

1. இரைப்பை
2. இரைப்பைச் சுரப்பிகள்
3. இரைப்பையின் இறுதியிலுள்ள சுருக்கு தசை, குடல்வாய்
4. கல்லீரல் குழாய்
5. பித்தநீர்ப் பை
6. கல்லீரல்
7. பித்த நீர்க் குழாய்
8. கணையம்
9. கணையக் குழாயும் பித்தநீர்க் குழாயும் முன் சிறுகுடலில் சேருமிடம்
10. முன் சிறுகுடல்

குளோரிக அமிலம் உணவிலுள்ள கிருமிகளை அழித்து விடுகிறது. இரைப்பை நீர், கார்போ ஹைடிரேட்டுகளிலும் கொழுப்புகளிலும் எவ்வித மாறுதலையும் உண்டாக்குவதில்லை.

முன் சிறுகுடல் : உணவுப் பொருள் இரைப்பையில் சுமார் மூன்று அல்லது நான்கு மணி நேரம் தங்கியபின் இரைப்பை நீருடன் கலந்து நன்றாகத் தகர்க்கப்படுவதால் ஒருவிதக் குழம்பாக மாறுகிறது. இக்குழம்பிற்கு அல்லது கூழ்போன்ற பொருளுக்கு இரைப்பைப் பாகு (chyme) என்று பெயர். இது இரைப்பையிலிருந்து குடல்வாய் வழியாக முன்சிறுகுடலை (duodenum) அடைகிறது. இவ்விடத்தில் கல்லீரலிலிருந்து (liver) ஒரு குழாயின் வழியாகப் பித்த நீரும் (bile), கணையத்திலிருந்து (pancreas) ஒரு குழாயின் வழியாகக் கணைய நீரும் (pancreatic juice) வந்து கலக்கின்றன. இவற்றைத் தவிர, சிறுகுடலிலுள்ள குடல் நீர்ச் சுரப்பிகள் (intestinal glands) சுரக்கும் குடல் நீர் (intestinal juice) என்னும் ஒரு ஜீரண

நீரும் வந்து சேர்கிறது. இந்நீர்களெல்லாம் குழம்பு போன்ற உணவுடன் நன்ருகக் கலக்கின்றன.

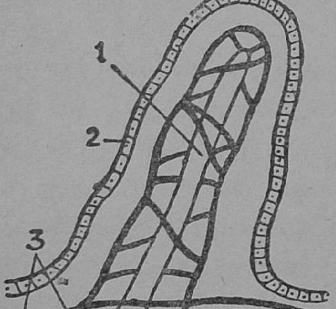
கல்லீரல் : கல்லீரல் உதரவிதானத்தின் கீழ் வலது பாகத்தில் அமைந்துள்ளது. இதில் இரண்டு பகுதிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பாகத்திலும் பித்தநீர் சுரக்கிறது. இது அந்தந்தப் பாகத்திலிருந்து தனித்தனி நாளங்களின் (ducts) வழியாகப் பித்தப்பை (gall bladder) என்னும் உறுப்பையடைந்து, அங்கிருந்து வேருெரு குழாயின் வழியாகச் சிறுகுடலே அடைகிறது. பித்தநீர், மஞ்சள் நிறமும் கார குணமுமுள்ள திரவம்; பித்த நீருக்குச் சிதைவு தடுக்கும் (anti-septic) குணம் உண்டு. ஆதலால் இது குடலில் வந்து சேரும் உணவைச் சிதைந்து கெடாமல் பாதுகாக்கிறது. பித்த நீருக்கு உணவைத் தனியாக ஜீரணிக்கும் சக்தி இல்லே. அது கணைய நீருடன் சேர்ந்து, கொழுப்புக்களே அமிலங்களாகவும், கிளிசரிஞகவும் மாற்றிக் கூழ்ப் பாலாகச் செய்கிறது.

கணையம் : கணையம் என்னும் உறுப்பு, முன் சிறுகுடலுக்கும் மண்ணீரலுக்கும் (spleen) இடையேயுள்ளது. இதில் சுரக்கும் கணையநீர் ஒரு குழாயின் வழியாக வந்து பித்த நீருடன் சேர்ந்து, இரு ஜீரண நீர்களும், முன்சிறுகுடலே அடைகின்றன. கணையநீர் நிறமற்ற திரவம். இதில் தண்ணீர், உப்புக்கள், டிரைப்சின் (trypsin), அமைலேஸ் (amylase), லேபேஸ் (lipase) என்னும் என்ஸைம்கள் அடங்கியுள்ளன. இம்மூன்று என்ஸைம்களும் முறையே உணவுப் பொருளிலுள்ள புரோட்டீன், கார்போஹைடிரேட்டு, கொழுப்பு ஆகிய பொருள்களே ஜீரணிக்கின்றன. டிரைப்ஸின் என்ற என்ஸைம், புரோட்டீனே ஜீரணித்து அமிஞே அமிலங்களாக (amino-acids) மாற்றுகிறது. லேபேஸ் என்னும் என்ஸைம், கொழுப்பை ஜீரணித்து கிளிசரிஞகவும் கொழுப்பு அமிலமாகவும் மாற்றுகிறது. அமைலேஸ், கார்போஹைடிரேட்டுகளே ஜீரணித்து மால்டோஸ் (maltose) என்னும் ஒருவகைச் சர்க்கரையாக மாற்றுகிறது.

என்ஸைம்கள் : குடல்நீர்ச் சுரப்பிகளிலிருந்து ஊறும் குடல்நீர், குடலில் வந்து சேரும் குழம்பு போன்ற உணவில்

மிகுந்துள்ள புரோட்டீன்களையும் கார்போ ஹைடிரேட்டுகளையும் ஜீரணிக்கிறது. இக் குடல் நீரில் உள்ள எரிப்சின், சுக்ரேஸ், மால்டேஸ், லாக்டேஸ் என்னும் என்ஸைம்கள் இவ்வேலையைச் செய்கின்றன. இவ்விதம் எல்லாவித உணவுப் பொருள்களும் சிறுகுடலின் முன்பாகத்தில் ஜீரணிக்கப்படுகின்றன ; அதாவது, ரத்தத்தில் உறிஞ்சிக் கொள்ளக்கூடிய கரைசல்களாக மாற்றப்படுகின்றன. இந்தக் கரைசல்களிலிருந்து சத்தான பகுதிகள் சிறு குடலில் உறிஞ்சப்படுகின்றன. எஞ்சிய பொருள்கள் பெருங் குடலுக்குள் தள்ளப்படுகின்றன.

பெருங்குடல் : கூழ் நிலையிலிருக்கும் பொருளாகிய குடற் பால் (chyle) என்னும் பொருளில் உள்ள சத்துப் பொருள்கள் உட்கிரகிக்கப்பட்டதும், மிகுதியுள்ள பொருள்களில் கலந்துள்ள தண்ணீரை மட்டும் சுமார் 6 அடி நீளமுள்ள பெருங்குடல் (large intestines) உறிஞ்சிக்கொள்ளும். உடலுக்குப் பயனில்லாத கெட்டியான பகுதியும், ஜீரணிக்கப்படாத பொருள்களும், உட் கிரகிக்க முடியாத பொருள்களும், மலக்குடலின் (rectum) வழியாக அவ்வப்பொழுது மலமாக வெளியே கழிக்கப்படுகின்றன.



படம் 96. குடலுறிஞ்சி
1. குடற்பாற் குழல்
2. குடலுறிஞ்சியின் சுவர்
3. தந்துகி ரத்தக் குழாய்

சிறு குடலில் உட்கிரகித்தல் (absorption) : உணவுப் பொருள்களின் ஜீரணமான பகுதி சிறுகுடலில் ரத்தத்தில் கலக்கின்றது. அதற்கேற்றவாறு சுமார் 20 அடி நீளமுள்ள சிறு குடலின் உட்புறத்தில் நுண்ணிய விரல் போன்ற கணக்கற்ற உறுப்புக்கள் நீட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. இவை குடலுறிஞ்சிகள் (villi) எனப்படும். இவற்றின் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம். இவை குடலின் சுவரிலிருந்து உள்நோக்கி வளர்ந்துள்ளன. ஒவ்வொரு குடலுறிஞ்சியினுள்ளும் ஒரு குழல்

தொடங்குகிறது. இவ்விதக் குழல்கள் குடற்பால் குழல்கள் (lacteals) எனப்படும். இக்குழலைச் சுற்றி மெல்லிய மயிரிழை போன்ற கணக்கற்ற ரத்த தந்துகிக் குழாய்கள் வலைபோல் சூழ்ந்து கொண்டிருக்கின்றன.

சர்க்கரைப் பொருள்களும், அமினோ அமிலங்களும் ரத்த தந்துகிகளில் கிரகிக்கப்பட்டு, ரத்தக் குழாய்களில் சேர்ந்து ரத்தத்துடன் கலந்து, போர்ட்டல் சிரையின் (portal vein) வழியாகக் கல்லீரலை யடைந்து, அங்குச் சிறு மாறுதல்களை அடைந்த பிறகு, கல்லீரல் சிரையின் வழியாகக் கீழ்ப் பெருஞ் சிரையை யடைந்து இதயத்தை அடைகின்றன. உடனடியான தேவைக்கு அதிகமாயுள்ள சர்க்கரை, கிளைக்கோஜனாக மாற்றப் பட்டுக் கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. ஜீரணமான கொழுப்பு குடற்பாற் குழல்களால் உறிஞ்சப்படுகிறது. குடற்பால் குழல் ஒவ்வொன்றும் நிண நீர்க் குழாய்களோடு (lymphatic vessels) பொருந்தியுள்ளது. நிண நீர்க் குழாய்கள் மார் நிண நீர் நாளத்துடன் (thoracic duct) சேர்கின்றன. இந்நாளம் கழுத்து பாகத்தில் இடது காறையடி சிரையைச் சேர்கிறது. எனவே, குடற்பால் குழல்களால் உறிஞ்சப்பட்ட கொழுப்புப் பொருள்கள் மார் நிணநீர் நாளத்தை அடைந்து, அங்கிருந்து இடது காறையடி சிரையின் வழியாக மேற் பெருஞ் சிரையின் ரத்தத்துடன் கலந்து, இதயத்தை அடைகின்றன. இவ்விதம், ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்கள் சிறுகுடலில் உறிஞ்சப் படுவதற்குத்தான் உட்கிரகித்தல் (absorption) என்று பெயர்.

தன் மயமாக்கல்: ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்கள் ரத்தத்துடன் கலந்து இதயத்தை அடைந்து அங்கிருந்து தமனி களின் வழியாக உடலின் எல்லா உறுப்புக்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. பெரிய தமனிகள் சிறிய தமனிகளாகப் பிரிந்து, சிறிய தமனிகள் மயிரிழை போன்ற தந்துகிகளாகப் பிரிகின்றன. தந்துகிகள் திசுக்களின் இடையில் செல்லும் பொழுது இவற்றின் மெல்லிய சுவர்களின் வழியாக உணவுச் சத்துக்களடங்கிய திரவம் வெளிவந்து திசுக்களை அடைகின்றது. திசுக்களிலுள்ள செல்கள் தமக்கு வேண்டிய உணவுச் சத்தை

எடுத்துக்கொண்டு, தம் பொருளாக மாற்றுகின்றன. தசையி லுள்ள செல்கள் உணவுச் சத்திலிருந்து தசைப் பொருளே அமைக்கின்றன. எலும்பு செல்கள் உணவுச் சத்திலிருந்து எலும்பை அமைக்கின்றன. இவ்வாறு ரத்த ஓட்டத்திலிருந்து உணவுச் சத்துக்களேச் செல்கள் பெற்று, உணவைத் தம் பொரு ளாக மாற்றிக்கொள்வதற்குத் தன் மயமாக்கல் (assimilation) என்று பெயர்.

பயிற்சி விஞக்கள்

1. உணவுப் பாதையின் பாகங்களேக் கூறுக.
2. வாயிலிட்ட உணவு செல்லுமிடங்களேயும், ஆங்காங்கு ஏற்படும் மாறுதல்களேயும் கூறுக.
3. நமது உடலிலுள்ள ஜீரண நீர்ச் சுரப்பிகளேயும், அவை உற்பத்தி செய்யும் நீர்களேயும், அவற்றிலுள்ள என்ஸைம்களேயும், அவை ஜீரணமாக்கும் பொருள்களேயும் ஓர் அட்டவணேயில் குறிக்க.
4. உட்கிரகித்தல் என்ருல் என்ன?
5. உட்கிரகித்தல் எங்கே, எவ்வாறு நிகழ்கிறது?
6. தன்மயமாக்கல் என்ருல் என்ன?

செய்முறைப் பயிற்சி

உணவுப் பாதையின் படம் வரைந்து, பாகங்களேக் குறிப்பிடுக.

18. வளர் சிதை மாற்றம்

[கார்போஹைடிரேட்டு, கொழுப்பு, புரோட்டீன் இவற்றில் ஏற்படும் வளர் சிதை மாற்றம்.]

நாம் உண்ணும் உணவு ஜீரணிக்கப்பட்டு, உட்கிரகிக்கப் பட்ட பின் அது சில மாறுதல்களே அடைகிறது. இம் மாறுதல் களே இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை முறையே, சிதை மாற்றம் (katabolism), வளர் மாற்றம் (anabolism) என்று கூறப்படும். இவை இரண்டையும் ஒன்ருகச் சேர்த்து, வளர் சிதை மாற்றம் என்று கூறுகிருேம்.

கார்போ ஹைடிரேட்டுக்கள் : நாம் உண்ணும் உணவுப் பொருள்கள் எல்லாவற்றிலும் கரிப் பொருள் உள்ளது. எனினும், உணவுப் பொருள்களிலுள்ள கார்போ ஹைடிரேட்டுகளிலிருந்தே நமக்கு முக்கியமாக வேண்டிய வெப்பமும் சக்தியும் கிடைக்கிறது. ஜீரணிக்கப்பட்ட கார்போ ஹைடிரேட்டுகளில் பெரும் பகுதி கிளைக்கோஜன் என்னும் பொருளாக மாற்றப்பட்டு, கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. பின், அது வேண்டும்பொழுது செல்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, அங்குத் தன் மயமாக்கப் படுகிறது. இதுபோல் தன் மயமாக்கப்பட்ட கார்போ ஹைடி ரேட்டு, ஆக்ஸிஜனேடு சேர்ந்து ஆக்ஸிகரணம் அடைவதால் திசுக்கள் அழிக்கப்படுகின்றன ; அதனுல் நமக்கு வேண்டிய சக்தி கிடைக்கிறது. மேலும் அப்பொழுது ஏற்படும் கழிவுப் பொருள் களும் அகற்றப்படுகின்றன. இதை ஈடு செய்ய நாம் மேலும் கார்போ ஹைடிரேட்டுகளை உட்கொள்கிருேம். இதுவே கார்போ ஹைடிரேட்டின் வளர் சிதை மாற்றம் எனப்படும்.

புரோட்டீன்கள் : கார்போ ஹைடிரேட்டுகளைப் போலவே, புரோட்டீன்களிலும் வளர் சிதை மாற்றம் ஏற்படுகிறது. ஆனுல் புரோட்டீன்களில் ஏற்படும் மாற்றம் பெரும்பாலும் வளர் மாற்றமே. ஜீரணிக்கப்பட்ட புரோட்டீன்கள் திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, அங்கு அவற்றிலுள்ள ஹைடிரஜன் மிகுந்த பொருள்கள் உடலின் திசுக்களாக மாற்றப்படுகின்றன. ஆகவே, புரோட்டீன்களில் மிகச் சிறிய பகுதியே ஆக்ஸிகரணம் அடைகிறது ; பெரும்பகுதி உடல் வளர்ச்சிக்குப் பயன்படுகிறது. இக் காரணத்தாலேயே வளரும் குழந்தைகளுக்கு மிகுந்த அளவு புரோட்டீன் தேவைப்படுகிறது. ஓரளவு வளர்ச்சியடைந்த பின் நாள்தோறும் எடுத்துக் கொள்ளப்படும் புரோட்டீன் அன்றன்று ஏற்படும் திசுக்களின் அழிவை ஈடுசெய்ய மட்டிலும் போதுமான தாக இருக்கிறது. இதனுலேயே மனிதன் ஓரளவு வளர்ச்சி யடைந்த பின்னர் மேலும் வளர்வதில்லை.

கொழுப்பு : கார்போ ஹைடிரேட்டுகளைப் போலவே, கொழுப்புப் பொருள்களும் ஜீரணம் அடைந்தபின், உடலின் பொருள்களாக மாற்றப்பட்டு, தோலின் அடியில் சேமித்து

வைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் பெரும்பாகம் ஆக்ஸிகரண மடைந்து நமக்கு வெப்பமும் சக்தியும் கொடுக்கின்றன.

மேலே விவரித்த மூன்று பொருள்களில் ஏற்படும் மாறுதல் களிலிருந்து, கார்போ ஹைடிரேட்டும் கொழுப்பும் முக்கியமாகச் சிதை மாற்றமும், புரோட்டீன் வளர் மாற்றமும் அடைகின்றன என்பது புலனுகிறது. ஒரு மனிதன் உணவு உட்கொள்ளாமல் இருந்தால் அவனுக்கு வேண்டிய கார்போ ஹைடிரேட்டு கிடைப்பதில்லே. அப்போது உடலில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட கொழுப்புப் பொருள் ஆக்ஸிகரணமடைந்து, அவனுக்குச் சக்தி யைக் கொடுக்கும். ஆகவே, அவனுடைய எடை குறையாம லிருக்கும். ஆனால், இக் கொழுப்பு சில நாட்களுக்குத்தான் உதவும். அதற்கு மேலும் மனிதன் உணவு உட்கொள்ளாமல் இருந்தால், திசுக்களிலுள்ள புரோட்டீனும் ஆக்ஸிகரணம் அடைந்து, திசுக்கள் அழிபடும். அப்பொழுது உடல் மெலிவும் எடைக் குறைவும் ஏற்படும்.

ஆகவே, கார்போ ஹைடிரேட்டு, புரோட்டீன், கொழுப்பு ஆகிய மூன்றும் மனிதனின் உணவில் இருக்கவேண்டியது இன்றியமையாதது என்பது தெளிவாகிறது.

பயிற்சி விஞக்கள்

1. வளர் மாற்றம், சிதை மாற்றம்—விளக்குக.

2. வளர் சிதை மாற்றம் என்ருல் என்ன? இதை எந்த எந்த இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்?

3. கார்போ ஹைடிரேட்டு, புரோட்டீன், கொழுப்பு ஆகியவை உடலினுள் எவ்வித மாறுதல்களே அடைகின்றன?

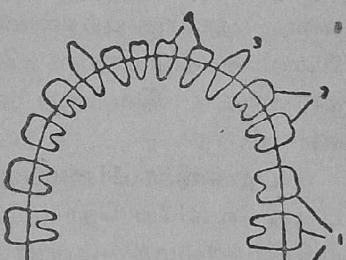
4. மனிதனுக்கு உடல் மெலிவும் எடைக் குறைவும் எப்பொழுது ஏற்படும்? ஏன்?

19. பற்கள்

[பற்களின் அமைப்பு—பற்களின் வகைகள்—பற்களைப் பாது காத்தல்.]

பற்கள் : நாம் உட்கொள்ளும் உணவில் பெரும்பான்மை யானவை திட உருவத்திலுள்ளவை. இவை அந்நிலையிலேயே உணவுக் குழலுக்குள் செல்ல முடியாது. எனவே, அவற்றை மென்மையாக்க வேண்டும். உணவுப் பொருள்களைத் துண்டுக ளாக்கி, அரைத்து, மென்மையாக்கும் வேலையைப் பற்கள் செய் கின்றன.

பற்களின் வகைகள் : மனிதனுடைய பற்கள் எல்லாம் தாடை எலும்புக் குழிகளில் அமைந்துள்ளன. வயது வந்தோ ருக்கு மேல் வாயில் பதினாறும், கீழ் வாயில் பதினாறும் ஆக 32 பற்கள் இருக்கின்றன. எல்லாப் பற்களும் ஒரே விதமான அமைப்புள்ளவையன்று. முன்புறத்தில் மேல் தாடையில் நான்கும், கீழ்த் தாடையில் நான்குமாக எட்டு **வெட்டுப் பற்கள்** (incisors) இருக்கின்றன. இவற்றின் முனைகள் உளியைப் போன்றிருப்பதால் உணவைக் கடித்துத் துண்டிக்க இவை உதவுகின்றன. வெட்டுப் பற்களின் வலது இடது பக்கங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் நான்கு **கோரைப் பற்கள்** (canine) அமைந்திருக்கின்றன. இவற்றின் வெளி முனைகள் நீண்டும், கூராகவும் உள்ளன. இவை உணவைக் கிழிப்பதற்கு ஏற்றவை. கோரைப் பற்களுக்குப் பின்புறத்தில் பக்கத்திற்கு இரண்டாக எட்டு **முன் கடைவாய்ப் பற்கள்** (premolars) இருக்கின்றன. இவற்றின்



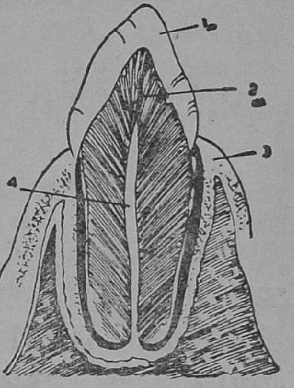
படம் 97.
பற்களின் அமைப்பு
1. பின் கடைவாய்ப் பற்கள்
2. முன் கடைவாய்ப் பற்கள்
3. கோரைப் பல்
4. வெட்டுப் பற்கள்

முனைகள் இரண்டாகப் பிளந்துள்ளன. இவற்றிற்கும் பின்புறத்தில், தாடையின் உட்புறமாக, பக்கத்திற்கு மூன்றாகப் பன்னிரண்டு பற்கள் காணப்படும். இவை அகன்ற பரப்புடையனவாயும், மேல் பகுதியில் தட்டையாயும் உள்ளன. இவற்றிற்குப் பின் **கடைவாய்ப் பற்கள் (molars)** என்று பெயர். இவை உணவை நன்றாக அரைக்க உதவுவதால் இவை **அரைவைப் பற்கள் (grinders)** என்றும் பெயர் பெறும்.

குழந்தைப் பருவத்தில் முளைக்கும் பற்கள் **பால் பற்கள் (milk teeth)** எனப்படும். இவை குழந்தை பிறந்து 6 மாதத்திற்குப் பிறகு முளைக்கத் தொடங்குகின்றன. இரண்டு வயது முடிந்து மூன்றாவது வயது முடிவதற்குள் இவ்விதப் பற்கள் 20 முளைக்கின்றன. 7ஆம் வயதிலிருந்து 12 வயது முடிவதற்குள் இப்பற்கள் ஒவ்வொன்றாக விழுந்து, அவ்விடங்களில் வேறு பற்கள் முளைத்து வளரத்தொடங்கும். இப்பற்கள்தான் **நிலைத்த பற்கள் (permanent teeth)** ஆகும். 12 முதல் 14 வயதிற்குள் 28 பற்கள் முளைத்து விடுகின்றன. தாடையின் உட்புறமுள்ள கடைசி நான்கு பற்கள் மட்டும் முளைக்கப் பல ஆண்டுகள் ஆகும். இவை சாதாரணமாக 25 வயதிற்குள் முளைத்துவிடும். இது காரணமாக இவற்றை **விவேகப் பற்கள் (wisdom teeth)** என்பர்.

பற்களின் அமைப்பு: ஒரு பாகம் ஈறுக்குள் பதிந்தும் ஒரு பகுதி வெளியே தெரியும்படியாகவும் தாடை எலும்புக் குழிகளில் பற்கள் அமைந்துள்ளன. புதைந்துள்ள பாகம் பல்லின் **வேர் (root)** எனப்படும். வெளியே தென்படும் பாகம் **பற்சிகரம் (crown)** எனப்படும். இதன் மேற் பரப்பில் உறுதியான ஓர் கவசமிருக்கிறது. இதற்குப் **பற்சிப்பி (enamel)** என்று பெயர். பற்களின் உட்பகுதி **தந்தினி (dentine)** என்னும் ஒருவகைக் கடினமான பொருளால் ஆகியது. தந்தினி உடைந்து போகாதபடி பற்சிப்பியால் பாதுகாக்கப்படுகிறது. **பற்காரை (cement of teeth)** என்னும் பொருள் பற்களை ஈறுகளில் அசையாதபடி கெட்டியாகப் பொருந்தியிருக்கச் செய்கிறது. பற்களின் வேருக்கும் பற்சிகரத்திற்கும் இடையேயுள்ள **பற்கழுத்து** என்

னும் பாகத்துடன் பல்லீறு (gum) என்னும் சதை பொருந்துகிறது. பல்லின் உட்பாகம் பற்கூழ்க் குழி (pulp cavity) எனப்படும். இக்குழியில், கூழ் போன்ற ஒரு பொருளும், நரம்புகளும், ரத்தக் குழாய்களும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை வேரின் அடியிலுள்ள துவாரத்தின் வழியே உட்செல்கின்றன.



படம் 98. பல்லின் குறுக்கு வெட்டு
1. சிப்பி 2. தந்தினி
3. ஈறு 4. பற்கூழ்க் குழி

பற்களைப் பாதுகாத்தல் : பற்களைச் சரியாகக் கவனித்துச் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்ளாவிடில், பற்சிதைவு, பல்லில் இருந்து சீழ் வடிதல் (pyorrhea) போன்ற நோய்கள் உண்டாகக்கூடும். இந்நோய்கள் பற்கள் விழுந்து விடுவதற்குக் காரணமாகும். பற்களில்லாமையால் வாயில் நடக்கவேண்டிய ஜீரணம் சரிவர நடைபெறுது. எனவே, ஜீரண சம்பந்தமான நோய்களும் ஏற்படும். உணவை உட்கொண்ட பிறகு வாயை நன்ருகக் கொப்புளித்து, பற்களின் இடுக்குகளில் உணவுத் துணுக்குகள் தங்கியிராதபடி பார்த்துக்கொள்ளல் வேண்டும். அங்கு உணவுத் துணுக்குகள் தங்கினுல், அவை சிதைந்து பாக்டீரியா வளர்வதற்கு ஏதுவாகும்.

கடினமான பொருள்களைக் கடிக்கும்போது, பற்சிப்பி சேதமடைய நேரிடும். ஆதலால் மிகக் கடினமான பொருள்களைக் கடித்தல் கூடாது. பற்களைச் சுத்தம் செய்ய, செங்கற்பொடி போன்ற சொர சொரப்பான பொருள்களைப் பயன்படுத்தக் கூடாது. அவற்றைப் பயன்படுத்தினுல் பற்களின் மேலுள்ள பற்சிப்பி தேய்வடையும். மிருதுவான பற்பொடி அல்லது பசைகளையே பயன்படுத்த வேண்டும். பல்லீறுகளை உப்புக் கரைசலால் தேய்த்துக் கழுவுவதால் பற்களில் ஏற்படும் நோய்களைத் தடுக்கலாம் ; பல்லீறுகளும் வலுவடையும்.

பயிற்சி வினுக்கள்

1. பல்லின் பாகங்கள் எவை? ஒவ்வொன்றின் வேலை என்ன?
2. பற்கள் எத்தனை வகைப்படும்?
3. பற்களைப் பாதுகாக்க நாம் என்ன செய்யவேண்டும்?

செய்முறைப் பயிற்சி

பல்லின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து காட்டுக.

20. உணவும் வைட்டமின்களும்

[சரிவிகித உணவு—அதன் இன்றியமையாமை—வைட்டமின்கள்—அவற்ருல் ஏற்படும் நன்மைகள்.]

உணவு எந்தெந்த வகைகளில் நமக்குப் பயன்படுகின்றன என்பதையும், எவ்வாருன உணவை நாம் உண்ணவேண்டும் என்பதையும் பற்றி இங்கு ஆராய்வோம்.

உணவின் பயன்கள்: நாம் உட்கொள்ளும் உணவு நமக்குப் பல விதங்களில் பயன்படுகிறது. அது (1) நமது உடல் வளர உதவுகிறது. (2) நாள்தோறும் உடலிலிருந்து வெளியேறும் கழிவுப் பொருள்களுக்கு ஈடு செய்கிறது. (3) நாம் வேலை செய்யச் சக்தியைத் தருகிறது. உடல் ஒரு குறிப்பிட்ட உஷ்ண நிலையிலிருக்க வெப்பமும் தருகிறது. (4) நமது உடலைத் திடமான நிலையில் வைக்கிறது. எனவே, நாம் உட்கொள்ளும் உணவு இந்தப் பயன்களை யெல்லாம் ஏற்ற அளவில் தரக்கூடியதாக அமைந்திருக்க வேண்டும்.

உணவின் பகுதிப் பொருள்கள்: நாம் பலவகையான தானியங்களையும், பருப்பு வகைகளையும், காய்கறி பழங்களையும், பிராணிப் பொருள் வகைகளையும் உணவாகக் கொள்கிறேம். இவற்றை யெல்லாம் ஆராய்ந்து பார்த்த விஞ்ஞானிகள், உணவின் பகுதிப் பொருள்களை ஆறு வகையாகப் பிரித்திருக்கிருர்கள். இந்தப் பகுதிப் பொருள் ஒவ்வொன்றும் உடலுக்கு ஒவ்வொரு விதமான பயனைத் தருகிறது. பகுதிப் பொருள்கள் வருமாறு: (1) கார்போஹைடிரேட்டுகள் (2) கொழுப்புக்கள்

(3) புரோட்டீன்கள் (4) தாது உப்புக்கள் (5) தண்ணீர் (6) வைட்டமின்கள். இவை ஒவ்வொன்றையும் பற்றிச் சற்று விவரமாகத் தெரிந்துகொள்வோம்.

கார்போ ஹைடிரேட்டுகள் (carbohydrates): இந்த வகைப் பகுதிப் பொருளில் கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய மூன்று மூலகங்கள் இருக்கின்றன. ஒரு வகையான கார்போ ஹைடிரேட்டு நீரில் கரையாது; இதுதான் ஸ்டார்ச்சு. அரிசி, கோதுமை, சோளம், கேழ்வரகு, உருளைக்கிழங்கு ஆகிய வற்றிலுள்ள வெண்மையான மாவுப் பொருள் தான் ஸ்டார்ச்சு. மற்ருெரு வகைக் கார்போஹைடிரேட்டு நீரில் கரையும்; இதுதான் சர்க்கரை. கரும்பு வெல்லம், பனைவெல்லம், அஸ்கா, கற்கண்டு, இனிப்பான பழரசங்கள் ஆகிய எல்லாம் சர்க்கரை வகைகளே. ஸ்டார்ச்சு, சர்க்கரை ஆகிய இரு வகைக் கார்போ ஹைடிரேட்டு களும் உடலின் செல்களை அமைக்க அல்லது வளர்க்க உதவ மாட்டா. இவை நாம் சுவாசிப்பதால் பெறும் ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி எரிந்து, வேலை செய்யச் சக்தியும் உடலுக்கு வெப்பமும் தரக் கூடியவை. கார்போஹைடிரேட்டு ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி ஆக்ஸிகரணம் அடைவதால் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு கழிவுப் பொருளாக உண்டாகிறது. எல்லாத் தானியங்களிலும், கிழங்கு களிலும், கனிகளிலும் கார்போஹைடிரேட்டுகள் அதிக அளவில் உள்ளன. அரிசியில் 78-79 சதவீதமும், கோதுமையில் 71 சத வீதமும், பட்டாணியில் 57 சதவீதமும், உருளைக்கிழங்கில் 23 சதவீதமும், வள்ளிக் கிழங்கில் 30 சதவீதமும், அவரையில் 60 சதவீதமும், ஆப்பிளில் 13 சதவீதமும் ஸ்டார்ச்சு காணப்படு கின்றது.

கொழுப்புக்கள் (fats): இவையும் கார்பன், ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன் ஆகிய மூன்று மூலகங்கள் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருள் களாகும். இவற்றில் கார்போஹைடிரேட்டுகளில் இருப்பதைவிட அதிக விகிதத்தில் கார்பன் இருக்கிறது. ஆகையால் இவை ஆக்ஸிகரணம் அடையும்பொழுது அதிகச் சக்தியும் வெப்பமும் கிடைக்கும். நெய், எண்ணெய்கள், வெண்ணெய் ஆகியவை தனிக் கொழுப்புகளாகும். எண்ணெய்ச் சத்துள்ள எள்,

வேர்க்கடலை, தேங்காய் முதலியவற்றிலும் கொழுப்பு அதிக விகிதத்தில் இருக்கிறது. இவ்விதக் கொழுப்புக்களுக்குத் தாவரக் கொழுப்பு (vegetable fat) என்று பெயர். முட்டை, பால், இறைச்சி அல்லது மாமிச வகைகள், மீன், பறவைகளின் இறைச்சி முதலியவற்றிலும் கொழுப்பு அதிகம். இவை மிருகக் கொழுப்பு (animal fat) எனப்படும். கொழுப்பால் உடலுக்கு ஏற்படும் பயன், சக்தியும் வெப்பமும் கிடைப்பதே. உடலின் சில செல்களில் கொழுப்பு சேமித்து வைக்கப்படும்; தேவையான பொழுது இது பயன்படும். கொழுப்புத் திசுக்களை உற்பத்தி செய்ய இவ்வகை உணவு பயன்படுகிறது.

குளிர்ப் பிரதேசங்களில் வசிப்பவர்கள் உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் வசிப்பவர்களைவிடத் தங்கள் உணவில் கொழுப்புக்களை அதிக அளவில் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். ஏனெனில், இவை ஆக்ஸிகரணம் அடையும்பொழுது அதிக அளவு உஷ்ணம் ஏற்பட்டு, உடலின் உஷ்ண நிலை குறையாமல் வைக்கப்படும். மேலும், மிருகக் கொழுப்புகளில் A, D வைட்டமின்கள் இருக்கின்றன. கொழுப்பு உணவை அதிகமாக உட்கொள்ளும்பொழுது உணவின் அளவைக் குறைத்துக் கொள்ளலாம்.

புரோட்டீன்கள் (proteins): இவ்வித உணவுப் பகுதியின்றி உலகில் ஒருயிரும் வாழமுடியாது. உடல் வளர்ச்சிக்கும் உடலின் சிதைந்த திசுக்களைப் புதிதாக அமைப்பதற்கும் இவை மிகவும் இன்றியமையாதவை. இவற்றில் கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய மூன்றையும் தவிர, நைட்டிரஜன் என்னும் மூலகமும் உண்டு. சில புரோட்டீன்களில் பாஸ்வரமும் கந்தகமும் சிறிதளவு இருக்கும். நம் உடலின் செல்களில் நைட்டிரஜன் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருள்களும் இருக்கின்றன. ஆகையால், உடல் செல்களை அமைப்பதற்குப் புரோட்டீன் கூட்டுப் பொருள்கள் இன்றியமையாதவை. இவை பழுதடைந்த திசுக்களையும் புதுப்பிக்கின்றன. ஜீரணமடையும்பொழுது புரோட்டீன்கள் அமினோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. கடலை, மொச்சை, அவரை, துவரை, வாதுமை, முந்திரிப்பருப்பு முதலியவற்றில் புரோட்டீன்கள் அதிகம். இவை தாவரப் புரோட்டீன்கள்.

பால், முட்டை, இறைச்சி, தயிர், மோர் ஆகியவற்றில் பிராணிப் புரோட்டீன்கள் அதிகமுள்ளன. எனவே, உடலின் தசைப் பகுதிகள் நன்ருக வளர்ச்சியடைவதற்குப் போதுமான அளவு புரோட்டீன்களுள்ள உணவுப் பொருள்களை நாம் உட்கொள்ள வேண்டும். சிறுவர்கள், உடல் வளர்ச்சிக்காக அதிக அளவிலும், வயதானவர்கள் குறைந்த அளவிலும் புரோட்டீன்கள் உள்ள உணவுப் பொருள்களை உட்கொள்ள வேண்டும். போதிய அளவு புரோட்டீன்கள் உணவில் சேராவிட்டால் உடல் வளர்ச்சி தடைப்படும்.

தாது உப்புக்கள் (mineral salts): உடலுக்கு இன்றியமையாத பொருள்களில் இவை முக்கியமானவை. உடலின் சில பகுதிகள் வளர்வதற்கும், உறுப்புக்கள் தம் தொழிலைச் சரிவரச் செய்வதற்கும் சில உப்புக்கள் இன்றியமையாதவை. எலும்பு, பல் ஆகிய இரண்டின் சரியான அமைப்புக்குக் கால்சியம் உப்புக்கள் உணவில் போதுமான அளவு இருத்தல் வேண்டும். கால்சியம் பாஸ்வேட்டு (calcium phosphate) எலும்புகளின் முக்கியப் பாகமாகும். உறுதியான பற்கள் உண்டாவதற்கும் கால்சியம் உப்புக்கள் தேவை. ரத்தம் நன்னிலையில் இருக்க, இரும்பு (அயம்) சேர்ந்த உப்புக்கள் வேண்டும். இரைப்பையில் சுரக்கும் ஜீரண நீருக்கு (digestive juice) சோடியம் குளோரைடு என்னும் உப்பு வேண்டும். இந்த உப்புக்கள் சாதாரண உணவு வகைகளிலிருந்து நமக்குப் போதுமான அளவு கிடைத்துவிடும். காய்கறி, பழங்களில் இந்த உப்புக்கள் சற்றுக் கூடுதலாக உள்ளன. சோடியம் குளோரைட்டை மட்டும் சமையலில் உப்பாகவே சேர்க்கிறோம். மூளையிலும் நரம்புகளிலும் பாஸ்வேட்டுகள் ஒரு முக்கியப் பகுதியாகும்.

குழந்தைப் பருவத்தில் உடலில் கால்சியம் உப்புக் குறையுமானல் எலும்புக் கூட்டின் வளர்ச்சி குன்றும். ஆதலால் பாலும் மோரும் அதிக அளவில் அப்பருவத்தில் உட்கொள்ளுதல் வேண்டும். முட்டையின் மஞ்சள் கருவில் கால்சியம் உள்ளது. இறைச்சி, மீன், பால், வெண்டை, பீன்ஸ் முதலியவற்றில் பாஸ்வரம் சற்று அதிக அளவில் இருக்கிறது. ஒரு மனிதனின்

உடலில் சுமார் 3 கிராம் இரும்பும், 2·5 கிராம் அயொடினும் உள்ளன. இரும்பின் அளவு குறைவுபட்டால் ரத்தச் சோகை நோய் உண்டாகக் கூடும். அயொடின் அளவு குறைவுபட்டால் தைராயிடு சுரப்பிகள் (thyroid glands) வீங்கும். ஆதலால் தான் சிறுவர்கள் மீன் எண்ணெயையும் பாலையும் அதிகமாக உட்கொள்ள வேண்டுமென்று டாக்டர்கள் வற்புறுத்துகிறார்கள்.

தண்ணீர்: நமது உடலமைப்பில் 60 சதவீதம் தண்ணீர். ஆகையால் தண்ணீரையும் உணவின் பகுதிப் பொருளாகத் தான் கொள்ள வேண்டும். உடலின் கழிவுப் பொருள்களான வேர்வை, சிறுநீர், மூச்சுக் காற்றிலுள்ள நீராவி ஆகியவற்றின் மூலமாக மிகுந்த அளவு நீர் உடலைவிட்டு வெளியேறிக் கொண்டிருக்கிறது. இதை ஈடு செய்ய, உணவில் ஏற்ற அளவு தண்ணீர் இருக்கவேண்டும். தண்ணீர், உடலின் பகுதிகளை அமைப்பதற்கு மட்டுமல்லாமல், உணவுகளைக் கரைத்து ஜீரணமாக்குவதற்கும், கழிவுப் பொருளைக் கரைத்து உடலிலிருந்து வெளியேற்றுவதற்கும் பயன்படுகிறது. எனவே, தண்ணீரை உணவுடன் கலந்தும், பானங்களில் கலந்தும், சுத்த நீராகவும் நாம் உட்கொள்கிறோம். பச்சைக் கனிகள், இறைச்சி, மீன், பால் முதலியவற்றில் ஏராளமான அளவில் தண்ணீர் இருக்கிறது.

வைட்டமின்கள் (vitamins): இவை நமது உணவில் மிகச் சிறிதளவேயுள்ள ரசாயனப் பொருள்களாகும். பொதுவாக வைட்டமின்கள் எல்லாம் உடல் வளர்ச்சிக்கும் உடலின் திடமான நிலைக்கும் இன்றியமையாதவை. இவற்றின் குறைவினால் ஸ்கர்வி, ரிக்கெட்ஸ் போன்ற சிற்சில நோய்கள் உண்டாகின்றன; உடல் மெலிகிறது. வெள்ளரி, கொய்யா, மா, காரட் முதலிய பச்சைக் காய்களில் இவை மிகுதியாக உண்டு. ஆரஞ்சு, ஆப்பிள் முதலிய பழங்களிலும் இவை மிகுந்த அளவில் இருக்கின்றன. ஆதலால்தான் இவற்றைப் பச்சையாகவே உட்கொள்கிறோம். உணவுப் பொருள்களைக் காற்றுப்பட வைத்திருந்தாலும், மிகுந்த உஷ்ண நிலையில் வைத்திருந்தாலும் இவற்றில் அடங்கியுள்ள வைட்டமின்கள் அழிந்து விடுகின்றன.

வைட்டமின்களில் முக்கியமான ஐந்து வகைகள் கண்டு

பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை வைட்டமின்கள் A, B, C, D, E என்பனவாம்.

படம் 99. வைட்டமின் குறைவினுல் ஏற்படும் விளைவு
1. வைட்டமின் உள்ள உணவு புசித்த எலி
2. வைட்டமின் அற்ற உணவு புசித்த எலி

வைட்டமின் A: நமது உணவில் வைட்டமின் A குறைவு பட்டால் கண் நோயும், தொண்டை, மூக்கு சம்பந்தமான நோய்களும் உண்டாகும். இயற்கையில் இந்த வைட்டமின் ஏராளமாகக் கல்லீரலில் உற்பத்தியாகிறது. பச்சைக் கொத்துமல்லி, முருங்கைக் கீரை, சிறுகீரை, கறிவேப்பிலை, பால், மீன் எண்ணெய், முட்டை போன்ற உணவுகளில் இது மிகுதியாக உண்டு.

வைட்டமின் B: இது இருவகைப்படுகிறது. ஒன்று பெரி-பெரி (beri-beri) என்னும் நோய் வராமல் தடுக்கிறது. அதனுல் இதற்கு ஆன்டி-பெரி-பெரி வைட்டமின் (anti-beri-beri) என்று பெயர் வழங்கப்படுகிறது. இதயத் தசை பலம் குன்றி, கால்களில் வாதம் உண்டாகி, நரம்புத் தளர்ச்சி ஏற்படுவதுதான் பெரி-பெரி நோயின் அறிகுறிகள். நன்கு தீட்டிய அரிசியை உண்பதால் இந்நோய் உண்டாகிறது. அரிசித் தவிடு, யீஸ்ட்டு, சில கீரை வகைகள் ஆகியவற்றில் இந்த வைட்டமின் அதிகமுண்டு. அரிசியைத் தவிடு போகத் தீட்டினுல் இந்த வைட்டமின் நீங்கிவிடுகிறது. புழுங்கல் அரிசியில் முதலில் புழுக்கும்பொழுது வைட்டமின் B அரிசிக்குள் பரவிவிடுகிறது. ஆகையால் அதைத் தீட்டினுலும் வைட்டமின் B நீங்குவதில்லை. ஆகையால் கைக் குத்தல் அரிசியோ, புழுங்கலரிசியோ சாப்பிடுபவர்களுக்கு பெரி-பெரி நோய் வருவதில்லை. மற்றொரு வகையான வைட்டமின் B குறைவுபடுவதால்தான் சிலருக்கு வாய் ஓரங்களில் புண்கள் காணப்படுகின்றன.

வைட்டமின் C: இந்த வைட்டமின் குறைவான உணவையே புசித்துவந்தால் ஸ்கர்வி (scurvy) என்ற ரத்த சம்பந்த

மான நோய் ஏற்படும். பற்கள் விழுதல், பல்லீற்றிலிருந்து ரத்தம் வடிதல், தோலில் சிவப்புப் படை தோன்றல் ஆகியவை இந் நோயின் அடையாளங்கள். பச்சைக் காய்கறிகளிலும், ஆரஞ்சு, தக்காளி முதலிய பழங்களிலும் இந்த வைட்டமின் அதிகமுண்டு. நெல்லிக்காயில் இது மிக அதிகம்.

வைட்டமின் D: இவ் வைட்டமினைக் குறைவாகக் கொண்ட உணவையே புசித்தால் எலும்புகளும் பற்களும் சரியாக வளர மாட்டா. சப்பைக் கால், முட்டிக்கால் (bow-legs) போன்ற நோய் உண்டாகும். ரிக்கெட்ஸ் (rickets) என்னும் கணைநோய் அல்லது எலும்பு நோயும் உண்டாகிறது. மீன் எண்ணெய், பால், வெண்ணெய், முட்டை போன்ற உணவுகளில் இது அதிகமுண்டு. நேர் சூரிய ஒளி நம் தோலின்மீது பட்டால் வைட்டமின் D நமது உடலில் உண்டாகிறது. எலும்புநோய் சாதாரணமாகக் குளிர் தேசங்களில் தான் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் வாழ்பவர்களின் உடலில் போதுமான அளவு சூரிய ஒளி படுவதாலேயே இந்நோய் அவர்களுக்கு ஏற்படுவதில்லை.

வைட்டமின் E: இது இனப் பெருக்கத்திற்கு இருபாலார்க்கும் இன்றியமையாதது. இது, கோதுமைமுளை, கீரை, பிற தானிய முளைகள் இவற்றில் அதிகம் அடங்கியுள்ளது.

மேற்கூறிய உணவின் பகுதிப் பொருள்கள் எல்லாம் ஒரே உணவுப் பொருளினின்று கிடைப்பதில்லை. ஒவ்வொரு வகையான உணவுப் பொருளில் ஒவ்வொரு பகுதி மிகுந்து காணப்படுகிறது. தானியங்களில் கார்போஹைடிரேட்டும், பயறு வகைகள் மாமிசம் முதலானவற்றில் புரோட்டீனும், நெய் எண்ணெய் வெண்ணெய் போன்றவற்றில் கொழுப்பும், பச்சைக் காய்கறிகள் கீரைகள் பழங்கள் பால் முதலானவற்றில் தாது உப்புக்களும் வைட்டமின்களும் நிறைந்திருக்கின்றன. ஆகவே, மனிதன் ஒரே விதமான உணவை உட்கொண்டு தன் உடலுக்கு வேண்டிய எல்லாப் பொருள்களையும் அடையமுடியாது. மேலும், நாம் உட்கொள்ளும் உணவு நம் உடலுக்கு நாள்தோறும் வேண்டிய வெப்பத்தையும், உடல் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய பொருள்களையும், அன்றன்று

ஏற்படும் தேய்வுகளை ஈடு செய்யக்கூடிய பொருள்களையும் தருவதாய் இருக்கவேண்டும்.

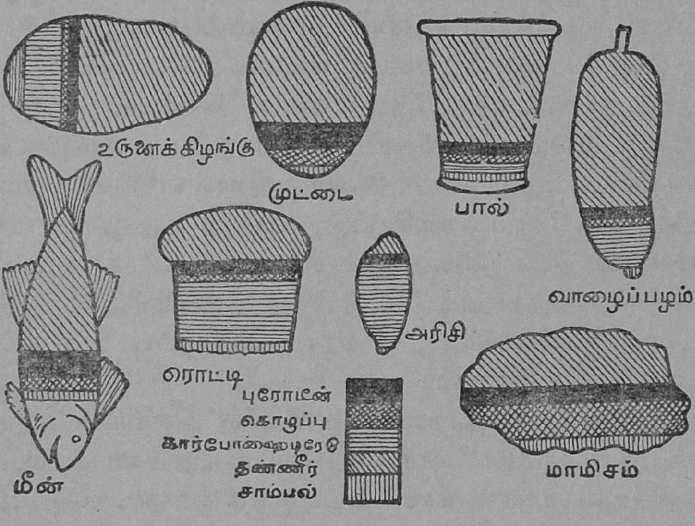
உணவுத் திட்டமும், உணவின் வெப்ப மதிப்பும்: உணவுப் பொருள் நமக்குச் சக்தியைக் கொடுக்கிறது என்று பார்த்தோமல்லவா? சக்தி என்பதே வெப்பம். அடுப்பில் எரிக்கும் கரிக்குத் தகுந்தபடி வெப்பம் ஏற்படுவதுபோல் உணவின் தன்மைக்குத் தகுந்த சக்தி அல்லது வெப்பம் உடலில் உண்டாகிறது. உணவு கொடுக்கும் வெப்பத்தை (சக்தியை) (fuel value) அளக்கப் பெரிய கலோரி என்னும் அலகு பயன்படுத்தப் படுகிறது. 1000 கிராம் எடையுள்ள நீரின் உஷ்ண நிலையை 1°C உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம் ஒரு பெரிய கலோரி எனப்படும். நாம் உட்கொள்ளும் உணவுப் பொருள்களின் வெப்ப மதிப்பை அறிந்துகொள்ள அதனிலடங்கிய புரோட்டீன், கார்போஹைடிரேட்டு, கொழுப்பு, தாது உப்புக்கள் ஆகிய பகுதிப் பொருள்களின் அளவுகளைக் காணவேண்டும். 1 கிராம் கார்போஹைடிரேட்டு 4·1 கலோரியும், 1 கிராம் புரோட்டீன் 4·9 கலோரியும், 1 கிராம் கொழுப்பு 9·3 கலோரியும் வெப்பத்தைத் தருகின்றன.

நம் நாட்டில் சாதாரணமாக வேலை செய்யும் ஒருவருக்கு நாள் ஒன்றுக்கு 2500 கலோரிகள் வெப்ப மதிப்பைக் கொடுக்கும் உணவு தேவையெனக் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். தொழிற்சாலைகளில் வேலை செய்பவர்களுக்கும், விவசாயிகளுக்கும், கடின வேலை செய்பவர்களுக்கும் சுமார் 2600 முதல் 3000 கலோரிகள் வரை வெப்ப மதிப்புள்ள உணவு தேவைப்படும். உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் வசிப்பவர்களுக்குச் சுமார் 2200 கலோரிகள் வெப்ப மதிப்புள்ள உணவு போதுமானது. மித உஷ்ணப் பிரதேசத்தில் வசிக்கும் சாதாரண தினசரி வாழ்க்கையை நடத்துபவர்களுக்கு 2300 கலோரிகள் வெப்ப மதிப்புள்ள உணவு தேவை.

கலப்பு உணவும் சரிவிகித உணவும்: நடுத்தர வயதும் தேக திடமும் உள்ள ஒருவருக்குத் தினசரி தண்ணீர் நீங்கலாக சுமார் 20 அவுன்சு எடையுள்ள உணவு வேண்டும். இதில் $2\frac{1}{2}$ அவுன்சு புரோட்டீனும், $2\frac{1}{2}$ அவுன்சு கொழுப்பும், எஞ்சியது

கார்போ ஹைடிரேட்டாகவும் இருக்கவேண்டும். சதவீதத்தில் கூறினல், தண்ணீர் நீங்கலாக, சுமார் 75% கார்போஹைடிரேட்டும், $12\frac{1}{2}$% புரோட்டீனும், $12\frac{1}{2}$% கொழுப்பும் நம் உணவில் இருக்க வேண்டும்.

தென்னிந்தியரின் முக்கிய உணவாகிய அரிசியைக் கணக்கிட்டால் அதில் 91% கார்போஹைடிரேட்டும், $8\frac{1}{2}$% புரோட்டீனும், $\frac{1}{2}$% கொழுப்பும் இருக்கின்றன. எனவே, அரிசிச் சோறு



படம் 100. சில உணவுப் பொருள்களின் பகுதிப் பொருள்கள்

ஒன்றையே புசிக்கும் ஒருவருக்கு கார்போஹைடிரேட்டு மிகுந்த அளவில் கிடைக்கும்; புரோட்டீனில் தேவையானதற்குப் பாதியே கிடைக்கும்; கொழுப்பு பெரும்பாலும் கிடைக்காது. மாமிச உணவுகளான இறைச்சியிலும் முட்டையிலும் கார்போஹைடிரேட்டு இல்லை; புரோட்டீனும் கொழுப்புமே உள்ளன. இதனால் தான் அரிசியையே அதிகமாக உட்கொள்கிறவர்களும் மாமிச உணவையே மிகுதியாகப் புசிப்பவர்களும் உணவுக் குறைபாடுகளால் நோயுறுகிறார்கள்.

எனவே, அரிசியை முக்கிய உணவாகக் கொண்டிருப்பவர்கள்

புரோட்டீனைப் பெறுவதற்குத் துவரை கடலை போன்ற பயறு வகைகளையும், கொழுப்பைப் பெறுவதற்கு நெய் பால் எண்ணெய் முதலியவற்றையும் போதுமான அளவு உணவுடன் சேர்த்துக்கொள்ளவேண்டும். மாமிச உணவு சேர்ப்பவர்கள், அரிசி, கோதுமை போன்ற தானியங்களைச் சேர்த்துக் கொண்டு கார்போ ஹைடிரேட்டைப் பெறலாம். கோதுமையில் கார்போ ஹைடிரேட்டு, புரோட்டீன், கொழுப்பு ஆகியவற்றின் விகிதம் அரிசியிலுள்ளதைக் காட்டிலும் சிறந்ததாக அமைந்திருத்தலால் கோதுமை சிறந்த உணவாகக் கருதப்படுகிறது.

மேற்கூறிய மூன்று பகுதிகளுடன் உடலில் எல்லா உறுப்புக்களும் நன்கு வளரவும், திட நிலையில் இருக்கவும், தாது உப்புக்களும் வைட்டமின்களும் போதுமான அளவில் இருக்கவேண்டுமாதலால், இவை மிகுந்த அளவில் கிடைக்கக்கூடிய காய்கறி கீரை வகைகளையும் பழங்களையும் நம் உணவுடன் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். இங்ஙனம் பலவித உணவுப் பொருள்கள் உணவுத் திட்டத்தில் கலந்து அமைந்த உணவே கலப்பு உணவு (mixed diet) என்று சொல்லப்படுகிறது.

நாம் அரிசியுடன் பருப்பு வகைகளையும் காய்கறிகளையும் கலந்துதான் புசிக்கிறோம். எனினும் இது பெயரளவுக்குக் கலப்பு உணவாயிருக்குமே யல்லாமல், பகுதிப் பொருள்கள் சரியான விகிதத்தில் அமையவில்லை. பகுதிப் பொருள்கள் சரியான விகிதத்திலிருக்க, பருப்பு வகைகளை இன்னும் அதிக அளவிலும், வைட்டமின்களும் தாது உப்புக்களும் அதிகம் கிடைக்கக் காய்கறிகளையும் பழங்களையும் அதிகமாகவும், புரோட்டீனும் கொழுப்பும் அதிகம் கிடைக்க, பாலையும் உணவுடன் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இவ்விதம் நமக்குத் தேவையான பகுதிப்பொருள்களெல்லாம் சரியான விகிதத்தில் அமைந்துள்ள கலப்பு உணவுதான் சரிவிகித உணவு (balanced diet) எனப்படும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. உணவின் பயன்கள் யாவை ?

2. உணவுப் பொருள்கள் எத்தனை வகைப்படும் ? ஒவ்வொன்றும் நமக்கு எவ்வகையில் பயன்படுகிறது ?

3. உணவின் பகுதிப் பொருள்கள் ஒவ்வொன்றும் மிகுதியாகக் கிடைக்கக்கூடிய பொருள்களைக் கூறுக.

4. வைட்டமின்கள் எத்தனை வகைப்படும் ?

5. வைட்டமின்கள் நமக்கு ஏன் இன்றியமையாதவை ?

6. வைட்டமின்கள் குறைவால் ஏற்படும் தீமை யாது ?

7. ஒவ்வொரு வைட்டமினும் மிகுதியாக அடங்கியுள்ள சில உணவுப் பொருள்களைக் கூறுக.

8. 'கலப்பு உணவு' என்றால் என்ன ?

9. நாம் ஏன் கலப்பு உணவை உட்கொள்ளவேண்டும் ?

10. 'உணவின் வெப்ப மதிப்பு' என்றால் என்ன ?

11. 'சரிவிகித உணவு' என்றால் என்ன ?

12. நாம் நாள்தோறும் உட்கொள்ளும் உணவில் செய்துகொள்ள வேண்டிய முக்கிய மாறுதல்கள் எவை ?

இரண்டாம் பகுதி

பௌதிகம்

4723—10

பொருளடக்கம்

II. பௌதிகம்

எண்			பக்கம்
1.	கால அளவு	...	139
2.	திரவங்களின் அழுத்தம்	...	148
3.	ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்	...	151
4.	சாதாரண ஹைடிரோ மீட்டர்	...	162
5.	பாயில் விதி	...	172
6.	வான விமானம்	...	182
7.	மீள் சக்தி	...	190
8.	சில தனி எந்திரங்கள்	...	194
9.	வெப்பம்	...	212
10.	வெப்பத்தை அளத்தல்	...	225
11.	பொருள்களின் நிலைமாற்றம்	...	236
12.	வெப்பம் செலுத்துகை	...	245
13.	நீராவி எஞ்சினும் அகதகன எஞ்சினும்	...	256

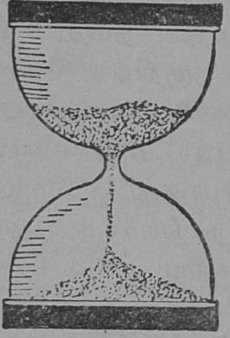
1. கால அளவு

[காலத்தை அளத்தல்—தனி ஊசல். ஊசலின் அலைவு நேரத்துக்கும் நீளத்துக்கும் உள்ள தொடர்பு.]

காலத்தின் அலகு (Unit of time): இரவு, பகல் ஏற்படுதல், பருவ காலங்கள் ஏற்படுதல், ஜீவராசிகளின் பிறப்பு, வளர்ச்சி, அழிவு முதலிய மாறுபாடுகளால்தான் நமக்குக் காலத்தைப் பற்றிய உணர்ச்சி உண்டாகிறது. நமது வாழ்க்கையில் பல செயல்களை ஒவ்வொரு நாளும் குறித்த நேரங்களில் செய்ய வேண்டியிருக்கிறது. ஆகவே, காலம் எவ்வாறு அளக்கப்படுகிறது என்பதையும், அதன் அலகு (unit) என்ன என்பதையும் நாம் தெரிந்துகொள்வது இன்றியமையாதது. மேலும், சில விஞ்ஞானப் பரிசோதனைகளில் சிறு நேரங்களைத் துல்யமாக அளக்கவேண்டி யிருக்கிறது. இதற்குரிய அலகு என்ன என்பதையும் அறியவேண்டும்.

காலத்தை அளக்க இயற்கையில் ஏற்பட்டுள்ள அலகு ஒரு நாள் அல்லது தினம் (day) ஆகும். இது, பூமி தன் அச்சில் ஒரு தடவை சுழல்வதற்கான நேரமாகும். இந்த நேரம் ஓர் ஆண்டில் எல்லா நாட்களிலும் சமமாயில்லாததால், ஓர் ஆண்டு முழுவதிலுமுள்ள நாட்களின் சராசரி நேரத்தை இயற்கையான கால அலகாகக் கொள்ளலாம். இதற்குச் சராசரி சூரிய தினம் (mean solar day) என்று பெயர். இதை 24 சம பாகங்களாக்கி ஒவ்வொன்றும் ஒரு மணி (hour) என்றும், மணியில் 60இல் ஒரு பாகம் ஒரு நிமிடம் (minute) என்றும், நிமிடத்தில் 60இல் ஒரு பாகம் ஒரு செகண்டு அல்லது நொடி (second) என்றும் மேனாட்டினர் அமைத்தார்கள். ஆகவே, ஒரு சராசரி சூரிய நாளில் 86,400 செகண்டுகள் உள்ளன. விஞ்ஞானிகள் கையாளும் கால அலகு ஒரு செகண்டு; ஒரு சராசரி சூரிய தினத்தின் $\frac{1}{86400}$ பாகமே ஒரு செகண்டு. மெட்ரிக் முறை, பிரிட்டிஷ் முறை ஆகிய இரண்டிலும் செகண்டுதான் காலத்தின் அலகு ஆகும்.

பண்டைய மக்கள் காலத்தை அளந்த வழிகள் : ஒரு நாளின் உட்பிரிவான மணி, நிமிடம் முதலிய காலங்களை அளப்பதற்கு முன்காலத்தில் துல்யமான கடிகாரங்கள் இல்லை. சூரிய கடிகாரம் அல்லது நிழற் கடிகாரம் (sundial) என்னும் கருவியில், நிறுத்தப்பட்ட ஒரு கோலினுடைய நிழலின் அசைவுகளைக் கொண்டு நேரம்



படம் 1. மணற்கடிகாரம்

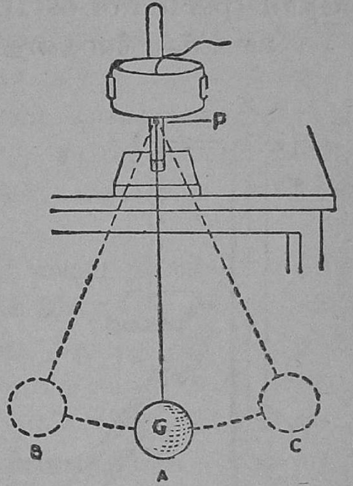
படம் 2. கலிலியோ

அறியப்பட்டது. மணற் கடிகாரம் (hour glass), நீர்க் கடிகாரம் (water clock) முதலியவற்றில், மணலோ, நீரோ ஒரு பாத்திரத்திலிருந்து வெளியேறிய அளவினைக் கொண்டு இவ்வளவு காலம் கழிந்ததென்று கணக்கிடப்பட்டது. கலிலியோ (Galileo) என்ற விஞ்ஞானி ஊசலைப் பற்றிய விதிகளைக் கண்டுபிடித்த பிறகுதான் சரியான கடிகாரங்கள் அமைக்கப்பட்டன.

தனி ஊசல் : தொங்கவிடப்பட்டு ஆடக்கூடிய எப்பொருளையும் ஊசல் (pendulum) என்று சொல்லலாம். ஒரு மெல்லிய நூலில் ஒரு பளுவான குண்டைக் கட்டி ஓர் ஆதாரப் புள்ளியிலிருந்து தொங்கவிடு. இதுவே தனி ஊசல் (simple pendulum) எனப்படும். அந்த நூல் முறுக்கில்லாததாயும் நீட்சியடையாததாயும் இருக்க வேண்டும். 3ஆம் படத்தில், ஒரு தக்கையின்

வழியே கோக்கப்பட்ட நூலின் கீழ்முனையில் ஒரு பளுவான கோளம் தொங்குகின்றது. இந்தக் கோளத்திற்கு ஊசல் குண்டு (bob) என்று பெயர். தக்கை ஒரு தாங்கியில் அசையாமல் பிணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

தக்கையின் கீழே எந்தப் புள்ளியிலிருந்து நூல் வெளி வருகிறதோ அந்தப் புள்ளிக்குத் தொங்குதானம் (centre of suspension) என்று பெயர். ஊசல் குண்டின் மையப் புள்ளிக்கு அலைவுத்தானம் (centre of oscillation) என்று பெயர். இந்த இரு புள்ளிகளுக்கும் இடையிலுள்ள தூரமே ஊசலின் நீளம் ஆகும்.



படம் 3. தனி ஊசல்

A-மைய நிலை
B, C-அலைவின் எல்லைகள்
P-தொங்குதானம்
G-அலைவுத்தானம்

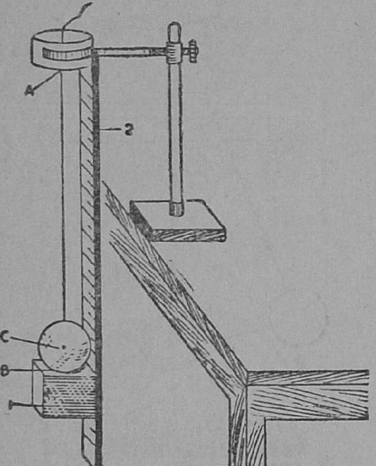
ஊசல் குண்டை ஒரு பக்கமாக இழுத்து விட்டால் அது மறுபக்கம் சென்று திரும்பி முன் பக்கமே வரும். இவ்வாறு அது நெடுநேரம் அலைந்துகொண்டிருக்கும். இந்த அசைவுக்குத்தான் அலைதல் (oscillation) என்று பெயர். நேரஞ் செல்லச் செல்ல, ஊசல் அலைகின்ற அளவு குறைந்துகொண்டே வரும்; முடிவில் குண்டு அதன் மைய நிலையில் நின்றுவிடும். மையத்திலிருந்து ஒரு ஓரத்தில் ஊசல் செல்லும் நிலைக்கு இடையிலுள்ள கோணம் (அல்லது தூரம்) ஊசலின் வீச்சு (amplitude) எனப்படும்.

அலைவு (oscillation): ஊசல் ஆடிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது மைய நிலையிலிருந்து தொடங்குவோம். ஊசல் குண்டு மையத்திலிருந்து ஒரு ஓரம் சென்று திரும்பி, எதிர்ப்பக்கத்தில் மறு ஓரத்திற்குச் சென்று, மறுபடியும் மையத்திற்கு வரும். இந்த அசைவுக்கு ஓர் அலைவு (oscillation) என்று பெயர். ஒரு ஓரத்திலிருந்து தொடங்கினால், எதிர் ஓரத்திற்குச் சென்று

திரும்பி, மறுபடியும் முதல் தொடங்கிய இடத்திற்கு வருதல் ஓர் அலைவாகும்.

ஓர் அலைவுக்கு எவ்வளவு காலம் ஆகிறதோ அது அலைவு நேரம் (period of oscillation) எனப்படும்.

ஊசலின் நீளத்தை அளத்தல்: ஊசல் குண்டை இரண்டு செவ்வகக் கட்டைகளுக்கு இடையே வைத்து, அளவு கோலின் உதவி கொண்டு அதன் விட்டத்தை (diameter)க் கண்டுபிடி. இதில் பாதி அதனுடைய ஆரம் (radius) ஆகும்.



படம் 4. ஊசலின் நீளத்தை அளத்தல்
A-தொங்குதானம்
B-ஊசல் குண்டு
C-அலைவுத் தானம்
1. செவ்வக மரக்கட்டை
2. அளவுகோல்

ஒரு மீட்டர் அளவுகோலின் '0' தொங்குதானத்திலிருந்து தொடங்கும்படி அளவுகோலை ஊசலுக்குப் பின்புறமாக நிறுத்து. ஒரு செவ்வக மரக்கட்டையை ஊசல் குண்டுக்குக் கீழே அதைத் தொடும்படி வைத்து, மரக்கட்டையின் மேல்மட்ட அளவை அளவுகோலில் கண்டுபிடி. இந்த நீளத்திலிருந்து ஊசல் குண்டின் ஆரத்தைக் கழித்தால், மீதியுள்ள நீளமே ஊசலின் நீளம். நூலின் நீளத்தை மாற்றுவதால் ஊசலின் நீளத்தை மாற்றிக்கொள்ளலாம்.

அலைவு நேரம் கண்டுபிடித்தல்: ஒரு மீட்டர் நீளத்திற்கு மேற்படாத ஊசலின் அலைவு நேரம் இரண்டு செகண்டுக்குக் குறைவாகவே இருக்குமாதலால், 20 அல்லது 50 அலைவுகளுக்கான நேரத்தைக் கண்டுபிடித்து, அதிலிருந்து அலைவு நேரம் கணக்கிடவேண்டும். இதற்கு வேண்டிய ஒரு கருவி நிறுத்து கடிகாரம் (stop watch or stop clock) ஆகும்.

நிறுத்து கடிகாரத்தில் செகண்டு முள் நடுவில் பெரிதாக

அமைந்திருக்கும்; நிமிட முள் சிறிதாயிருக்கும். வேலே செய்யும் முன் முட்கள் '0' குறியில் இருக்கும். தலைப்புறத்திலுள்ள ஒரு பொத்தானை அழுத்தினுல் கடிகாரம் வேலை செய்யத் தொடங்கும். மறு முறை பொத்தானை அழுத்தினுல் முட்கள் நின்றுவிடும்; மூன்றும் முறை அழுத்தினுல் முட்கள் முதல் நிலைக்கு வந்துவிடும்.

ஊசலை மேசை விளிம்பை விட்டுச் சற்று வெளித்தள்ளி இழுக்கும்படி தொங்கவிடு. ஊசல் குண்டை ஒருபுறமாகச் சிறிது இழுத்து, அசையாமல் பிடித்துக்கொண்டு சட்டென விட்டுவிடு. ஊசல் ஒரே தளத்தில் அலையவேண்டும்; சுழன்று அலையக் கூடாது.

மேசை விளிம்பில் ஊசல் குண்டின் மைய நிலைக்கு எதிரே ஓர் அடையாளம் செய்துகொள். ஊசல் இந்த அடையாளத்தை இடமிருந்து வலமாகக் கடக்கும்பொழுது நிறுத்து கடிகாரத்தின் பொத்தானை அழுத்தி ஓடச்செய். மறுமுறை ஊசல் அதே அடையாளத்தை இடமிருந்து வலமாகக் கடக்கும்பொழுது '1' என்றும், பிறகு மூன்றும் முறை அதே திசையில் கடக்கும்பொழுது '2' என்றும், தொடர்ந்து எண்ணிக்கொண்டே போய், 20 எண்ணும் பொழுது கடிகாரத்தை நிறுத்து. 20 அலைவுகளுக்கான நேரத்தைக் கடிகாரம் காட்டுகிறது. இதை 20ஆல் வகுத்து ஒரு அலைவுக்கான நேரத்தைக் கண்டுபிடி.

ஊசலின் அலைவு நேரமும் நீளமும்—பரிசோதனை: ஊசலின் நீளம் 25 செ. மீ. ஆக இருக்கும்படி அமைத்துக்கொள். பிறகு முன் விவரித்தபடி 20 அலைவுகளின் நேரத்தையும், அதிலிருந்து அலைவு நேரத்தையும் கண்டுபிடி. நீளத்தை 40 செ.மீ., 55 செ. மீ., 70 செ. மீ., 85 செ. மீ., 100 செ. மீ. என்னும் அளவுகள் இருக்கும்படி அமைத்து, ஒவ்வொரு நீளத்துக்கும் ஊசல் எடுத்துக்கொள்ளும் அலைவு நேரத்தைக் கண்டுபிடி.

எடுத்த அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்து.

ஊசல் குண்டின் விட்டம் = 3 செ. மீ.

ஊசல் குண்டின் ஆரம் = 1·5 செ. மீ.

எண்	ஊசலின் நீளம் l	20 அலைவு களின் நீளம்	அலைவு நேரம் t	t^2	$\frac{l}{t^2}$
1	25 செ. மீ.	20 செக.	1 செக.	1	25
2	40 ,,	25·4 ,,	1·27 ,,	1·61	24·8
3	55 ,,				
4	70 ,,				
5	85 ,,				
6	100 ,,	40 செக.	2 செக.	4	25

இந்த அட்டவணையில் கடைசிப் பத்தியான $\frac{l}{t^2}$ பெரும்பாலும் மாருத எண்ணுக இருக்கிறது என்பதைக் கவனி.

ஊசலின் நீளம் அதிகமாகும்பொழுது அலைவு நேரமும் அதிகமாகிறது; அலைவு நேரத்தின் வர்க்கம் (square of the period) நேர் விகிதத்தில் அதிகமாகிறது. இது ஊசலின் முக்கியமான விதி. இதைப் பின்வருமாறு கூறலாம்.

ஊசல் விதி 1: ஒரு தனி ஊசலின் நீளமும் அலைவு நேரத்தின் வர்க்கமும் நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

அலைவு நேரமும் வீச்சும்: ஓர் ஊசலை அமைத்து, குறைவான வீச்சுடன் ஆடச் செய். அலைவு நேரம் கண்டுபிடி. பிறகு நீளத்தை மாற்ருமல், வீச்சு முன்னிருந்ததுபோல் இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்கு வைத்து ஆடச் செய்; மறுபடியும் அலைவு நேரம் கண்டுபிடி. இரண்டும் சமமாயிருப்பதைப் பார்.

ஊசல் விதி 2: ஒரு தனி ஊசலின் அலைவு நேரம் வீச்சைப் பொருத்து மாறுவதில்லை.

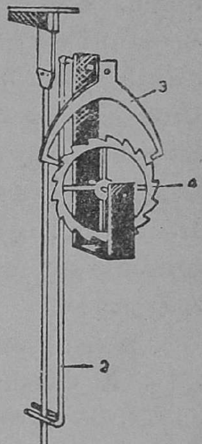
இந்த விதிக்குத்தான் ஊசலின் **சமகாலத்துவம்** (isochronism) என்று பெயர். கலிலியோ, ஒரு கோவிலில் தொங்கி ஆடிக்கொண்டிருந்த விளக்கின் அலைவு நேரம் வீச்சு குறைந்தபொழுதும் மாருதிருப்பதை முதலில் கவனித்தார். அதிலிருந்துதான்

ஊசலைப்பற்றிய விதிகளை அவர் ஆராய்ச்சி செய்து கண்டு பிடிக்க நேர்ந்தது.

அலைவு நேரமும் ஊசல் குண்டும் : ஒரே நீளமுள்ள இரு ஊசல்களை அமை. ஒன்றின் ஊசல் குண்டு சிறிதாயும் இரும்பால் செய்யப்பட்டதாயும் இருக்கட்டும். மற்றென்று வேறொரு உலோகத்தால் ஆனதாகவும் அதிகப் பளுவாகவும் இருக்கட்டும். இரு ஊசல்களுக்கும் தனித் தனியே அலைவு நேரம் கண்டுபிடி. இரண்டும் சமமாயிருக்கும்.

ஊசல் விதி 3 : ஒரு தனி ஊசலின் அலைவு நேரம் ஊசல் குண்டின் தன்மையை அல்லது எடையைப் பொருத்து மாறுவதில்லை.

செகண்டு ஊசல் : அலைவு நேரம் 2 செகண்டு ஆக இருக்கக்கூடிய ஊசலுக்கு **செகண்டு ஊசல்** (seconds pendulum) என்று பெயர். இந்த நீளம் சுமார் 100 செ. மீ. இருக்கும்; ஆனால் பூமியின் மேற்பரப்பில் வெவ்வேறிடங்களில் செகண்டு ஊசலின் நீளம் சிறிதளவு மாறுபடுகிறது.



படம் 5.
கடிகார ஊசல்
1. ஊசலின் கம்பி
2. கவை
3. கிளச்
4. பற்சக்கரம்

ஊசலின் பயன் : சுவர்க் கடிகாரத்தில் ஓர் ஊசல் ஆடிக் கொண்டிருப்பது உங்களுக்குத் தெரியும். கடிகாரத்தின் பிரதானச் சுருள் வில்லுக்குச் சாவி கொடுக்கும்பொழுது அது சுற்றி வைக்கப்படுகிறது. வில் பிரியும்பொழுது பல பற்சக்கரங்களைச் சுழலச் செய்கிறது. ஒன்றோடொன்று தொடர்புடைய இந்தச் சக்கரங்களில் கடைசியான ஒரு பற்சக்கரம் ஊசலின் அலைவால் கட்டுப்படுத்தப் பெறுகிறது. ஊசலின் ஒவ்வோர் அலைவுக்கும் சக்கரத்தின் ஒரு பல் நகரும். ஆகவே, பற்சக்கரங்களின் மூலமாக, பிரதான வில் பிரியும் வேகத்தை ஊசல் கட்டுப்படுத்துகிறது.

கடிகார ஊசலின் நீளம் மாறக்கூடாது. மாறினுல் அலேவு நேரமும் மாறுமல்லவா? ஆகையால் நீளம் அதிகமானுல் அலேவு நேரம் அதிகமாகிறது; அதனுல் கடிகாரம் தாமதமாக ஓடும். நீளம் குறைந்தால் அலேவு நேரம் குறைந்து கடிகாரம் வேகமாக ஓடும். உஷ்ண நிலே மாறுபாடுகளால் நீளம் அதிகமாகவோ குறைவாகவோ மாறக்கூடும். அக்காலங்களில் நீளத்தைச் சரிப்படுத்த ஊசல் குண்டுக்குக் கீழே ஒரு திருகு உள்ளது. அதனே மேல் திருகினுல் நீளம் குறையும்; கீழ் திருப்பினுல் நீளம் அதிகமாகும். சிறு கடிகாரங்களில் ஊசல் இல்லே. அதற்குப் பதிலாகச் சமநிலேச் சக்கரமும் மயிரிழை வில்லும் (balance wheel and hair spring) அமைந்திருக்கின்றன. இவை ஊசலேப்போல் அலேவதால், கடிகாரத்தின் பற்சக்கரங்கள் கட்டுப்படுத்தப் பெறுகின்றன.

உதாரணக் கணக்கு: ஓர் ஊசலின் நீளம் 50 செ. மீ. ஆக இருக்கும்பொழுது அதன் அலேவு நேரம் 1·41 செகண்டு. (a) நீளம் இரு மடங்காகும்பொழுது, (b) வீச்சு இருமடங்காகும் பொழுது—அதன் அலேவு நேரம் என்ன?

(a) நீளம் இரு மடங்காகும்பொழுது அலேவு நேரம் x செகண்டு என்று வை. ஊசல் விதிப்படி, $\frac{l}{t^2}$ சமமாயிருக்க வேண்டும்.

l	t	t^2
50 c.m.	1·41	1·99
100 c.m.	x	x^2

$$\therefore \frac{100}{x^2} = \frac{50}{1\cdot99}$$

$$x^2 = \frac{100 \times 1\cdot99}{50}$$

$$= 2 \times 1\cdot99 = 3\cdot98$$

$x = 2$ செகண்டு (சுமார்).

(b) அலேவு நேரம் வீச்சைப் பொருத்து மாறுபடாதாகையால், வீச்சு இருமடங்கானுலும் அலேவுநேரம் 1·41 செகண்டு தான் இருக்கும்.

பயிற்சி வினுக்கள்

1. இயற்கையில் காலத்தின் அலகு யாது?

2. விஞ்ஞானிகள் 'காலத்தின் அலகு' என்று எதைக் கொண்டுள்ளனர்? இதன் மதிப்பு எவ்வளவு?

3. தனி ஊசலை எப்படி அமைக்க வேண்டும்?

4. தொங்குதானம், அலைவுத்தானம்—இவற்றை விளக்குக.

5. ஊசலின் நீளம், அளவு, வீச்சு, அலைவுநேரம்—இவற்றின் இலக்கணம் கூறுக.

6. ஊசலின் நீளத்தை எப்படி அளக்கலாம்?

7. 55 செ. மீ. நீளமுள்ள ஊசலை எப்படி அமைக்கலாம்?

8. நிறுத்து கடிகாரம் என்றால் என்ன? அதன் பயன் என்ன?

9. ஊசலின் விதிகளைக் கூறுக.

10. ஊசலின் நீளத்துக்கும் அலைவு நேரத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தை எப்படி நிரூபிக்கலாம்?

11. 'ஊசலின் சமகாலத்துவம்' என்றால் என்ன?

12. 'செகண்டு ஊசல்' என்றால் என்ன?

13. பெரிய சுவர்க் கடிகாரத்தில் ஊசல் அலைவு எவ்வாறு ஏற்படுகிறது?

14. ஓர் ஊசலின் நீளம் 100 செ. மீ. ஆக இருக்கும்பொழுது அதன் அலைவு நேரம் 2 செகண்டு. ஊசலின் நீளம் எவ்வளவு இருந்தால் அலைவு நேரம் (a) 1·5 செகண்டு. (b) 2·2 செகண்டு ஆகும்?

15. ஒரு செகண்டு ஊசலின் நீளம் 99 செ. மீ., 176 செ. மீ. நீளமுள்ள ஓர் ஊசலின் அலைவு நேரம் என்ன?

செய்முறைப் பயிற்சி

தனி ஊசல் ஒன்றை அமைத்து, ஊசலின் நீளத்துக்கும் அலைவு நேரத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைக் கண்டுபிடி.

2. திரவங்களின் அழுத்தம்

[திரவங்களில் ஏற்படும் அழுத்தம்-அழுத்தமும் உந்து விசையும்-அழுத்தமும் ஆழம் அல்லது திரவத்தின் உயரமும்.]

அழுத்தம்: ஒவ்வொரு பொருளையும் பூமி தன் மையப் புள்ளியை நோக்கி இழுக்கிறது. இழுக்கும் விசையின் அளவே அப்பொருளின் எடை என்று கொள்ளப்படுகிறது. ஒரு பொருளைக் கையில் தாங்கும்பொழுது, பொருளின் எடை என்னும் விசைக்கு எதிராகத் தாங்க வேண்டியிருக்கிறது. அப்பொழுது பொருளின் எடை கையை அழுத்துகிறது. இவ்வாறு ஒரு பொருளின் எடையால் அதற்கு அழுத்தும் சக்தி அல்லது அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. திடப் பொருள்களில் இவ்வழுத்தம் கீழ் நோக்கியே ஏற்படும்.

திரவங்களின் அழுத்தம்: திரவங்களும் எடையுள்ள பொருள்களே. ஆனால், அவை தனித்துத் திரண்டு இருக்க முடியாது. அவற்றைத் தாங்கி நிற்கக் கொள்கலம் ஒன்று வேண்டும். கொள்கலத்தின் அடிப் பரப்பில் திரவத்தின் எடையால் அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. திரவத்தில் கீழ்நோக்கி அழுத்தம் ஏற்படுவதோடு பக்கங்களிலும் சமமான அழுத்தம் ஏற்படும். இத்தன்மையில் திரவம் திடப் பொருளினின்றும் மாறுபடுகிறது.

உந்து விசை: ஒரு பரப்பின் மீது 100 கிராம் எடையுள்ள திரவம் நிற்பதாகக் கொள்வோம். அப்பரப்பின் மீது ஏற்படும் கீழ்நோக்கி அழுத்தும் மொத்த விசை 100 கிராம் எடையாகும். இவ்வாறு ஒரு பரப்பின் மீது அதைக் கீழ்நோக்கித் தாக்கும் மொத்த விசைக்கு, உந்துவிசை என்று பெயர். ஆகவே, பரப்பின்மீது ஏற்படும் உந்துவிசை 100 கிராம் ஆகிறது.

உந்துவிசை என்பது ஒரு பரப்பின்மீது ஏற்படும் மொத்த அழுத்த விசை ஆகும்.

அழுத்தம்: 10 சதுர அங்குலம் அடிப்பரப்புள்ள ஒரு கொள்கலத்தில் 60 பவுண்டு எடையுள்ள திரவத்தை ஊற்றுவோம். அடிப்பரப்பில் ஏற்படும் உந்துவிசை 60 பவுண்டு ஆகும். திரவங்களில் அடியில் எல்லாப் பகுதிகளிலும் சமமாக அழுத்தம் ஏற்

படும். எனவே, அடிப்பரப்பில் ஒவ்வொரு சதுர அங்குலத்தின் மீதும் $\frac{60}{10}=6$ பவுண்டு எடை அழுத்துகிறது. எனவே, திரவத்தின் அழுத்தும் விசையை, ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 6 பவுண்டு என்றும் குறிப்பிடலாம். இவ்வாறு பரப்பின் அலகின்மேல் ஏற்படும் அழுத்துவிசை, அழுத்தம் என்று கூறப்படுகிறது. 10 சதுர அங்குலத்தின் மேல் ஏற்படும் 60 பவுண்டு உந்து விசையும், 1 சதுர அங்குலத்தின்மேல் ஏற்படும் 6 பவுண்டு அழுத்தமும் சம மதிப்புள்ளவையே. பரப்பின் அலகை மெட்ரிக் முறையிலும் கூறலாம். அப்பொழுது எடை கிராம்களில் குறிப்பிடப்படும்.

உதாரணம்: ஒரு கன செ. மீ.க்கு 70 கிராம்.

அழுத்தம் என்பது ஓர் அலகு பரப்பின்மீது ஏற்படும் உந்துவிசை ஆகும்.

உந்துவிசையை அளத்தல்: சிலிண்டர் வடிவமுள்ள கொள்கலத்தில் நீரை ஊற்று. சிலிண்டரின் அடிப்பரப்பு A ச. செ. மீ. ஆகவும், நீரின் உயரம் h செ. மீ. ஆகவும் இருந்தால், நீரின் கனஅளவு $= Ah$ க. செ. மீ. ஆகும். நீரின் அடர்த்தி 1 க. செ. மீ.-க்கு 1 கிராம் ஆதலால், Ah க. செ. மீ. நீரின் எடை $= Ah \times 1$ கிராம் $= Ah$ கிராம்.

நீருக்குப் பதிலாக 0·8 அடர்த்தி எண் உள்ள கெரசினை h செ. மீ. உயரத்திற்கு அக்கொள்கலத்தில் ஊற்றினால், கெரசனின் கனஅளவு $= Ah$ க.செ.மீ.; அதன் எடை $= Ah \times 0{\cdot}8$ கிராம் ஆகும்.

நீர் அல்லது கெரசினின் எடையே கொள்கலத்தின் அடிப்பரப்பில் நீர் அல்லது கெரசின் உண்டாக்கும் உந்துவிசை ஆகும்.

∴ கொள்கலத்தில்

நீரால் ஏற்படும் உந்துவிசை $= A \times h \times 1$

கெரசினால் ,, ,, $= A \times h \times 0{\cdot}8$

1, 0·8 என்பன நீர், கெரசின் அடர்த்தி ஆகும்.

ஆகவே உந்து விசை $= A \times h \times$ திரவத்தின் அடர்த்தி

$= A \times h \times d$ என்று கூறலாம்.

எனவே, ஒரு திரவத்தின் உந்து விசை, அத்திரவத்தின் பரப்பு × உயரம் × அடர்த்தி ஆகும்.

ஆழத்தை அளத்தல்: ஒரு சிலிண்டரின் அடிப்பரப்பு A ச.செ.மீ. அதில் திரவம் h செ.மீ. உயரத்திற்கு ஊற்றப்படுகிறது. அதன் அடர்த்தி d ஆனால், திரவத்தின் உந்துவிசை $=A\times h\times d$ கிராம்.

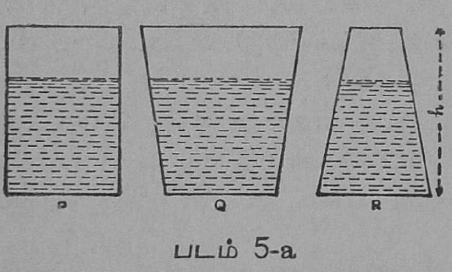
உந்துவிசை A என்னும் பரப்பின்மீது ஏற்படுகிறது. அழுத்தம் ஓர் அலகு பரப்பு, அதாவது 1 ச.செ.மீ., மீது ஏற்படுவது. எனவே,

$$\text{உந்துவிசை} = A\times h\times d$$

$$\text{அழுத்தம்} = \frac{A\times h\times d}{A} = h\times d.$$

ஆகவே, ஒரு திரவத்தின் அழுத்தம், அத்திரவத்தின் உயரம் × அடர்த்தி ஆகும்.

திரவத்தின் அழுத்தமும் கொள்கலத்தின் உருவமும்: படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரே அடிப்பரப்பும், வெவ்வேறு உருவமுமுள்ள P, Q, R என்னும் மூன்று கொள் கலங்களில் ஒரே உயரத்திற்குத் திரவம் உள்ளது என்று கருதுவோம். ஒவ்வொன்றின் அடிப்பரப்பு A ச.செ.மீ. ஆகவும், திரவ உயரம் h செ. மீ. ஆகவும் இருந்தால் P, Q, R ஒவ்வொன்றிலும் திரவத்தின் உந்துவிசை $= A\times h\times d$ ஆகும். ஒவ்வொன்றிலும் அழுத்தம் $\frac{A\times h\times d}{A} = h\times d$. அதாவது, ஒரு திரவம் ஒரு பரப்பின்மீது ஏற்படுத்தும் அழுத்தம், திரவத்தின் உயரத்தையும் அடர்த்தி



படம் 5-a
PQR ஒரே -அடிப்பரப்புள்ள வெவ்வேறு வடிவங்களில் உள்ள கலங்கள் h-நீரின் உயரம்

யையும் மட்டும் பொருத்தது, கொள்கலத்தின் உருவத்தைப் பொருத்தது அன்று, என்று ஏற்படுகிறது. இதை நன்ருக நினைவில் வைத்துக் கொள்ளுங்கள்.

பயிற்சி விளுக்கள்

1. ஒரு பொருளுக்கு எதனுல் அழுத்தம் ஏற்படுகிறது?
2. அழுத்தத்தின் எத்தன்மையில் திரவமும் திரவப் பொருளும் வேறுபடுகின்றன?
3. 'திரவத்தின் உந்து விசை' என்ருல் என்ன?
4. 'திரவத்தின் அழுத்தம்' என்ருல் என்ன?
5. திரவத்தின் உந்துவிசையை எவ்வாறு அளக்கலாம்?
6. திரவத்தின் அழுத்தம் எதற்குச் சமமாகும்?
7. உந்து விசைக்கும் அழுத்தத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு யாது?
8. திரவத்தின் அழுத்தம் கொள்கலத்தின் உருவத்தைப் பொருத்தது அன்று என எவ்வாறு காட்டலாம்?

3. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்

[ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்—இதைப் பயன்படுத்தி ஒரு திடப் பொருள், மிதக்கும் திடப்பொருள், நீரில் கரையும் திடப்பொருள் ஆகியவற்றின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.]

நீரில் மூழ்கியிருக்கும் பொருள்களின் எடைக் குறைவு: கிணற்று நீருள் மூழ்கியிருக்கும் நீர் நிறைந்த வாளி ஒன்றை, அது நீருள் இருக்கும் வரையில் மேலிழுப்பது எளிதாகவுள்ளது. ஆனுல், நீரைவிட்டு வாளி வெளியே வந்ததும் அதை அவ்வளவு எளிதாக மேலிழுக்க முடியவில்லை. நீருள் இருக்கும் வரையில் வாளி குறைந்த எடையுள்ளதாகத் தோன்றிற்று. இது ஏற்பட்டது எங்ஙனம்?

திரவங்களுக்குக் கீழ்நோக்கி அழுத்தும் சக்தியோடு பக்கங்களிலும், மேல்நோக்கியும் அழுத்தும் சக்தி உண்டு. எனவே, ஒரு பொருள் நீருள் இருக்கும்பொழுது, அது நீரைக் கீழ்நோக்கி அழுத்துவது போல், நீர் பொருளை மேல்நோக்கி அழுத்துகிறது. இந்த மேல்நோக்கிய அழுத்தத்தால், பொருளின் கீழ்நோக்கிய

அழுத்தம் குறையும். அவ்வழுத்தம் எவ்வளவு குறைகிறதோ அவ்வளவுக்குப் பொருள் எடை குறைந்ததாகக் காணப்படும். இக்காரணம்பற்றியே நீரில் இருக்கும் பொருளை நீருக்குள்ளிருக்கும்வரை மேலிழுப்பது எளிதாகிறது.

பொருள் வேறு திரவத்தில் மூழ்கியிருந்தாலும், அத்திரவம் அதை மேல்நோக்கி அழுத்தும். ஆனால், அந்த அழுத்தத்தின் அளவு, திரவத்தின் அடர்த்தியைப் பொருத்திருக்கும்.

தவிர, பொருளின் கீழ்நோக்கிய அழுத்தம் அதிகமாயும், திரவத்தின் மேல்நோக்கிய அழுத்தம் குறைவாயுமிருந்தால் பொருள் திரவத்தினுள் மூழ்கிச் செல்லும். பொருளின் அழுத்தம் குறைவாயும் திரவத்தின் மேல்நோக்கிய அழுத்தம் மிகுந்தும் இருந்தால், பொருள் மேல்நோக்கித் தள்ளப்பட்டு, திரவத்தின் மீது மிதக்கும்.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம் : ஒரு பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது, அதன் எடை குறைந்ததாகத் தோன்றுகிறது. எடைக் குறைவு எவ்வளவு இருக்கும்? இதை ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம் தெளிவுபடுத்துகிறது.

தத்துவம் : ஒரு திடப்பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது அடைவதாகத் தோன்றும் எடைக் குறைவானது, அப்பொருளுக்குச் சமமான கன அளவுள்ள திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாகும்.

$$\therefore \left.\begin{array}{c}\text{திரவத்தில் பொருளின்}\\ \text{எடைக் குறைவு}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{பொருளுக்குச் சமமான கன}\\ \text{அளவுள்ள திரவத்தின் எடை}\end{array}\right.$$

தத்துவத்தின் பயன் : ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி, திரவ, திடப்பொருள்களின் அடர்த்தி எண்களை எளிதில் கண்டுபிடிக்கலாம். ஒரு பொருளின் அடர்த்தி எண் என்பது அப்பொருளின் எடைக்கும் அதே கன அளவு நீரின் எடைக்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும். அதாவது,

$$\begin{array}{c}\text{பொருளின்}\\ \text{அடர்த்தி எண்}\end{array} = \frac{\text{பொருளின் எடை}}{\text{பொருளின் கன அளவு நீரின் எடை}}$$

ஆனால் ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவப்படி ஒரு பொருளின் கன

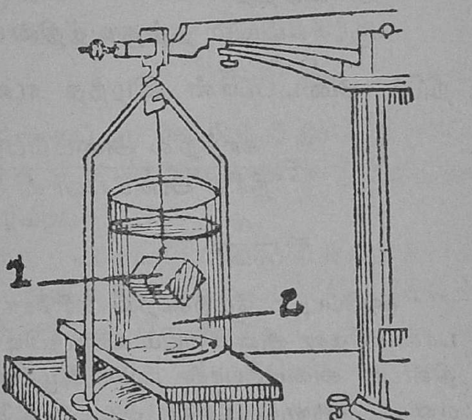
அளவு நீரின் எடை அப்பொருள் நீரில் மூழ்கியிருக்கும்போது இழக்கும் எடைக்குச் சமம். ஆகவே,

$$\text{பொருளின் அடர்த்தி எண்} = \frac{\text{பொருளின் எடை}}{\text{பொருள் நீரில் இழந்த எடை}}$$

என்று ஏற்படுகிறது. இதைப் பயன்படுத்திப் பொருள்களின் அடர்த்தி எண்களைக் காணலாம்.

1. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி திடப் பொருளின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல் :

பரிசோதனை : ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானின் எடையைப் பௌதிகத் தராசின் மூலம் துல்யமாகக் கண்டுபிடி. பிறகு கண்ணாடி அடைப்பானை ஒரு நூலில் கட்டி, தராசுத் தட்டு தொங்க விடப்பட்டிருக்கும் கொக்கியினின்றும் தொங்கவிடு. தராசுத் தட்டின் குறுக்கே தட்டைத் தொடாதபடி ஒரு மரப் பாலத்தைப் படத்தில் காட்டியபடி வை. மரப் பாலத்தின் மேல் ஒரு மூக்குக் குவளையில் பாதியளவு நீர் நிரப்பி வை. மூக்குக் குவளை தராசுத் தட்டின் எந்தப் பாகத்தையும் தொடக் கூடாது. கண்ணாடி அடைப்பானை மூக்குக் குவளை நீருக்குள் நன்கு மூழ்கியிருக்கும்படியும், குவளையின் பக்கங்களையோ அல்லது அடித்தலத்தையோ தொடாமலும் தொங்கவிடு.



படம் 6. பௌதிகத் தராசில், ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் திடப்பொருளின் எடை கண்டுபிடித்தல்

1. மூழ்கியிருக்கும் திடப்பொருள்
2. மரப்பாலத்தின் மீது மூக்குக் குவளையில் திரவம்.

இப்பொழுது, அதாவது கண்ணுடி அடைப்பான் நீருள் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது, அதன் எடையைக் கண்டுபிடி. இது காற்றில் அடைப்பானின் எடையைவிடக் குறைவாயிருக்கும். இவ்விரு எடைகளிலிருந்து அடைப்பானின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

காற்றில் அடைப்பானின் எடை $= a$ கிராம்.
நீரில் ,, ,, $= b$ கிராம்.
∴ நீரில் அடைப்பான் இழந்த எடை $= (a-b)$ கிராம்.

$$\text{பொருளின் அடர்த்தி எண்} = \frac{\text{பொருளின் எடை}}{\text{பொருளின் கன அளவு நீரின் எடை.}}$$

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின்படி,

நீரில் அடைப்பான் இழந்த எடை = { அடைப்பானின் கன அளவு நீரின் எடை.

$$= \frac{\text{காற்றில் அடைப்பானின் எடை}}{\text{நீரில் அடைப்பான் இழந்த எடை}}$$

$$= \frac{a}{a-b}.$$

குறிப்பு: மேற்கூறிய பரிசோதனையிலிருந்து கண்ணுடி அடைப்பானின் கன அளவையும் கண்டுபிடிக்கலாம். ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின்படி அடைப்பான் நீரில் இழக்கும் எடை அதன் கன அளவு நீரின் எடை. ஆனல் நீரின் அடர்த்தி 1 கிராம்/கன செ. மீ. ஆகையால் $(a-b)$ கிராம் நீரின் கன அளவு $=(a-b)$ க. செ. மீ. ஆகவே, அடைப்பானின் கன அளவு $=(a-b)$ க. செ. மீ. ஆகும்.

உதாரணக் கணக்கு: (1) ஒரு காரீயக் குண்டின் எடை காற்றில் 113 கிராம் இருந்தது; அதை நீரில் நிறுக்கும்பொழுது அதன் எடை 103 கிராம் இருந்தது. ஈயக் குண்டின் அடர்த்தி எண் என்ன? கன அளவு என்ன?

காற்றில் காரீயக் குண்டின் எடை	=113 கிராம்
நீரில் ,, ,,	=103 ,,
∴ நீரில் ஈயக் குண்டின் எடைக் குறைவு	= 10 ,,
∴ காரீயத்தின் அடர்த்தி எண் $=113 \div 10$	=11·3 ,,
ஈயக் குண்டின் பருமன்	=10 க. செ. மீ.

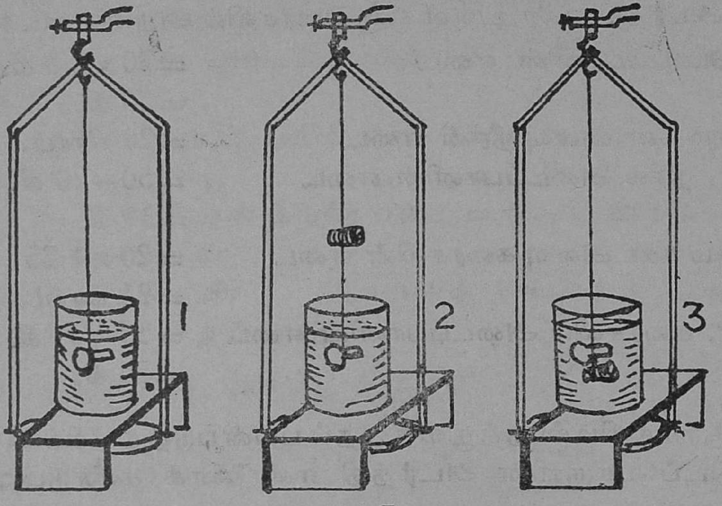
(2) ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானின் பருமன் 20 க. செ. மீ. அதன் அடர்த்தி 2·5 கி./க. செ. மீ. நீரில் அதன் எடை என்ன? 1·25 அடர்த்தி எண் உள்ள ஒரு கரைசலில் அதன் எடை என்ன?

அடைப்பானின் எடை	$= 20 \times 2{\cdot}5$ கி.
	$= 50$ கி.
சம கன அளவு நீரின் எடை	$= 20$ கிராம்.
∴ நீரில் அடைப்பானின் எடை	$= 50 - 20$ கி.
	$= 30$ கி.
சம கன அளவு கரைசலின் எடை	$= 20 \times 1{\cdot}25$
	$= 25$ கிராம்.
∴ கரைசலில் அடைப்பானின் எடை	$= 50 - 25$ கி.
	$= 25$ கி.

2. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி நீரில் மிதக்கும் திடப்பொருளின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்: (மிதக்கும் பொருள்—கார்க்கு.)

பரிசோதனை: கண்ணாடி அடைப்பானைப்போல் கார்க்கு நீரில் மூழ்காது. ஆகையால் அதை மூழ்க வைப்பதற்கு வேறொரு பளுவான பொருளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். அப்பொருள் அமுக்கி (sinker) எனப்படும். முதலில் அமுக்கியை ஒரு நூலில் கட்டி, தராசுக் கொக்கியினின்றும் தொங்கவிடு. தராசுத் தட்டின் மீது மரப்பாலம் ஒன்றைக் குறுக்காக வைத்து அதன்மேல் முன் பரிசோதனையில் செய்ததுபோல் ஒரு மூக்குக் குவளையில் நீரை வை. அமுக்கி நீரில் நன்ருய் மூழ்கியிருக்குமாறு செய்து, அதன் எடையைக் கண்டுபிடி. பிறகு படத்தில் காட்டியபடி அமுக்கி நீருள் இருக்கும்பொழுது கார்க்கை மேலே நுனியில் கட்டி இரண்டினுடைய எடையையும் கண்டுபிடி. பின்னர் அமுக்கி யுடன் கார்க்கை நன்ருகச் சேர்த்துக் கட்டி, இரண்டையும் மூக்குக் குவளையிலுள்ள நீரில் மூழ்கியிருக்கும்படி செய். அமுக்கி யின் உதவியால் மிதக்கும் பொருளாகிய கார்க்கு நீரில் மூழ்கி யிருக்கும். அமுக்கி, கார்க்கு இரண்டும் நீருள் மூழ்கியிருக்கும் பொழுது அவற்றின் மொத்த எடையைக் கண்டுபிடி. எடை

களைக் கீழ்க்காணுமாறு குறித்து, கார்க்கின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.



படம் 7.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்—கார்க்கின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்
1. அமுக்கி நீரில் 2. அமுக்கி நீரிலும் கார்க்கு காற்றிலும்
3. அமுக்கியும் கார்க்கும் நீருள்

அமுக்கி நீருக்குள் இருக்கும் பொழுது அதன் எடை $= a$ கிராம்

அமுக்கி நீருக்குள்ளும் கார்க்கு காற்றிலும் இருக்கும்போது அவற்றின் மொத்த எடை $= b$ கிராம்.

அமுக்கியும் கார்க்கும் நீருள் மூழ்கியிருக்கும்போது அவற்றின் மொத்த எடை $= c$ கிராம்.

∴ காற்றில் கார்க்கின் எடை $= (b-a)$ கிராம்.

கார்க்கு நீரில் இழந்த எடை $= (b-c)$ கிராம்.

∴ ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின்படி கார்க்கின் அடர்த்தி எண்

$$= \frac{\text{காற்றில் கார்க்கின் எடை}}{\text{நீரில் கார்க்கு இழந்த எடை}}$$

$$= \frac{b-a}{b-c}.$$

மாதிரிக் கணக்கு :

ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானின் எடை நீருள் மூழ்கியிருக்கும் போது 25·45 கிராம். கண்ணாடி அடைப்பான் நீரிலும், ஒரு கார்க்கு காற்றிலும் இருக்கும்பொழுது அவற்றின் மொத்த எடை 26·65 கிராம். இவை இரண்டும் நீருள் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது அவற்றின் மொத்த எடை 20·65 கிராம். இவற்றிலிருந்து கார்க்கின் அடர்த்தி எண், கார்க்கின் கன அளவு, கார்க்கின் எடை (நீரில்) இவற்றைக் கண்டுபிடி.

நீரில் அமுக்கியின் எடை = 25·45 கிராம்.

நீரில் அமுக்கியும் காற்றில் கார்க்கும் சேர்ந்து எடை = 26·65 ,,

∴ காற்றில் கார்க்கின் எடை = 26·65 − 25·45
= 1·2 கிராம்.

கார்க்கும் அமுக்கியும் சேர்ந்து நீரில் எடை = 20·65 கிராம்.

∴ கார்க்கு நீரில் இழந்த எடை = 26·65 − 20·65
= 6 கிராம்.

∴ கார்க்கின் அடர்த்தி எண்

$$= \frac{\text{காற்றில் கார்க்கின் எடை}}{\text{நீரில் கார்க்கு இழந்த எடை}}$$

$$= \frac{1 \cdot 2}{6} = 0 \cdot 2$$

கார்க்கின் கன அளவு

$$= \frac{\text{கார்க்கு நீரில் இழந்த எடை}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}$$

$$= \frac{6}{1} = 6 \text{ க. செ.மீ.}$$

(நீரில் கார்க்கின் எடை) = (அமுக்கியும் கார்க்கும் சேர்ந்து நீரில் எடை − அமுக்கி மட்டிலும் நீரில் எடை)
= 20·65 − 25·45
= −4·8 கிராம்.

குறிப்பு: மேற்கூறிய மாதிரிக் கணக்கில் கார்க்கின் எடை நீரில் −4·8 கிராம். அதாவது ரிண எண்ணுக இருக்கிறது. ஏன்? கார்க்கு நீரில் மூழ்கியிருந்தால் தன் எடையான 1·2 கிராம் விசையோடு நீரை அழுத்தும். ஆனல் நீர் அதை 6 கிராம் விசையோடு மேல்நோக்கித் தள்ளும். அதாவது, நீரில் கார்க்கு எடையற்று, 4·8 கிராம் விசையோடு மேல்நோக்கித் தள்ளப்படும். இதைத்தான் −4·8 என்னும் ரிண எண் குறிப்பிடுகிறது.

3. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி நீரில் கரையக் கூடிய திடப்பொருள்களின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டு பிடித்தல்: (பொருள்—மயில்துத்தக் கட்டி)

பரிசோதனை: இப்பரிசோதனையும் ஒரு கண்ணுடி அடைப்பானின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கச் செய்த சோதனை போன்றதே. ஆனல் மயில்துத்தம் நீரில் கரையக்கூடிய பொருள். ஆகையால் மூக்குக் குவளையில் நீருக்குப் பதிலாக மயில்துத்தம் கரையாத அடர்த்தி எண்ணுள்ள திரவத்தை (உ-ம். மண்ணெண்ணெய்) எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

முதலில் ஒரு மயில்துத்தக் கட்டியின் எடையைக் காற்றில் கண்டுபிடிக்கவேண்டும். பிறகு, முன்போலவே தராசுத் தட்டின் மேல் மாப்பாலத்தை அமைத்து அதன்மேல் குவளையில் மண்ணெண்ணெய் எடுத்துக்கொண்டு தராசின் பாகங்களைத் தொடாமல் வைக்கவேண்டும். பின்னர், மயில்துத்தக் கட்டியை நூலில் கட்டித் தராசுக் கொக்கியிலிருந்து மண்ணெண்ணெய்க்குள் முழுதும் மூழ்கியிருக்குமாறு தொங்கவிட்டு, இப்பொழுது அதன் எடையைக் கண்டுபிடிக்கவேண்டும். கீழ்க்காணும் எடைகளைப் பதிவு செய்துகொண்டு மயில்துத்தத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

மயில்துத்தத்தின் எடை (காற்றில்) $= a$ கிராம்.

,, (ம. எண்ணெயில்) $= b$ கிராம்.

மண்ணெண்ணெயின் அடர்த்தி எண் $= d$ கிராம்.

∴ மண்ணெண்ணெயில் மயில் துத்தம் இழந்த எடை $\} = (a-b)$ கிராம்

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின்படி $(a-b)$ கிராம் என்பது மயில் துத்தத்தின் கன அளவுள்ள மண்ணெண்ணெயின் எடை ஆகும்.

மண்ணெண்ணெயின் அடர்த்தி எண் d.

ஆகையால், $(a-b)$ கிராம் மண்ணெண்ணெயின்

கன அளவு $= \frac{(a-b)}{d}$ க. செ.மீ.

∴ மயில்துத்தத்தின் கன அளவு $= \frac{(a-b)}{d}$ க. செ. மீ.

நீரின் அடர்த்தி எண் 1

ஆகையால் மயில்துத்தத்தின் கன அளவு நீரின் எடை $= \frac{(a-b)}{d}$ கிராம்.

∴ மயில்துத்தத்தின் அடர்த்தி எண்

$= \frac{\text{மயில்துத்தத்தின் எடை (காற்றில்)}}{\text{அதன் கன அளவு நீரின் எடை}}$,

$$= \frac{a}{\frac{a-b}{d}} = \frac{a}{a-b} \times d$$

மாதிரிக் கணக்கு :

ஒரு மயில்துத்தக் கட்டியின் எடை காற்றில் 23 கிராம். 0·8 அடர்த்தி எண் உள்ள மண்ணெண்ணெயில் மூழ்கியிருக்கும் பொழுது அதன் எடை 15 கிராம். மயில்துத்தத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடி.

மயில்துத்தத்தின் எடை (காற்றில்)	= 23 கிராம்.
,, ,, (ம. எண்ணெயில்)	= 15 ,,
அது ம. எண்ணெயில் இழந்த எடை	= 23 − 15
	= 8 கிராம்.
ம. எண்ணெயின் அடர்த்தி எண்	= 0·8
∴ மயில் துத்தத்தின் கன அளவு	$= \frac{8}{\cdot 8} = 10$ க. செ. மீ.
∴ அதன் அடர்த்தி எண்	$= \frac{23}{10} = 2\cdot 3$

4. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல் :

ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானின் எடையைக் காற்றில் கண்டுபிடி. பிறகு அதன் எடையை நீரில் கண்டுபிடி. அதை நன்றாய்த் துடைத்துவிட்டு அதன் எடையைத் திரவத்தில் கண்டுபிடி. கீழ்க்காணும் எடைகளைக் குறித்துத் திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி.

காற்றில் அடைப்பானின் எடை		$=a$	கிராம்.
நீரில்	,, ,,	$=b$	,,
திரவத்தில்	,, ,,	$=c$	,,
அடைப்பான் நீரில் இழந்த எடை		$=(a-b)$	கிராம்.
,, திரவத்தில்	,, ,,	$=(a-c)$	கிராம்.

[நீரிலும் திரவத்திலும் ஒரே அடைப்பான் மூழ்கடிக்கப் பட்டதால் சம கன அளவு நீரும் திரவமும் விலக்கப்பட்டிருக்கும்.]

$$\therefore \text{திரவத்தின் அடர்த்தி எண்} = \frac{a-c}{a-b}$$

$$= \frac{\text{அடைப்பான் திரவத்தில் இழந்த எடை}}{\text{அடைப்பான் நீரில் இழந்த எடை}}$$

பயிற்சி வினாக்கள்

1. நீரில் மூழ்கியிருக்கும் பொருள்கள் ஏன் எடை இழக்கின்றன?

2. திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் பொருள்களின் எடைக் குறைவு எதைப் பொருத்தது?

3. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைக் கூறுக.

4. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின்படி ஒரு பொருளின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கப் பொதுவாகப் பயன்படும் சூத்திரம் என்ன?

5. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி (a) கண்ணாடி அடைப்பான், (b) படிகாரம், (c) தேங்காயெண்ணெய், (d) மரக் கட்டை ஆகியவற்றின் அடர்த்தி எண்களை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய்?

6. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின்படி அடர்த்தி எண் கண்டுபிடிக்கும் சோதனைகளில் என்னென்ன முன்னெச்சரிக்கைகளைக் கையாள வேண்டும்?

7. நீரில் மிதக்கும் பொருள்கள் நீருக்குள் நிறுக்கப்பட்டால் எடை ரிண எண்ணுக இருப்பதேன்?

8. ஒரு கண்ணுடி அடைப்பானின் எடை காற்றில் 25 கிராம்; நீரில் 15 கிராம். ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது அதன் எடை 13 கிராம். கண்ணுடி அடைப்பானின் அடர்த்தி எண், கன அளவு, திரவத்தின் அடர்த்தி எண் ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடி.

9. ஒரு கல்லின் எடை காற்றில் 20·7 கிராம்; அதன் கன அளவு 9 க. செ. மீ.; நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கும்பொழுதும், 1·3 அடர்த்தி எண்ணுள்ள திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும்பொழுதும் அதன் எடை என்ன இருக்கும்?

10. நீருக்குள் ஒரு அடைப்பானின் எடை 25·3 கிராம். அடைப்பான் நீருக்குள்ளும், மரக்கட்டை காற்றிலும் உள்ளபொழுது அவற்றின் எடை 29·3 கிராம். இரண்டும் நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கும்போது அவற்றின் எடை 24·3 கிராம். மரக்கட்டையின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி.

11. ஒரு படிகாரக் கட்டியின் எடை 7·5 கிராம். 0·8 அடர்த்தி எண்ணுள்ள திரவத்தில் அது மூழ்கடிக்கப்பட்டபோது அதன் எடை 3·5 கிராம். படிகாரத்தின் அடர்த்தி எண் என்ன?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு கண்ணுடி அடைப்பானின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி.

2. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு மரக்கட்டையின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி.

3. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி, ஒரு கற்கண்டுக் கட்டியின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி.

4. சாதாரண ஹைடிரோமீட்டர்

[மிதத்தல் விதி—சோதனைக் குழாய் மிதவை தயாரித்தல்—சோதனைக் குழாய் மிதவையை மாறும் அமிழ்நிலை யுடையதாகவும், மாருத அமிழ்தல் உடையதாகவும் பயன்படுத்தல்—திரவங்களின் அடர்த்தி எண்—ஹைடிரோமீட்டர்—பால்மானி—பாட்டரி சோதனி.]

பொருள்கள் மிதப்பதன் காரணம் : ஒரு பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும்போது அதற்கு எடைக் குறைவு ஏற்படுகிறது. எடைக் குறைவு பொருளின் கன அளவு திரவத்தின் எடைக்குச் சமம் என்று ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம் கூறுகிறது. பொருளின் எடை அப்பொருளின் கன அளவுள்ள திரவத்தின் எடையைக் காட்டிலும் குறைவானுல், பொருள் திரவத்தில் முற்றிலும் மூழ்கியிருக்க முடியாமற் போகிறது. அது தன் எடைக்குச் சமமான எடை வரையிலும் எடைக் குறைவு அடையலாம்; அதற்கு மேல் அது எடைக் குறைவு அடைய முடியாது. ஆகவே, அது திரவத்திலிடப்படும்பொழுது, தன் எடைக்குச் சமமாக எடைக் குறைவு அடையும். அந்த எடைக்கு ஏற்ற கன அளவுள்ள திரவத்தை இடப்பெயர்ச்சி செய்யும். இப்பொழுது அது தன் எடையை முற்றிலும் இழந்துவிட்டதால், அது திரவத்தின் பரப்பின் மேல் ஓரளவும், திரவத்தின் பரப்பின் கீழ் ஓரளவுமாகத் தன்னை அமைத்துக்கொள்ளும். இந்நிலையில் பொருள் மிதக்கிறது என்று கூறப்படுகிறது. எனவே, ஒரு பொருள் மிதப்பதற்கு, அது தனது கன அளவு திரவத்தைவிட எடையில் குறைவாயிருப்பதே காரணமாகும்.

மிதக்கும் பொருளின் எடையும், அதனுல் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட திரவத்தின் எடையும் சமம்.

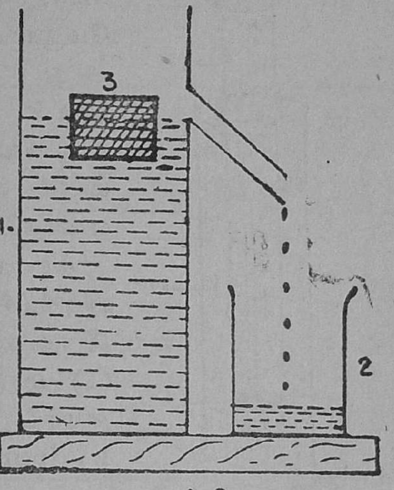
பரிசோதனை : வழிஜாடி ஒன்றைத் துளை வரைத் தண்ணீரால் நிரப்பு. ஒரு மூக்குக் குவளையின் எடையைக் கண்டுபிடி. அக்குவளையை வழிஜாடியின் மூக்கின்கீழ் வை. ஒரு மரத்துண்டின் எடை கண்டுபிடி. அதை வழி ஜாடியிலுள்ள நீரின்மீது மெல்லென வை. நீர் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்டு, மூக்குக் குவளையில் இறங்கும். இப்பொழுது குவளையின் எடையைக்

கண்டுபிடி. குவளையும் நீரும் சேர்ந்த எடையிலிருந்து குவளையின் எடையைக் கழித்தால், இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் எடை காணலாம். அதுவும் மரத்துண்டின் எடையும் சமமாயிருப்பதைப் பார்.

மாதிரி எடை அளவுகள் :

	கிராம்
மரத்துண்டின் எடை	=2·5
மூக்குக் குவளையின் எடை	=30·2
குவளை + இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடை	=32·7
இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடை	=2·5

∴ மரத்துண்டால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் எடை = மரத்துண்டின் எடை



படம் 8.

வழிஜாடி பரிசோதனை

1. வழிஜாடி 2. மூக்குக் குவளை 3. மரத்துண்டு

மிதத்தல் விதி: முன் தலைப்பில் கண்ட சம்பந்தத்தை ஒரு விதியாக்கினால், பின்வருமாறு கூறலாம் :

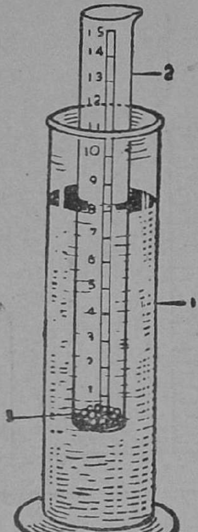
ஒரு பொருள் ஒரு திரவத்தில் தாராளமாக மிதக்கும் பொழுது, பொருளின் எடையும் பொருளால் இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடையும் சமம்.

இந்த விதி மிதத்தல் விதி எனப்படும்.

மிதத்தல் விதியைப் பயன்படுத்தித் திரவங்களின் அடர்த்தி எண் அல்லது ஒப்படர்த்தியைக் காணலாம். இதற்குப் பயன்படும் கருவிகள் மிதவைகள் எனப்படும். இவற்றுள் சோதனைக் குழாய் மிதவை மிகவும் பரவலாய்ப் பயன்படுவது.

சோதனைக் குழாய் மிதவை (test tube float): தட்டையான அடியுடைய ஒரு சோதனைக் குழாயின் உட்புறத்தில் செ.மீ. அளவுகள் குறிக்கப்பட்டுள்ள ஒரு காகித அளவுகோலை ஒட்டவை.

சோதனைக் குழாயில் சில காரீய ரவைகளைப் போட்டு நீரில் மிதக்க விடு. அது நிலைக்குத்தாக மிதக்காவிடில், மேலும் சில ரவைகளைப் போடு; ஆனால் அது நீரில் மூழ்கிவிடாமல் கவனித்துக் கொள். இதுவே சோதனைக் குழாய் மிதவை எனப்படும். இந்த உபகரணத்தைக் கொண்டு திரவங்களின் அடர்த்தி எண்களைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.



படம் 8. சோதனைக் குழாய் மிதவை
1. திரவமுள்ள ஜாடி
2. சோதனைக் குழாய் மிதவை
3. ஈய ரவைகள்

திரவங்களின் அடர்த்தி எண்களைக் கண்டுபிடிக்கச் சோதனைக் குழாய் மிதவையை இருவகைகளில் பயன்படுத்தலாம். அவை (1) மாருத அளவு அமிழும் சோதனைக் குழாய் மிதவை (constant immersion hydrometer), (2) மாறும் அமிழ்தலையுடைய சோதனைக் குழாய் மிதவை (variable immersion hydrometer).

1. மாருத அமிழ்தலையுடைய சோதனைக் குழாய் மிதவையைப் பயன்படுத்தி, ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்:

பரிசோதனை: ஒரு சோதனைக் குழாய் மிதவையைத் தயாரித்துக் கொண்டு அதை ஒரு ஜாடியிலுள்ள நீரில் செங்குத்தாக மிதக்கவிடு. அது எவ்வளவு ஆழம் அமிழ்கிறது என்று குறித்துக்கொள். பிறகு, அதை வெளியே எடுத்து நன்ருகத் துடைத்துவிட்டு, அதன் எடையைக் கண்டுபிடி.

பின்னர், வேரெுரு ஜாடியிலுள்ள திரவத்தில் அதை மிதக்க விடு. நீரில் எவ்வளவு ஆழம் அமிழ்ந்திருக்கிறதோ அதே அளவுக்குத் திரவத்திலும் செங்குத்தாக அமிழும்படி அதற்குள் ஈயக் குண்டுகளைத் தேவைக்கு ஏற்றவாறு சேர், அல்லது எடு. பிறகு மிதவையை வெளியே எடுத்து நன்ருகத் துடைத்துவிட்டு, மீண்டும் எடை போடு.

இதேபோல் பரிசோதனையை நான்கைந்து முறை செய். எடுத்த அளவுகளைக் கீழ்க்காணுமாறு அட்டவணையில் பதிவு செய்.

மிதவை பொது வில் அமிழ்ந்த ஆழம்	நீரில் மிதந்த பொழுது அதன் எடை $= a$ கிராம்	திரவத்தில் மிதந்தபொழுது அதன் எடை $= b$ கிராம்	திரவத்தின் அடர்த்தி எண் $= \frac{b}{a}$
1. 10 செ. மீ.	20 கி.	16 கி.	0·8
2. 11 செ. மீ.	22 கி.	17·5 கி.	0 8
3. 11·5 செ. மீ.	23 கி.	18·5 கி.	0·8
4.			
5.			
6.			

அடர்த்தி எண் சராசரி=

கடைசிக் கட்டத்தில் வரும் எண்கள் ஏறக்குறைய ஒன்று போலவே இருக்கும். அவற்றின் சராசரியைத் திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணுகக் கொள்ளலாம்.

இரண்டு திரவங்களிலும் மிதவை சோதனைக் குழாய் ஒரே அளவு அமிழும்படி செய்யப்படுகிறது. இதனுல் இடம் பெயர்ந்த நீர், திரவம் ஆகியவற்றின் கன அளவுகள் சமமாயிருக்கும். மிதத்தல் விதிப்படி அவற்றின் எடைகள் மிதக்கும் சோதனைக் குழாயின் எடைக்குச் சமம்.

$$\text{திரவத்தின் அடர்த்தி எண்} = \frac{\text{திரவத்தின் எடை}}{\text{திரவத்தின் கன அளவுக்குச் சமமான கன அளவுள்ள நீரின் எடை}}$$

$$= \frac{\text{திரவத்தில் மிதந்தபோது மிதவையின் எடை}}{\text{நீரால் மிதந்தபோது மிதவையின் எடை.}}$$

குறிப்பு: இந்தச் சூத்திரத்திலிருந்து இம்முறையில் திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கும்பொழுது சோதனைக் குழாயின்

வெட்டுப் பரப்பும், அது அமிழும் ஆழமும் எவ்வாறேனும் இருக்கலாம் என்றும் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

2. மாறும் அமிழ்தலையுடைய சோதனைக் குழாய் மிதவை யைப் பயன்படுத்தித் திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டு பிடித்தல் :

சோதனைக் குழாய் மிதவை ஒன்றைத் தயாரித்து, அதை நீரில் மிதக்கவிடு. நீர் மட்டத்திற்குக் கீழாகப் பார்த்து, சோதனைக் குழாயில் எவ்வளவு உயரம் அமிழ்ந்திருக்கிறது என்று பார். இது h_1 ஆக இருக்கட்டும்.

சோதனைக் குழாயை வெளியே எடுத்துத் துடைத்துவிட்டு, கெரசின் எண்ணெயில் மிதக்கவிடு. இப்பொழுது சோதனைக் குழாய், நீரில் அமிழ்ந்ததைவிட அதிக அளவு மூழ்குவதைப் பார். கெரசினில் சோதனைக் குழாய் அமிழ்ந்துள்ள உயரத்தையும் கண்டுபிடி (h_2). மிதத்தல் விதிப்படி, மிதக்கும் பொருளின் எடையும், இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடையும் சமமாயிருக்க வேண்டும்.

சோதனைக் குழாய் மிதவையின் எடை நீரில் மிதக்கும் பொழுதும் கெரசனில் மிதக்கும்பொழுதும் சமமாகையால்,

இடம் பெயர்ந்த கெரசினின் எடை } = { இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடை

நீரின் அடர்த்தி d_1 என்றும், கெரசனின் அடர்த்தி d_2 என்றும், சோதனைக் குழாயின் குறுக்குப் பரப்பு A என்றும் வைத்துக் கொண்டால்,

இடம் பெயர்ந்த கெரசினின் எடை $= Ah_2d_2$

இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடை $= Ah_1d_1$

$$\therefore\ Ah_2d_2 = Ah_1d_1$$

$$\therefore\ \frac{d_2}{h_1} = \frac{d_1}{h_2}$$

$$\therefore \text{ கெரசினின் அடர்த்தி எண் } = \frac{\text{மிதவை நீரில் அமிழ்ந்த உயரம்}}{\text{மிதவை கெரசனல் அமிழ்ந்த உயரம்}}$$

கெரசினுக்குப் பதிலாகப் பிற திரவங்களை உபயோகப்படுத்தினாலும் இதே சூத்திரம் பொருந்தும். அதாவது,

$$\text{திரவத்தின் அடர்த்தி எண்} = \frac{\text{மிதவை நீரில் அமிழும் உயரம்}}{\text{மிதவை திரவத்தில் அமிழும் உயரம்}}$$

பரிசோதனை: சோதனைக் குழாய் மிதவை ஒன்றைத் தயாரித்து நீரில் நிலைக்குத்தாக மிதக்கவிடு. நீரில் அது அமிழ்ந்திருக்கும் உயரத்தை அள. மிதவையின் எடையை மாற்றாமல், கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தில் அதை மிதக்க விடு. திரவத்தில் அது மூழ்கும் உயரத்தை அள. இப்பொழுது மேலும் சில ஈய ரவைகளைப் போட்டு, நீரிலும் திரவத்திலும் மிதக்கவிட்டு மற்றொரு ஜதை அளவுக் குறிப்புக்களை எடுத்துக்கொள். இம்மாதிரியே மேலும் இரண்டு தடவைகள் சோதனையைத் திரும்பச் செய். அளவுக் குறிப்புக்களைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தி, திரவத்தின் சராசரி அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி:

எண்	மிதவை நீரில் அமிழும் உயரம் (h_1)	மிதவை திரவத்தில் அமிழும் உயரம் (h_2)	திரவத்தின் அடர்த்தி எண் $= h_1/h_2$
1	8 செ. மீ.	10 செ. மீ.	0·8
2	9 செ. மீ.	11·2 செ. மீ.	0·8
3	9·5 செ. மீ.	11·9 செ. மீ.	0·8
4			
		சராசரி	0·8

மாதிரிக் கணக்கு:

ஒரு சோதனைக் குழாய் மிதவை நீரில் 20 செ. மீ. ஆழம் அமிழ்கிறது. ஒரு திரவத்தில் 15 செ. மீ. ஆழம் அமிழ்கிறது. (1) திரவத்தின் அடர்த்தி எண் என்ன? (2) முறையே 0·8, 1·2, 1·5 அடர்த்தி எண்களுள்ள திரவங்களில் அது அமிழும் ஆழங்கள் என்ன?

(1) நீரில் அமிழும் ஆழம் = 20 செ. மீ.

திரவத்தில் ,, ,, = 15 செ. மீ.

∴ திரவத்தின் அடர்த்தி எண் = $\frac{20}{15} = 1 \cdot 3$

(2) 0·8 அடர்த்தி எண்ணுள்ள திரவத்தில் அது அமிழும் ஆழம் x செ. மீ. எனக் கொள்வோம்.

$$0 \cdot 8 = \frac{20}{x}$$

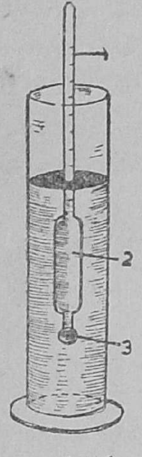
$$\therefore x = \frac{20}{0 \cdot 8} = 25 \text{ செ. மீ.}$$

இதேபோல் 1·2 அடர்த்தி எண்ணுள்ள திரவத்தில் அது அமிழும் ஆழம் 16 6 செ. மீ. என்றும், 1·5 அடர்த்தி எண்ணுள்ள திரவத்தில் அமிழும் ஆழம் 13·3 செ. மீ. என்றும் கண்டுபிடிக்கலாம்.

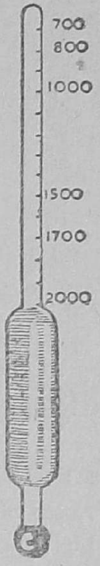
ஹைடிரோ மீட்டர் (Hydrometer): மேலே உள்ள மாதிரிக் கணக்கில் சோதனைக் குழாய் மிதவை 16·6 செ.மீ. ஆழம் அமிழும் திரவத்தின் அடர்த்தி எண் 1·2 என்றும், 13·3 செ. மீ. அமிழும் திாவத்தின் அடர்த்தி எண் 1·5 என்றும் தெரிந்து கொண்டோம். இது போல், மிதவை அமிழும் ஆழத்தைக் கண்டு, அதிலிருந்து திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிடாமல், அந்த ஆழம் அமிழ்வதால் திரவத்தின் அடர்த்தி எண் எத்தனையோ அதையே மிதவையில் திரவ மட்டத்திற்கு எதிராகக் குறித்தால், அடர்த்தி எண்ணை நேராக அறிந்து கொள்ளலாம். ஹைடிரோ மீட்டர் இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட கருவியாகும். மிதக்கும் பொருளாக அமைந்து ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் கருவிக்கு ஹைடிரோ மீட்டர் என்று பெயர். சோதனைக் குழாய் மிதவையும் ஒரு ஹைடிரோ மீட்டரே. ஹைடிரோ மீட்டர் அமிழ்தல் மாறும் மிதவையாகும்.

சாதாரண ஹைடிரோ மீட்டர் (common hydrometer) என்னும் ஒரு கருவியில் திரவத்தின் அடர்த்தி எண்கள் அதன் ஒடுங்கிய காம்பு போன்ற மேற்பகுதியில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் நடுப்பகுதி சற்று அகன்ற குழாயாகவும், கீழ்ப் பகுதி பளுவான பொருளால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு கோளமாகவும் அமைந்

திருக்கும். தண்ணீர், எண்ணெய்கள், உப்புக் கரைசல்கள் போன்ற திரவங்களின் அடர்த்தி எண்கள் 0·7 முதல் 2 வரை இருக்குமாதலால், இந்த எல்லைகட்கு உட்பட்ட அளவுகளே ஹைடிரோ மீட்டரில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 11. சாதாரண ஹைடிரோமீட்டர் திரவத்தில் மிதத்தல்
1. ஹைடிரோ மீட்டரில் அளவு குறிக்கப்பட்ட காம்புப் பகுதி
2. நடுப்பகுதி
3. பளுவான குமிழ்



படம் 10. சாதாரண ஹைடிரோ மீட்டர்

ஒரு சாதாரண ஹைடிரோ மீட்டரை நீர், கெரசின், உப்புக் கரைசல் ஆகிய திரவங்களில் மிதக்கவிட்டுப் பார். இம் மூன்று திரவங்களில் கெரசினில் அதிகமாகவும், நீரில் அதைவிடக் குறைவாகவும், உப்புக் கரைசலில் நீரைவிடக் குறைவாகவும், இக் கருவி அமிழ்வதைப் பார். எனவே, அளவுக் கோடுகள் மேலே 0·7 இல் தொடங்கி, கீழே வர வர அதிகமாகி, 2இல் முடிகின்றன. ஒரு திரவத்தில் ஹைடிரோ மீட்டரை மிதக்கவிட்டு, திரவமட்டத்திற்குச் சரியாக இக் கருவியிலுள்ள அளவைக் கண்டுபிடிக்கவேண்டும். இதுவே திரவத்தின் அடர்த்தி எண்.

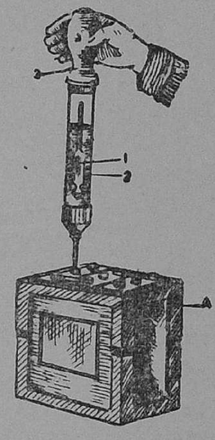
குறிப்பு: ஹைடிரோ மீட்டரில் குறித்துள்ள அளவுகள் மேலே குறைவாகவும் கீழே வரவர அதிகமாகவும் இருப்பதைக் கவனி.

பால்மானி: பால்மானி (lactometer) ஹைடிரோ மீட்டரில் ஒரு வகையாகும். இதைக் கொண்டு பால் சுத்தப் பாலா, தண்ணீர் கலந்ததா என்று தெரிந்து கொள்ளலாம். இதன் அமைப்

பைப் படத்தில் பார். இதன் தண்டுப் பகுதியில் கீழே M என்னும் எழுத்தும், மேலே W என்னும் எழுத்தும், இடைப் பகுதி சாதாரணமாக நான்கு பாகங்களாகவும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். சுத்தப் பாலில் இதை மிதக்கவிட்டால் Mக்குச் சரியாக மிதக்கும்; நீரில் Wக்குச் சரியாக மிதக்கும். இந்த இரண்டுக்கும் இடையே மிதந்தால் பாலில் நீர் கலந்துள்ளது என்று தெரிந்து கொள்ளலாம். உதாரணமாக, பால்மானி 3 என்னும் எண்வரை மிதந்தால் பாலில் 3 பங்கு தண்ணீரும் 1 பங்கு பாலும் உள்ளது என்று அறிந்து கொள்ளலாம்.

படம் 12.
பால்மானி
W-நீரில் மிதக்கும் மட்டம், M-சுத்தமான பாலில் மிதக்கும் மட்டம்

பாட்டரி சோதனி: ஒரு சிறு ஹைடிரோ மீட்டரை, மை நிரப்பும் கருவி போன்ற ஒரு கருவியில் அமைத்து, அதை பாட்டரி சோதனி (battery tester) என்ற கருவியாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். மோட்டார் வண்டியிலுள்ள பாட்டரியில் நீர்த்த கந்தக அமிலம் இருக்கும். இதில் மின்சாரத்தைச் சேர்த்து வைக்கும்பொழுது கந்தக அமிலத்தின் அடர்த்தி உயர்ந்து சுமார் 1·28 இருக்கும். இதிலுள்ள மின்சாரம் பெரும்பாலும் செலவழிந்து விட்டால், அடர்த்தி குறைந்து 1·15 ஆகிவிடும். மை நிரப்பும் கருவியை (ink-filler) உபயோகிப்பதுபோல், பாட்டரி சோதனியால் கந்தக அமிலத்தை எடுத்தால், உள்ளிருக்கும் சிறு ஹைடிரோ மீட்டர், அமிலத்தில் மிதக்கும். அமிலத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடித்து, அதில் சேமித்த மின்சாரம் எவ்வளவு எஞ்சியிருக்கிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.



படம் 13.
பாட்டரி சோதனி
A-பாட்டரி
1. ஹைடிரோ மீட்டர்.
2. கண்ணாடிக் குழாய்,
3. ரப்பர்க் குழாய்

பயிற்சி வினாக்கள்

1. பொருள்கள் ஏன் மிதக்கின்றன ?

2. மிதத்தில் விதியைக் கூறுக.

3. ஒரு சோதனைக் குழாய் மிதவையை எப்படித் தயாரிப்பாய் ?

5. 0·5 அடர்த்தி எண்ணும் 40 க. செ.மீ. கன அளவும் உள்ள ஒரு மரக்கட்டை 1·2 அடர்த்தி எண்ணுள்ள திரவத்தில் மிதக்கிறது. அதனால் வெளியேற்றப்படும் திரவத்தின் கன அளவு என்ன ?

5. சோதனைக்குழாய் மிதவையை மாறும் அமிழ்தல் திரவமானியாகப் பயன்படுத்தி ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணை எப்படிக் கண்டு பிடிப்பாய் ?

6. சோதனைக் குழாய் மிதவையை மாருத அமிழ்தல் திரவமானியாக எப்படிப் பயன்படுத்துவாய் ?

7. ஒரு சாதாரண ஹைடிரோ மீட்டரின் அமைப்பை விவரிக்க.

8. ஒரு பால்மானியின் அமைப்பை விவரிக்க.

9. பால்மானியின் உதவியால் பாலில் கலந்துள்ள நீரின் அளவை எவ்வாறு அறியலாம் ?

10. ஒரு சோதனைக்குழாய் மிதவை நீரில் 12 செ. மீ. ஆழம் அமிழ்கிறது. ஒரு திரவத்தில் 15 செ. மீ. அமிழ்கிறது. திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி. 1 2 அடர்த்தி எண்ணுள்ள ஒரு திரவத்தில் அது எவ்வளவு ஆழம் அமிழும் ?

11. மாருத அமிழ்தலையுடைய ஒரு சோதனைக் குழாயின் எடை நீரில் மிதந்தபொழுது 75 கிராமும், திரவத்தில் மிதந்தபொழுது 60 கிராமும் இருந்தது. திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடி. 1·3 அடர்த்தி எண்ணுள்ள திரவத்தில் அதே ஆழம் அமிழ்ந்தால் மிதவையின் எடை எவ்வளவு இருக்கும் ?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. ஒரு சோதனைக் குழாய் மிதவையை மாறும் அமிழ்தல் ஹைடிரோ மீட்டராகப் பயன்படுத்தி, ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடி.

2. சோதனைக் குழாய் மிதவையை மாருத அமிழ்தலையுடைய திரவமானியாகப் பயன்படுத்தி, ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடி.

5. பாயில் விதி

[பாயில் விதி—பாயில் விதியைச் சரிபார்த்தல்—காற்று சுருங்கு வதால் ஏற்படும் நன்மைகள்—காற்றைச் சுருங்கச்செய்வதால் ஏற்படும் பலன்கள்—கார்ட்டீஷியன் மூழ்கி.]

வாயுவின் அழுத்தங்கள் : வாயுவும் ஒரு பொருளே. திடப் பொருளையும் திரவப் பொருளையும் போல் வாயுவும் எடை கொண்டதே. வாயுவின் எடையால் அதற்கு ஓர் அழுத்தம் ஏற் படுகிறது. இதைத் திட, திரவப் பொருள்களின் அழுத்தங்களைப் போலவே கணக்கிடலாம்.

திடப்பொருளில் அணுப்பிணைவு (cohesion) மிகுதியா யுள்ளது. எனவே, அதன் மூலக்கூறுகள் ஒன்றை ஒன்று இறுகப் பற்றிக் கொண்டிருக்கும். இதனால் திடப் பொருளுக்குக் கன அளவும் உருவமும் ஏற்படுகிறது. திரவப் பொருளில் அணுப் பிணைவு குறைவு. எனவே, அதன் மூலக்கூறுகள் ஒன்றை ஒன்று அவ்வளவாக இறுகப் பற்றிக்கொண்டிரா. இதனால் திரவங் களுக்குக் குறிப்பிட்ட உருவம் ஏற்படுவதில்லை; கன அளவு மட்டும் ஏற்படுகிறது. வாயுப் பொருளில் அணுப்பிணைவு மிக மிகக் குறைவு. அதன் மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர் வதற்குப் பதிலாக ஒன்றைவிட்டு மற்றொன்று அகன்று செல்வதில் ஈடுபடும். இதனால் வாயுவின் மூலக் கூறுகள் அடிக்கடி அவை அடக்கப்பட்டுள்ள கலத்தின் பக்கங்களில் மோதும். இதனால் அப்பக்கங்களில் ஓர் அழுத்தம் காணப்படுகிறது. வாயுவின் இந்த அழுத்தம் மீள்விசை அழுத்தம் (elastic pressure) எனப் படும். மீள்விசை அழுத்தம் வேறு; எடையால் ஏற்படும் அழுத்தம் (weight pressure) வேறு. இந்த வேற்றுமை வாயுக் களில்தான் உண்டு.

வாயுவுக்கு மீள்விசை அழுத்தம் இருப்பதால், அதனை அதிக அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தினால், அதன் கனஅளவு குறையும்; அழுத்தம் குறைந்தால், அதன் கன அளவு மிகும். இந்த இயல்பு வாயுவின் அழுந்தும் தன்மை (compressibility) எனப்படும். இங்கு அழுத்தம் எனப்படுவது மீள்விசை அழுத்தம் எனவும்,

அது எடையால் ஏற்படும் அழுத்தம் அன்று என்பதையும் நினைவில் வைக்கவேண்டும்.

பாயில் விதி: ஒரு வாயுப் பொருளின் மீள்விசை அழுத்தம் மாறும்பொழுது அதன் கன அளவும் மாறுகிறது. இந்த இரு பரிமாணங்களுக்கும் உள்ள துல்யமான சம்பந்தத்தை ராபர்ட் பாயில் (Robert Boyle) என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி முதன் முதலில் கண்டு பிடித்து வெளியிட்டார். அவர் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருள் திணிவுள்ள (எடையுள்ள) வாயுவை J வடிவமுள்ள ஒரு கெட்டிக் கண்ணுடிக் குழாயில் பாதரசத்தால் சிறைப்படுத்தி, பாதரசத்தாலேயே அதன் அழுத்தத்தை மாற்றிச் சோதனை செய்தார்.. அதன் பயனாய் அவர் கண்டுபிடித்தது பாயில் விதி என்று பெயர் பெற்றுள்ளது.

படம் 14. ராபர்ட் பாயில்

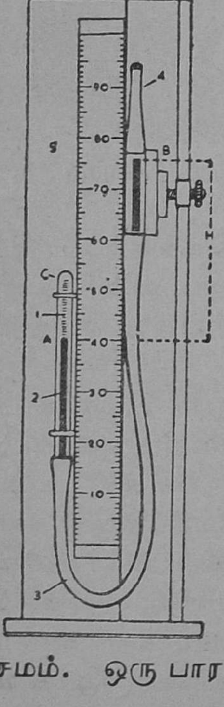
பாயில் விதி: உஷ்ண நிலை மாருதிருக்கும்போது, குறிப்பிட்ட பொருள் திணிவுள்ள ஒரு வாயுவின் கன அளவும் அழுத்தமும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்விகித சமத்திலிருக்கும்.

பாயில் பயன்படுத்தியதைப் போன்ற ஓர் உபகரணம் சோதனைச் சாலையில் உண்டு. இதற்குப் பாயில் விதி உபகரணம் (Boyle's law apparatus) என்று பெயர். இதைப் பயன்படுத்திப் பரிசோதனை செய்து காற்றின் அழுத்தத்திற்கும் கன அளவிற்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைக் காணலாம். இப் பரிசோதனையில் காற்றின் உஷ்ண நிலை மாறக்கூடாது. ஏனெனில், அழுத்தம் மாருவிட்டாலும் உஷ்ண நிலை மாறினுல் வாயுவின் கன அளவு மாறும். ஆகவே, அழுத்தத்தை மட்டும் மாற்றும்பொழுது கன

அளவு எப்படி மாறுகிறது என்று காண்பதற்கு உஷ்ணநிலை மாருமலிருப்பது அவசியமாகிறது.

பாயில் விதி உபகரணம்: இதில் இரு கண்ணுடிக் குழாய்கள் ஒரு ரப்பர்க் குழாயால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு பக்கத்துக் கண்ணுடிக் குழாயின் மேல்முனை மூடப்பட்டு, அதில் ஓரளவு காற்று அடைபட்டுள்ளது. மற்ருெரு கண்ணுடிக் குழாய் திறந்துள்ளது. ரப்பர்க் குழாய் முற்றிலும், கண்ணுடிக் குழாய்களில் நாலைந்து அங்குல உயரம் வரையிலும், பாதரசம் நிரம்பியுள்ளது. இரு கண்ணுடிக் குழாய்களுக்கும் இடையே ஒரு மீட்டர் அளவுகோல் இருக்கிறது. திறந்த முனையுடைய கண்ணுடிக் குழாயை உயர்த்தியும் தாழ்த்தியும் நமக்கு விருப்பமான இடத்தில் தாங்கியுடன் பிணைத்து நிறுத்தவும் முடியும். பாதரச மட்டங்களின் அளவுகளை அளவுகோலில் கண்டுகொள்ளலாம்.

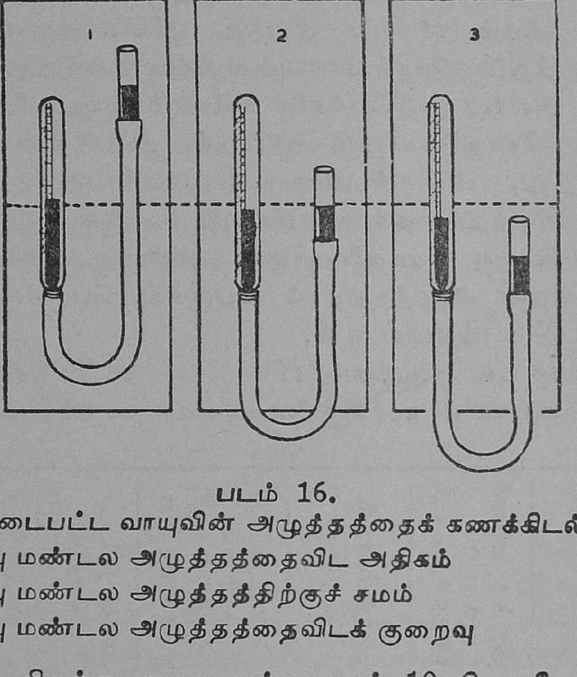
பாயில் விதியைச் சரிபார்த்தல்; பரிசோதனை: பாயில் விதி உபகரணத்தை மேசைமீது நிலைக்குத்தாக நிறுத்து. திறந்த முனையுடைய கண்ணுடிக் குழாயைத் தகுந்தவாறு உயர்த்தவோ தாழ்த்தவோ செய்து இரு பாதரச மட்டங்களும் சமமாக இருக்கச் செய். இப்பொழுது இந்த மட்டங்களுக்கு மேலுள்ள அழுத்தங்கள் சமமாயிருக்கும்; அதாவது, அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் வாயுமண்டல அழுத்தத்திற்குச் சமம். ஒரு பாரமானியைப் பார்த்து அது அப்போது காட்டும்



படம் 15. பாயில் விதி உபகரணம்

1. அடைபட்ட காற்று, 2. ஒரு பக்கம் மூடப்பட்ட கண்ணுடிக் குழாய், 3. ரப்பர்க் குழாய், 4. திறந்த முனைக் குழாய், 5. மரத்தாங்கி,
A-மூடிய குழாயில் பாதரச மட்டம்,
B-திறந்த குழாயில் பாதரச மட்டம்,
C-மூடிய குழாயின் உச்சி,
H-பாதரச மட்ட வித்தியாசம்

வாயுமண்டல அழுத்தத்தைக் குறித்துக்கொள் (H). பாதரச மட்ட அளவையும், மூடப்பட்ட குழாயின் உச்சிக்கு நேரான அளவையும் அளவுகோலிலிருந்து கண்டுபிடி. மூடப்பட்ட குழாயின் குறுக்குப் பரப்பு எங்கும் சமமாயிருப்பதால், அதில் அடைபட்டுள்ள காற்றுத் தம்பத்தின் நீளம் கன அளவிற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும் என்று கொள்ளலாம். ஆகவே, அடைபட்ட காற்றின் நீளத்தைக் கண்டறிந்து, அதையே கன அளவுக்குப் பதிலாகக் குறித்துக்கொள்.



படம் 16.
அடைபட்ட வாயுவின் அழுத்தத்தைக் கணக்கிடல்
1. வாயு மண்டல அழுத்தத்தைவிட அதிகம்
2. வாயு மண்டல அழுத்தத்திற்குச் சமம்
3. வாயு மண்டல அழுத்தத்தைவிடக் குறைவு

பிறகு, திறந்த குழாயைச் சுமார் 10 செ. மீ. உயர்த்து. மூடிய குழாய்க்குள் பாதரசம் சிறிது புகுந்து, அங்கு அடைபட்டுள்ள காற்றை அழுத்தும்; இதனால் அக்காற்று முன்பு இருந்ததைவிடச் சிறிது சுருங்கும். இப்பொழுது பாதரச மட்டங்களை அளந்து வித்தியாசம் (h) கண்டுபிடி. இந்த உயரமுள்ள பாதரசத் தம்பமே அடைபட்ட காற்றை இப்பொழுது அழுத்து

கிறது. ஆகவே, அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் வாயுமண்டல அழுத்தத்தைக் காட்டிலும் அதிகம்; அதன் அழுத்தம் $(H+h)$. திறந்த முனைக் குழாயை மேலும் உயர்த்தி, இன்னும் இரண்டு மூன்று அளவுக் குறிப்புக்களை எடுத்துக்கொள்.

திறந்த முனைக் குழாயை நன்றாகத் தாழ்த்து. அதிலுள்ள பாதரச மட்டம் மூடப்பட்ட குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டத்திற்கும் கீழாயிருக்கச் செய். இரு பாதரச மட்டங்களையும் அள; வித்தியாசம் கண்டுபிடி (h). இப்பொழுது வாயுமண்டல அழுத்தத்தைக் காட்டிலும் அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் குறைவு; அதன் அழுத்தம் $(H-h)$. திறந்த முனைக் குழாயை மேலும் சிறிது தாழ்த்தி மற்றொரு அளவுக் குறிப்பை எடுத்துக்கொள்.

இந்த அளவுக் குறிப்புக்களை எல்லாம் அட்டவணைப்படுத்து. ஒவ்வொரு சோதனையிலும் காற்றுத் தம்பத்தின் நீளத்தைக் கண்டுபிடித்து, அதைக் கன அளவாகக் குறி. அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தத்தைக் கண்டுபிடித்து, அதை ஒரு பத்தியில் குறி. ஒவ்வொரு சோதனையிலும் அடைபட்ட காற்றின் கன அளவை அதன் அழுத்தத்தால் பெருக்கி, பெருக்குத் தொகையைக் கடைசிப் பத்தியில் குறி.

வாயுமண்டல அழுத்தம் (H) = 76 செ. மீ.

மூடிய குழாயின் உச்சிமுனை அளவு = 54·2 செ. மீ.

எண்	மூடிய குழாயில் பாதரச மட்டம்	திறந்த முனைக் குழாயில் பாதரச மட்டம்	வித்தியாசம் (h)	அடைபட்ட காற்றின் நீளம் (= கன அளவு) (V)	அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் (P) = H + h	P × V
1	24·2	24·2	0	30	76·0	2280·0
2	29·2	44·5	15·3	25	91·3	2282·5
3	34·3	72·9	38·6	19·9	114·6	2280·5
4						
5						

இந்த அட்டவணையிலிருந்து, அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் மிகுந்தால், கன அளவு குறைவதையும், அழுத்தம் குறைந்தால் கன அளவு மிகுவதையும் அறிகிறோம். மேலும், ஒவ்வொரு சோதனையிலும் கன அளவையும் அழுத்தத்தையும் பெருக்கி வந்த தொகை சமமாக இருக்கிறது. ஆகவே, இந்த இரு அளவுகளும் எதிர்விகித சமத்தில் இருக்கின்றன என்று அறிந்து கொள்கிறோம்.

கடைசிப் பத்தியில் பெருக்குத் தொகை PV.

அழுத்தம் P_1 ஆனால் கன அளவு V_1 ஆகும்.

அப்பொழுது $P_1 V_1 = PV$

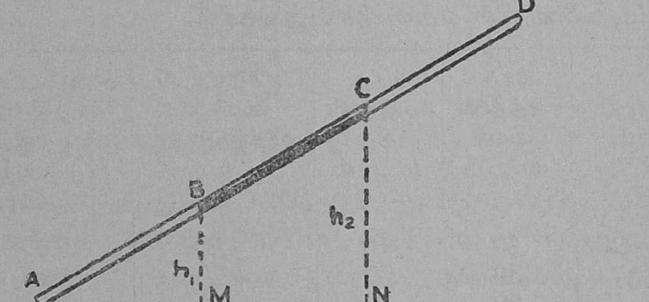
அழுத்தம் P_2 ஆனால் கன அளவு V_2 ஆகும்.

அப்பொழுது $P_2 V_2 = PV$.

எனவே, $PV = P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3$

என்று குறித்துக்கொண்டு போகலாம்.

தந்துகிக் குழாயைக் கொண்டு பாயில் விதியை நிரூபித்தல்: சுமார் ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு தந்துகிக் குழாயை



படம் 17. தந்துகிக் குழாயைக் கொண்டு பாயில் விதியை நிரூபித்தல்
CD-அடைபட்ட காற்றின் நீளம். $BM = h_1$ $CN = h_2$
பாதரசக் கம்பியின் உயரம் $h = h_2 - h_1$

எடுத்து, அதில் சுமார் 25 செ. மீ. நீளமிருக்கும்படி பாதரசத்தை உறிஞ்சிக்கொள். குழாயின் ஒரு பக்கத்தை உருக்கி மூடிவிடு. இப்பொழுது ஒரு குறிப்பிட்ட நீளமுள்ள காற்று பாதரசத்தால்

அடைக்கப்படுகிறது. குழாயைக் கிடைமட்டமாக வைத்து, அடைபட்ட காற்றின் நீளத்தைக் கண்டுபிடி. இப்பொழுது அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் வாயுமண்டல அழுத்தத்திற்குச் சமமாகும்.

பிறகு, குழாயைத் திறந்த நுனி மேலாகவும் செங்குத்தாகவும் வை. இப்பொழுது அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் வெளிக் காற்றின் அழுத்தம் + பாதரசக் கம்பியின் உயரம். இப்பொழுது அடைபட்ட காற்றின் நீளத்தைக் கண்டுபிடி.

பிறகு, திறந்த நுனி கீழாகவும் செங்குத்தாகவும் வைத்துப் பரிசோதனையைச் செய். இப்பொழுது அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் வெளிக்காற்றின் அழுத்தம்—பாதரசக் கம்பியின் நீளம்.

இதுபோல், திறந்த நுனி மேலாகவும் சாய்வாகவும் வைத்து இரண்டு மூன்று அளவுகளும், திறந்த நுனி கீழாகவும் சாய்வாக வும் வைத்து இரண்டு மூன்று அளவுகளும் எடு. குழாய் சாய்ந் திருக்கும்பொழுது பாதரசக் கம்பியின் செங்குத்து உயரத்தை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். எடுத்த அளவுகளைக் கீழ்க்காணு மாறு அட்டவணையில் பதிவு செய்துகொள்.

எண்	அடைபட்ட காற்றின் நீளம் V	பாத ரசத்தின் மேல் மட்டம்	பாத ரசத்தின் கீழ் மட்டம்	ரசமட்டங் களின் வித்தியாசம் h	அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தம் $H \pm h = P$	P×V
1	20 செ. மீ.	40	40	0	76	1520·0
2	15·9 ,,	30	50	+20	96	1526·4
3	27·1 ,,	50	30	−20	56	1517·4
4						
5						
6						
7						

கடைசி கட்டத்தில் $P \times V$ மாறுமல் இருக்கும். இதிலிருந்து பாயில் விதி நிரூபிக்கப்படுகிறது என்று உணர்ந்து கொள்ளலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு :

ஓர் உருளையில் அடைபட்டிருக்கும் காற்றின் அழுத்தம் 76 செ. மீ. இருக்கும்பொழுது அதன் கன அளவு 150 க. செ. மீ. அழுத்தம் 114 செ. மீ. ஆக மாறினுல் கன அளவு எவ்வளவு?

கன அளவு 225 க. செ. மீ. இருந்தால் அழுத்தம் எவ்வளவு இருக்கும்?

பாயில் விதிப்படி $P \times V = P_1 V_1 = P_2 V_2$

(i) $P=76$; $V=150$; $P_1=114$; $V_1=?$

$$76 \times 150 = 114 \times V_1 ; \quad V_1 = \frac{76 \times 150}{114} = 100$$

$\therefore$ கன அளவு = 100 க. செ. மீ.

(ii) $P=76$; $V=150$; $P_2=?$; $V_2=225$

$76 \times 150 = 225 \times P_2$;

$$P_2 = \frac{76 \times 150}{225} = \frac{152}{3} = 50\tfrac{2}{3}$$

அழுத்தம் = $50\frac{2}{3}$ செ. மீ.

வாயுவின் சுருங்கி விரியும் தன்மையின் பயன்கள்: வாயுக்களுக்குச் சுருங்கி விரியும் தன்மை யிருப்பது நமக்குப் பலவிதங்களில் நன்மை பயக்கிறது. சைக்கிள், மோட்டார் முதலான வாகனங்களின் சக்கரங்களிலுள்ள ரப்பர்க் குழாயில் (டியூபில்) அதிகக் காற்று அடைக்கப்படுவதால் அவை வேகமாகச் செல்வதற்கும் அதிர்ச்சியை ஏற்றுச் செல்வதற்கும் உதவுகின்றன. அதுபோலவே, கால்பந்து போன்ற விளையாட்டுகளுக்கும் பந்துக்குள் காற்று அடைப்பதால் அவை எழும்புவதற்கும் உதைப்பதற்கும் எளிதாய் இருக்கின்றன. சிலவகை மின்சார விளக்குகளிலுள்ள வாயுக்களில் ஒரு பகுதி அப்புறப்படுத்தப்படுவதால் மீதி

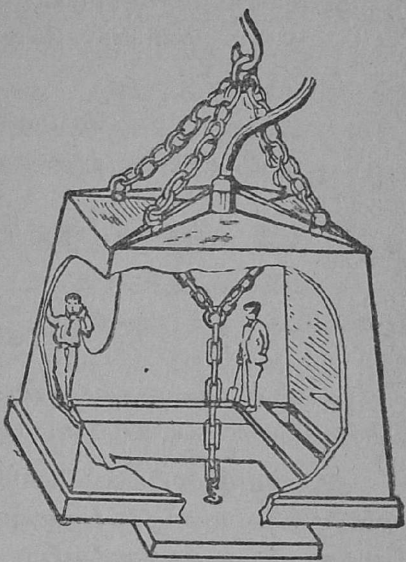
யுள்ள வாயு விரிவடைந்து குழாய் முழுவதும் நிரம்புகிறது. அதன் வழியே மின்சாரம் செலுத்தப்படும்பொழுது அவ்வாயு ஒளிர்கிறது. எவரெஸ்டு போன்ற மலை முடிகளில் ஏறுபவர்களும் நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களில் செல்பவர்களும் மிகுந்த அளவு ஆக்ஸிஜனைச் சிறு சிலிண்டர்களில் நிரப்பிச் சுவாசிப்பதற்காக எடுத்துச் செல்கிறார்கள். சோடா பானம் தயாரிப்பதற்கு கார்பன்டை ஆக்ஸைடு மிகுந்த அளவில் சிலிண்டர்களுள் புகுத்தி வைக்கப்படுகிறது.

கார்ட்டீஷியன் மூழ்கி (cartesian diver): இது மனித உருவமுள்ளது. இதன் உட்புறம் வெற்று இடமாகும். அதனுள் காற்று நிரம்பியிருக்கும். மூழ்கியின் வால்போன்ற பகுதியிலிருக்கும் நுண்ணிய துளைவழியாக உட்காற்று வெளிக்காற்றோடு தொடர்பு கொள்ளும். மூழ்கியின் அடர்த்தி ஏறக்குறைய நீரின் அடர்த்திக்குச் சமமாக இருக்கும். ஆகவே, இதை ஒரு ஜாடியிலுள்ள நீருள் விட்டால் இது முற்றிலும் மூழ்கியவாறு மிதக்கும். நீர்மட்டத்திற்குமேல் ஜாடியில் ஓரளவு காற்று இருக்க வேண்டும். இப்பொழுது ஜாடியின் வாயை ஒரு ரப்பரால் மூடி இறுகக்கட்டு. ரப்பரை விரல்களைக் கொண்டு அழுத்தினால் ஜாடியினுள்ளிருக்கும் காற்றின் அழுத்தம் மிகும். நீரின் மேலுள்ள அழுத்தம் மிகுவதால் இம்மூழ்கியிலுள்ள நுண் துளை வழியாக நீர் சிறிது உட்செல்லும். அப்பொழுது மூழ்கியின் அடர்த்தி மிகுந்து, அது மெல்ல நீருள் கீழ்நோக்கிச் செல்லும். இப்பொழுது அழுத்துவதை நிறுத்திவிட்டால் உள்ளிருக்கும் காற்றின் அழுத்தம் குறையும். கார்ட்டீஷியன் மூழ்கியுள் அடைபட்டிருக்கும் காற்று விரிவடைந்து, உட்சென்ற நீரை வெளியேற்றும். அப்பொழுது மூழ்கியின் அடர்த்தி குறைந்து, மூழ்கி மெல்ல மேல்நோக்கி ஏறி வரும்.

படம் 18.
கார்ட்டீஷியன் மூழ்கி

மூழ்கு மணி (diving bell): பெரிய ஆறுகளிலும் கடலி

லும் மனிதர்கள் நீர்மட்டத்திற்கு அடியில் சென்று வேலே செய்ய உதவுவது மூழ்குமணி. இது ஒரு மணியைப் போன்ற உருவமுள்ளது. இதனுள் மனிதர்கள் நிற்க மேடைகள் இருக்கும். இம் மணி சங்கிலிகளால் நீரினுள் இறக்கப்படும். அதே சமயத்தில் மணியுடன் இணைக்கப்பட்ட ஒரு குழாயின் வழியாகக் காற்று மிகுந்த அழுத்தத்தில் உள்ளே செலுத்தப்படும். இக்காற்று மணிக்குள் நீர் புகாமல் அழுத்துவதோடு, உள்ளிருப்பவர்கள் சுவாசிக்கவும் பயன்படும். அவர்கள் சுவாசித்து வெளிவிடும் காற்று மற்ருெரு குழாயின் வழியே வெளியேற்றப்படும்.



படம் 19. மூழ்கு மணி

பயிற்சி விஞக்கள்

1. பாயில் விதியைக் கூறுக.

2. பாயில் விதி உபகரணத்தைக் கொண்டு பாயில் விதியை எப்படிச் சரிபார்ப்பாய்?

3. ஒரு தந்துகிக் குழாயைக் கொண்டு பாயில் விதியை எப்படி நிரூபிப்பாய்?

4. ஒரு பொருள் திணிவுள்ள வாயுவின் மேலுள்ள அழுத்தம் 760 மி. மீ. ஆக இருக்கும்பொழுது, அதன் கன அளவு 80 க. செ. மீ. அதன் மேலுள்ள அழுத்தத்தை 800 மி. மீ. ஆகச் செய்தால் அதன் கன அளவு என்ன இருக்கும்? கன அளவு 120 க. செ. மீ. ஆனல் அழுத்தம் என்னவாகும்?

5. ஓர் உருளேயிலுள்ள வாயுவின் கனஅளவு இரு மடங்காளுல் அதன் அழுத்தம் எத்தனே மடங்காகும்?

6. வாயுக்களின் சுருங்கி விரியும் தன்மை நமக்கு எவ்விதங்களில் பயன்படுகிறது?

7. கார்ட்டீஷியன் மூழ்கி எந்தத் தத்துவத்தைக் கொண்டு செய்யப் பட்டது? அது வேலை செய்யும் விதத்தை விவரிக்க.

8. மூழ்கு மணியில் செல்பவர்கள் எப்படி மூச்சுத் திணறுமல் இருக்க முடிகிறது?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. பாயில்விதி உபகரணத்தைக் கொண்டு பாயில் விதியைச் சரி பார்க்க.

2. ஒரு தந்துகிக் குழாயைப் பயன்படுத்தி பாயில் விதியை நிரூபிக்க.

6. வான விமானம்

[வான விமானத்தைத் தாங்கும் விசையும், செலுத்தும் விசையும்—இறக்கையுடன் கூடி விமானம் பறக்கும் விதம்.]

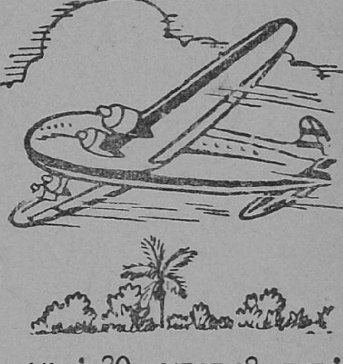
ஆகாயக் கப்பல் அமைக்கப்பட்ட வரலாறு: பண்டைக் கால முதலே மனிதர், பறவைகளைப்போல் வானவழியாகச் செல் வதற்கு ஏற்ற சாதனங்களை அமைக்க முயற்சி செய்து வந்துள் ளார்கள். நம் நாட்டு இலக்கியங்களில் பறக்கத்தக்க விமானங்கள் இருந்தனவாகக் குறிப்புக்கள் காணப்படுகின்றன.

முதன் முதலில் வெப்பக் காற்றையும் புகையையும் நிரப்பிய "புகைக் கூண்டு" பலூன்கள் (balloons) தயாரிக்கப்பட்டன. பிறகு வெப்பக் காற்றுக்குப் பதிலாக ஹைடிரஜன் (hydrogen) என்ற வாயுவைப் பலூன்களில் நிரப்பினர்கள். முதலில் அமைத்த பலூன்களில், அவற்றைக் குறிப்பிட்ட திசையில் செலுத்தத்தக்க கருவிகள் அமைக்கப்படாமையால் அவை காற்று வீசும் திசை யிலேயே சென்றன.

பலூன்களைப் போல் ஆகாயக் கப்பல்கள் (air ships) அமைக்கப்பட்டன. தேவையான திசையில் அவற்றைச் செலுத் துவதற்கு வேண்டிய கருவிகளும் அமைக்கப்பட்டன. ஜெப்பலின் (Zeppelin) என்ற பெரிய ஜெர்மன் ஆகாயக்கப்பல் இம்மாதிரி யாக அமைக்கப்பட்டது. ஆனல் ஹைடிரஜன் காற்றுடன் கலந் தால், தீப்பட்டவுடன் வெடிக்கும் இயல்புள்ள கலவையாகி விடு கிறது. இதனல் சில ஆகாயக் கப்பல்கள் எரிந்து போயின.

ஹைடிரஜனுக்குப் பதிலாக ஹீலியம் (helium) என்னும் ஓர் இலேசான வாயு ஆகாயக் கப்பல்களில் பயன்படுத்தப்பட்டது. இந்த வாயு எந்த மூலகத்துடனும் கூடுவதில்லே; எரிவதில்லே. தற்காலத்தில் ஆகாயக் கப்பல்கள் அமைக்கப்படுவதில்லே; ஏனெனில், இதைக் காட்டிலும் பல மடங்கு வேகமாகவும் வசதியாகவும் செல்லக்கூடிய வான விமானங்கள் இப்பொழுது தயாரிக்கப்படுகின்றன.

வான விமான வரலாறு: ஆகாயக் கப்பல் பொதுவாகக் காற்றைவிட இலேசான அமைப்புடையது; அதனுல் அது தானே மேலே செல்கிறது. அதைக் கீழே இறக்குவதற்கு அதில் நிரப்பப்பட்டுள்ள இலேசான வாயுக்களே வெளியேற்றி, காற்று உட்புகச் செய்யவேண்டும். ஆனுல் வான விமானம் காற்றைவிடக் கனமானது. இது எந்திரங்களின் உதவியால் வேகமாகச் செல்லும் பொழுது ஏற்படும் காற்றின் அழுத்தத்தால் தாங்கப்படுகிறது.



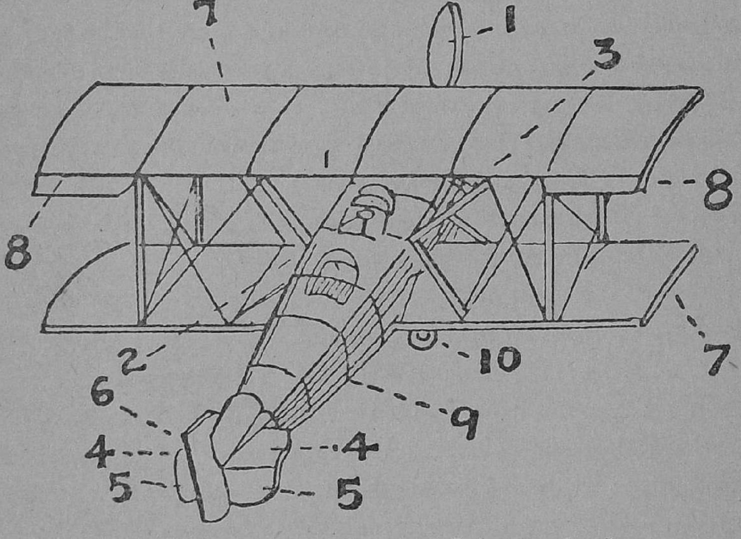
படம் 20. வான விமானம்

பத்தொன்பதாம் நூற்ருண்டு முடிவிலும் இருபதாம் நூற்ருண்டுத் தொடக்கத்திலும் லாங்லி (Langley), லிலியன்தால் (Lilienthal) என்பவர்கள் எஞ்சினில்லாத கிளேடர் (Glider) என்னும் விமானவகைகளே அமைத்துச் சிறிது தூரம் பறந்தார்கள். கிளேடருக்குப் பெரிய இறக்கைகள் உண்டு. இவை தரையில் வேகமாகச் செலுத்தப்பட்டதால், காற்ருல் மேலே தூக்கப்பட்டுச் சிறிது தூரம் பறந்தன.

வில்பர் ரைட் (Wilber Wright), ஆர்வில் ரைட் (Orville Wright) என்ற இரு சகோதரர்கள் கிளேடர் விமான ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பிறகு ஒரு விமானத்தில் பெட்ரோல் எஞ்சினேப் பொருத்திப் பறக்கச் செய்தனர். இதுவே முதல் வான விமானம் ஆகும். இதன் பிறகு பல நாட்டு விஞ்ஞானிகளின் ஆராய்ச்சி

களால் வானவிமானத்தின் அமைப்பு மேன்மேலும் சீர்திருத்தம் பெற்று வந்தது. இப்பொழுது எத்தனையோ வகையான புது விமானங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன.

வான விமானத்தின் பாகங்கள்: வான விமானம் இலேசாகவும் உறுதியாகவும் இருப்பதற்கு, அலுமினியம் அதிகமாகச் சேர்ந்த டியூரலுமினியம் (duraluminium) என்ற கலப்பு உலோகத்தால் அதன் உடல் பகுதி (fuselage) அமைக்கப்படுகிறது.



படம் 21. வான விமானத்தின் பாகங்கள்

1. முன்தள்ளி, 2. விமானி அறை, 3. எஞ்சின் அறை, 4. நிலை நிறுத்திகள், 5. உயர்த்திகள், 6. சுக்கான், 7. இறக்கைகள், 8. எயிலரான்கள், 9. விமானத்தின் உட்பகுதி, 10. சக்கரம்

இதன் முன்புறத்தில் விமானி அறையும் (cockpit), எஞ்சினும் (engine), பின்புறத்தில் பிரயாணிகள் அறை, பெட்ரோல் எண்ணெய்த் தொட்டி முதலியனவும் அமைந்திருக்கும். உடலின் அமைப்பு, மீனின் உடலமைப்பு போன்றுள்ளது.

உடலின் முன்புறம் சற்றுக் கூராக முடியும்; இதற்கு முன் எஞ்சினுடன் இணைந்த முன்தள்ளி (propeller) இருக்கிறது.

இது மின்சார விசிறிபோல் இரண்டு அல்லது மூன்று 'இலைகள்' (blades) கொண்டு, வேகமாகச் சுழலக்கூடிய விதத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது.

உடலின் முன்பகுதியில் ஒரு ஜதை அல்லது இரண்டு ஜதை இறக்கைகள் (wings) அமைந்திருக்கின்றன. அவை கிடைமட்டமாக இல்லாமல் முன்புறம் சற்று உயர்ந்து சுமார் 10°க்கு உட்பட்ட சாய்வில் அமைந்திருக்கும். இவற்றின் உட்புறம் குழிவாயிருக்கும்.

இறக்கைகளின் பின்புறத்தில் தனியாக உயர்த்தித் தாழ்த்தக் கூடிய தகடுகள் இருக்கின்றன. இவை எயிலரான்கள் (ailerons) எனப்படும்.

விமான உடலின் வால் பகுதியில் நிலைக்குத்தாக ஒரு தகடு உள்ளது. இதற்குச் சுக்கான் (rudder) என்று பெயர். கிடைமட்டமாகச் சிறிய சிறகுகள் போன்ற தகடுகள் உள்ளன. இவற்றில் நிலையான தகடுகளுக்கு நிலைநிறுத்திகள் (stabilizers) என்றும், மேலும் கீழும் சாயக்கூடிய தகடுகளுக்கு உயர்த்திகள் (elevators) என்றும் பெயர்.

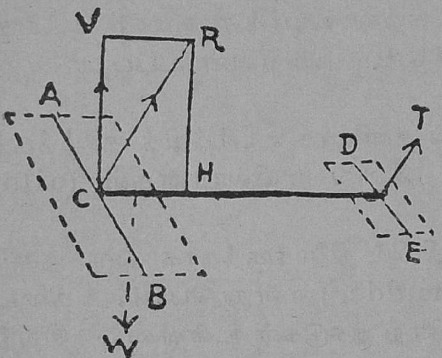
விமானத்தின் முன்புறம் இரண்டு சக்கரங்களும், வால் பகுதிக்குக் கீழே ஒரு சிறு சக்கரமும் அமைந்திருக்கின்றன.

வான விமானத்தைத் தாங்கும் விசை: ஒரு காற்றுடிப் பட்டம் காற்றில் பறக்கும்பொழுது அது எவ்வாறு கீழே விழாமல் காற்றால் தாங்கப்படுகிறதோ, அதுபோலவே வான விமானமும் காற்றால் தாங்கப்படுகிறது என்று சொல்லலாம்.

முன்தள்ளி என்னும் கருவி ஒரு திருகைப் போன்றது. ஒரு திருகைச் சுற்றும்பொழுது அது எவ்வாறு முன்னேக்கிச் செல்கிறதோ, அதுபோலவே முன்தள்ளி வேகமாகச் சுற்றும்பொழுது, அது முன்னிருக்கும் காற்றைப் பின்னுக்குத் தள்ளுகிறது; இதனால் முன்புறத்தில் வெற்றிடம் உண்டாகி, பின்னுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தால் விமானம் முன்னே தள்ளப்படுகிறது. எனவே, முன்தள்ளி வேகமாகச் சுழலும்பொழுது அது காற்றைக் குடைந்துகொண்டே விமானத்தையும் வேகமாக இழுத்துக் கொண்டு முன்னேறுகிறது. இதனால் அதே வேகத்தில் முன்புற

மிருந்து பின்புறமாக விமானத்துக்கு மேலும் கீழும் காற்று வீசுகிறது.

கீழ்ப்புறமாக வீசும் காற்று சாய்வான இறக்கைகளில் மோதுகின்றது. இந்தக் காற்றின் விசை கிடைமட்டத் திசையில்



படம் 22. வான விமானத்தைத் தூக்கும் விசைகள்

AB-இறக்கைகளின் தளம்
CR-இறக்கைகளுக்குச் செங்குத்தாகக் காற்றின் உந்து விசை
CV-விமானத்தைத் தூக்கும் விசை
CH-பின்னிழுப்பு விசை
DE-நிலைநிறுத்திகளின் தளம்
T-நிலைநிறுத்திகளின் மீது காற்றின் உந்து விசை
W-விமானத்தின் எடை

இருந்தாலும், இறக்கையின் தளத்துக்குச் செங்குத்தாக இந்த விசையில் ஒரு பகுதி அமையும். இந்தப் பகுதியான CR என்னும் விசையை CV என்னும் நிலைக்குத்து விசையாகவும், CH என்னும் கிடைமட்ட விசையாகவும் பகுக்கலாம். CV என்னும் நிலைக்குத்து விசைதான் விமானத்தின் எடையை எதிர்த்து விமானத்தைத் தாங்க உதவுகிறது. இதைத் தவிர, முன்தள்ளியால் பின்தள்ளப்படும் காற்றின் ஒரு பகுதி, இறக்கைகளின் சாய்வால் மேல் தள்ளப்படும். இதனால் மேற்புறத்திலுள்ள காற்று தள்ளப்பட்டு, அதன் அழுத்தம் குறையும். கீழுள்ள காற்றின் அழுத்தம் விமானத்தை மேல்நோக்கித் தள்ளுகிறது.

விமானம் வேகமாகச் செல்லச் செல்ல, காற்றின் விசையும் அதிகமாகி, CV என்னும் நிலைக்குத்து விசையும் மிகும். ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்திற்கு அதிகமாக விமானம் ஓடினால்தான் CV என்னும் நிலைக்குத்து விசை விமானத்தைத் தூக்குவதற்குப் போதுமானதாகும். இக்காரணத்தால் தான் வான விமானம் கிளம்பும்பொழுது தரையிலேயே வெகுதூரம் ஓடவேண்டியிருக்

கிறது. விமான நிலையங்களில் இதற்காக ஓடு பாதைகள் (runways) அமைந்திருக்கும்.

CH என்னும் கிடைமட்ட விசையானது விமானம் முன்னேறுவதைத் தடை செய்யும். இதற்குப் பின்னிழுப்பு விசை (drag) என்று பெயர். இதை எதிர்த்து முன்தள்ளி சுழல்வதால் ஏற்படும் விசைதான் விமானத்தை முன்னேக்கிச் செலுத்துகிறது.

வான விமானப் பகுதிகளின் வேலைகள் :

1. **எஞ்சின் :** இது இயங்குவதால் முன்தள்ளி வேகமாகச் சுழல்கிறது. ஆகவே, வான விமானம் முன்னேக்கிச் செல்வதற்குரிய விசையை எஞ்சினே தருகிறது. இது சக்தி வாய்ந்த எஞ்சினுக இருக்கும். விமான எஞ்சின்கள் பல நூற்றுக் கணக்கான குதிரைத் திறன் (horse power) உள்ளவை.

2. முன்தள்ளி என்னும் கருவி சுழல்வதால் விமானம் முன்னேக்கி இழுக்கப்படுகிறது.

3. **இறக்கைகள் :** இவை சாய்வாக அமைந்திருப்பதால் இவற்றில் மோதும் காற்று, விமானத்தை மேலே தூக்கக்கூடிய விசையைத் தருகின்றது.

4. **நிலை நிறுத்திகள் :** இவற்றை வால் சிறகுகள் (tail planes) என்றும் சொல்வதுண்டு. இறக்கைகளில் மோதும் காற்ருல் ஏற்படும் மேல் நோக்கிய விசை, விமானத்தின் இறக்கைப் பகுதியில் தாக்குகிறது ; விமானத்தின் எடை தாக்கும் புள்ளியான புவிஈர்ப்புத்தானம் சற்றுப் பின்புறமாக இருக்கும். இதனுல் விமானம் முன்புறம் மேலேயும், பின்புறம் கீழேயுமாகத் திரும்பிவிட கூடும். இவ்வாறு திரும்பாமலிருக்க நிலைநிறுத்திகள் உதவுகின்றன. முன்புறமிருந்து பின்னேக்கி வீசும் காற்று இவற்றில் மோதுவதால், வால்புறத்திலும் ஒரு மேல்நோக்கிய விசை ஏற்படுகிறது. இது விமானத்தின் வால் பகுதி கீழே இறங்காமல் செய்கிறது.

5. **உயர்த்திகள் :** இவற்றை மேல்நோக்கிச் சாய்த்தால், மேல்புறமாக வீசும் காற்று இவற்றில் மோதி வால்புறத்தைக் கீழே அழுத்தும். இதனுல் விமானத்தின் முன்புறம் மேல் நோக்கித்

திரும்புவதால் விமானம் உயரும். இதேபோல், உயர்த்திகளைக் கீழ்நோக்கிச் சாய்த்தால், கீழ்ப்புறமாக வீசும் காற்று இவற்றில் மோதி வால்புறத்தை உயர்த்தும். விமானம் கீழே இறங்கும்.

6. சுக்கான்: நிலைக்குத்தாக அமைந்துள்ள இந்தத் தகட்டை வலப்புறமாகச் சாய்த்தால், இதன்மீது மோதும் காற்று வால்பகுதியை இடப்புறமாகத் தள்ளும்; ஆகையால் விமானத்தின் முன் பகுதி வலப்புறமாகத் திரும்பும். இதேபோல் விமானத்தை இடப்புறம் திருப்ப, சுக்கானை இடப்புறமாகச் சாய்க்க வேண்டும்.

7. எயிலரான்கள்: விமானம் திசை திரும்பும்பொழுது பக்கவாட்டில் புரண்டுவிடக்கூடும் (side slipping). இவ்வாறு கவிழாமல் இருப்பதற்கு எயிலரான்களைப் பயன்படுத்த வேண்டும். வலது எயிலரான் இடது எயிலரான் ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்தாற்போல், ஒன்றுக்கொன்று எதிராகவே இயங்கும். விமானத்தை வலப்புறம் திருப்பும்பொழுது, வலது எயிலரானை உயர்த்தி, இடது எயிலரானைத் தாழ்த்த வேண்டும்; இதனால் வலது சிறகு தாழ்ந்து, இடது சிறகு உயரும்; விமானம் பக்கவாட்டில் புரண்டுவிடாமல் திரும்பும்.

8. சக்கரங்கள்: விமானம் புறப்படும்பொழுதும், கீழே இறங்கும்பொழுதும் தரைமீது செல்ல, சக்கரங்கள் இன்றியமையாதவை.

9 விமானி அறையில் மேற்கூறிய பகுதிகள் எல்லாம் விமானி தன்னிடத்தில் இருந்துகொண்டே இயக்கத்தக்க கருவிகள் அமைந்திருக்கும். இவற்றைத் தவிர, வேகமானி (speedometer), உயரமானி (altimeter), திசைகாட்டி (compass) முதலிய கருவிகளும் விமானிக்கு இன்றியமையாதவையே. மேலும் ரேடியோ செய்தி அனுப்பும் கருவியும், செய்தியைக் கேட்கும் கருவியும் அமைந்திருக்கும்.

விமான வகைகளும் பயன்களும்: தற்காலத்தில் பலவித விமானங்கள் செய்யப்படுகின்றன. போர் விமானங்களில் பீரங்கிகள், குண்டு வீசும் ஏற்பாடுகள் எல்லாம் அமைந்திருக்கும். பிரயாணி விமானங்களில் பிரயாணிகளுக்கு வசதியான அமைப்புகள்

இருக்கும். இவை சாதாரணமாக மணிக்கு 150 முதல் 200 மைல்கள் வரை செல்லும்.

ஜெட் விமானங்கள் (jet planes) இப்பொழுது அதிகமாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் முன்தள்ளி இல்லை. இதில் இறுகிய காற்று வேகமாகப் பின்புறத்தில் வெளியேறுவதால், விமானம் முன்னேக்கிச் செலுத்தப்படும். இவை மணிக்கு 500 மைல் வீதமும் செல்லக் கூடியவை. ஹெலிகாப்டர் (helicopter) என்ற ஒருவகை விமானம் தரையிலிருந்து செங்குத்தாக உயரக் கிளம்பிச் செல்லக்கூடியது. இதற்கு ஓடு பாதைகள் தேவையில்லை. நீரில் படகுபோல் செல்லவும், வானத்தில் பறக்கவும் கூடிய பறக்கும் படகு (flying boat) மற்ருெரு வகை விமானமாகும்.

வான விமானப் பயணம் இப்பொழுது எல்லா நாடுகளிலும் அதிகரித்துள்ளது. தபால் கடிதங்கள் இப்பொழுது விமானங்கள் மூலமாகப் பல இடங்களுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. போக்குவரவு வசதிகள் துண்டிக்கப்பட்டு அவதிப்படுவோருக்கு உணவு உடைகளை விமான மூலம் எடுத்துச் செல்கிறுர்கள்.

பயிற்சி விஞக்கள்

1. முதலில் பலூன்கள் எப்படி அமைக்கப்பட்டன ?
2. ஆகாயக் கப்பலின் அமைப்பை விவரிக்க.
3. ஆகாயக் கப்பலுக்கும், வான விமானத்துக்கும் உள்ள வித்தியாசம் என்ன ?
4. வான விமானத்தின் பாகங்களின் பெயர்களை எழுதுக.
5. வான விமானத்தின் படம் ஒன்று வரைந்து, அதில் (i) சுக்கான், (ii) உயர்த்திகள், (iii) நிலைநிறுத்திகள், (iv) முன்தள்ளி, (v) எயிலரான்கள்—ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடுக.
6. வான விமானத்தைத் தாங்கும் விசை எது ? படத்துடன் விளக்குக.
7. பின்வரும் பாகங்களின் வேலை என்ன ? (a) நிலைநிறுத்தி, (b) சுக்கான், (c) உயர்த்தி, (d) எயிலரான்கள்.
8. வான விமானத்திற்கு ஏன் சக்கரங்கள் அமைந்துள்ளன ?

7. மீள்சக்தி

[மீள் சக்தி—ஹுக் விதி—ஹுக் விதியைச் சரிபார்த்தல்—வில் தராசு.]

மீள்சக்தி (elasticity): ஒரு நீள ரப்பர்த் துண்டைப் பிடித்து இரு பக்கங்களிலும் இழு; அது நீள்கிறது. அதே சமயத்தில் அதன் கனம் (thickness) குறைகிறது. இழுப்பதை விட்டுவிட்டால் அது மீண்டும் பழைய நிலையை அடைந்துவிடுகிறது. இதேபோல் ஒரு வில்லை (spring) இழு. வில்லின் வளையங்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் மிகுகிறது; அதன் நீளமும் மிகுகிறது. இழுப்பதை நிறுத்திவிட்டால் அது மீண்டும் பழைய நிலையை அடைகிறது. ஒரு பலூனை ஊது. காற்று அதனுள் செல்லச் செல்ல அது பெரிதாகிறது. ஊதுவதை நிறுத்து. காற்று வெளிச் சென்று, பலூன் மறுபடி பழைய நிலையை அடைகிறது. ஒரு நேரான மூங்கில் குச்சியை இரு முனைகளையும் பிடித்துக் கொண்டு வளை. அது வில்போல் ஆகிறது; விட்டுவிட்டால் அது மறுபடி நேராக நிமிர்ந்துவிடுகிறது. நமது கையை மடக்கும் பொழுது இருதலைத் தசை சுருங்கிப் பெரிதாகிறது; கையை நீட்டும்போது அது மீண்டும் பழைய நிலையை அடைகிறது.

மேலே விவரித்தவைபோல் சில பொருள்கள் அவற்றின் மீது ஏதோ ஒரு விசை கொடுக்கப்படும்போது அவற்றின் உருவம், நீளம், பருமன் (கனம்) முதலியவற்றில் ஒருவித மாறுதலையடைந்து, அவ்விசை விலகியவுடனே மீண்டும் பழைய நிலையை அடைகின்றன. இதுபோன்ற பொருள்களுக்கு இலாஸ்டிக் பொருள்கள் (elastic substances) என்று பெயர். அப்பொருள்களின் மேற்கூறிய தன்மைக்கு **மீள்சக்தி** (elasticity) என்று பெயர்.

மீட்சி எல்லை : ஒரு சுருள் கம்பியை இழுத்தால் நீள்கிறது. மிகுந்த விசையோடு இழுக்க இழுக்க அது மிகவும் நீண்டு கொண்டே வருகிறது. இதுபோல் நீள்வதற்கும் ஒரு வரம்பு உண்டு. ஓரளவு நீண்டபின், அதை மேலும் இழுத்தால் அது ஒரேயடியாக மீண்டும் பழைய நிலையை அடைவதில்லை. இது

போல் ரப்பர்க் கயிறும் ஓரளவு நீண்டதன்பின் அறுந்துவிடுகிறது.

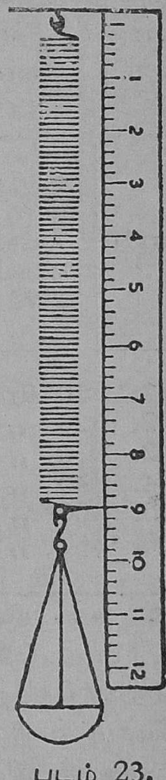
இதிலிருந்து நாம் தெரிந்துகொள்வது: ஓர் இலாஸ்டிக் பொருள் மாறுதலடைந்து மீண்டும் பழைய நிலையை அடைவதற்கு ஓர் எல்லை உண்டு. அதற்கு மீட்சி எல்லை என்று பெயர். இம்மீட்சி எல்லையைத் தாண்டிவிட்டால் இலாஸ்டிக் பொருள்களில் ஒரு நிலைத்த மாறுதல் ஏற்பட்டுவிடும்.

தகைவும் விகாரமும் (stress and strain): ஓர் இலாஸ்டிக் பொருள் ஏதோ ஒருவிதமான மாறுதலை உண்டு பண்ணுவதற்காகச் செலுத்தப்படும் விசைக்குத் **தகைவு (stress)** என்று பெயர். ஓர் இலாஸ்டிக் பொருளின்மேல் ஒரு விசை தாக்குவதால் ஏற்படும் மாறுதலுக்கு **விகாரம் (strain)** என்று பெயர்.

தகைவுக்கும் விகாரத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தவர் ஹூக் என்னும் விஞ்ஞானியாவார். ஆகையால் அதற்கு ஹூக் விதி (Hooke's law) என்று பெயர்.

ஹூக் விதி: மீட்சி எல்லைக்குள் தகைவும் விகாரமும் ஒன்றுக்கொன்று நேர்விகிதப் பொருத்தத்தில் இருக்கின்றன.

சரிபார்த்தல்: ஒரு சுருள் கம்பி அல்லது ரப்பர்க் கயிற்றின் உதவியால் ஹூக் விதியைச் சரி பார்க்கலாம்.



படம் 23.
சுருள் கம்பி
சோதனை

பரிசோதனை: படத்தில் காட்டியதுபோல் ஒரு சுருள் கம்பியை ஒரு கொக்கியிலிருந்து தொங்கவிடு. அதற்குக் கீழே ஒரு தராசுத் தட்டைக் கட்டு. பக்கத்தில் ஒரு ஸ்கேலை செங்குத்தாகப் பொருத்து. சுருள் கம்பியில் இரண்டு கம்பிகளைக் குறி முள்ளாக இரண்டு இடங்களில் பொருத்து. முதலில் சுருள் கம்பி விறைப்பாக இருப்பதற்காக ஏதாவது ஒரு எடையைத் தட்டில் போடு. இப்பொழுது இரண்டு குறி முட்களின் இடைத் தூரத்தை அள. இதுவே துவக்க நீளம்

ஆகும். பிறகு தட்டில் 10 கிராம் எடை போடு. இப்பொழுது குறி முட்களினிடையேயுள்ள தூரத்தைக் கண்டுபிடி. இதிலிருந்து துவக்க நீளத்தைக் கழித்தால் அதிகரித்த நீளம் கிடைக்கும். இதுபோல் ஒவ்வொரு முறையும் 10 கிராமாகப் போட்டுக்கொண்டே போய், அதிகரித்த நீளத்தைக் கண்டுபிடி. பிறகு, 10 கிராமாகக் குறைத்துக்கொண்டே வா. ஒவ்வொரு முறையும் எடை போடப்பட்டபொழுது அதிகரித்த நீளம், எடையை அதிகரிக்கும்பொழுது ஏற்பட்ட நீளுதலுக்கும் எடையைக் குறைக்கும்பொழுது ஏற்பட்ட நீளுதலுக்கும் உள்ள சராசரியாகும். எடுத்துக்கொண்ட அளவுகளைக் கீழ்க் காணுமாறு அட்டவணையில் குறி.

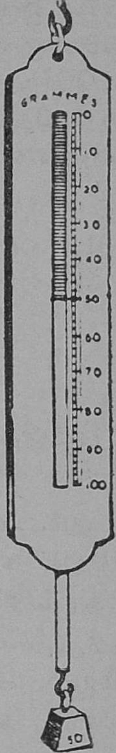
துவக்க நீளம் $= a$ செ. மீ. $= 25$ செ. மீ.

எண்	தட்டில் போடப் பட்ட எடை W	குறி முட்களின் இடைத் தூரம்			நீளுதல் $l - a =$ E	எடை / நீளுதல் $= \frac{W}{E}$
		எடை அதிகரிக்கும் போது l_1	எடை குறையும் போது l_2	சராசரி $\frac{l_1 + l_2}{2} = l$		
1.	10 கிராம்	26·0	25·9	25·95	0·95	10·53
2.	20 ,,	27·0	27·0	27·00	2·00	10 00
3.	30 ,,	28·0	27·9	27·95	2·95	10 17
4.	40 ,,	29·0	29·0	29·00	4·00	10·00
5.	50 ,,	30·1	30·0	30 05	5·05	9·91
6.	60 ,,	31·0	31·0	31·00	6·00	10·00

கடைசிக் கட்டத்திலுள்ள விகிதம் ஏறக்குறைய ஒன்றுயுள்ளது. இதிலிருந்து எடை அதிகரிக்கும்பொழுது நீளுதல் நேர்விகிதத்தில் அதிகரிக்கிறது என்றும், எடை குறையும்பொழுது நீளுதல் குறைகிறதென்றும் தெரிகிறது. ஆகையால் தகைவும் விகாரமும் நேர்விகிதப் பொருத்தத்தில் இருக்கின்றன என்று தெரிகிறது.

குறிப்பு: மீட்சி எல்லையைக் கடந்துவிடாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

வில் தராசு (spring balance): விரைவாக ஒரு பொருளின் எடையைக் கண்டுபிடிக்கப் பல இடங்களில் வில் தராசுகள் உபயோகிக்கப்படுவதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். ஹூக் விதியின் தத்துவத்தில் இது வேலை செய்கிறது. இதில் ஒரு சுருள்வில் அமைந்துள்ளது. சுருள்வில்லின் மேல்முனை ஓர் உலோகக் கூட்டினுள் நன்கு பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. வில்லின் கீழ் முனையுடன் ஒரு தடித்த கம்பியும், இதன் கீழ் ஒரு கொக்கியும் இருக்கும். நிறுக்கவேண்டிய பொருளைக் கொக்கியில் தொங்க விடலாம். உலோகக் கூட்டின் முன் புறத்தில் ஓர் ஒடுங்கிய திறப்பு உள்ளது. சுருள் வில்லின் கீழ் முனையிலோ அல்லது தகுந்த வேறிடத்திலோ ஒரு முள் (காட்டி) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. கொக்கியில் எடை இல்லாதிருக்கும் பொழுது, கூட்டின் முன்புறமுள்ள அளவுக் கோடுகளில் '0'-இல் முள் நிற்கும். அந்த வில்தராசில் நிறுக்கக்கூடிய அதிகபட்ச எடை, அளவுக் கோடுகளின் கீழ் முனையில் இருக்கும்.



படம் 24.
வில் தராசு

சோதனைச் சாலையில் 100 கி., 250 கி. என்றிவ்வாறு அதிகபட்ச எடை காட்டக்கூடிய வில் தராசுகள் இருக்கலாம். சில கடைகளில் 112 பவுண்டுகளும் அதற்கு அதிகமாகவும் காட்டக் கூடிய வில் தராசுகளும் உண்டு. இவற்றில் பயன்படும் சுருள் வில் தடித்த கம்பியால் செய்யப்பட்டிருக்கும். அடுப்புக் கரி, விறகு, பனிக்கட்டி போன்ற சில பொருள்களை நிறுக்க வில்தராசுகள் பயன்படுகின்றன.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. மீள்சக்தி என்றால் என்ன?
2. மீள்சக்தியுள்ள சில பொருள்களைக் கூறுக.
3. தகைவு, விகாரம் இவற்றை வரையறுத்துக் கூறுக.
4. மீட்சி எல்லை என்றால் என்ன?
5. ஹூக் விதியை விளக்குக.

6. ஒரு வில்கம்பியைக் கொண்டு ஹூக் விதியை எப்படி நிரூபிப்பாய்?

7. ஒரு வில் தராசின் அமைப்பை விவரிக்க.

8. ஒரு சுருள் கம்பியிலிருந்து 120 கிராம் எடை தொங்கவிடப்பட்டபொழுது, அதன் நீளம் 6 செ. மீ. அதிகரித்தது. ஒரு கல்லைக் கட்டித் தொங்கவிட்டபொழுது, அதன் நீளம் 7·5 செ. மீ. அதிகரித்தால் கல்லின் எடை என்ன?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. ஒரு சுருள் கம்பியைக் கொண்டு ஹூக் விதியை நிரூபிக்க.
2. ஒரு ரப்பர்க் கயிற்றைக் கொண்டு ஹூக் விதியைச் சரிபார்க்க.

8. சில தனி எந்திரங்கள்

[கப்பித் தொகுதிகள்—சாய்தளம்—திருகு—உருளையும் இருசும்—கீர்—பல்சக்கரங்கள்.]

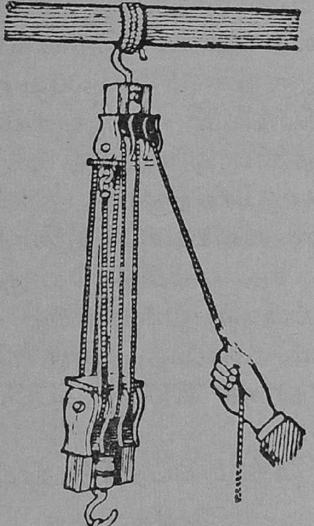
நம்மால் செய்ய இயலாத செயல்களை எளிதில் செய்வதற்காக நாம் பல கருவிகளைப் பயன்படுத்துகிறோம். இவற்றையே நாம் எந்திரங்கள் என்று கூறுகின்றோம். ஓர் எந்திரத்தைப் பயன்படுத்தும்பொழுது தூக்கப்படும் பாரத்திற்குப் பளு (weight) என்றும், அதைத் தூக்கப் பயன்படுத்தப்படும் சக்திக்குத் திறன் (power) என்றும் பெயர். இவ்விரண்டிற்கும் உள்ள விகிதம் எந்திர லாபம் (mechanical advantage) எனப்படுகிறது.

எந்திர லாபம் $= \frac{\text{பளு}}{\text{திறன்}}$ அல்லது $\frac{\text{weight}}{\text{power}}$. அதாவது, எந்திர லாபம், நாம் பயன்படுத்தும் திறனைப்போல் எத்தனை மடங்கு பளு தூக்கப்படுகிறது என்பதைக் குறிக்கும்.

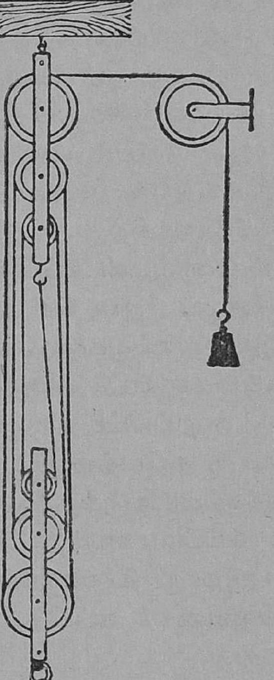
முன் வகுப்பில் பலவகை நெம்புகோல்கள், இயங்கு கப்பிகள் ஆகியன எந்திரங்களாகப் பயன்படுவதைப் பற்றிப் படித்தீர்கள். இப்பொழுது வேறு சில எளிதான எந்திரங்களையும் அவற்றின் பயன்களையும் பற்றிப் படிப்போம்.

கப்பித் தொகுதி (block and tackle): இயங்கு கப்பிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமானால், எந்திரலாபமும் அதிகமாகும்.

இந்தத் தத்துவத்தைக்கொண்டு கப்பித் தொகுதிகள் அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. கப்பித் தொகுதிகளில் மூன்று அல்லது நான்கு இயங்கு கப்பிகளிருக்கும். படம் 25இல் காட்டப்பட்டுள்ள கப்பித் தொகுதிகள் ஒவ்வொன்றிலும் மூன்று கப்பிகளிருக்கின்றன. ஒரு தொகுதி நிலையாகவும், மற்றொன்று அதன் கீழே இயங்கு கப்பித் தொகுதியாகவும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு தொகுதி யிலுமுள்ள கப்பிகள் அடுத்தடுத்து ஒரே சட்டத்தில் அமைந் திருக்கின்றன. நிலைக்கப்பித் தொகுதியின் அடியிலிருந்து ஒரு



படம் 25. கப்பித் தொகுதி



படம் 26. கப்பித் தொகுதி வேறுவகை அமைப்பு

நீண்ட கயிறு கிளம்பி, முறையே இயங்கு கப்பித் தொகுதியின் கப்பி ஒன்றையும், பிறகு நிலைக் கப்பித் தொகுதியின் கப்பி

ஒன்றையுமாகச் சுற்றிவந்து, முடியில் நிலேக்கப்பித் தொகுதியிலிருந்து வெளிவருகிறது. இவ்விதம் தனியே நிற்கும் கயிற்றின் முனேயில்தான் திறனேச் செலுத்தவேண்டும். தூக்கவேண்டிய பளுவை இயங்கு கப்பித் தொகுதியோடு இணேக்கவேண்டும். இக்கப்பித் தொகுதியில் நிலேக்கப்பிகள் மூன்றும், இயங்கு கப்பிகள் மூன்றும் இருந்தால் எந்திர இலாபம் ஆறு ஆக இருக்கும். நிலேக் கப்பிகள், இயங்கு கப்பிகள் இவற்றின் மொத்த எண்ணிக்கையே எந்திர லாபம். அல்லது, இயங்கு கப்பித் தொகுதிகள் எத்தனே கயிற்றுப் பகுதிகளால் தாங்கப்படுகின்றனவோ, அத்த எண்தான் எந்திர லாபம். படத்திலுள்ள கப்பி இணேப்பில் ஒரு பளுவைத் தூக்க அப்பளுவில் ஆறில் ஒரு பங்கு எடையுள்ள திறனேச் செலுத்தினுல் போதுமானது.

எந்திர லாபம் அதிகமிருந்தபோதிலும் பளுவை ஒரு அடி உயர்த்துவதற்கு 6 அடி நீளமுள்ள கயிற்றை வெளியில் இழுக்க வேண்டியிருக்கிறது. ஆதலால், பளு மிகவும் மெல்லவே உயரும். மேலும் பளுவுடன் கப்பித் தொகுதியையும் நாம் தூக்கவேண்டியிருக்கிறது. நாம் செலுத்தும் திறனில் ஒரு பகுதி கப்பிகளில் ஏற்படும் உராய்வுகளே வெல்லவும் செலவாகிறது.

கப்பிகளின் தொகுதிகளேப் பல வகைகளில் இணேக்கலாம். மேலே கூறப்பட்டது ஒருவகை. சில கப்பித் தொகுதிகளில் ஒவ்வொரு சட்டத்திலும் உள்ள கப்பிகள் ஒன்றின்கீழ் ஒன்ருக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்விதம் அமைந்த ஒரு தொகுதி நிலேக் கப்பியாகவும், மற்ருெரு தொகுதி இயங்கு கப்பியாகவும் பயன்படுமாறு இணேக்கப்படுகிறது.

இவ்வகைக் கப்பித் தொகுதி 26ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

கப்பிகள் பெரும்பாலும் இரும்பாலும், மரத்தாலும், அலுமினியத்தாலும் செய்யப்பட்டவை. இவை சரிவர வேலே செய்வதற்கு இவற்றின் அச்சில் ஏற்படக்கூடிய உராய்வு குறைவாயிருத்தல் வேண்டும். உராய்வைக் குறைப்பதற்காகவே கப்பிகளுக்கு உயவுப்பொருளாக (lubricants) எண்ணெய்களேப் பயன் படுத்துகிருர்கள்.

கப்பித் தொகுதியின் எந்திர லாபம் கண்டுபிடித்தல் :

பரிசோதனை : ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு கப்பிகள் கொண்ட இரு கப்பித் தொகுதிகளை எடுத்துக்கொள். ஒரு தொகுதியில் ஒரு தராசுத் தட்டைக் கட்டு. தட்டோடு தொகுதியின் எடையைக் (a கிராம்) காண்க. இரு தொகுதிகளையும் உறுதியான நூலால் முன் தலைப்புக்களில் கூறியபடி இணை. நூலின் வெளிமுனையில் எடைபோட்ட தராசுத் தட்டைத் தொங்கவிடு. அதன் எடையைக் (b கிராம்) குறித்துக்கொள்.

கீழ்த் தொகுதியிலுள்ள தட்டில் 1000 கிராம் எடையை வை. கீழ்த் தொகுதியும் 1000 கிராம் எடையும் பளு (W) ஆகும். பளு மெல்ல நகரும் அளவுக்கு மற்ற தட்டில் எடைகளைப் போடு. (p_1 கிராம்). சிறிது சிறிதாய் எடைகளை எடுத்து, பளு கீழ் நோக்கி நகர்வதற்குத் தேவைப்படும் எடையைக் (p_2) கண்டுபிடி.

கீழ்த்தொகுதியையும் 1000 கிராம் எடையையும் தாங்குவதற்கு ஏற்ற எடை, p_1, p_2. இவற்றின் சராசரி $\frac{p_1 + p_2}{2}$ ஆகும். இதனை P என்று குறித்துக்கொள். P என்பது திறன் ஆகும்.

பளுவை 1000 கிராம் அதிகப்படுத்து. அதற்கு ஏற்ற திறனைக் காண்க. இவ்விதம் 4, 5 முறை பளுவை மாற்றித் திறனைக் காண்க. அளவீடுகளைக் கீழ்க்காணுமாறு அட்டவணையில் குறிக்க.

ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் உள்ள கப்பிகள் (n) = 2

திறன் போடப்படும் தட்டின் எடை (b) = 25 கிராம்.

கீழ்த் தொகுதி + தட்டின் எடை a கி.	பளுத் தட்டில் போட்ட எடை கி.	பளு W கி.	பளு மேல் நகர எடை p_1 கி.	பளு கீழ் நகர எடை p_2 கி.	திறன் $\frac{p_1+p_2}{2}+b$ = P கி.	$\frac{\text{பளு}}{\text{திறன்}} = \frac{W}{P}$	$2 \times n$
100	1000	1100	256	244	275	4	4
100	2000	2100	510	490	525	4	4
100	3000	3100	765	735	775	4	4

கடைசி இரண்டு கட்டங்களில் வரும் எண்கள் கிட்டத்தட்ட சமமாக வரும். இதிலிருந்து கப்பித் தொகுதியைப் பயன் படுத்துவதால் கிடைக்கும் எந்திர லாபம் ஒவ்வொரு கப்பித் தொகுதியிலும் இருக்கும் கப்பிகளின் எண்ணிக்கையைப் போல் இரண்டு மடங்கு என்று தெரிகிறது.

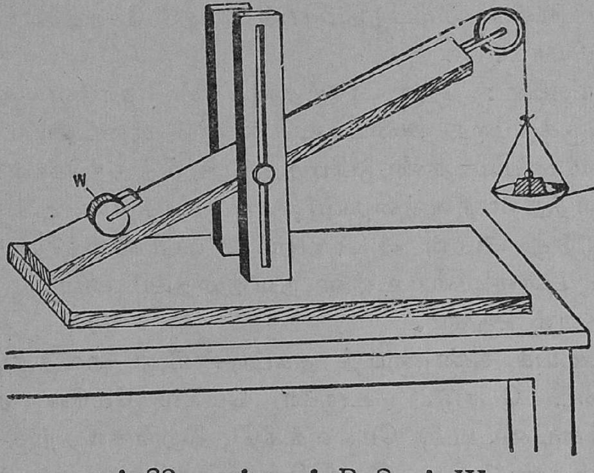
ஒவ்வொரு கப்பித் தொகுதியிலும் உள்ள கப்பிகளின் எண்ணிக்கை n ஆனல், எந்திர லாபம் $= 2n$.

பயன்: இவ்விதக் கப்பித் தொகுதிகள் இரும்பு கர்டர் போன்ற மிகப் பளுவான பொருள்களை மேலே தூக்கவும், தொழிற்சாலைகள், துறைமுகங்கள் முதலிய இடங்களில் பளுக் களை உயர்த்தவும், கப்பல்களில் பாய்மரத்தைத் தூக்கவும், கிரேன்கள் என்ற பாரந் தூக்கிகளிலும் பயன்படுகின்றன.

படம் 27.
சாய்வாக அமைந்த பலகை மீது பீப்பாயை உருட்டி மேலேற்றுதல்

சாய்தளம் (inclined plane): சாலையிலுள்ள ஒரு பளுவான பீப்பாயை, ஐந்து அடி உயரமுள்ள வீட்டின் தளத்திற்கோ, (அல்லது ஒரு மோட்டார் லாரிக்கோ) உயர்த்த வேண்டுமானல், ஒரு பெரிய பலகையைச் சாய்வாக வைத்துப் பீப்பாயை அதன் மீது உருட்டி, வீட்டிற்குள் (அல்லது லாரிக்குள்) தள்ளுவதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். பீப்பாயை அப்படியே தூக்கி வீட்டிற்குள் வைப்பது ஒருவராலேயே முடியாது; ஆனல் சாய் பலகையின் உதவிகொண்டு ஒருவரே பீப்பாயை உயர்த்திவிடலாம். சாய் பலகையின்மீது பீப்பாயை உருட்டுவதற்குத் தேவையான திறன், அதன் பளுவை விடக் குறைவாயிருப்பதே இதற்குக் காரணம். ஆகையால் சாய் தளம் ஓர் எந்திரமாகிறது.

சாய்தளத்தின் பாகங்கள் : சோதனைச் சாலையில் உள்ள சாய்தளத்தில் இரண்டு நீளமான செவ்வகப் பலகைகள் கீல் வைத்து ஒரு முனையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு பலகையைக் கிடையாக மேசைமீது வைத்து, மேற்பலகையை நமக்கு



படம் 28. சாய்தளம் P-திறன் W-பளு

விருப்பமான சாய்வில் அமைக்க ஓர் ஆதாரம் இருக்கும். மேற்பலகையின் மேல்மட்டத்தில் உராய்வு இல்லாமலிருப்பதற்காக ஒரு கண்ணாடித் தகடு வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. சாய்தளத்தின் உச்சியில் ஒரு நிலைக் கப்பியும் இருக்கிறது. சாய்தளத்தின்மீது உயர்த்தப்பட வேண்டிய பளுவாகப் பயன்படுத்துவதற்கு ஓர் உருளை உண்டு; அதனுடன் ஒரு நீளமான நூலால் தராசுத் தட்டை இணைத்து, கப்பியின் வழியே நூல் செல்லுமாறு அமைக்கப்படும். தராசுத் தட்டில் எடை போட்டால் அது திறனாகப் பயன்படும்.

ஒரு சாய்தளத்தின் சாய்வை, சாய்தளத்திற்கும் கிடை மட்டத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தால் குறிக்கலாம். இதற்குச் சாய்வுக் கோணம் என்று பெயர். அல்லது, சாய்தளத்தின் உயரத்தை நீளத்தால் வகுத்துக் கிடைக்கும் ஈவாலும் குறிக்கலாம். உதாரணமாக, சாய்தளத்தின் நீளம் 60 செ. மீ.

என்றும், அதன் உயரம் 12 செ. மீ. என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். சாய்தளத்தின் சாய்வு$=\frac{12}{60}=\frac{1}{5}$. இந்த விகிதத்தைச் சாய் வீதம் (gradient) என்பர்.

ஒரு சாய்தளத்தில் ஏற்படும் எந்திரலாபத்திற்கும் சாய்வு வீதத்திற்கும் என்ன சம்பந்தம் என்பதைச் சோதனை மூலமாகக் கண்டுபிடிப்போம்.

பரிசோதனை: ஒரு சாய்தளத்தின் சாய்வு சுமார் 15° கோணம் இருக்குமாறு அமை. உருளையின் எடையையும் தராசுத் தட்டின் எடையையும் கண்டுபிடித்துக் குறித்துக்கொள்.

சாய்தளத்தின் நீளத்தையும், சாய்தளத்தின் உச்சியின் கீழ் விளிம்பிலிருந்து அதன் அடிப்புறம் அடிப்பலகையோடு இணைக்கப்பட்டுள்ள புள்ளிவரை உள்ள நீளத்தையும் அள. இது சாய்தளத்தின் நீளம் ஆகும்.

உருளையைக் கண்ணாடித் தகட்டின்மீது வைத்து, தராசுத் தட்டில் எடை போடு. உருளை மெல்ல மேலே ஏறுவதற்கு வேண்டிய எடையையும், மெல்லக் கீழே இறங்குவதற்கு வேண்டிய எடையையும் கண்டுபிடி. இவற்றின் சராசரி எடையுடன், தட்டின் எடையைக் கூட்டி, அதைத் திறனாகக் கொள்.

சாய்தளத்தின் உச்சியின் கீழ்விளிம்பிலிருந்து, அடிப் பலகையின் மேல்மட்டம் வரையுள்ள நிலைக்குத்து உயரத்தை ஓர் அளவு கோலால் அள. இதுவே சாய்தளத்தின் உயரமாகும்.

பிறகு சாய்தளத்தின் சாய்வுக் கோணத்தைப் படிப்படியாக அதிகப்படுத்தி, முன்போல் பரிசோதனை செய்து, நாலைந்து அளவுக் குறிப்புக்கள் எடு.

அவற்றைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்து:

உருளையின் எடை	$= W =$	400 கிராம்
தராசுத் தட்டின் எடை	$= a =$	25 கிராம்
சாய்தளத்தின் நீளம்	$= L =$	40 செ. மீ.

எண்	உருளை மெல்ல ஏறும் பொழுது தட்டில் எடை	உருளை மெல்ல இறங்கும் பொழுது தட்டில் எடை	சராசரி	திறன் (P) = (சராசரி + தட்டின் எடை	உயரம் (H)	$\frac{W}{P}$	$\frac{L}{H}$
	கிராம்	கிராம்	கிராம்	கிராம்	செ.மீ.		
1	78 0	72·0	75 0	100	10	4	4
2	139·0	131 0	135 0	160	16	2·5	2·5
3	180 0	170 0	175·0	200	20	2	2

இந்த அட்டவணையில் கடைசி இரண்டு பத்திகளில் கிடைக்கும் ஈவுகள் ஒவ்வொரு சோதனையிலும் சமமாயிருக்கின்றன. ஆகையால் ஒரு சாய்தளத்தில்,

$$\frac{W}{P} = \frac{L}{H}$$

அதாவது,

$$\frac{\text{பளு}}{\text{திறன்}} = \frac{\text{சாய்தளத்தின் நீளம்}}{\text{சாய்தளத்தின் உயரம்}}$$

எந்த எந்திரத்திலும் பளு/திறன் = எந்திரலாபம். ஆகவே ஒரு சாய்தளத்தில்,

$$\text{எந்திர லாபம்} = \frac{\text{சாய்தளத்தின் நீளம்}}{\text{சாய்தளத்தின் உயரம்}}$$

$$= \frac{1}{\text{சாய்வு வீதம்}}$$

மேலும் அட்டவணையைக் கவனித்தால், சாய்தளத்தின் உயரம் அதிகமாகும்பொழுது எந்திரலாபம் குறைவதைக் காண்கிறோம். நமது சாய்தளத்தின் நீளம் மாறாதிருக்கிறது. ஆகவே, கொடுக்கப்பட்ட ஒரு நீளமுள்ள ஒரு சாய்தளத்தின் எந்திர லாபத்தை அதிகமாக்க வேண்டுமானால் அதன் உயரத்தைக் குறைக்கவேண்டும். (அதாவது, சாய்வு வீதம் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.)

சாய்தள அமைப்புடைய சில வாழ்க்கைச் சாதனங்கள் : ஏணி, மாடிப்படி, பீப்பாய்களை உருட்டி மேலேற்ற உதவும் சாய் பலகை, ஒரு மலைமீது ஏறும் சாலை ஆகிய எல்லாம் சாய் தளங்களே. மலைமீது ஏறும் சாலையை வளைந்து வளைந்து செல்லும்படியாக அமைப்பது வழக்கம்; இதனால் நீளம் அதிகமாகி எந்திரலாபம் அதிகரிக்கும்; சிரமமில்லாமல் ஏறலாம்; அவ்வா றில்லாமல் நேரே மலையுச்சிக்கு ஏறினால் எந்திரலாபம் குறையும்; ஏறுவதும் சிரமமா யிருக்கும். ரயில் பாதைகளில் ஏற்றமும் இறக்கமும் சமதளமும் மாறி மாறி வரும். இவற்றையெல்லாம் அளவிட்டு அங்கங்கே குறித்திருப்பார்கள். 150இல் 1 ஏற்றம் என்று குறித்தால், 150 அடி தூரம் சென்றால் 1 அடி உயர்கிறது என்று பொருள்.

ஆப்பு, கத்தி, கோடரி போன்ற கருவிகளும் சாய்தள அமைப்பை உடையவை. கத்தியின் நுனி கூராக இருந்தால் சாய்வுக் கோணம் குறைவாக இருக்கும்; எந்திர லாபம் அதிகம். நுனி மழுங்கியிருந்தால் சாய்வுக்கோணம் அதிகமாகி எந்திர லாபம் குறைந்துவிடும். இது சரியாக வெட்டாது.

உதாரணக் கணக்கு 1: ஒரு சாய்தளத்தின் நீளம் 50 செ. மீ. 600 கிராம் பளுவை 150 கிராம் திறனால் உயர்த்துவதற்கு, சாய்தள உயரம் என்ன இருக்கவேண்டும்?

சாய்தளத்தில்,

$$\frac{L}{H}=\frac{W}{P}.$$

வேண்டிய உயரம் H செ.மீ. என்று வை.

$$\therefore \quad \frac{50}{H}=\frac{600}{150}$$

$$\therefore \quad H=\frac{150}{600}\times 50$$

$$= \mathbf{12{\cdot}5} \text{ செ.மீ.}$$

உதாரணக் கணக்கு 2 : ஒரு சாலையின் ஏற்றம் 200இல் 1. உராய்வினால் ஏற்படும் தடை இல்லை என்று வைத்துக் கொண்டு, 4 டன் எடையுள்ள ஒரு லாரி அதன் மீது ஏறுவ

தற்கு எஞ்சின் எவ்வளவு திறனுடன் இழுக்கவேண்டும் என்று கணக்கிடு.

வேண்டிய திறன் P என்று வை.

சாய்தள நீளம் $= 200$

சாய்தள உயரம் $= 1$

பளு $= 4 \times 2240$ பவுண்டு

சாய்தளத்தில்,

$$\frac{L}{H} = \frac{W}{P}.$$

$$\therefore \frac{200}{1} = \frac{8960}{P}.$$

$$\therefore P = \frac{8960}{200} = \frac{896}{20}$$

$$= \mathbf{44 \cdot 8} \text{ பவு.}$$

திருகு (screw): இதுவும் சாய்தளத்தின் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. ஒரு காகிதத்தில் செங்கோண முக்கோணம் ஒன்று வெட்டு. இந்த முக்கோணத்தில் கர்ணம் (hypotenuse) சாய்தளத்தின் நீளம் போன்றது. ஒரு பென்சிலை எடுத்துச் செங்கோணத்தின் ஒரு பக்கத்தைப் பென்சிலுடைய உயரத்துக்குப் பொருத்தமாக வைத்து, காகிதத்தைப் பென்சில்மீது சுற்று. சாய்தளத்தின் நீளப்பக்கம் ஒரு திருகின் புரியாக அமைவதைப் பார்.

படம் 29. திருகின் அமைப்பு

திருகில் அடுத்துள்ள இரண்டு புரிகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரத்திற்குப் புரியிடைத்தூரம் (pitch of the screw) என்று பெயர். திருகை ஒரு சுற்றுச் சுற்றினுல், திருகின் முனை ஒரு புரியிடைத் தூரம் முன்னேறும்.

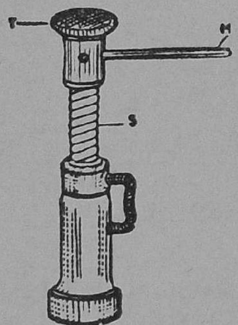
சாய்தளத்தில் நீளம்/உயரம் என்பதுதான் எந்திரலாபம். திருகில் புரியின் சுற்றளவை நீளமாகக் கருதினுல், அதன் புரியிடைத் தூரம், உயரமாகிறது.

ஆகையால்,

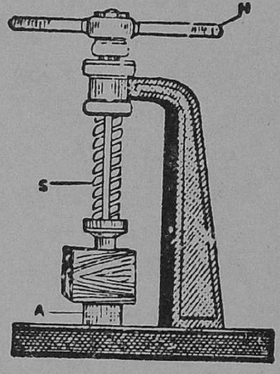
$$\text{திருகின் எந்திரலாபம்} = \frac{\text{புரியின் சுற்றளவு}}{\text{புரியிடைத் தூரம்}}$$

திருகின் அமைப்பைக் கொண்ட பல சாதனங்களை நாம் பயன்படுத்துகிறோம். சாதாரணத் திருகாணி, திருகு ஜாக்கி (screw jack), திருகு அழுத்தி (screw press), என்பவற்றில் திருகுகள் பயன்படுகின்றன.

திருகாணியை மரத்தினுள் செலுத்தத் திருப்புளியைப் பயன்படுத்துகிறோம். இப்பொழுது எந்திரலாபம் மேலும் அதிகமாகிறது. திருப்புளிக் கைப்பிடி ஒரு தடவை சுற்றினால், திருகு ஒரு புரியிடைத் தூரம் நகரும். ஆகையால், கைப்பிடியின் சுற்றளவுக்கும் புரியிடைத் தூரத்துக்கும் உள்ள விகிதமே எந்திரலாபம்.



படம் 30. திருகு ஜாக்கி
S-திருகு H-கைப்பிடி
T-திருகின்மீது மேடை



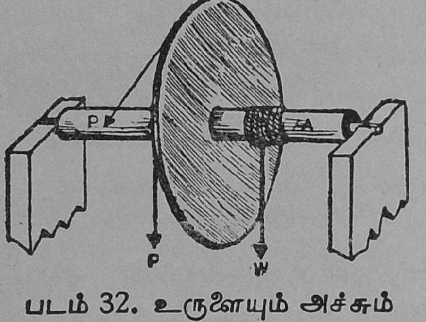
படம் 31. திருகு அழுத்தி
S-திருகு H-கைப்பிடி
A-பொருளை வைக்கும் மேடை

திருகு ஜாக்கி என்னும் கருவியைக்கொண்டு மோட்டார் வண்டி அச்சை உயர்த்துகிறோம். இதில் ஒரு குழல் போன்ற மரைக்குள் ஒரு திருகு அமைந்திருக்கும். திருகின்மீது ஒரு மேடை இருக்கும். வண்டி அச்சுக்குக் கீழே இக்கருவியை அமைத்துக் கைப்பிடியைத் திருப்பினால் மரை அல்லது திருகு

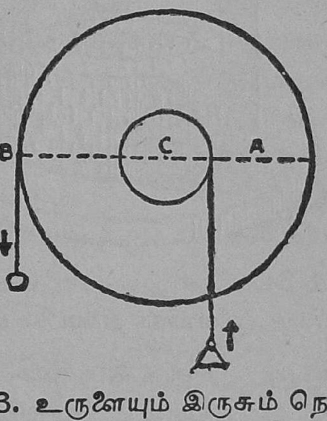
சுற்றும்; திருகு மேலே உயரும்; அப்பொழுது வண்டி அச்சு உயர்த்தப்படும். கைப்பிடியைப் பயன்படுத்துவதால், எந்திர லாபம் அதிகமாகிறது.

திருகு அழுத்தியில், ஒரு நீண்ட கைப்பிடியுள்ள திருகு, ஒரு மரைக்குள் இயங்கும். கைப்பிடியை ஒரு திசையில் சுற்றினால், திருகு கீழே இறங்கும்; அடியில் வைக்கப்படும் புத்தகங்களையோ காகிதக் கட்டையோ அழுத்தும். நீளமான கைப்பிடி இருப்பதால் இதில் எந்திரலாபம் அதிகமாகிறது.

கீர் (gear): இந்த எந்திரத்தில் பல பற்சக்கரங்கள் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டு ஒரு சக்கரம் சுழலும்பொழுது மற்ற சக்கரங்களும் சுழலுமாறு செய்யப்படுகின்றன. இச்சக்கரங்களின் ஆரம் மாறுபட்டிருப்பதால் எந்திரலாபம் கிடைக்கிறது. இந்த எந்திரத்தின் தத்துவத்தை நன்கு உணர்ந்து கொள்வதற்கு முதலில் உருளையும் இருசும் (wheel and axle) என்னும் எந்திரத்தைப்பற்றிப் படிப்போம்.



படம் 32. உருளையும் அச்சும்

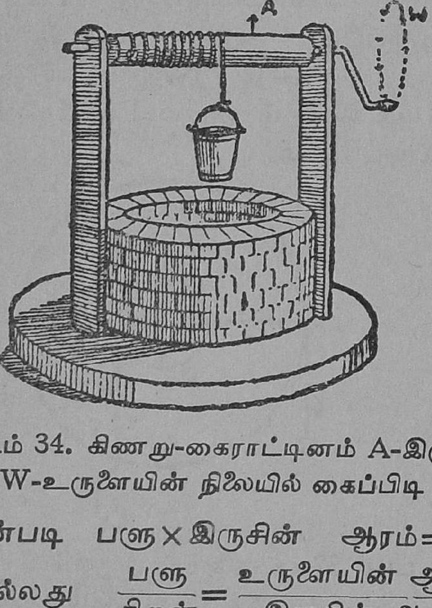


படம் 33. உருளையும் இருசும் நெம்பு கோல்களாகக் கருதப்படும் விதம்

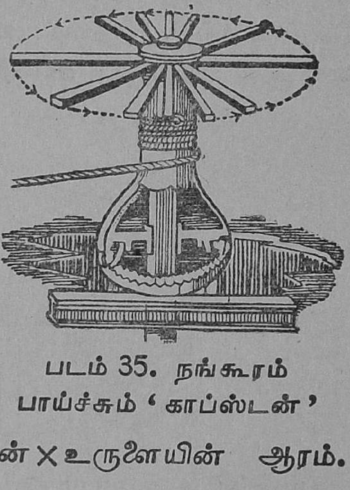
உருளையும் இருசும்; அமைப்பு: பளுவான பொருள்களைச் சொற்ப திறனைக்கொண்டு கீழிருந்து மேலே உயர்த்தப் பயன்படும் கருவிகளில் இதுவும் ஒன்று. இது நெம்புகோலின் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இதன் முக்கிய பாகங்கள் ஒரே அச்சுள்ள உருளையும் இருசும் ஆகும். இதில்

ஒரு பெரிய உருளையும் சிறிய உருளையும் அல்லது இருசும் ஓர் அச்சைச் சுற்றி ஒன்றாகச் சுழலுமாறு சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. உருளையைச் சுற்றி ஒரு கயிறும், இருசைச் சுற்றி வேறொரு கயிறும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரிடையாகச் சுற்றப்பட்டிருக்கும். உருளையில் சுற்றப்பட்டிருக்கும் கயிற்றின் நுனியில் திறனும், இருசுக் கயிற்றின் நுனியில் தூக்கவேண்டிய பொருளும் இணைக்கப்படும். உருளையில் சுற்றியுள்ள கயிற்றைக் கீழ்நோக்கி இழுத்தால் பொருள் மேல்நோக்கி இழுக்கப்படும்.

இக்கருவியில் உருளையின் ஆரம் திறன்புயமாகவும், இருசின் ஆரம் பளுபுயமாகவும் இருக்கிறது. நெம்புகோலின் தத்துவத்



படம் 34. கிணறு-கைராட்டினம் A-இருசு W-உருளையின் நிலையில் கைப்பிடி



படம் 35. நங்கூரம் பாய்ச்சும் 'காப்ஸ்டன்'

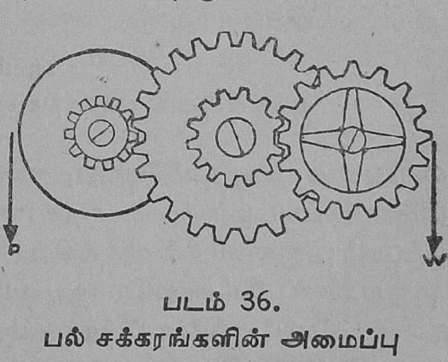
தின்படி பளு × இருசின் ஆரம் = திறன் × உருளையின் ஆரம்.

அல்லது $\frac{\text{பளு}}{\text{திறன்}} = \frac{\text{உருளையின் ஆரம்}}{\text{இருசின் ஆரம்}}$. உருளையின் ஆரம் இருசின் ஆரத்தைவிடப் பன்மடங்கு பெரிதாக இருப்பதால் இக்கருவியில் எந்திரலாபம் ஒன்றைவிட மேலாகவே இருக்கும். எப்பொழுதும் உருளை, இருசைவிட விட்டத்தில் பெரிதாக இருக்க வேண்டும். எவ்வளவுக் கெவ்வளவு உருளையின் விட்டம் மிகுந்து இருசின் விட்டம் குறைகின்றதோ அவ்வளவுக் கவ்வளவு எந்திர லாபம் மிகும்.

பயன்கள் : இவ்வெந்திரம், கிணற்றிலிருந்து நீர் இறைக்கவும், கப்பல்களில் நங்கூரம் பாய்ச்சுவதற்கு உதவும் காப்ஸ்டன் என்னும் கருவியிலும் பயன்படுகிறது. சைக்கிள் பெடல், தையல் மிஷின், துளை செய்யும் டிரில் ஆகியவெல்லாம் உருளை இருசின் தத்துவப்படி வேலை செய்கின்றன. மோட்டார் வண்டியைத் திசை திருப்பப் பயன்படுத்தும் வட்டக் கைப்பிடியிலும் உருளை - இருசின் தத்துவம் பயன்படுகிறது. கடிகாரச் சுருள் வில்லை முடுக்கும் சாவி ஓர் உருளை - இருசு போன்றதே. சாவி இல்லாமல் சுருள் வில்லின் அச்சைத் திருப்பிப் பார்த்தால், சாவியைப் பயன்படுத்துவதால் ஏற்படும் இலாபம் தெரியும்.

மேற்கூறிய 'உருளையும் இருசும்' என்னும் எந்திரத்தில் உருளையும் இருசும் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டு, ஒன்று சுழலும்போது மற்றொன்று சுழலுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வாறான அமைப்பால் ஓரிடத்தில் செலுத்தப்படும் திறன், மிகத் தொலைவிலுள்ள மற்றோரிடத்தில் இருக்கும் பளுவைத் தூக்கவோ, நகர்த்தவோ முடியாது. அதற்காக, இவ்வமைப்பையே பற்சக்கரங்களின் இணைப்பிலும், பெல்ட்டுகளாலான சக்கரங்களின் இணைப்பிலும் பயன்படுத்துகின்றனர். அத்தகைய அமைப்பு கீர் அமைப்பு எனப்படும்.

கீரின் அமைப்பு : படத்தைப் பார்த்து அமைப்பை அறிந்து கொள்ளுங்கள். அதில் பல பற்சக்கரங்கள் ஒன்றின் பற்கள் மற்றொன்றின் பற்களுள் பொருந்தி அழுந்தியிருக்குமாறு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால் அவற்றின் ஆரங்கள் மட்டும் வேறுபட்டிருக்கின்றன. ஆகவே ஒரு சக்கரத்தில் செலுத்தப்படும் திற்ன் ஆரத்தின் மாறுதலால் பன்மடங்காக்கப்பட்டு மற்றொரு

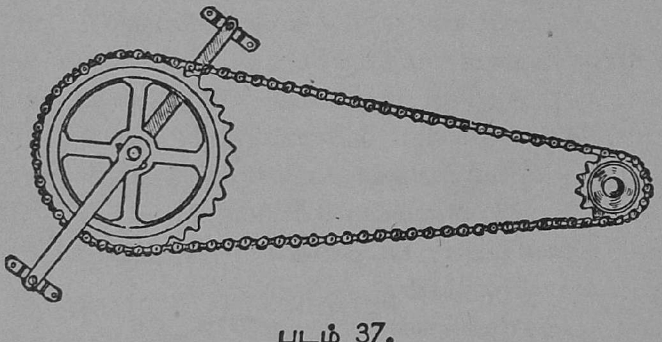


படம் 36.
பல் சக்கரங்களின் அமைப்பு

சக்கரத்தைச் சுழல வைக்கிறது. இதேபோல் பல சக்கரங்களைப் பொருத்தலாம்.

மேற்கூறியவாறு அமைக்கப்பட்டிருப்பவைதான் கடிகாரங்களிலுள்ள பல பற்சக்கரங்களின் அமைப்பும். இவ்வமைப்பால் மிகுந்த ஆரமுள்ள சக்கரம் ஒரு முறை சுழலும்போது அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள சிறிய ஆரமுள்ள சக்கரம் பன்முறை சுழலும்.

இதுபோன்ற பற்சக்கரங்களை ஒன்றோடொன்று பொருத்தாமல், ஒரு பற்சக்கரத்தின் இடைவெளிகளில் நன்கு பொருந்துமாறு பள்ளங்களையுடைய சங்கிலிகளைக் கொண்டு இரண்டையும் சுழலும்படி செய்யலாம். இவ்வகையான அமைப்பைக் கொண்டவைதான் சைக்கிள்களில் காணப்படும் பற்சக்கரங்களும் சங்கிலியும். சைக்கிள் பெடலோடு சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் பற்சக்கரம்



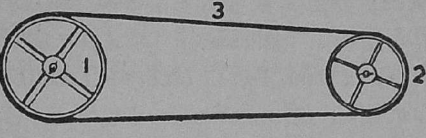
படம் 37.

சைக்கிள்-பல் சக்கரங்களும், சங்கிலியும், பெடலும்

ஒருமுறை சுழலும்போது, பின்னால் அதனுடன் சங்கிலியால் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் சிறிய சக்கரம் (free wheel) பன்முறை சுழலும்; ஆகையால் சைக்கிள் செலுத்தப்படும் வேகமும் மிகும்.

பற்கள் இல்லாமலே வழுவழுப்பான சக்கரங்களைப் பெல்ட்டுகளின் மூலம் இணைப்பதாலும் செலுத்தப்படும் வேகம் மிகுவதுண்டு. இதுபோன்ற அமைப்பைத் தையல் தைக்கும் எந்திரங்களிலும் (sewing machines), மாவு மில் (flour mill) போன்ற

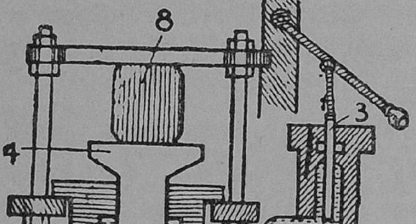
எந்திரங்களிலும் காணலாம். பெரிய தொழிற்சாலைகளில் பெரிய சக்கரம் நீராவிச் சக்தி, மின் சக்தி முதலான திறன்களால் சுழலுமாறு செய்யப்படுகின்றது. இதற்குச் சுழலும் பிரதம சக்கரம் (fly wheel) என்று பெயர்.



படம் 38. சக்கரங்கள் பெல்ட்டினால் இணைக்கப்படுதல்
1. பெரிய சுழலும் சக்கரம்
2. சிறிய சக்கரம் 3. பெல்ட்டு

மேலே விவரித்தவாறு கீரின் அமைப்பைப் பல இடங்களுக்கும் சென்று பார்வையிடுக.

மோட்டார் வண்டிகளில் கீர் எவ்வாறு மாற்றப்படுகிறது, அதனால் என்ன பலன் ஏற்படுகிறது என்று மோட்டார்த் தொழிற்சாலைகளுக்குச் சென்று கவனிக்க.



படம் 39. நீரியல் அழுத்தி
1. சிறு குழாய், 2. பெரிய குழாய், 3. சிறு பிஸ்டன். 4. பெரிய பிஸ்டன். 5, 6. வால்வுகள், 7. இணைப்புக் குழாய், 8. பஞ்சுப் பொதி

நீரியல் அழுத்தி: இந்த எந்திரம் திரவங்களின் அழுத்தும் சக்தியை ஆதாரமாகக் கொண்டு வேலை செய்கிறது. இரண்டு சிலிண்டர் வடிவமுள்ள குழாய்கள் ஒரு குழாயால் இணைக்கப்பட்டு, அவற்றில் நீர் ஊற்றப்பட்டால், சிறிய குழாயில் நீரின் மேலுள்ள அழுத்தத்தைச் சிறிது அதிகமாக்கினால், பாஸ்கல் விதிப்படி, பெரிய குழாயில் அழுத்தம் பல மடங்காகப் பெருகுகிறது என்று நீங்கள் முன் வகுப்பில் தெரிந்து கொண்டிருக்கிறீர்கள். இந்தத் தத்துவத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு நீரியல் அழுத்தி (hydraulic press) வேலை செய்கிறது. இதன் அமைப்பைப் படத்தில் பாருங்கள். இதற்கு பிராமா பிரஸ் (Bramah press) என்றும் ஒரு பெயர் உண்டு.

இந்த எந்திரத்தில் ஒரு சிறிய பிஸ்டனும் பெரிய பிஸ்டனும் அவற்றிற்குத் தகுந்த சிலிண்டர் வடிவப் பாத்திரங்களில் இயங்கு கின்றன. இரண்டு பாத்திரங்களையும் ஒரு குழாய் இணைக்கிறது. சிறிய பிஸ்டனைப் போல் பல மடங்கு பரப்பு உள்ளதாகப் பெரிய பிஸ்டன் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். சிறிய சிலிண்டர் ஒரு விசைப் பம்ப்பு போல் வால்வுகளுடன் அமைந்திருக்கும்.

கைப்பிடியை அசைத்துச் சிறிய பிஸ்டனை மேலும் கீழும் செலுத்தினுல் ஒரு தொட்டியிலுள்ள நீர், மேலே உயர்த்தப்பட்டு இணைப்புக் குழாய் வழியாகப் பெரிய சிலிண்டர் பாத்திரத்திற்குள் புகுத்தப்படும். அங்குள்ள வால்வு நீரைத் திரும்பிச் செல்லாமல் தடுக்கும். சிறிய பிஸ்டன்மீது கொடுக்கப்படும் விசை, பிஸ்டன் களின் பரப்பளவுகளின் விகிதத்தில் பெருக்கப்பட்டுப் பெரிய பிஸ்டனைத் தாக்கி உயர்த்துகிறது. பெரிய பிஸ்டன் மீதுள்ள மேடையில் வைக்கப்பட்டுள்ள பஞ்சுப் பொதி போன்ற கட்டு நன்ருக அழுத்திச் சுருக்கப்படுகிறது.

நீரியல் ஜாக்கி என்ற கருவி மோட்டார் வண்டிகளைத் தூக்கி நிறுத்தப் பயன்படும். மோட்டார் வண்டியின் கீழிருந்து எஞ்சின் பகுதிகளைப் பழுது பார்க்க இது உதவுகிறது. இந்தக் கருவியின் அமைப்பு நீரியல் அழுத்தி போன்றதே. பெரிய பிஸ்டனின் மேடை தாழ்ந்திருக்கும் பொழுது மோட்டார் வண்டியை அதற்கு நேரே நிறுத்தி விட்டு, பெரிய பிஸ்டன் உயரும்படி கருவியை இயக்குவார்கள். அப்பொழுது மோட்டார் வண்டி கீழிருந்து தூக்கப்படும்.

பயிற்சி வினுக்கள்

1. எந்திரம் என்பது என்ன?

2. எந்திர லாபம் என்ருல் என்ன?

3. ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு கப்பிகள் கொண்ட இரு கப்பித் தொகுதிகளை இணைக்கும் விதத்தைப் படம் வரைந்து காட்டுக. இதைக் கொண்டு 1 கிலோ கிராம் எடையைத் தூக்க எவ்வளவு திறன் வேண்டும்?

4. ஒரு சாய்வு தளத்தால் கிடைக்கும் எந்திர லாபம் எவ்வளவு?

5. ஒரு சாய்தளத்தின் எந்திர லாபத்தைப் பெருக்க என்ன செய்யவேண்டும் ?

6. 'சாய்தளத்தின் சாய்வு வீதம்' என்றால் என்ன ?

7. சாய்தள அமைப்பையுடைய சில வாழ்க்கைச் சாதனங்களைக் கூறுக.

8. மலைகளின் மேலுள்ள சாலைகள் ஏன் வளைந்து வளைந்து செல்கின்றன ?

9. திருகு ஜாக்கி எவ்வாறு வேலை செய்கிறது ?

10. உருளையும் இருசும் என்னும் எந்திரத்தால் கிடைக்கும் எந்திர லாபம் என்ன ?

11. 'உருளையும் இருசும்' தத்துவத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு வேலை செய்யும் சில கருவிகளைக் கூறுக.

12. கீரின் அமைப்பை விவரிக்க.

13. பெரிய தொழிற்சாலைகளிலுள்ள சுழலும் சக்கரம் (fly wheel) ஏன் பெரிதாக அமைக்கப்படுகிறது ?

14. கீரின் தத்துவத்தை ஆதாரமாகக் கொண்ட சில அமைப்புக்களைக் கூறுக.

15. நீரியல் அழுத்தி எவ்வாறு வேலை செய்கிறது என்று விவரிக்க.

16. நீரியல் அழுத்தியின் பயன் என்ன ?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. கப்பித்தொகுதி இணைப்பின் எந்திர லாபத்தைச் சோதனை மூலம் கண்டுபிடிக்க.

2. சாய்தளத்தில் $\frac{W}{P} = \frac{l}{h}$ என்பதைச் சோதனை மூலம் நிரூபிக்க.

3. 'உருளையும் இருசும்' என்னும் எந்திரத்தின் எந்திர லாபத்தைக் கண்டுபிடிக்க.

9. வெப்பம்

உஷ்ணமானிகள்

[உஷ்ணமானிகள் தயாரிக்கும் விதம்—சதாம்ச பாரன்ஹைட்டு உஷ்ணமானிகள்—ஜூரமானி—ஸிக்ஸ் என்பவரின் உச்ச நீச உஷ்ண மானி.]

வெப்பமும் உஷ்ண நிலையும்: ஒரு மூக்குக் குவளையி லுள்ள குளிர்ந்த நீரைக் கைவிரல்களால் தொடு. நீரில் சூடு தெரிவதில்லை. அந்த மூக்குக் குவளை நீரை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் சூடாக்கு. இப்போது நீரைத் தொடு; நீரில் சூடு தெரிகிறது. குவளை நீரை மேலும் சூடாக்கு; நீரில் மேலும் அதிகமாகச் சூடு தெரிகிறது. இவ்விதம் ஏற்படக் காரணம் என்ன ?

ஸ்பிரிட்டு விளக்கின் சுவாலையோடு குவளை நீர் இருந்ததால், சுவாலையின் சூடு குவளையிலுள்ள நீருக்குப் பரவிற்று; இதனுல் நீர் சூடாயிற்று. நீர் சூடாயிற்று என்பது அதைத் தொட்டதால் தெரிய வந்தது. குளிர்ச்சியாய் இருந்த நீர் சூடாயிற்று. இதையே 'நீரின் உஷ்ண நிலை உயர்ந்தது' என்று கூறுகிறேம். குளிர்ச்சியாய் இருந்தபோது நீரின் உஷ்ணநிலை குறைவாகவும், சூடான பிறகு உஷ்ணநிலை உயர்ந்தும் காணப்படுகிறது. நீரின் உஷ்ணநிலை உயர்ந்ததேன்? சுவாலை மிக அதிகமான உஷ்ண நிலையில் உள்ளது. குளிர்ச்சியான நீர் சுவாலையின்மீது இருந்த போது, அதிக உஷ்ணநிலையிலிருந்த சுவாலையிலிருந்து குறைந்த உஷ்ணநிலையில் உள்ள நீருக்குச் சூடு பரவியது.

ஆகவே, ஒரு பொருளிலிருக்கும் வெப்பம் மற்ருெரு பொருளுக்குச் செல்வதற்கு உஷ்ணநிலை வேறுபாடே காரணமா கிறது; பொருள்களிலுள்ள வெப்பத்தின் அளவு அன்று. உயர்ந்த உஷ்ண நிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து தாழ்ந்த உஷ்ணநிலை யுள்ள பொருளுக்கு எப்பொழுது வெப்பம் செல்லும்? இரு உஷ்ண நிலைகளும் சமமாகும்வரை செல்லும்.

உஷ்ணநிலையும் நமது தொடுபுலனும்: தொடக்கூடிய உஷ்ணநிலையுள்ள பொருள்களாயிருந்தால், நாம் கையால்

அவற்றைத் தொட்டு, எது சூடாயிருக்கிறது, எது குளிர்ச்சியாயிருக்கிறது என்று ஒருவாறு சொல்லலாம். இவ்வாறு சொல்வதில் கூட சில வேளைகளில் தவறு ஏற்பட்டுவிடும். அதிக உஷ்ணமான நீரைத் தொட்ட கையால் மித உஷ்ணமான நீரைத் தொட்டால், பின்னது குளிர்ந்திருப்பது போல் தோன்றும். அதே சமயத்தில் மற்றொரு கையால் குளிர்ந்த நீரைத் தொட்டுவிட்டு மித உஷ்ண நீரைத் தொட்டால், இது சூடாயிருப்பது போல் தோன்றும். குளிர்ந்த காலை வேளையில் திறந்த வெளியில் கிடக்கும் ஓர் இரும்புத் துண்டையும் ஒரு மரத் துண்டையும் தொட்டுப் பார்த்தால், இரும்புத் துண்டு மரத்துண்டைக் காட்டிலும் அதிகக் குளிர்ச்சியுள்ளது போல் தோன்றும். உண்மையில் அவை இரண்டும் ஒரே உஷ்ண நிலையில் இருக்கின்றன என்பதைத் தகுந்த கருவியால் அளந்து நிரூபிக்கலாம். ஆகவே, நமது தொடுபுலனைக் கொண்டு, பொருள்களின் உஷ்ண நிலைகளைத் துல்யமாக மதிப்பிட முடியாது.

உஷ்ணமானி: பொருள்களின் உஷ்ணநிலைகளை அளக்க உதவும் கருவிக்கு உஷ்ணமானி (thermometer) என்று பெயர். வெப்பத்தால் பொருள்கள் பெருக்கமடைகின்றன; அதே சமயத்தில் அவற்றின் உஷ்ணநிலையும் பெரும்பாலும் உயரும். நிலைமாற்றம் ஏற்படாத சமயத்தில் இந்த இரண்டு மாறுதல்களும் பல பொருள்களில் நேர் விகிதமாக இருக்கின்றன என்பதை விஞ்ஞானிகள் நிரூபித்துள்ளனர். இந்த உண்மையைக் கையாண்டு உஷ்ணமானிகள் அமைக்கப்படுகின்றன.

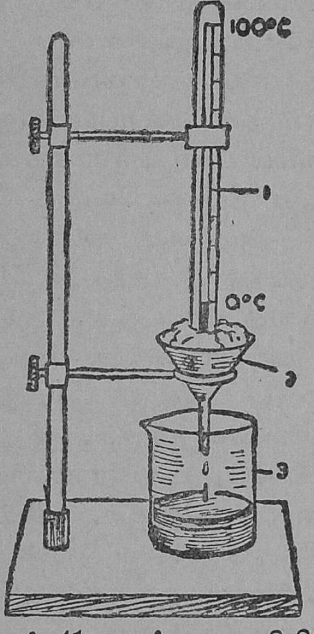
உஷ்ணநிலை உயர்விலல் திடப் பொருள்களில் ஏற்படும் பெருக்கம் மிகக் குறைந்த அளவாயிருப்பதால், அவை சாதாரண உஷ்ணமானிகள் செய்யப் பயன்படமாட்டா. திரவங்களின் பெருக்கம் திடப் பொருள்களின் பெருக்கத்தைக் காட்டிலும் பல மடங்கு அதிகம். ஆகவே, தகுந்த திரவத்தை உஷ்ணமானியில் அமைத்து, அதன் பெருக்கத்தைக் கொண்டு உஷ்ண நிலையை அளக்கலாம். [வாயுப் பொருள்கள் திரவங்களைக் காட்டிலும் அதிகமாகப் பெருக்கமடையும். அவற்றைப் பயன்படுத்திச் சில தனிப்பட்ட உஷ்ணமானிகள் அமைக்கப்படுகின்றன. ஆனால்

அவை நாம் நாள்தோறும் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றவை யன்று.] நாள்தோறும் சில விவரங்களை நாம் தெரிந்து கொள்வதற்குப் பயன்படும் உஷ்ணமானிகளைப் பற்றிச் சிறிது ஆராய்வோம்.

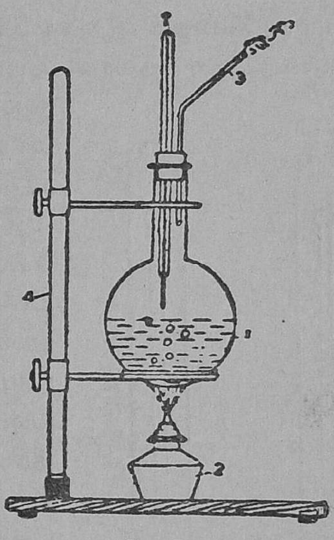
படம் 40. உஷ்ணமானி தயாரித்தல்

உஷ்ணமானி தயாரிக்கும் விதம்: ஒரு கண்ணாடிக் குமிழும் (bulb) அதனுடன் சேர்ந்த ஒடுங்கிய குழாயும் பாதரசத்தால் (அல்லது) ஆல்கஹாலால் நிரப்பப்படும். குமிழ் மெல்லிய கண்ணாடியாலும், குழாய் தடித்த கண்ணாடியாலும் அமைந்திருக்கும். முதலில் குழாயின் மேல்புறம், ஒரு புனல் போன்று அமைந்திருக்கும். இதற்கு உஷ்ணமானிக் குழாய் (thermometer tube) என்று பெயர். இவ்வமைப்பைப் படத்தில் பார். இவ்வித அமைப்பையுடைய குழாயின் மேல் பாகத்திலுள்ள புனலில் பாதரசத்தை ஊற்றி, குமிழைச் சூடாக்கினால், குமிழிலுள்ள காற்று விரிவடைந்து, அதில் ஒரு பகுதி, மேலே யுள்ள பாதரசத்தின் வழியே வெளியேறிவிடும். இப்பொழுது குமிழைக் குளிர வைத்தால், எஞ்சியிருக்கும் காற்றின் அழுத்தம் குறைகிறது. மேலே யுள்ள பாதரசம் வாயுமண்டல அழுத்தத்தால் கீழே குமிழுக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. இப்பொழுது குமிழை மறுபடியும் சூடாக்கினால், பாதரசம் கொதித்து, அதனுடைய ஆவி, எஞ்சியுள்ள காற்று முழுவதையும் வெளியேற்றிவிடும். குமிழை மறுபடியும் குளிரச் செய்தால், பாதரச ஆவி சுருங்கிவிடுகிறது. புனலிலுள்ள பாதரசம் குமிழையும் குழாயையும் நிரப்புகிறது. ஓர் ஒடுங்கிய சுவாலையின் உதவியால் புனல் பகுதியை மேற்புறத்தில் உருக்கி வெளியெடுத்துக் குழாயை மூடிவிடலாம்.

திட்ட வரைகள் : இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட உஷ்ணமானியில் அளவுக் கோடுகள் வரைவதற்கு, ஆதாரமான இரண்டு உஷ்ண நிலைகளை அதில் குறிக்கவேண்டும். இதற்கு இரண்டு பொருள்களின் உஷ்ணநிலைகளை விஞ்ஞானிகள் அமைத்துக் கொண்டிருக்கிறார்கள். இவை திட்ட வரைகள் (fixed points) என்று சொல்லப்படும். உருகும் பனிக்கட்டியின் (melting ice) உஷ்ணநிலை கீழ்த் திட்ட வரை (lower fixed point) என்றும்,



படம் 41. உஷ்ணமானியில் கீழ்த்திட்டவரையைக் குறிக்க உதவும் உபகரணம்

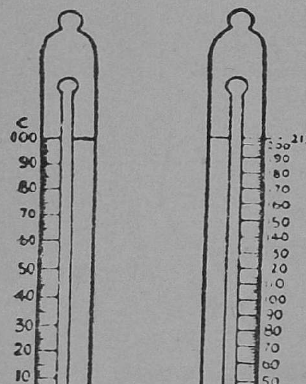


படம் 42. மேல் திட்ட வரையைக் குறிக்க உதவும் உபகரணம்
1. குடுவையில் நீர் 2. ஸ்பிரிட்டு விளக்கு 3. நீராவி வெளியேறும் குழாய் 4. தாங்கி T-உஷ்ணமானி

பிரமாண அழுத்தத்தில் (standard pressure) நீரின் கொதிநிலை (boiling point of water) மேல் திட்ட வரை (higher fixed point) என்றும் கொள்ளப்படுகின்றன. இந்த இரு திட்ட வரைகளையும் உஷ்ணமானியில் குறிப்பிட வேண்டும்.

கீழ்த்திட்ட வரையைக் குறிப்பிடுவதற்கு, உஷ்ணமானியின் குமிழை உருகும் பனிக்கட்டிகளின் இடையே இருக்குமாறு அமைக்கவேண்டும். அப்பொழுது குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டம் இறங்கி, குமிழுக்கு மேலே ஓரிடத்தில் நிலையாக நிற்கும். இந்த மட்டத்திற்குச் சரியாக, உஷ்ணமானிக் குழாயின் வெளிப்புறத்தில் ஒரு குறியிட்டுக் கொள்ளவேண்டும்.

கீழ்த் திட்டவரை குறித்தபின் மேல் திட்டவரை குறிக்க வேண்டும். இது இயல்பான உஷ்ணநிலையில் நீரின் கொதி நிலையாகும். இதைக் குறிக்கப் படத்தில் (42) காட்டியுள்ளவாறு ஒரு குடுவையில் சுத்தமான நீரைக் கொதிக்க வை. உஷ்ணமானியின் குமிழ் நீராவியால் நன்கு சூழப்பட்டிருக்குமாறு வை. அடைப்பானிலுள்ள மற்றொரு துளையின் வழியே நீராவி வெளிச் செல்வதற்காக ஒரு குழாயை அமைத்துக் கொள். குமிழிலுள்ள பாதரசம் நீராவியின் உஷ்ணத்தை அடைந்து, குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டம் சிறிது சிறிதாக உயர்ந்துகொண்டே சென்று ஓரிடத்தை யடைந்ததும் நிலையாக நிற்கும். இதுவே நீரின் கொதி நிலையும், உஷ்ணமானியின் மேல்திட்ட வரையும் ஆகும். இம்மட்டத்தையும் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும்.



படம் 43.
சதம, பாரன்ஹைட்டு உஷ்ணமானிகள்

உஷ்ணநிலை அளவு முறைகள் : இந்த இரு திட்ட வரைகளுக்கும் இடையேயுள்ள உஷ்ணநிலைகளைக் குறிப்பதற்கு வெவ்வேறு முறைகள் இருக்கின்றன. சதாம்ச அளவு முறையில், கீழ்த்திட்ட வரை 0 டிகிரி என்றும், மேல்திட்ட வரை 100 டிகிரி என்றும் கொள்ளப்பட்டு, இடையிலுள்ள பகுதி 100 டிகிரிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

பாரன்ஹைட்டு அளவு முறையில், கீழ்த்திட்ட வரை 32 டிகிரி

என்றும், மேல் திட்டவரை 212 டிகிரி என்றும் கொள்ளப்பட்டு, இடைப்பகுதி 180 டிகிரிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

ஆகவே சதாம்ச அளவில் 1 டிகிரி என்பதும் பாரன்ஹைட்டு அளவில் 1 டிகிரி என்பதும் வெவ்வேறு மதிப்புடையன என்று அறிகிறோம்.

100 சதாம்ச டிகிரிகள் = 180 பாரன்ஹைட்டு டிகிரிகள்.

$\therefore$ 1 சதாம்ச டிகிரி $= \frac{180}{100} = \frac{9}{5}$ பாரன்ஹைட்டு டிகிரிகள்.

43ஆம் படத்தைப் பார்த்து இந்த இரு அளவு முறைகளுக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைத் தெரிந்துகொள்.

ஓர் அளவில் குறிக்கப்பட்ட உஷ்ணநிலையை மற்றொரு அளவுக்கு எளிதாக மாற்றலாம்.

சதாம்ச அளவில் C என்னும் உஷ்ணநிலை, பாரன்ஹைட்டு அளவில் Fக்குச் சமமானால், இவை இரண்டுக்கும் உள்ள சம்பந்தம் பின்வருமாறு :

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

அல்லது,

$$F - 32 = \frac{9}{5}C.$$

உதாரணக் கணக்கு : மனித உடல் உஷ்ணநிலையை $98{\cdot}6°F$. என்று வைத்துக்கொண்டு, அதற்குச் சமமான சதாம்ச உஷ்ண நிலையைக் கண்டுபிடி.

$$\begin{aligned} C &= \frac{5}{9}(98{\cdot}6 - 32) \\ &= \frac{5}{9} \times 66{\cdot}6 \\ &= 5 \times 7{\cdot}4 \\ &= 37. \end{aligned}$$

$\therefore$ $98{\cdot}6°$ F. என்பது $37°C$.

சதாம்ச, பாரன்ஹைட்டு ஆகிய இரு முறைகளிலும் சமமாக இருக்கும்படி உஷ்ணநிலையைக் கண்டுபிடி.

இரண்டிலும் சமமான உஷ்ணநிலை n எனக் கொள்.

$F = \dfrac{9C}{5} + 32$ என்னும் சூத்திரத்தில் $F = n$; $C = n$.

$$\therefore n = \frac{9n}{5} + 32$$

$$n - \frac{9n}{5} = 32$$

$$\frac{-4n}{5} = 32$$

$$n = -32 \times \frac{5}{4} = -40$$

$$\therefore -40°C. = -40°F.$$

மேற் கூறியவாறு தயாரிக்கப்பட்ட உஷ்ணமானிகள் எல்லாவற்றையும் கையாளுமுன் அவற்றின் திட்ட வரைகள் சரியாகக் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றனவா என்று சரிபார்க்க வேண்டும்.

திட்ட வரைகளைச் சரி பார்த்தல் : அளவு குறிக்கப்பட்ட உஷ்ணமானியின் குமிழை ஒரு புனலிலுள்ள பனிக்கட்டித்துண்டுகளால் சூழும்படி அமை. சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு, அதில் பாதரச மட்டத்தைப் பார். அது சரியாக 0°C. காட்டினால் கீழ்த் திட்ட வரையில் தவறு இல்லை என்று அறிந்து கொள்ளலாம். அவ்வாறில்லாமல் அதில் அளவு 0·1°C. என்றிருந்தால் அதிலுள்ள பிழை + 0·1°C. என்று உணர்ந்து கொள்ளவேண்டும்.

இரண்டாவதாக அதே உஷ்ணமானியை ஒரு குடுவையின் அடைப்பானில் செருகி, குடுவையிலுள்ள நீரைச் சூடாக்கு. நீர் கொதித்து வரும் நீராவியில் உஷ்ணமானியின் குமிழும் பெரும்பகுதியும் இருக்கவேண்டும். இப்பொழுது உஷ்ணமானி காட்டும் உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். அது 99 7°C. ஆக இருக்கட்டும். பாரமானியிலிருந்து காற்றின் அழுத்தத்தைக் கண்டுபிடி. அது 756 மி. மீ. இருக்கட்டும்.

காற்றின் அழுத்தம் 1 மி. மீ. குறைந்தால் நீரின் கொதிநிலை 0 037°C. குறையும். இங்கு 4 மி. மீ. அழுத்தம் குறைந்துள்ளதால் கொதிநிலை குறைவது 4×·037=0·148°C. ஆகும். ஆகையால் நீரின் கொதிநிலை=100−0 148=99·852°C. இருக்கவேண்டும். ஆனால் உஷ்ணமானி காட்டுவது 99·7°C. தான் உள்ளது. இதிலிருந்து உஷ்ணமானி மேல்திட்ட வரை 0·152°C. குறைவாகக் காட்டுகிறது என்று அறிந்து கொள்ளலாம்.

உஷ்ணமானியில் பயன்படும் திரவம் : பல திரவங்களைப் பயன்படுத்தி ஆராய்ச்சி செய்ததில் பாதரசமே சாதாரண உஷ்ண

மானிக்கு ஏற்றதென விஞ்ஞானிகள் கண்டறிந்தார்கள். ஆதலால், சாதாரணமாகப் பல உஷ்ணமானிகளில் காணப்படும் திரவம் பாதரசமே.

இதற்குக் காரணம்: (1) பாதரசத்தின் கொதிநிலை அதிகம் (357°C). (2) பாதரசம் மிகப் பளபளப்பானது. ஆதலால், கண்ணுடியின் வழியே இதை எளிதில் பார்க்கக்கூடும். (3) கண்ணுடியில் ஒட்டாது. (4) வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும் தன்மையுடையது. எனவே, எப்பொருளில் வைக்கப்படுகிறதோ அப்பொருளின் உஷ்ண நிலையை விரைவில் அடையும். (5) மிகவும் சுத்தமாகக் கிடைக்கிறது. (6) இது மிகக் குறைவான வெப்ப எண்ணையுடையது (·033). ஆகவே, பாதரசம் குறைவான வெப்பத்தை எடுத்துக்கொண்டு பொருளின் உஷ்ணநிலையை அடையும்.

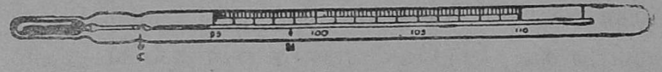
சதாம்ச பாரன்ஹைட்டு உஷ்ணமானிகளின் பயன்கள்: சோதனைச் சாலைகளில் விஞ்ஞானப் பரிசோதனைகளில் பெரும்பாலும் சதாம்ச அளவு கையாளப்படுகிறது. ஓரிடத்தில் காற்றின் உஷ்ண நிலை, மனித உடல் உஷ்ண நிலை முதலியன பாரன்ஹைட்டு அளவில் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. தினசரிப் பத்திரிகைகளில் பல இடங்களின் உஷ்ண நிலைகள் பிரசுரிக்கப்படுவதை நீங்கள் பார்த்திருக்கலாம். நம்நாட்டில் சதாம்ச முறை அரசாங்க முறை ஆக்கப்பட்டு விட்டது. எனவே, தற்காலத்தில் இடங்களின் உஷ்ண நிலைகள் சதாம்ச அளவில் கொடுக்கப்படுகின்றன.

விசேஷ அமைப்புள்ள உஷ்ணமானிகள்

இப்பொழுது சில விசேஷ அமைப்புக்களைக் கொண்ட உஷ்ணமானிகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்வோம்.

ஜுரமானி: டாக்டர்கள் கையாளும் உஷ்ணமானியை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். இதற்கு ஜுரமானி (clinical thermometer) என்று பெயர். இதன் அமைப்பை 44ஆம் படத்தில் காணலாம். இது பையில் எடுத்துச் செல்வதற்கேற்ப சுமார் 4 அங்குல நீளமுடையது. இதன் தண்டினுள் காணப்படும் துவாரம் மிகவும் நுட்பமானது. ஆகையால் இதில் குறிக்கப்

பட்டுள்ள ஒவ்வொரு சிறு பிரிவும் $\frac{1}{5}°$ ஆகும். ஜுரமானிக் குழாயில் நிற்கும் பாதரசத் தம்பம் மிகவும் மெல்லியதாக இருக்கும். அதை அகலமாகத் தோன்றச் செய்வதற்கு, குழாயின் முன்புறம் லென்ஸ் போன்ற அமைப்பு இருக்கும்.



படம் 44. ஜுரமானி

N-மனிதனின் இயல்பான வெப்பநிலை C-தனிப்பட்ட அமைப்பு—வளைவு

இது மனித உடல் உஷ்ணநிலையை அளக்க உதவும் கருவி. சாதாரண மனிதனின் உடல் உஷ்ணநிலை 98·4° (பாரன்ஹைட்டு). ஒருவனின் உடல் உஷ்ணநிலை 105° என்றால் அவனுக்கு ஜுரம் என்றும், அவன் உடல்நிலை மிகக் கேவலம் என்றும் கூறுகிறோம். உடல் உஷ்ணநிலை 95°க்குக் கீழே சென்றால் உடல் குளிர்ந்து விடுகிறது. மனிதனின் உஷ்ணநிலை 95°க்கும் 105°க்கும் உள்ளேயே இருக்குமாதலால் ஜுரமானியில் 95° முதல் 110° வரை தான் அளவுகள் காணப்படும். மனிதனின் சாதாரண உஷ்ண நிலையைக் குறிக்கும் 98·4° என்ற அளவைக் காட்டுமிடத்தில் ஒரு சிவப்புக்கோடு குறுக்கே வரையப்பட்டிருக்கும். மற்ற உஷ்ண மானியில் இல்லாத தனிப்பட்ட அமைப்பு ஒன்று இக்கருவியில் காணப்படுகிறது. குமிழுக்குச் (bulb) சிறிது மேலே குழாயின் துவாரம் நேராக இராமல் வளைவுகளுடனும் மிகக் குறுகியுமிருக்கிறது. டாக்டர், ஜுரமானியை நோயாளியின் நாக்கின் கீழ் வைத்து உடல் உஷ்ணநிலையை அறிகிறார். உஷ்ணமானியை ஒரு நிமிடம் அந்நிலையில் வைத்திருந்து பிறகு அதை வெளியே எடுப்பார். சாதாரண உஷ்ணமானியாயிருந்தால் குழாயினுள் ஏறியிருந்த பாதரசம் மறுபடியும் குமிழுக்குள் சென்று விடுமல்லவா? ஆனால் ஜுரமானியில் துவாரம் குறுகலாயிருப்பதால் விரிவடைந்த பாதரசம் தானாகவே குமிழிற்குள் திரும்பிச் செல்லாது. ஆகையால் டாக்டர், நோயாளியின் உஷ்ணநிலையைச் சிரமமில்லாமல் நிதானமாகப் பார்க்க முடிகிறது. இக்கருவியை நன்றாக உதறினால் பாதரசம் குமிழிற்குள் திரும்பிச் சென்று

விடும். பயன்படுத்திய பின் இதைக் குளிர்ந்த நீரில் கழுவிக் கூட்டில் வைக்கவேண்டும். இதை ஒரு பொழுதும் வெந்நீரில் கழுவுதல் கூடாது. ஏனெனில் அவ்விதம் செய்தால் பாதரசம் அதிகமாக விரிவடைந்து உஷ்ணமானியை உடைத்துவிடும். இக் கருவி மிகக் குளிர்ச்சியான பொருள்கள், மிகச் சூடான பொருள்கள் இவற்றின் உஷ்ண நிலைகளை அளக்கப் பயன்படாது.

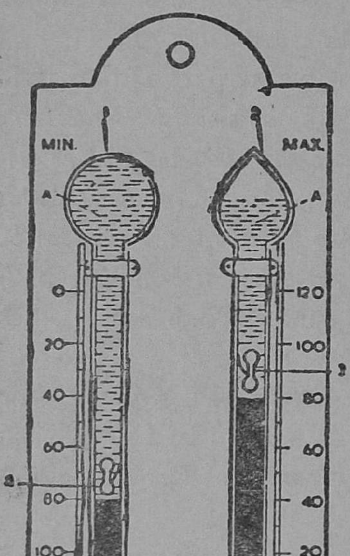
உச்ச, நீச உஷ்ண நிலைகள் (maximum and minimum temperatures): தினசரிப் பத்திரிகைகளில் சென்னை, திருச்சி, மதுரை, பம்பாய், பூனா, கல்கத்தா என்று இம்மாதிரியான முக்கிய நகரங்களின் உஷ்ணநிலை, மழையளவு முதலிய விவரங்கள் பிரசுரிக்கப் படுவதை நீங்கள் பார்த்திருக்கலாம். மேலும், உச்ச உஷ்ணநிலை, நீச உஷ்ணநிலை என்ற இரண்டு உஷ்ணநிலைகளும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றின் கருத்தென்ன ?

ஓரிடத்தின் உஷ்ணநிலை என்றால், அந்த இடத்தில் உள்ள காற்றின் உஷ்ண நிலையாகும். இதைக் கண்டுபிடிக்க, சுவரில் மாட்டப்பட்டுள்ள ஆல்கஹால் உஷ்ணமானிகள் பெரும்பாலும் பயன்படும்.

காற்றின் உஷ்ணநிலை ஓரிடத்தில் ஒரு நாள் முழுவதும் ஒரே அளவாக இராது. சூரிய உதயம் முதல் காற்றின் உஷ்ண நிலை சிறிது சிறிதாக உயரத் தொடங்கி, பிற்பகல் சுமார் 2 முதல் 3 மணிக்குள் மிக உயர்ந்த உஷ்ணநிலையை அடையும். இதற்குத்தான் உச்ச உஷ்ணநிலை (maximum temperature) என்று பெயர். பிறகு சூரியன் மேற்றிசையில் சாயச் சாய, உஷ்ணநிலை குறைந்துகொண்டே செல்லும். இரவில் பூமி குளிர்ந்து கொண்டே போவதால் அதை அடுத்த காற்றின் உஷ்ணநிலையும் குறைந்து கொண்டே போகும். பின்னிரவில் சுமார் 4 மணிக்கு உஷ்ண நிலை மிகக் குறைவாயிருக்கும். இதுவே அந்த இடத்தின் அன்றைய நீச உஷ்ண நிலை (minimum temperature) ஆகும்.

ஒரு சாதாரண உஷ்ணமானியைக்கொண்டு, இந்த உச்ச, நீச உஷ்ணநிலைகளைக் கண்டுபிடிப்பது எளிதன்று. ஒருவர்

அந்த உஷ்ணமானியின் முன் அமர்ந்துகொண்டு, கவனித்து உச்ச, நீச உஷ்ணநிலைகளைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இது இயலாதாகையால், உஷ்ணமானியே இவற்றைத் தன்னில் குறித்துக் கொள்ளக்கூடிய அமைப்பு இருப்பது இன்றியமையாதது. இத்தகைய அமைப்புள்ள உஷ்ணமானிக்குத்தான் உச்ச நீச உஷ்ணமானி என்று பெயர்.



படம் 45. ஸிக்ஸ் உச்ச நீச உஷ்ணமானி

1. பூர்த்தியாக ஆல்கஹால் நிரம்பிய குமிழ், 2. ஆல்கஹால் பாதி நிரம்பிய குமிழ், 3,4. காட்டிகள், 5. பாதரசம்

A-ஆல்கஹால்
Min-.நீச புயம்
Max.-உச்ச புயம்

ஸிக்ஸ் உச்ச நீச உஷ்ணமானி (Six's maximum and minimum thermometer): இந்த உஷ்ணமானியின் அமைப்பைப் படத்தில் பார். இதன் ஒரு குமிழில் ஆல்கஹால் பூர்த்தியாக நிரம்பியுள்ளது. மற்றொன்றில் அரைகுறையாக ஆல்கஹால் உள்ளது. பூர்த்தியாக ஆல்கஹால் உள்ளதுதான் உஷ்ணமானியின் உண்மையான குமிழ். U-வடிவப் பகுதியில் பாதரசம் இருக்கிறது. பாதரசத்திற்கு மேல் ஒவ்வொரு புயத்திலும் எஃகால் அமைந்த காட்டி (index) ஒன்று இருக்கிறது. இதன் பக்கத்தில் ஒரு வில் (spring) இருப்பதால், இது உஷ்ணமானிக் குழாயின் சுவரை உதைத்துக் கொண்டு நழுவிக் கீழே இறங்காமல் நிற்கக்கூடியது.

உஷ்ணமானியின் இரு புயங்களிலும் உஷ்ணநிலை அளவுக் கோடுகள் 0°F. முதல் 120°F. வரை குறிக்கப்பட்டுள்ளன. குமிழுடன் இணைத்துள்ள புயத்தின் அளவுக் கோடுகளுக்கு அருகே நீசம் என்றும், மற்றொரு புயத்தில் உச்சம் என்று எழுதப்பட்டுள்ளது.

ஓரிடத்தில் ஒரு நாள் காலையிலிருந்து காற்றின் உஷ்ணநிலை உயரும்பொழுது, குமிழிலுள்ள ஆல்கஹால் பெருக்கமடைந்து பாதரசத் தம்பத்தை உச்ச புயத்திற்குத் தள்ளும். இதனால், அந்த புயத்தில் பாதரச மட்டம் மேலே ஏறும். அந்தப் பக்கத்தி லுள்ள எஃகுக் காட்டியும் பாதரசத்தால் மேலே உயர்த்தப்படும். உச்ச உஷ்ணநிலை அடையும்பொழுது காட்டி மிக உயர்ந்த நிலையிலிருக்கும். பிறகு காற்றின் உஷ்ணநிலை குறையும் பொழுது குமிழில் உள்ள ஆல்கஹால் சுருங்கும். அப்பொழுது பாதரசத் தம்பம் உச்ச புயத்தில் இறங்கி நீச புயத்தில் உயரும். அப்பொழுது உச்ச புயத்திலுள்ள காட்டி, கீழே இறங்காமல் அந்த இடத்திலேயே நின்றுவிடுகிறது. அதனுடைய கீழ் முனை, உச்ச உஷ்ண நிலையைக் காட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

இரவில் காற்றின் உஷ்ணநிலை குறையக் குறைய ஆல்கஹால் மிகவும் சுருங்குகிறது. பாதரசம் நீச புயத்தில் ஏறுகிறது. அந்தப் பக்கத்திலுள்ள காட்டியும் பாதரசத்தால் தள்ளப்பட்டு மேலே ஏறுகிறது. நீச உஷ்ணநிலையை அடையும்பொழுது, காட்டி அதிக உயரத்திற்கு ஏறி நிற்கும். பிறகு மறுபடியும் காற்றின் உஷ்ணநிலை ஏறத்தொடங்குகிறது; ஆல்கஹால் பெருக்கமடைந்து, பாதரசத்தை நீசபுயத்தில் அழுத்தி உச்சபுயத் தில் ஏறச் செய்கிறது. நீச புயத்தில் உள்ள காட்டி, தான் அடைந்த இடத்திலேயே நின்றுவிடுகிறது. அதன் கீழ்முனை நீச உஷ்ணநிலையைக் காட்டுகிறது.

வானிலை ஆராய்ச்சி நிலையங்களில் சாதாரணமாக காலை 8-30க்கு முதல்நாளைய உச்ச நீச உஷ்ணநிலைகளை அளப் பார்கள். இவற்றைக் குறித்துக்கொண்ட பிறகு, ஒரு காந்தத்தி னால், எஃகுக் காட்டிகளைக் கீழே இழுத்து, பாதரச மட்டங்களைத் தொடுமாறு செய்துவிடவேண்டும். இப்படிச் செய்வதால், அன்றைய உச்ச நீச உஷ்ணநிலைகளைக் காட்டுவதற்கு அவை தயாராகி விடுகின்றன.

குறிப்பு: இவ்வுஷ்ணமானியில் உச்ச உஷ்ண நிலையைக் காட் டும் புயத்தில் அளவுகள் கீழிருந்து மேலாகவும், நீச உஷ்ண நிலை யைக் காட்டும் புயத்தில் மேலிருந்து கீழாகவும் இருப்பதைக்கவனி.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. வெப்பத்தால் பொருள்களில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் யாவை?
2. ‘ஒரு பொருளின் உஷ்ண நிலை’ என்றால் என்ன?
3. வெப்பத்திற்கும் உஷ்ணநிலைக்கும் உள்ள வித்தியாசங்கள் யாவை?
4. ஓர் உஷ்ணமானி தயாரிக்கும் விதத்தைச் சுருக்கிக் கூறுக.
5. உஷ்ணமானியின் திட்டவரைகள் எவை?
6. உஷ்ணமானியின் திட்டவரைகள் எவ்வாறு குறிக்கப்படுகின்றன?
7. சதாம்ச, பாரன்ஹைட்டு உஷ்ணமானிகளுக்குள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?
8. 104°F.ஐ சதாம்ச அளவிலும், 80°C.ஐ பாரன்ஹைட்டு அளவிலும் கூறுக.
9. 748 மி. மீ. அழுத்தத்தில் ஓர் உஷ்ணமானி நீரின் கொதிநிலையை 99°C. ஆகக் காட்டினால் உஷ்ணமானியின் மேல் திட்டவரையின் பிழையைக் கண்டுபிடி.
10. பாதரசத்தை உஷ்ணமானியில் பயன்படுத்தக் காரணங்கள் கூறுக.
11. ஜுரமானியின் அமைப்பிலுள்ள சிறப்பியல்புகளையும், அவ்வாறு அவை அமைக்கப்பட்டிருப்பதன் காரணங்களையும் கூறுக.
12. உச்ச, நீச உஷ்ணநிலைகள் என்றால் என்ன?
13. ஸிக்ஸ் உச்ச நீச உஷ்ணமானியின் பெருக்கமடையும் திரவம் எது?
14. ஸிக்ஸ் உஷ்ணமானியில் இருபக்கங்களிலும் குறிகள் எவ்வாறு உள்ளன? ஏன்?

செய்முறைப் பயிற்சி

பல பொருள்களின் உஷ்ணநிலைகளைச் சதாம்ச அளவிலும், பாரன்ஹைட்டு அளவிலும் கண்டுபிடித்து, அவற்றிற்குள்ள தொடர்பைச் சரிபார்க்க.

10. வெப்பத்தை அளத்தல்

[வெப்ப அளவு—கலோரி—வெப்ப ஏற்புத்திறன்—கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை—கலவை முறையில் திடப்பொருள்களின் வெப்ப எண் கண்டுபிடித்தல்.]

வெப்பத்தின் இயல்பு: வெப்பத்திற்கும் உஷ்ண நிலைக்கும் உள்ள வித்தியாசத்தை மறுபடியும் நினைத்துப் பாருங்கள். ஒரு பொருள் வெப்பத்தை ஏற்கும்பொழுது அதன் உஷ்ண நிலை உயர்கிறது. பொருளிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறினால், அதன் உஷ்ண நிலை தாழ்கிறது. ஆகவே, வெப்பம் என்பது ஒரு பொருளின் உஷ்ண நிலை உயர்வுக்கும் தாழ்வுக்கும் காரணமான ஒரு சக்தி.

ஒரே அளவு வெப்பத்தை இரு வேறு பொருள்களுக்குக் கொடுத்தால் அவற்றின் உஷ்ண நிலை உயர்வுகள் பெரும்பாலும் வெவ்வேருயிருக்கும். இதை நிரூபிக்க ஓர் எளிய பரிசோதனை செய்யலாம்.

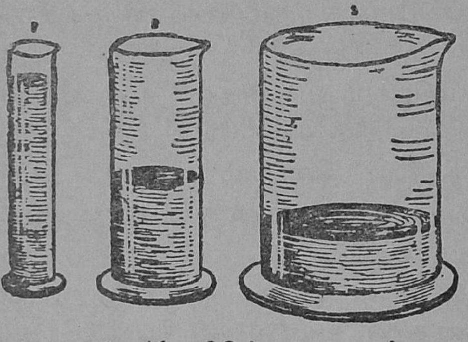
பரிசோதனை: ஒரு முகவையில் 50 கிராம் நீரை ஊற்று. அதை ஒரு தாங்கியின் மேலுள்ள கம்பி வலைமீது வைத்து அதன் உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக் கொள். ஒரே சீராக எரியக்கூடிய ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்குச் சுவாலையால் 2 நிமிட நேரம் இந்த நீரை உஷ்ணப்படுத்து. சரியாக 2 நிமிடம் ஆனவுடன் விளக்கை எடுத்துவிட்டு, உஷ்ணமானியால் நீரின் உஷ்ண நிலையைக் கண்டுபிடி.

பிறகு நீரைக் கொட்டிவிட்டு, முகவையைத் துடைத்து, உலர்த்து. அதில் 50 கிராம் எடையுள்ள கெரசினை ஊற்று. இந்தத் திரவத்தின் உஷ்ண நிலையைக் கண்டுபிடி. ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் 2 நிமிட நேரம் கெரசினையும் உஷ்ணப்படுத்து. உஷ்ண நிலை உயர்வைக் கண்டுபிடி.

2 நிமிட நேரத்திற்குள் ஸ்பிரிட்டு விளக்கு நீருக்கும் கெரசினுக்கும் சுமாராகச் சம அளவு வெப்பம் கொடுத்திருக்கு மென்று வைத்துக் கொள்ளலாம். இந்த வெப்பத்தை எடுத்துக்

கொண்டு, 50 கிராம் நீரும் 50 கிராம் கெரசினும் வெவ்வேறு அளவு உஷ்ண நிலையில் உயர்ந்திருக்கின்றன. 50 கிராம் கெரசினுடைய உஷ்ணநிலை உயர்வு அதிகமாகவும், 50 கிராம் நீரின் உஷ்ணநிலை உயர்வு குறைவாகவும் இருக்கக் காணலாம்.

உஷ்ண நிலையும் நீர் மட்டமும்: வெப்பத்தை, ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள நீரின் கன அளவுக்கும், உஷ்ண நிலையை, அந்த நீரின் மட்டத்திற்கும் உவமையாகக் கூறலாம். படத்திலுள்ள மூன்று ஜாடிகள் வெவ்வேறு குறுக்குப் பரப்பு உள்ளவை. அவற்றில் ஒரே அளவு நீர் ஊற்றப்பட்டால், ஒடுங்கிய ஜாடியிலுள்ள நீர் மட்டம் உயர்வாகவும், அகன்ற ஜாடியிலுள்ள நீர் மட்டம் தாழ்வாகவும் இருப்பதைக் காண்கிறோம். இதைப் போலவே சம அளவு வெப்பத்தை இரு வேறு பொருள்களுக்குக் கொடுத்தால் பெரும்பாலும் அவற்றின் உஷ்ணநிலை சமமாயிருப்பதில்லை.



படம் 46. நீரின் உயரமும் பாத்திரத்தின் குறுக்குப் பரப்பும்
1, 2, 3-வெவ்வேறு குறுக்குப் பரப்புள்ள ஜாடிகள்

மேலும், உயர்ந்த நீர்மட்டம் உள்ள பாத்திரத்தையும் தாழ்ந்த நீர்மட்டமுள்ள பாத்திரத்தையும் ஒரு குழாய் மூலம் இணைத்தால், உயர்மட்டமுள்ள பாத்திரத்திலிருந்து தாழ்மட்டமுள்ள பாத்திரத்திற்கு நீர் பாயும்; இரு மட்டங்களும் சமமாகும் வரை நீர் பாயும். இது போலவே, இரு பொருள்களை இணைத்து வைத்தால், உயர்உஷ்ணநிலையுள்ள பொருளிலிருந்து தாழ் உஷ்ணநிலையுள்ள பொருளுக்கு வெப்பம் செல்லும்.

வெப்பத்தின் அலகு: நீளம், எடை முதலானவற்றை அளப்பதற்கு ஓர் அலகு (unit) வரையறுக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதேபோல் வெப்பத்தை அளப்பதற்கும் ஓர் அலகு ஏற்படுத்

தப் பட்டுள்ளது. விஞ்ஞானிகள் வெப்பப் பரிசோதனைகளில் கையாளும் வெப்ப அலகு கலோரி (calorie) எனப்படும். ஒரு கிராம் நீரின் வெப்ப நிலையை 1°C. உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பமே ஒரு கலோரி ஆகும். இது பிரெஞ்சு முறை அளவைச் சேர்ந்தது. (கலோரியைக் காட்டிலும் பெரிய அலகு தேவையாயிருக்கும் சில வேளைகளில் 1000 கலோரியை அலகாகக் கொள்வதுண்டு. இதற்குப் பெரிய கலோரி என்று பெயர்.)

1 கிராம் நீர் 1°C. உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம் 1 கலோரி; ஆகவே ஒரு கிராம் நீர் தன் உஷ்ண நிலையில் 1°C. குறைந்தால், அது 1 கலோரி வெப்பத்தை வெளியிடும்.

வெப்ப ஏற்புத் திறன் (heat capacity): முன் செய்த பரிசோதனையில் 50 கிராம் நீரும், 50 கிராம் கெரசினும் சம அளவு வெப்பத்தைப் பெற்றுக்கொண்டு வெவ்வேறு அளவு உஷ்ண நிலை உயர்வு அடைந்ததைப் பார்த்தோம். ஆகவே, இவற்றை 1°C. உஷ்ணநிலை உயர்வு ஏற்படும்படி செய்ய, வெவ்வேறு அளவு வெப்பம் தேவையாயிருக்குமென்பது தெளிவு.

வரையறை: ஒரு பொருளின் உஷ்ணநிலையை 1°C. உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம் அப்பொருளின் வெப்ப ஏற்புத் திறன் எனப்படும்.

சம எடையுள்ள ஒரு பொருள், நீர் ஆகியவற்றின் வெப்ப ஏற்புத் திறன்களின் விகிதம் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. ஏனெனில், ஒரு பொருள் தன் உஷ்ண நிலையில் 1°C. உயர்வதற்கு, சம எடையுள்ள நீரைப்போல் அவ்வளவு மடங்கு வெப்பம் எடுத்துக்கொள்ளும் என்பதை இந்த விகிதம் குறிக்கும். ஆகவே, இந்த விகிதத்திற்கு, அப்பொருளின் வெப்ப எண் அல்லது சுயவெப்பம் (specific heat) என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது.

வெப்ப எண்ணுக்கு மற்றொரு விதமாகவும் பொருள் கூறலாம். 1 கிராம் நீர் 1°C உயர்வதற்கு 1 கலோரி வெப்பம் தேவையாகையால், 1 கிராம் பொருள் 1°C. உயர்வதற்கு, அதன் வெப்ப எண் குறிக்கும் கலோரி வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்ளும்.

வெப்ப எண்ணின் வரையறை: ஒரு கிராம் பொருள் தன்

உஷ்ணநிலையில் 1°C. உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பமே அதன் வெப்ப எண் எனப்படும்.

இந்த வரையறைப்படி நீரின் வெப்ப எண் =1. பிறபொருள்களின் வெப்ப எண்கள் இதைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். ஏனெனில், சம எடையுள்ள நீரையும் பிற பொருள்களையும் ஒப்பிட்டால், நீரின் வெப்ப ஏற்புத் திறனே அதிகமாயிருப்பதைப் பரிசோதனைகளிலிருந்து அறியலாம்.

ஒரு பொருள் எடுத்துக் கொள்ளும் அல்லது வெளியிடும் வெப்பத்தைக் கணக்கிடும் முறை: குறிப்பிட்ட எடையுள்ள ஒரு பொருள் உஷ்ணநிலையில் உயரும்போது எவ்வளவு வெப்பம் எடுத்துக் கொள்ளும்? இதைக் கணக்கிடுவதற்குப் பொருளின் எடை m கிராம் என்றும், அதன் வெப்ப எண் s என்றும், அது t°C. உஷ்ண நிலை உயர்வு பெறுகிறது என்றும் வைத்துக்கொள்வோம். வெப்ப எண்ணின் வரையறைப்படி,

1 கிராம் பொருள் 1°C. உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம்	= s கலோரி
m ,, ,, 1°C. உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம்	= ms ,,
m ,, ,, t°C. ,, ,,	= mst ,,

இதை Q என்று கொண்டால்,

$$Q=mst.$$

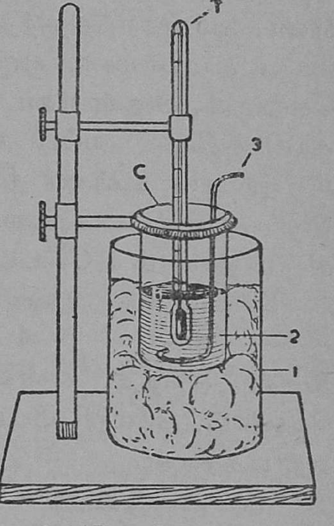
நீரின் வெப்ப எண் =1. ஆகையால் m கிராம் நீர் t°C. உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம் $=mt$ கலோரி.

பொருளின் உஷ்ணநிலை t°C. குறைந்தால், அப்பொழுது mst கலோரி வெப்பம் வெளிவிடப்படும்.

கலோரி மீட்டர்: வெப்பத்தை அளக்கும் பரிசோதனைகளில் கலோரி மீட்டர் (calorimeter) என்ற ஓர் உபகரணம் கையாளப்படுகிறது. இது ஒரு சிறிய தாமிரப் பாத்திரம். இது மற்றொரு பெரிய பாத்திரத்தில் தக்கைமீது வைக்கப்பட்டிருக்கும். இரண்டுக்கும் இடையே பஞ்சு நிறைந்திருக்கும். தக்கையும் பஞ்சும் வெப்பம் கடத்தாப் பொருள்கள். ஆகையால், கலோரி மீட்டரிலிருந்து வெப்பம் எளிதில் வெளியேருமல் தடுக்கப்படு

கிறது. தாமிரக் கலோரி மீட்டரில் தண்ணீரையோ, வேறொரு பொருளையோ வைத்து, அதன் உஷ்ண நிலையைக் கண்டுபிடிக்க ஓர் உஷ்ணமானியும் அதில் நிறுத்தப்படும். சூடான பொருள் கலோரி மீட்டருக்குள் போடப்படும். சூடான பொருளையும் குளிர்ந்த பொருளையும் கலக்குவதற்கு ஒரு கலக்கியும் (stirrer) இருக்கும். இந்த உபகரணம் பொருள்களின் வெப்ப எண்களைக் காணும் பரிசோதனைகளில் பயன்படும்.

கலவை முறை: உஷ்ண நிலையில் உயர்ந்த ஒரு பொருளையும், உஷ்ண நிலையில் தாழ்ந்த ஒரு பொருளையும் கலோரி மீட்டரில் கலக்கும்பொழுது, சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ச்சியான பொருளுக்கு வெப்பம் பாயும். ஆகவே, சூடான பொருளின் உஷ்ண நிலை தாழ்ந்து, குளிர்ந்த பொருளின் உஷ்ண நிலை உயரும். இரு பொருள்களின் உஷ்ண நிலைகளும் சமமாகும் வரை இந்த வெப்பப் பரிமாற்றம் நிகழும். சூடான பொருளின் வெப்ப நஷ்டமானது குளிர்ந்த பொருளின் வெப்ப லாபத்திற்குச் சமமாயிருக்கும். இந்தச் சாம்யத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இரு பொருள்களைக் கலப்பதால், இந்த முறைக்குக் கலவை முறை (method of mixtures) என்று பெயர்.



படம் 47. கலோரி மீட்டர்
1. வெளிப் பாத்திரம்
2. கலோரி மீட்டரில் நீர்
3. கலக்கி
C-கலோரி மீட்டர்
T-உஷ்ணமானி

[இரு பொருள்களும் கலந்து சம உஷ்ண நிலை அடைவதற்குச் சிறிது நேரமாகும்; அக்காலத்திற்குள், சூடான பொருளிலிருந்து சிறிது வெப்பம், சூழ்நிலையிலுள்ள காற்றுக்கும் வெளிப் பாத்திரத்திற்கும் போய்விடலாம். இதைக் குறைப்பதற்கே, கலோரி மீட்டரைச்

சூழ்ந்து தக்கை, பஞ்சு போன்ற கடத்தாப் பொருள்கள் வைக்கப் பட்டுள்ளன.]

கலோரி மீட்டரின் சம நீர் எடை: கலவை முறையில் கலோரி மீட்டரும் சிறிது வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு உஷ்ண நிலையில் உயரும். ஒரு பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கும் பரிசோதனையில், கலோரி மீட்டர் எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பத்தையும் கணக்கிட வேண்டும். இதற்காக, கலோரி மீட்டரின் வெப்ப ஏற்புத் திறனை முன்கூட்டியே கண்டு பிடித்துக்கொள்ள வேண்டும். இதைப் பரிசோதனை மூலமாகக் கண்டுபிடிக்கலாம்; அல்லது கலோரி மீட்டரின் எடையும் வெப்ப எண்ணும் தெரிந்திருந்தால் கணக்கிட்டும் கண்டுபிடிக்கலாம்.

உதாரணமாக, ஒரு கலோரி மீட்டர் தாமிரத்தால் ஆகியுள்ள தென்றும், அதன் எடை 50 கிராம் என்றும் வைத்துக்கொள்வோம். தாமிரத்தின் வெப்ப எண் 0·094. வரையறைப்படி, கலோரி மீட்டர் தன் உஷ்ண நிலையில் 1°C. உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம்தான் அதனுடைய வெப்ப ஏற்புத் திறன் ஆகும். 50 கிராம் தாமிரம் 1°C. உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம்

$$= 50 \times \cdot 094 \times 1 \text{ கலோரி}$$

$$4\cdot 7 \text{ கலோரி.}$$

இதன் கருத்து என்ன? 4·7 கலோரி வெப்பத்தை ஏற்றுக் கொண்டு, கலோரி மீட்டர் தன் உஷ்ணநிலையில் 1°C. உயரும் என்பதுதான்.

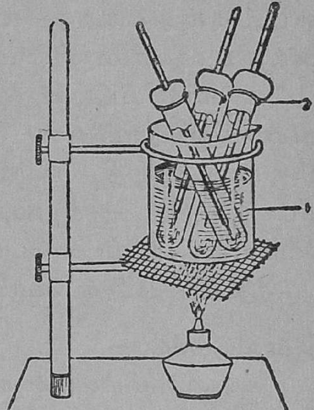
இப்பொழுது, 1 கலோரி வெப்பம் கொடுத்தால் 1 கிராம் நீர் உஷ்ண நிலையில் 1°C. உயரும். ஆகவே, 4·7 கலோரி வெப்பம் கொடுத்தால் 4·7 கிராம் நீர் உஷ்ண நிலையில் 1°C. உயரும்.

ஆகையால் 4·7 கிராம் நீரும் நமது கலோரி மீட்டரும் சமமான வெப்ப ஏற்புத் திறன் உடையவை. நீரின் இந்த எடையே கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை (water equivalent of the calorimeter) என்று சொல்லப்படும்.

வரையறை: கலோரி மீட்டருக்குச் சமமான வெப்ப ஏற்புத் திறனுடைய நீரின் எடைக்கு, 'கலோரி மீட்டரின் சம நீர் எடை' என்று பெயர்.

குறிப்பு: மேலே காட்டிய உதாரணத்தில் கலோரி மீட்டரின் வெப்ப ஏற்புத் திறன் 4·7 கலோரி; அதன் சம நீர் எடை 4·7 கிராம். ஆகவே, கலோரி மீட்டரின் வெப்ப ஏற்புத் திறனும் அதன் சமநீர் எடையும் ஒரே எண்ணுல் குறிக்கப்படும்.

இரும்பு ஆணிகளின் வெப்ப எண் கண்டுபிடித்தல்—பரிசோதனே: சுமார் 30 கிராம் எடையுள்ள சிறு இரும்பு ஆணிகளை ஓர் அகன்ற சோதனைக் குழாயில் போட்டு, அதில் ஓர் உஷ்ணமானியின் குமிழைப் புகுத்தி வை. சோதனைக் குழாயின் வாயைச் சிறிது பஞ்சு வைத்து அடை. ஒரு பெரிய முகவையில் சுமார் பாதியளவு நீர் எடுத்துக் கொண்டு, அதை ஒரு தாங்கியின் மீது வைத்து, ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் உஷ்ணப்படுத்து. இரும்பு ஆணிகளுள்ள சோதனைக் குழாயை முகவை நீரில் வை. நீர் சூடாகும்பொழுது, இரும்பு ஆணிகளும் சூடாகும்.



படம் 48. வெப்ப எண் கண்டுபிடிக்கப் பொருளைச் சூடாக்குதல்
1. முகவையில் சூடாகும் நீர், 2. சோதனைக் குழாய்களில் பொருளும் உஷ்ணமானிகளும்

தாமிரக் கலோரி மீட்டரை கலக்கியுடன் தராசில் நிறுத்து எடை கண்டுபிடி. அதில் சுமார் மூன்றில் ஒரு பங்கு நீர் ஊற்றி, மறுபடியும் எடை கண்டுபிடி. கலோரி மீட்டரை அதற்குரிய பெரிய பாத்திரத்தில் வைத்து, ஓர் உஷ்ணமானியை அதன் பிடியில் நிறுத்தி, நீரின் உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள்.

முகவை நீர் கொதிக்கத் தொடங்கியபின் சுமார் 10 நிமிடம் கழித்து, இரும்பு ஆணியில் புகுத்திய உஷ்ணமானி காட்டும் உஷ்ண நிலையைப் பார். அது நிலையாக நீரின் கொதி நிலையைக் காட்டிக்கொண்டிருக்கும். அதைக் குறித்துக்கொள். சோதனைக் குழாயிலிருந்து உஷ்ணமானியை எடுத்துவிடு. சோதனைக் குழாயை ஒரு பிடியால் பற்றிக்கொண்டு, அதைச் சட்டென

எடுத்துச் சாய்த்து, இரும்பு ஆணிகளைக் கலோரி மீட்டரிலுள்ள நீரில் கொட்டு. கலக்கியால், ஆணிகளையும் நீரையும் சேர்த்துக் கலக்கிக் கொண்டே, கலோரி மீட்டரிலுள்ள உஷ்ணமானியைக் கவனி. அதில் உஷ்ண நிலை மேலேறிக் கொண்டிருப்பதைப் பார். சிறிது நேரத்தில், அந்த உஷ்ணமானியில் பாதரசம் மேலேறுவது நின்றுவிடும்; பிறகு இறங்கத் தொடங்கும். அது காட்டிய மிக உயர்ந்த உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். பிறகு அந்த உஷ்ணமானியை வெளியே எடு.

கலோரி மீட்டரைக் கலக்கியுடனும் அதிலுள்ள நீர் இரும்பு ஆணிகளுடனும் எடை கண்டுபிடி. இந்த அளவீடுகளைப் பின் வருமாறு எழுதி, இரும்பின் வெப்ப நஷ்டத்தையும், கலோரி மீட்டர், நீர் ஆகியவற்றின் வெப்ப லாபத்தையும் கணக்கிடு. வெப்ப நஷ்டம் = வெப்ப லாபம் என்ற சாம்யத்தைப் பயன் படுத்தி இரும்பின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடு.

அளவீடுகள் :—

கலோரி மீட்டரின் எடை	$= a$ கிராம்
கலோரி மீட்டரும் நீரும் சேர்ந்த எடை	$= b$
நீரின் உஷ்ண நிலை	$= t_1°C.$
சூடான இரும்பு ஆணிகளின் உஷ்ண நிலை	$= t_2°C.$
கலவையின் உஷ்ண நிலை	$= t_3°C.$
கலோரி மீட்டரும் கலவையும் சேர்ந்த எடை	$=$ c கிராம்
கலோரி மீட்டரின் (தாமிரம்) வெப்ப எண்	$= 0{\cdot}094$
இரும்பின் வெப்ப எண்	$=$ s.

கணக்கிடுதல் :

1. இரும்பின் வெப்ப நஷ்டம் :

இரும்பின் எடை	$= (c-b)$ கிராம்
இரும்பின் உஷ்ண நிலை வீழ்ச்சி	$= (t_2-t_3)°C.$
இரும்பின் வெப்ப எண்	$=$ s.

($Q=mst$, ஆகையால்),

இரும்பின் வெப்ப நஷ்டம்	$= (c-b)\ (t_2-t_3)s$ கலோரி

2. நீரின் வெப்ப லாபம்:

நீரின் எடை $= (b-a)$ கிராம்

நீரின் உஷ்ண நிலை உயர்வு $= (t_3 - t_1)°C.$

நீரின் வெப்ப எண் $= 1$

∴ நீரின் வெப்ப லாபம் $= (b-a) \ (t_3 - t_1)$ கலோரி

3. கலோரி மீட்டரின் வெப்ப லாபம்:

கலோரி மீட்டரின் எடை $= a$ கிராம்

கலோரிமீட்டரின் உஷ்ண நிலைஉயர்வு $= (t_3 - t_1)°C.$

கலோரி மீட்டரின் வெப்ப எண் $= 0\ 094$

∴ கலோரி மீட்டரின் வெப்ப லாபம் $= a(t_3 - t_1) \times 0{\cdot}094$ கலோரி

(இரும்பின்) வெப்ப நஷ்டம்=(நீர் + கலோரி மீட்டரின்) வெப்ப லாபம்

$$\therefore (c-b)(t_2-t_3)s = (b-a)(t_3-t_1) + a(t_3-t_1) \times 0\ 094$$

$$\therefore s = \frac{(b-a)(t_3-t_1) + a(t_3-t_1)\ 0\ 094}{(c-b)(t_2-t_3)}$$

கலோரி மீட்டரின் சம நீர் எடையை முன்கூட்டியே கண்டு பிடித்திருந்தால், அதைக் கலோரி மீட்டரிலுள்ள நீரின் எடையுடன் கூட்டியும் கணக்கிடலாம்.

இதே முறையில், இரும்புக்குப் பதிலாக, பிற திடப் பொருள்களைச் சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு உஷ்ணப்படுத்தி, கலோரி மீட்டரிலுள்ள நீருடன் சேர்த்துக் கலக்கி, அவற்றின் வெப்ப எண்களைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

ஒரு திரவத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க, திரவத்தைக் கலோரி மீட்டரில் எடுத்துக்கொண்டு, தெரிந்த வெப்ப எண்ணுடைய ஒரு திடப்பொருளை உஷ்ணப்படுத்தி, திரவத்துடன் கலந்து, திரவத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு 1: ஒரு முகைவையிலுள்ள 80 கிராம் நீரின் உஷ்ணநிலை 30°C. அதனுடன் 100°C. உஷ்ண நிலையிலுள்ள 20 கிராம் நீர் கலக்கப்படுகிறது. முகவை, வெப்பம் ஏதும்

எடுத்துக்கொள்ளவில்லை என்று வைத்துக்கொண்டு, கலவை நீரின் உஷ்ண நிலையைக் கணக்கிடு.

கலவை நீரின் உஷ்ண நிலை $= x°C$.

குளிர் நீரின் வெப்ப லாபம்:

குளிர் நீரின் எடை $= 80$ கிராம்

குளிர் நீரின் உஷ்ண நிலை உயர்வு $= (x-30)°C$.

∴ குளிர் நீரின் வெப்ப லாபம் $= 80\,(x-30)$ கலோரி.

சூடான நீரின் வெப்ப நஷ்டம்:

சூடான நீரின் எடை $= 20$ கிராம்

சூடான நீரின் உஷ்ண நிலை வீழ்ச்சி $= (100-x)°C$.

∴ சூடான நீரின் வெப்ப நஷ்டம் $= 20\,(100-x)$ கலோரி.

$$\therefore\ 80\,(x-30) = 20\,(100-x)$$

$$\therefore\ 80x-2400 = 2000-20x$$

$$\therefore\ 100x = 4400$$

$$x = 44$$

கலவையின் உஷ்ண நிலை 44°C.

மாதிரிக் கணக்கு **2:** ஒரு தாமிரக் கலோரி மீட்டரின் எடை 100 கிராம். அதில் 4 கிராம் நீர் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. அதன் உஷ்ண நிலை 25°C. 200 கிராம் எடையுள்ள காரீய ரவைகளை 100°C. உஷ்ண நிலைக்குச் சூடாக்கி, கலோரி மீட்டர் நீரில் போட்டுக் கலக்கியபொழுது கலவையின் உஷ்ண நிலை 34°C. ஆக இருந்தது. தாமிரத்தின் வெப்ப எண் 0·1 என்று வைத்துக் கொண்டு, காரீயத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடு.

காரீயத்தின் வெப்ப எண் $= x$ ஆக இருக்கட்டும்.

1. காரீயத்தின் வெப்ப நஷ்டம்:

காரீயத்தின் எடை $= 200$ கிராம்

காரீயத்தின் உஷ்ண நிலை வீழ்ச்சி $= (100-34)°C$.

$= 66°C$.

∴ காரீயத்தின் வெப்ப நஷ்டம் $= 200 \times 66x$ கலோரி.

2. நீரின் வெப்ப லாபம் :

நீரின் எடை $= 40$ கிராம்

நீரின் உஷ்ணநிலை உயர்வு $= (34-25)°C.$

$= 9°C.$

$\therefore$ நீரின் வெப்ப லாபம் $= 40 \times 9$ கலோரி.

$= 360$ கலோரி.

3. கலோரி மீட்டரின் வெப்ப லாபம் :

கலோரி மீட்டரின் எடை $= 100$ கிராம்

கலோரி மீட்டரின் உஷ்ணநிலை உயர்வு $= 9°C.$

கலோரி மீட்டரின் வெப்ப எண் $= 0{\cdot}1$

$\therefore$ கலோரி மீட்டரின் வெப்ப லாபம் $= 100 \times 9 \times 0{\cdot}1.$

$= 90$ கலோரி.

வெப்ப நஷ்டம் $=$ வெப்ப லாபம்.

$\therefore 200 \times 66 \times x = 360 + 90$

$= 450$

$$\therefore \quad x = \frac{450}{200 \times 66} = 0{\cdot}034$$

ஆகவே காரீயத்தின் வெப்ப எண் $= \mathbf{0{\cdot}034}$

பயிற்சி வினக்கள்

1. வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு வெப்ப ஏற்புத் திறன் உடையவை என்பதைக் காட்ட ஒரு பரிசோதனை விவரிக்க.
2. வெப்பத்தின் அலகு என்ன ?
3. ஒரு பொருளின் வெப்ப ஏற்புத் திறன் என்ருல் என்ன ?
4. வெப்ப எண்ணின் வரையறை கூறுக.
5. ஒரு பொருள் உஷ்ணநிலையில் உயரும் பொழுது எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பத்தைக் கணக்கிடும் வாய்பாடு என்ன ?
6. வெப்ப எண் கண்டுபிடிப்பதில் கலவை முறையின் தத்துவம் என்ன ?

7. கலோரி மீட்டரிலிருந்து வெப்பம் வெளியேருமலிருக்க என்ன ஏற்பாடு செய்யப்பட்டுள்ளது?

8. கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை என்ருல் என்ன?

9. ஒரு பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க என்ன என்ன அளவீடுகளைக் குறிக்க வேண்டும்?

10. ஒரு திரவத்தின் வெப்ப எண்ணை எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாம்?

11. ஒரு தொட்டியில் உள்ள 50 லீட்டர் நீரின் உஷ்ணநிலை 30°C. அதனுடன் எத்தனை லீட்டர் கொதிநீரை ஊற்றினுல் கலவையின் உஷ்ணநிலை 50°C. ஆகும்.

12. ஒரு கலோரி மீட்டரின் எடை 80 கிராம். அதன் வெப்ப எண் 0·095. கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை என்ன?

13. ஒரு கலோரி மீட்டரின் எடை 50 கிராம். அதன் வெப்ப எண் 0·1. அதில் 40 கிராம் நீர் இருக்கிறது. இந்த நீரின் உஷ்ணநிலை 25°C. 60 கி. இரும்பு ஆணிகளை 100°C.க்கு உஷ்ணப்படுத்தி, கலோரி மீட்டர் நீரில் போட்டால் கலவையின் உஷ்ணநிலை என்ன? (இரும்பின் வெப்ப எண் 0·11.)

செய்முறைப் பயிற்சி

1. இரும்பு ஆணிகள், காரீய ரவைகள் இவற்றின் வெப்ப எண்களைக் கண்டுபிடிக்க.

2. ஆல்கஹால், கெரசின் போன்ற ஒரு திரவத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க.

11. பொருள்களின் நிலைமாற்றம்

[வெப்பத்தால் ஏற்படும் நிலைமாற்றம்—உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம்—ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம்—திடப் பொருள்களின் உருகு நிலைகளைக் கண்டுபிடித்தல்.]

நிலைமாற்றம்: ஒரு பொருளை உஷ்ணப்படுத்தினுல் அதிலேற்படும் மாறுதல்களில் நிலைமாற்றம் (change of state) என்பது ஒன்று. பொருள்கள் பொதுவாக, திட, திரவ, வாயுப் பொருள் என்னும் மூவித நிலைகளுள் ஏதாவது ஒரு நிலையில்தான் இருக்க முடியும். ஒரு பனிக்கட்டித் துண்டை உஷ்ணப்படுத்தினுல், அது உருகி நீராக மாறுகிறது. இது போன்று திடப்

பொருள் திரவமாக மாறுவதை உருகுதல் (melting) என்று கூறுகிறோம். இதுபோல் நீரைக் குளிரச் செய்தால் அது பனிக் கட்டியாக மாறும். இவ்வாறு திரவ நிலையிலிருந்து திடப்பொருளாக மாறுவதை உறைதல் (freezing) என்று சொல்கிறோம்.

திடப்பொருள் திரவமாகவும், திரவம் திடப் பொருளாகவும் மாறுவதைப் போலவே, திரவப் பொருள் ஆவியாகவும், வாயு நிலையிலுள்ள பொருள் திரவமாகவும் மாறலாம். திரவம் ஆவி நிலையை அடைவதற்குக் கொதித்தல் (boiling) என்றும், வாயு நிலையிலுள்ள பொருள் திரவ நிலையை அடைவதற்கு ஆவி சுருங்குதல் (condensation) என்றும் பெயர்.

சில பொருள்கள் திட, திரவ, வாயு நிலை என்னும் மூன்று நிலைகளிலும் இருக்கக்கூடும். (உதாரணம்: பனிக்கட்டி, நீர், நீராவி.) அது போன்ற பொருள்களுக்கு மேற்கூறிய நான்குவித நிலைமாற்றங்களும் உண்டு.

சில பொருள்கள் திடநிலையிலிருந்து நேராக வாயு நிலையை யடைகின்றன. அயொடின் என்பது இவ்வகையைச் சேர்ந்தது. இதை உஷ்ணப்படுத்தினால் திரவமாகாமலே ஆவியாகிவிடும். ஆவி குளிரும்போது நேராகத் திடப்பொருளாக மாறிவிடும். இவ்வாறு திடப்பொருள் நேராக ஆவி நிலையை யடையும் மாறுதலுக்குப் பதங்கமாதல் (sublimation) என்று பெயர்.

நிலைமாற்றமும் உள்ளுறை வெப்பமும்:

மேற் கூறியபடி பொருள்களில் நிலைமாற்றம் ஏற்படும் பொழுது ஓரளவு வெப்பம் அவற்றால் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகிறது; அல்லது வெளிவிடப் படுகிறது.

பரிசோதனை: ஒரு பாத்திரத்தில் பனிக்கட்டித் துண்டுகளைப் போட்டு, அவற்றுள் ஓர் உஷ்ணமானியின் குமிழைச் செருகு. பாத்திரத்தை ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்குச் சுவாலையில் சூடாக்கு. பனிக் கட்டி சிறிது சிறிதாக உருகத் தொடங்கும். உஷ்ணமானியில் உஷ்ண நிலையைக் கவனி. உஷ்ண நிலை 0°C. இல் நிலைத்து நிற்கும். வெப்பம் கொடுத்துக் கொண்டே போனாலும் பனிக்கட்டி உருகுமே தவிர, உஷ்ணநிலை உயராது.

உஷ்ணம் கொடுப்பதற்கு அடையாளமாக உஷ்ணநிலை உயர வேண்டும். ஆனால், இங்கு அப்படி ஏற்படவில்லை. இதற்குக் காரணம் நாம் கொடுக்கும் உஷ்ணம் முழுவதும் பனிக்கட்டியை நீராக (திடப் பொருளைத் திரவமாக) மாற்றுவதற்குத்தான் பயன் பட்டிருக்கிறது. அதனால்தான் உஷ்ணநிலை 0°C.யிலேயே நிலைத்து நிற்கிறது. இந்த 0°C. உஷ்ண நிலைக்குப் பனிக்கட்டியின் உருகுநிலை (melting point) என்று பெயர். ஓரளவு நீரைக் குளிரச் செய்தாலும் அது இதே 0°C.யில் உறையத் தொடங்கும். அதை நீரின் உறைநிலை (freezing point) என்று கூறுகிறோம்.

இப்பரிசோதனையிலிருந்து இரண்டு உண்மைகள் புலப்படுகின்றன. (1) ஒரு திடப் பொருளின் உருகுநிலையும், அத் திரவத்தின் உறைநிலையும் ஒன்றே. (2) ஒரு திடப் பொருள் உருகும் பொழுது அது உருகத் திரவமாவதற்காக ஓரளவு வெப்பம் எடுத்துக் கொள்கிறது. இவ்வெப்பம் உஷ்ணமானியில் உயர்வு ஏற்படுத்தாமல் உருகிய திரவத்தினுள் உறைந்து அல்லது மறைந்திருக்கிறது. இவ்வாறு மறைந்திருக்கும் வெப்பத்தைத் தான் உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat of fusion) என்று கூறுகிறோம்.

வரையறை: ஒரு கிராம் திடப்பொருள் உஷ்ணநிலை மாறாமல் திரவ நிலையை அடைவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பத்திற்கு 'அதன் உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம்' என்று பெயர்.

பனிக்கட்டியின் உள்ளுறை வெப்பம் 80 கலோரி. ஆகவே, ஒரு கிராம் பனிக் கட்டியை உருகவைக்க 80 கலோரி வெப்பம் தேவைப்படும். இக்காரணம் கொண்டே மிகுந்த அளவு ஜுரம் இருப்பவர்களின் உடல் உஷ்ணநிலையைக் குறைப்பதற்குப் பனிக் கட்டியைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

பரிசோதனை: ஒரு குடுவையில் பாதியளவு நீர் எடுத்துக் கொள். அதன் வாயை இருதுளை அடைப்பானால் மூடு. ஒரு துளையின் வழியாக ஓர் உஷ்ணமானியையும், மற்றொன்றின் வழியாக ஒரு போக்குக் குழாயையும் செருகு. குடுவையிலுள்ள

நீரை உஷ்ணப்படுத்து. நீர் கொதிக்கத் தொடங்கும். உஷ்ண மானியிலும் உஷ்ணநிலை சிறிது சிறிதாக உயர்ந்து கொண்டே போய் 100°C. வந்ததும் நிலையாக நின்றுவிடும். மேலும் நீரை உஷ்ணப் படுத்திக்கொண்டே இரு. அதன் உஷ்ணநிலை உயர வில்லை. இந்த 100°C.யைத்தான் நீரின் கொதிநிலை (boiling point) என்கிறோம். மேன்மேலும் கொடுக்கப்படும் வெப்பம், நீரை நீராவியாக மாற்றப் பயன்படுகின்றதே தவிர, அதன் உஷ்ணநிலையை உயர்த்துவதில்லை.

ஆகவே, திரவங்களும் அவற்றின் கொதிநிலையில் ஆவி யாவதற்கு ஓரளவு வெப்பம் எடுத்துக் கொள்கின்றன. இதை ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat of vapori-sation) எனக் கூறுகிறோம்.

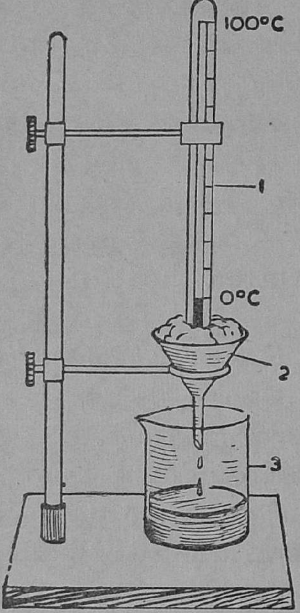
வரையறை: ஒரு கிராம் திரவம் வெப்பநிலை மாறாமல் ஆவியாவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்பத்திற்கு, 'அதன் ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம்' என்று பெயர்.

ஒரு கிராம் நீர் 100°C.இல் ஆவியாவதற்குச் சுமார் 540 கலோரி வெப்பம் வேண்டும். நீராவி குளிரும்பொழுது ஒவ்வொரு கிராம் நீராவியும் தான் எடுத்துக்கொண்ட 540 கலோரி வெப்பத் தையும் வெளிவிடும். இதனால்தான் கொதிக்கும் நீர் தோலில் பட்டால் ஏற்படுவதைக் காட்டிலும் நீராவி படுவதால் ஏற்படும் புண் அதிகக் கடுமையாக இருக்கிறது.

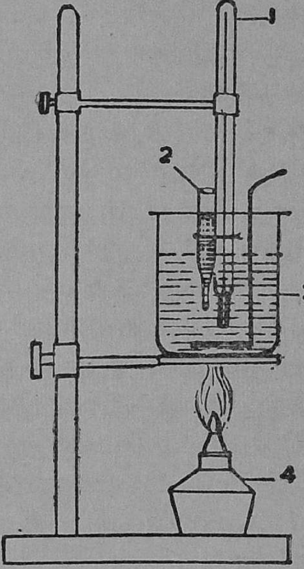
மேலே விவரித்த பரிசோதனைகளிலிருந்து திடப்பொருள் திரவம் ஆகும்பொழுதும், திரவம் உறையும்பொழுதும், திரவம் ஆவியாகும்பொழுதும், ஆவி சுருங்கும்பொழுதும் நிலை மாற்றம் முற்றிலும் பூர்த்தியடையும் வரை வெப்பநிலையில் மாறுதல் ஏற்படாது என்று தெரிகிறது. இத்தத்துவத்தைக் கொண்டுதான் திடப்பொருள்களின் உருகுநிலைகளும், திரவங் களின் கொதிநிலைகளும் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. அவற்றில் சில முறைகளை ஈண்டு கவனிப்போம்.

பனிக்கட்டியின் உருகுநிலை கண்டுபிடித்தல்: பனிக் கட்டியைச் சிறு துண்டுகளாக உடைத்து ஒரு புனலில் போடு. அதன் நடுவே ஒரு வெப்பமானியின் குமிழ் இருக்கும்படி அதைத்

தாங்கியிலிருந்து தொங்கவிடு. பனிக்கட்டி உருகிய நீர் சொட்டு மிடத்தில் ஒரு முகவையை வை. வெப்பமானியில் பாதரசம் இறங்கி 0°C.க்கு நேராக வந்து நிலையாக நிற்பதைப் பார்.



படம் 49. பனிக்கட்டியின் உருகுநிலை கண்டுபிடித்தல் 1. உஷ்ணமானி 2. புனலில் உருகும் பனிக்கட்டி 3. முகவை

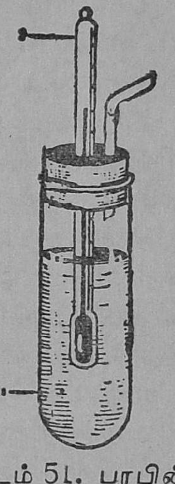


படம் 50. மெழுகின் உருகுநிலை கண்டுபிடித்தல் 1. உஷ்ணமானி 2. தந்துகிக் குழாய் 3. முகவை 4. ஸ்பிரிட்டு விளக்கு

இதுவே பனிக்கட்டியின் உருகுநிலை. பனிக்கட்டி முழுவதும் உருகும்வரை இந்த வெப்பநிலை மாறாமலிருக்கும். (ஒரு முகவையில் பனிக்கட்டித் துண்டுகளைப் போட்டு, அவற்றின் நடுவே வெப்பமானிக் குமிழை வைத்தும் இப்பரிசோதனையைச் செய்யலாம்.)

பரபின் மெழுகின் உருகுநிலை: ஒரு முகவையில் சுமார் பாதியளவு நீர் ஊற்றி, அதை ஒரு தாங்கியின் மீதுள்ள கம்பி வலையில் வைத்துச் சூடாக்கு. ஒரு தந்துகிக் கண்ணாடிக்

குழாயில் உருகிய பரபின் மெழுகைப் புகுத்தியபின் அதை ஓர் வெப்பமானிக் குமிழுடன் சேர்த்துக் கட்டு. இந்த ஏற்பாட்டை முகவை நீரில் அமிழ்த்தி நிறுத்து. வெப்பமானியில் பாதரச மட்டம் சிறிது சிறிதாக மேலே ஏறும். தந்துகிக் குழாயிலுள்ள வெண்மையான திடப்பொருளான பரபின் திரவமாகும்பொழுது, அது நீரைப்போல் நிறமற்றதாகும். இந்த மாறுதல் ஏற்படும் பொழுது வெப்பமானி காட்டும் வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள். இப்பொழுது ஸ்பிரிட்டு விளக்கை எடுத்துவிடு. முகவை நீர் குளிரத் தொடங்கும். சிறிது நேரத்தில் திரவ பரபின் திடப் பொருளாவதால், வெண்மை நிறமாகும். இந்த மாறுதல் ஏற்படும்பொழுது மறுபடியும் வெப்பமானி காட்டும் வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள். இந்தச் சோதனையை மேலும் இருமுறை திரும்பச் செய்து, எல்லா வெப்ப நிலைகளுக்கும் சராசரி கண்டு பிடி. இதுவே பரபின் மெழுகின் உருகுநிலை (அல்லது உறை நிலை) ஆகும்.



படம் 51. பரபின் மெழுகின் உருகுநிலை 1. அகன்ற சோதனைக் குழாயில் உருகிய பரபின் 2. உஷ்ணமானி

பரபின் மெழுகின் உருகுநிலை—மற்றொரு முறை: ஓர் அகன்ற சோதனைக் குழாயில் சுமார் பாதி அளவு திரவம் கிடைக்கும்படி பரபின் மெழுகுத் திடப்பொருளை எடுத்துக்கொண்டு, அதை உருக்கித் திரவமாக்கு. சோதனைக் குழாயை ஒரு தாங்கியில் பொருத்திவை. உருகிய திரவத்தின் மையத்தில் குமிழ் இருக்குமாறு ஒரு வெப்பமானியைத் தொங்கவிடு.

பரபின் திரவத்தின் வெப்பநிலை சுமார் 70°C. இருக்கும் பொழுது ஒரு நிறுத்து கடிகாரத்தை ஓடச் செய். ஒவ்வொரு நிமிட முடிவிலும் பரபின் திரவத்தின் வெப்பநிலையைக் குறித்துக் கொள். முதலில் நிமிடத்திற்கு 3 அல்லது 4 டிகிரி குறைந்து கொண்டு வந்த வெப்பநிலை, சில நிமிடங்களுக்குப் பிறகு நெடு நேரம் நிலையாக நின்றுவிடும். இப்பொழுது பரபின் திரவத்தின்

நிறம் வெண்மையாகி அது திடப்பொருளாக உறைவதைக் காணலாம். இந்த வெப்பநிலைதான் பரபின் மெழுகின் உருகு நிலை. திரவம் முழுவதும் உறைந்த பிறகு மறுபடியும் வெப்பநிலை இறங்கத் தொடங்கும்.

உறையும்பொழுது விரிவடையும் பொருள்கள் : சாதாரண மாகப் பெரும்பான்மையான பொருள்கள் உருகும்பொழுது கன அளவில் பெருக்கமடைகின்றன; உறையும்பொழுது கன அளவில் சுருங்குகின்றன. ஆனால் சில பொருள்கள் இதற்கு நேர் மாருக, உருகும்பொழுது சுருங்குகின்றன; உறையும்பொழுது பெருக்க மடைகின்றன. பனிக்கட்டி, வெண்கலம், வார்ப்பிரும்பு, அச்சு உலோகம் முதலிய பொருள்கள் இதற்கு உதாரணங்கள்.

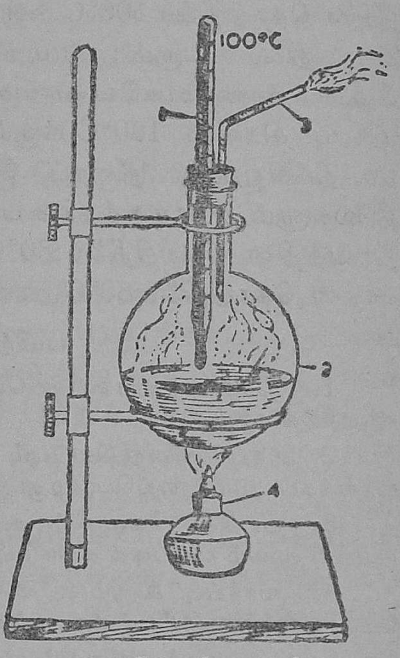
நீர் உறையும்பொழுது கன அளவில் பெருக்கமடைவதால், பனிக்கட்டியின் அடர்த்தி, நீரின் அடர்த்தியைவிடக் குறைகிறது; ஆகவே பனிக்கட்டி நீரில் மிதக்கிறது.

வெண்கலம், வார்ப்பிரும்பு போன்ற உலோகக் கலவைகள் உறையும்பொழுது விரிவடைவதால், இவை வார்ப்புச் சாமான்கள் செய்ய ஏற்றவையாகின்றன. இவற்றை உருக்கி வார்ப்படத்தில் ஊற்றிக் குளிரச் செய்யும்பொழுது, வார்ப்படத்தின் மூலைகளை நன்கு நிரப்பிக்கொண்டு இவை உறைகின்றன.

உருகுநிலையும் அழுத்தமும் : பனிக்கட்டி போன்ற பொருளின் உருகுநிலை அதிக அழுத்தத்தின் காரணமாகச் சிறிது தாழும். இரண்டு பனிக்கட்டித் துண்டுகளைச் சேர்த்துவைத்து அழுத்தினால், அவை சேருமிடத்தில் சிறிது உருகி நீராகும்; அழுத்தத்தை எடுத்துவிட்டால், நீர் மறுபடியும் உறைந்து பனிக் கட்டியாவதால், துண்டுகள் ஒன்ருேடொன்று ஒட்டிக்கொள்ளும்.

உறைக்கலவை : பனிக்கட்டித் துண்டுகளுடன் சாதாரண உப்பான சோடியம் குளோரைடு சேர்த்தால், இக்கலவையின் வெப்பநிலை 0°C க்குக் கீழே பத்துப் பதினைந்து டிகிரி குறைந்து விடுகிறது. இதற்கு உறைக் கலவை என்று பெயர். ஒரு பாத்திரத்தில் பாலை ஊற்றி இதில் புதைத்து வைத்தால், பால் உறைந்துவிடுகிறது. 'ஐஸ் கிரீம்' தயாரிப்பதற்கு இக்கலவை பயன்படுகிறது.

திரவத்தின் கொதிநிலை: வெப்பமானியின் மேல் திட்ட வரையைக் குறிப்பதற்குப் பயன்படுத்திய உபகரணத்தைப்போல் அமைத்து, குடுவையில் திரவத்தை ஊற்றிக் கொதிக்க வைத்து அதன் கொதிநிலையைக் கண்டுபிடிக்கலாம். குடுவைக்குப் பதிலாக ஓர் அகன்ற சோதனைக் குழாயையும் பயன்படுத்தலாம். வெப்பமானிக் குமிழ் திரவத்தில் மூழ்கியிராமல், திரவம் கொதித்து வரும் ஆவியால் சூழப்பட்டிருக்கவேண்டும். திரவத்தில் ஏதேனும் ஒரு பொருள் கரைந்திருந்தால், அது கொதிநிலையைப் பாதிக்கும். கொதித்து வரும் ஆவியின் வெப்ப நிலையே சுத்தமான திரவத்தின் கொதிநிலையைக் காட்டும்.



படம் 52. திரவத்தின் கொதிநிலை 1. உஷ்ணமானி 2. குடுவை 3. வெளிப்போக்கு குழாய் 4. ஸ்பிரிட்டு விளக்கு

கொதித்தலும் உள்ளுறை வெப்பமும்: ஒரு பாத்திரத்தில் சுத்தநீரைக் கொதிக்க வைத்து, அதில் வெப்பமானியை வைத்தால், சாதாரண அழுத்தத்தில் வெப்பமானி 100°C. காட்டுகிறது. கொதித்து வரும் நீராவியின் வெப்பநிலையும் 100°C. இருக்கிறது. நாம் சுவாலையின் மூலம் வெப்பத்தைக் கொடுத்துக் கொண்டேயிருக்கிறோம்; ஆனால் இந்த வெப்பத்தால் வெப்பநிலை உயர்வு ஏற்படுவதில்லை. இப்பொழுது கொடுக்கப்படும் வெப்பம் நிலைமாற்றத்திற்காகப் பயன்பட்டு, நீராவியில் மறைந்திருக்கும். ஆகவே, இது உள்ளுறை வெப்பம் ஆகும். திடப்பொருள் திரவமாகும்பொழுது உள்ளுறை வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டதைப் போல், திரவம் ஆவியாகும்பொழுதும் உள்ளுறை வெப்பம் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

ஒரு கிராம் பனிக்கட்டி 0°C.யில் உருகி நீராவதற்குச் சுமார் 80 கலோரி வெப்பம் தேவையென்றும், ஒரு கிராம் நீர் 100°C.யில் கொதித்து ஆவியாவதற்குச் சுமார் 540 கலோரி வெப்பம் தேவை என்றும் பரிசோதனைகளிலிருந்து தெரிய வருகின்றன.

கொதிநிலையும் அழுத்தமும்: நீரின் கொதிநிலை அழுத்தத்தால் பாதிக்கப்படுகிறது என்பதை முன்வகுப்பில் அறிந்திருக்கிறீர்கள். பிரமாண அழுத்தத்தில் (76 செ. மீ. பாதரச அழுத்தம்) நீரின் கொதிநிலை 100°C. ஆக இருக்கும். அழுத்தம் அதிகமானால் கொதிநிலை உயரும்; அழுத்தம் குறைந்தால் கொதிநிலை தாழும். இதன் காரணமாகவே வாயுமண்டல அழுத்தம் குறைவாக உள்ள மலையுச்சிகளில் 100°C.க்குக் குறைவான வெப்பநிலைகளில் நீர் கொதிக்கிறது. நீரைப் போலவே, பிற திரவங்களின் கொதிநிலைகளும் அழுத்தத்தால் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஆகவே, ஒரு திரவத்தின் கொதிநிலை 80°C. என்றால், பிரமாண அழுத்தத்தில் அதன் கொதிநிலை 80°C. என்று தெரிந்துகொள்ள வேண்டும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. நிலைமாற்றங்களின் வெவ்வேறு வகைகளின் பெயர்களை எழுதி, விளக்கிக் கூறுக.

2. 'உள்ளுறை வெப்பம்' என்றால் என்ன? அது எப்பொழுது கிரகிக்கப்படும்? எப்பொழுது வெளிவிடப்படும்?

3. பரபின் மெழுகின் உருகுநிலையை ஒரு கண்ணாடி தந்துகிக் குழாய் மூலம் எப்படிக் கண்டுபிடிக்கலாம்? பரிசோதனையை விவரிக்க.

4. வார்ப்பு இரும்பு, அச்சு உலோகம், வெண்கலம் போன்ற பொருள்கள் வார்ப்புச் சாமான்கள் செய்ய ஏன் ஏற்றவையாயுள்ளன?

5. 'உறைக் கலவை' என்றால் என்ன? அதன் பயன் என்ன?

6. இரு பனிக்கட்டித் துண்டுகளை ஒன்றோடொன்று அழுத்தி விட்டால் அவை ஏன் ஒட்டிக்கொண்டு ஒன்றுகின்றன?

7. ஒரு திரவத்தின் கொதிநிலையைக் கண்டுபிடிப்பது எப்படி?

8. ஒரு திரவத்தின் கொதிநிலை அழுத்தத்தால் எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறது?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. பரபின் மெழுகின் உருகுநிலையைப் பரிசோதனை மூலம் கண்டுபிடிக்க.

2. ஆல்கஹாலின் கொதிநிலையைக் கண்டுபிடிக்க.

12. வெப்பம் செலுத்துகை

[வெப்பம் பரவும் முறைகள்—வெப்பக் கடத்தல்—வெப்பச் சலனம்—வெப்பக் கதிர் வீசல்—நீரின் கடத்தும் தன்மை—நீரோட்டங்கள்—தெர்மாஸ் குடுவை.]

வெப்பம் என்பது ஒருவிதச் சக்தியென்றும், அதிக உஷ்ண நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து உஷ்ண நிலை குறைவாயுள்ள ஒரு பொருளுக்கு வெப்பம் பரவும் என்றும் உங்களுக்குத் தெரியும். இப்பொழுது வெப்பம் ஒரு பொருளுக்குள்ளோ அல்லது ஒரு பொருளிலிருந்து பிற பொருளுக்கோ எவ்வழிகளில் பரவுகிறது என்பதைக் கவனிப்போம்.

அதிக உஷ்ண நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பம் மூன்று முறைகளில் வெளிச் செல்லலாம் அல்லது பரவலாம். அவை வெப்பம் கடத்தல் (conduction), வெப்பச் சலனம் (convection), வெப்பக் கதிர் வீசல் (radiation) என்பன.

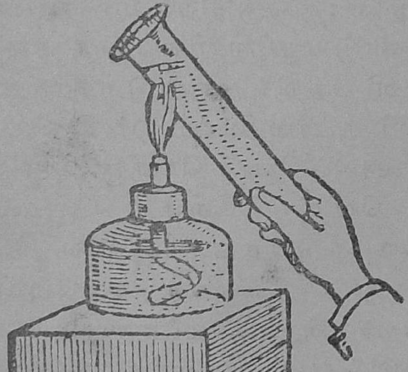
வெப்பம் கடத்தல்—பரிசோதனை: ஒரு சிறிய மரக்கட்டையின் ஒரு நுனியைப் பிடித்துக்கொண்டு மறு நுனியை ஒரு விளக்கின் சுவாலையில் காட்டு. அந்த நுனி பற்றிக்கொண்டு எரிகிறது. நாம் பிடித்துக்கொண்டிருக்கும் நுனி சூடாவதில்லை. ஓர் இரும்புக் கரண்டியின் ஒரு முனையை எரியும் அடுப்பினுள் செருகு. சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு கரண்டியின் வெளிமுனையைத் தொட்டுப் பார். அம்முனை தொடமுடியாதபடி சுடுகிறது. ஆகவே, இம் முனைக்கு வெப்பம் பரவியிருக்கிறது. நீளமான கண்ணாடித் தண்டு ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டு அதன் ஒரு முனையைச் சுவாலையில் காய்ச்சு. சிறிது நேரம் கழித்து மறுமுனையைத் தொட்டுப்பார்; தொட முடிகிறது; அம்முனை சுடுவதில்லை. அம் முனைக்கு வெப்பம் பரவவில்லை என்று தெரிகிறது.

இதிலிருந்து, இரும்பு வெப்பத்தை எளிதில் கடத்துகிறதென்றும், கண்ணாடியும் மரமும் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்துவதில்லை என்றும் அறிகிறோம்.

இரும்புக் கரண்டியின் ஒரு முனையை வெப்பம் தாக்கியதும் அங்குள்ள இம்மிகள் (particles) தாம் பெற்ற வெப்பத்தைப்

பக்கத்திலுள்ள இம்மிகளுக்கு அனுப்புகின்றன. பிறகு இவை தம்மை நெருங்கியுள்ள பக்கத்து இம்மிகளுக்கு இவ்வெப்பத்தைச் செலுத்துகின்றன. இவ்வாறு வெப்பம் இம்மிகளில் நகர்ந்து முடிவில் கரண்டியின் மற்றொரு முனையில் உள்ள இம்மிகளைச் சூடாக்குகிறது. இவ்விதம் ஒரு திடப் பொருளின் ஒரு பாகத்திலிருந்து பிற பாகங்களுக்கோ அல்லது அப்பொருளிலிருந்து அதனருகிலுள்ள பொருள்களுக்கோ வெப்பம் பரவும் முறைக்கு வெப்பம் கடத்தல் (conduction) என்று பெயர். இம்முறையில் பொருள்களின் இம்மிகள் அவை இருக்குமிடத்தை விட்டு நகர்வதில்லை. பொருளின் ஒரு இம்மியிலிருந்து அதற்கு அடுத்த இம்மிக்கு வெப்பம் செல்கிறது.

எல்லாத் திடப் பொருள்களிலும் கடத்தல் முறையில்தான் வெப்பம் பரவுகிறது. வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும் பொருள்களுக்கு எளிதில் கடத்திகள் (good conductors) என்று பெயர். இரும்பு, தாமிரம் தங்கம், வெள்ளி முதலிய உலோகங்களெல்லாம் எளிதில் வெப்பம் கடத்திகள், கண்ணாடி, மரம், காகிதம், தக்கை, பஞ்சு, ரப்பர் இவையெல்லாம் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்துவதில்லை. இவற்றிற்கு அரிதில் கடத்திகள் (bad conductors) என்று பெயர். திரவங்களும் வாயுக்களும் அரிதில் கடத்திகளே. தண்ணீர் ஓர் அரிதில் கடத்தி. இதைக் கீழ்க்கண்ட பரிசோதனையால் அறியலாம்.



படம் 53.
நீர் ஓர் அரிதில் கடத்தி எனக் காட்டும் சோதனை

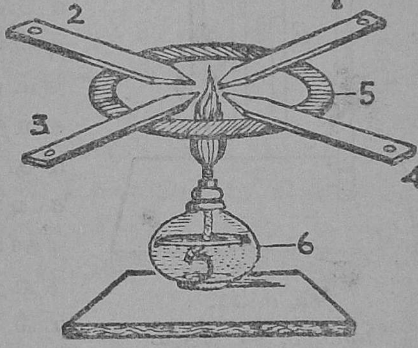
பரிசோதனை: ஒரு சோதனைக் குழாயில் முக்கால் பாகம் நீரூற்றி அதன் அடிப்பாகத்தைக் கையால் பிடித்துகொண்டு, குழாயின் மேல்பகுதியை ஸ்பிரிட்டு விளக்கின் சுவாலையில் வைத்துத் தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்து. மேலுள்ள நீர் கொதிக்

கத்தொடங்கும். ஆனால் குழாயைப் பிடித்திருக்கும் கையில் சூடு தெரிவதில்லை. குழாயின் அடியிலுள்ள நீர் குளிர்ச்சியாகவே இருக்கிறது. எனவே, நீரில் கடத்தல் முறையில் வெப்பம் பரவுவதில்லை என்றும், நீர் ஓர் அரிதில் கடத்தி என்றும் விளங்குகிறது.

நீர் அரிதில் கடத்தியாக இருப்பதால்தான் கடலில் குளிர் காலங்களில் மேல்பக்கம் உறைந்து பனிக்கட்டியான போதிலும், பனிக்கட்டியின் வழியே குளிர் உட்செல்லாமல் உள்ளிருக்கும் நீர் உறையாமல், நீர்வாழ்ப் பிராணிகள் உயிர்வாழ வசதியளிக்கிறது. இதே காரணத்தால்தான் நடுப்பகலில் ஒரு குளத்தின் நீர் மேற்பரப்பில் சூடாகவும், உள்ளே குளிர்ச்சியாகவும் இருக்கிறது.

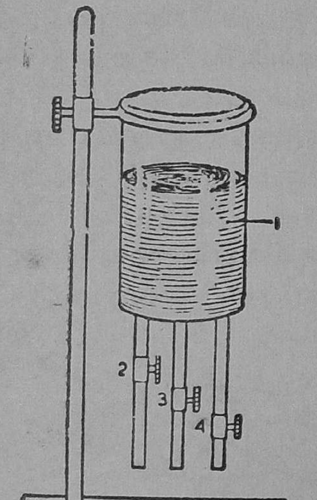
உலோகங்களெல்லாம் எளிதில் வெப்பம் கடத்திகள் என்று படித்தோமல்லவா? ஆனால் எல்லா உலோகங்களும் ஒரே அளவாக வெப்பத்தைக் கடத்துவதில்லை. இரும்பைவிடத் தாமிரத்தில் வெப்பம் விரைவாகக் கடத்தப்படும்.

பரிசோதனை: ஒரு மர வளையத்தில் வெவ்வேறு உலோகங்களால் செய்த நான்கு கெட்டியான தகடுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. தகடுகளின் உள் முனைகள் வளையத்தின் மையத்தில் ஒன்றுகூடும்படி வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அமைப்பை எடுத்துக்கொள். தகடுகளின் வெளிமுனை ஒவ்வொன்றிலும் மையத்திலிருந்து ஒரே தூரத்தில் சிறிய துண்டு பரபின் மெழுகை வை. பிறகு மர வளையத்தை ஒரு முக்காலியின் மீது வைத்து, தகடுகள் ஒன்றுகூடும் மத்தியில் ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் உஷ்ணப்படுத்து. உலோகத் தகடுகளின் உள்முனை சூடாகி, வெளிமுனைக்கு வெப்பம் கடத்தப்படும். தகடுகளிலுள்ள மெழுகு வெவ்வேறு சமயங்



படம் 54. உலோகங்களின் கடத்தும் திறன் வேறுபடுதல்
1, 2, 3, 4. உலோகத் தகடுகள்,
5. மர வளையம்,
6. ஸ்பிரிட்டு விளக்கு

களில் உருகுவதைப் பார்க்கலாம். எல்லாத் தகடுகளிலுமுள்ள மெழுகுத் துண்டுகளும் ஒரே சமயத்தில் உருகமாட்டா. எந்தத் தகட்டில் மெழுகு முதலில் உருகுகிறதோ அந்த உலோகந்தான் அதிக வெப்பம் கடத்தும் திறன் உடையது. எத்தகட்டில் மெழுகு கடைசியாக உருகுகிறதோ அந்த உலோகம் குறைந்த வெப்பம் கடத்தும் திறன் உடையது. ஆதலால் இச்சோதனையிலிருந்து எல்லா உலோகங்களும் ஒரே விதமாக வெப்பம் கடத்துவதில்லை எனத் தெரிகிறது.



படம் 5ɔ.
வெப்பம் கடத்தும் திறன்களை ஒப்பிடுதல்
1. தொட்டி, 2, 3, 4. வளையங்கள் வெவ்வேறு உயரம் இறங்கியிருத்தல்

இதையே கீழ்க்கண்ட பரிசோதனையும் நன்கு புலப்படுத்தும்.

பரிசோதனை: சிலிண்டர் வடிவமுள்ள ஒரு தொட்டியை எடுத்துக்கொள். தொட்டியின் கீழ்ப்பக்கத்தில் மூன்று சிறு துவாரங்களைச் செய்து அவற்றின் வழியாகச் சம நீளமும், பருமனுமுள்ள மூன்று வெவ்வேறு உலோகக் கோல்களைச் செருகு. தொட்டிக்கு வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் பாகத்தில் கோல்களின் மேல் ஒரே கனத்தில் மெழுகைப் பூசு. கோல்களின் மீது சற்றுத் தாராளமாகச் செல்லக் கூடிய வளையங்களை நுழைத்துத் தொட்டியின் அடியில் அவற்றை நிறுத்து. கொதிக்கும் நீரைத் தொட்டியில் ஊற்று. சிறிதுநேரம் கழித்து, கோல்களைக் கவனித்தால், ஒவ்வொரு கோலிலும் மெழுகு உருகி, வளையம் இறங்குவதைக் காணலாம். ஆனல் எல்லாக் கோல்களிலும் மெழுகு ஒரே நீளத்திற்கு உருகுவதில்லை. ஒவ்வொரு கோலிலும் வெவ்வேறு நீளத்திற்கு மெழுகு உருகியிருப்பதைக்

கவனிக்கலாம். இதிலிருந்து உலோகங்களின் வெப்பம் கடத்தும் திறன் வேறுபட்டிருப்பதை அறியலாம்.

ஒவ்வொரு கோலிலும் மெழுகு எவ்வளவு தூரம் உருகியிருக்கிறதோ அத்தூரத்தை அளந்து அந்த அளவுகளிலிருந்து வெவ்வேறு உலோகங்களின் வெப்பம் கடத்தும் திறனை ஒப்பிடலாம்.

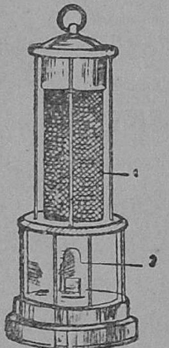
மரம் வெப்பத்தை அரிதில் கடத்தும் என்று படித்தோம். கீழ்க்கண்ட சோதனை அதனை விளக்கும்.

பரிசோதனை: ஒரு பகுதி உலோகத்தால் செய்யப்பட்டதாயும் மற்றொரு பகுதி மரத்தால் செய்யப்பட்டதாயும் உருளை வடிவத்திலுள்ள ஓர் உபகரணத்தை எடுத்துக்கொண்டு அதன் மீது ஒரு வெள்ளைக் காகிதத்தைச் சுற்று. ஒரு சுவாலையில் முன்னுக்கும் பின்னுக்கும் சிறிது நேரம் காகிதத்தை அசை. மரத்தைச் சுற்றியிருக்கும் காகிதம் கருகியும், உலோகப் பகுதியைச் சுற்றியிருக்கும் காகிதம் கருகாமலிருப்பதையும் காணலாம். காகிதம் பெறும் வெப்பத்தை அதன் அருகேயுள்ள உலோகம் பெற்று அதைக் கடத்தி விடுவதால் அப்பகுதிக் காகிதத்தின் உஷ்ணநிலை அதிகம் உயர்வதில்லை. மரம் இவ்வாறு செய்யாததால், அப்பகுதிக் காகிதம் கருகி விடுகிறது. இச்சோதனை உலோகம் ஓர் எளிதில் கடத்தி என்றும், மரம் அரிதில் கடத்தி என்றும் விளக்குகிறது.

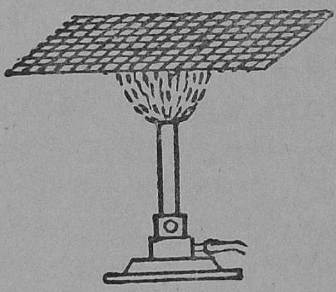
மரம், வெப்பத்திற்கு அரிதில் கடத்தி என்பதால்தான் சூடான பானங்களை வைக்கும் உலோகத்தால் செய்யப்பட்ட கெட்டிலின் கைப்பிடி மரத்தால் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதே காரணத்தால்தான் இஸ்திரிப் பெட்டியின் கைப்பிடி, மரத்தால் செய்யப்பட்டுள்ளது.

உலோகங்கள் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும் தன்மை யுடையவை என்று படித்தோமல்லவா? இதைப் பயன்படுத்தி டேவி என்ற விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்த ஒரு விளக்கு அமைந்திருக்கிறது. இது நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில் வேலை செய்பவர்களுக்குப் பாதுகாப்பாக விளங்குகிறது. ஆதலால் இதற்கு டேவி ரட்சை விளக்கு (Davy's safety lamp) எனப் பெயர். இதன் தோற்றத்தைப் படத்தில் பாருங்கள். விளக்கின் சுவாலையைச் சுற்றி

விளக்கின் மேற்புறத்தில் தாமிரக் கம்பி வலைகள் சுற்றப்பட்டுள்ளன. சுரங்கத்தில் சிற்சில இடங்களிலுள்ள கரியாவி முதலிய எரியுந் தன்மையுள்ள வாயுக்கள் முதலில் கம்பி வலைக்குள் எரிகின்றன. அப்பொழுது சுவாலையில் ஏற்படும் தோற்றம் அச்சுரங்கங்களில் வேலை செய்பவர்களுக்கு எச்சரிக்கை செய்வது போலாகிறது. மேலும் சுவாலையின் வெப்பம் அவ்வப்பொழுது அதைச்



படம் 56.
டேவியின் ரட்சை விளக்கு
1. கம்பி வலைச் சுருள்
2. விளக்குச் சுவாலை



படம் 56-a. டேவி ரட்சை விளக்கின் தத்துவத்தை விளக்கும் சோதனை. கம்பி வலையின் கடத்தும் திறனால் மேற்புறம் சுவாலை பரவவில்லை

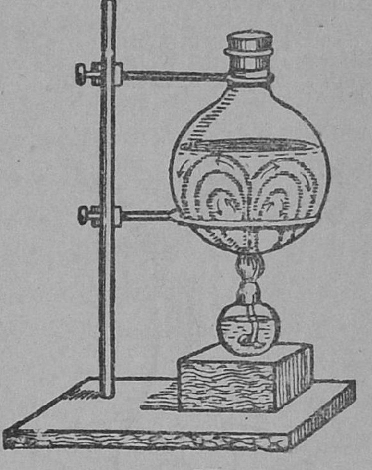
சுற்றியமைந்துள்ள கம்பி வலைகளால் வெளியேற்றப்படுவதால், கம்பி வலைக்கு வெளியேயுள்ள கரியாவி, எரிவதற்குத் தேவையான உஷ்ண நிலையை அல்லது எரிநிலையை (ignition point) அடைவதில்லை. இதன் தத்துவத்தை 56-a ஆம் படம் விளக்குகிறது.

வெப்பச் சலனம் (convection): திடப் பொருள்களில் வெப்பம் பரவும் முறையினின்று வேறுபட்டது பாய் பொருள்களில் வெப்பம் பரவும் முறை. திடப் பொருள்களில் வெப்பம் பரவும் முறையில் அல்லது வெப்பம் கடத்தலில் பொருள்களிலுள்ள இம்மிகள் சலனமடைவதில்லை. ஆனால் பாய் பொருள்களில் (fluids), அதாவது வாயுப் பொருள்களிலும் திரவப் பொருள்களிலும்,

வெப்பம் பரவும்போது அவற்றின் இம்மிகள் அடர்த்தி வித்தியாசத்தால் இடம் விட்டு இடம் நகர்கின்றன. இவ்விதம் அடர்த்தி வித்தியாசத்தால் திரவங்களிலும் வாயுக்களிலும் உள்ள இம்மிகளில் சலனம் ஏற்பட்டு, வெப்பம் பரவும் முறைக்கு வெப்பச் சலனம் (convection) என்று பெயர்.

திரவங்களில் நிகழும் வெப்பச் சலனத்தைக் கீழ்க்கண்ட சோதனை நன்கு விளங்கும்.

பரிசோதனை: ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையில் நீர் ஊற்றி, அதனுள் சிறிது மரத்தூளையாவது சிறிய பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டுப் படிகங்களையாவது போடு. குடுவையின் அடிப்பாகத்தில் சுவாலைபடும்படி ஸ்பிரிட்டு விளக்கை வைத்து, தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்து. மரத்தூள் கீழிருந்து மேலேயும், மேலிருந்து கீழேயும் வட்டமிட்டு வருவதைக் காணலாம். மரத்தூள், நீர் சுற்றி வரும் பாதையைக் காட்டும். பரமாங்கனேட்டுத் தூள் போடப்பட்டிருந்தால், இத்தூள் கரைந்து கீழிருந்து மேலே கோடுகளாகக் கிளம்பிப் பாத்திரத்தின் பக்கங்களின் வழியாகக் கீழிறங்குவதைப் பார்க்கலாம்.



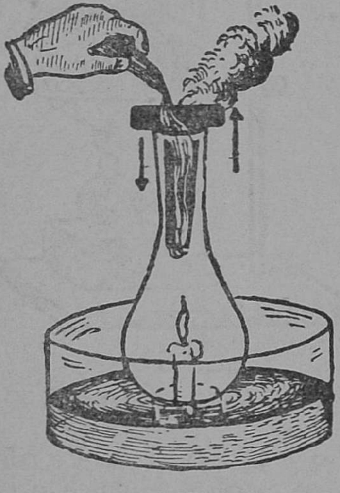
படம் 57.
நீரில் வெப்பச் சலனம்

முதலில் குடுவையின் அடியிலுள்ள சுவாலைக்கு அருகிலிருக்கும் நீர் உஷ்ணமடைகிறது. அது இலேசாகி மேலே கிளம்புகிறது. அந்த நீர் இருந்த இடத்திற்கு மேலேயுள்ள அடர்த்தி மிகுந்த குளிர்ந்த நீர், குடுவையின் பக்கங்களின் வழியாகக் கீழிறங்குகிறது. பிறகு அது அதிக உஷ்ண நிலையை அடைந்து மேலே செல்ல, மேலுள்ளது கீழிறங்கும். இவ்விதம் சூடான நீர் மேல்நோக்கியும், குளிர்ந்த நீர் கீழ்நோக்கியும் சுழன்று வந்து ஒவ்வொரு பகுதியும் உஷ்ணமடைகிறது. இவ்வாறு பொருள்களின் இம்மிகள் நகர்ந்து வெப்பம் கிடைக்குமிடம் சென்று வெப்

பத்தைப் பெற்று விலகிச் செல்லும். இம்முறையே வெப்பச் சலனமாகும். இம்முறையிலேயே எல்லாத் திரவப் பொருள்களும், வாயுப் பொருள்களும் வெப்பத்தைச் செலுத்துகின்றன.

திரவங்களைப் போலவே வாயுக்களிலும் வெப்பச் சலனமுறையிலேதான் வெப்பம் பரவுகிறது. இதைக் கீழ்க்கண்ட சோதனையால் அறியலாம்.

பரிசோதனை : ஓர் எரியும் மெழுகுவர்த்தியை நீர் உள்ள ஒரு தொட்டியில் வை. மெழுகு வர்த்தியைச் சுற்றி, படத்தில் காட்டியபடி, ஒரு கண்ணாடிச் சிம்னியை வை. சிறிது நேரத்தில் மெழுகு வர்த்தி அணைந்து விடுகிறது. ஓர் அட்டையிலிருந்து T வடிவமுள்ள ஒரு துண்டைக் கத்திரித்துச் சிம்னியின் மேல் பாகத்தில் பொருந்த வை. இப்பொழுது சிம்னியின் மேல்பாகம் இரு பாகங்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. திரும்பவும் மெழுகுவர்த்தியைக் கொளுத்து. மெழுகு வர்த்தி அணையாமல் எரியும். சிம்னியிலுள்ள வாயுவை எரியும் வர்த்தி உஷ்ணப்படுத்துகிறது. உஷ்ணமடைந்த வாயு இலேசானதால் அது சிம்னியின் மேல் பாகத்தின் ஒரு பகுதியின் வழியாய் வெளியே செல்கிறது. வெளியிலிருக்கும் குளிர்ந்த கனமான காற்று சிம்னியின் மேல் பாகத்தின் மற்றொரு பகுதியின் வழியாய் உள்ளே வருகிறது. எனவே, உஷ்ண வாயுக்கள் வெளிச் செல்லவும், வெளியிலிருந்து குளிர்ந்த சுத்தக் காற்று உட்புகவும் வசதி அமைந்திருப்பதால் மெழுகுவர்த்தி அணையாமல் எரிகிறது. ஒரு புகையும் தாளைக் கொளுத்திச் சிம்னிக்கு மேலே பிடித்தால் உள் வாயு வெளிச்செல்லும் வழியையும், வெளி வாயு உள்வரும் வழியையும் (காற்றில் ஏற்படும் சலனத்தை) பார்க்கலாம்.



படம் 58.
காற்றில் வெப்பச் சலனம்

சாதாரணச் சிம்னி விளக்குகளில் வெளிவாயு உட்செல்வதற்காகவே அடிப்பாகத்தில் துவாரங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

வெப்பச் சலனத்தால் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகள்: அறைகளில் காற்ருேட்டம் ஏற்படுவது காற்றின் சலனத்தால்தான். நாம் சுவாசிப்பதற்கு உட்கொள்ளும் காற்று குளிர்ந்தது. நாம் சுவாசித்து வெளிவிடும் காற்று உஷ்ணமானது, இலேசானது. ஆகையால் அது உயரக் கிளம்பி, சுவர்களில் சன்னல்களுக்கு மேல் அமைக்கப்பட்டுள்ள திறப்புக்கள் அல்லது காற்ருேட்டிகள் வழியே வெளியே செல்லும் அப்பொழுது அந்தக் காலி இடத்தை நிரப்ப, வெளியிலுள்ள குளிர்ந்த காற்று சுவர்களின் கீழ்ப் பக்கத்திலுள்ள சன்னல்களின் வழியாய் உள்ளே வருகிறது. இக்காரணத்தால்தான் சினிமா கொட்டகைகள், பொதுமக்கள் கூடுமிடங்கள் இவைகளில் தரை மட்டத்திலும், உயரத்திலும் சன்னல்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சமையலறையில் புகை உள்ளேயே சுற்றுமலிருக்க, புகை போக்கிகள் அமைக்கப்படுகின்றன.

திரவங்களும் வாயுக்களும் சலன முறையால் வெப்பமடைவதால் இயற்கையில் பல நன்மைகள் ஏற்படுகின்றன. கடல்களில் உஷ்ண, குளிர் நீரோட்டங்கள் ஏற்படுகின்றன. பகல் வேளைகளில் கடல் காற்றும், இரவில் நிலக் காற்றும் உண்டாகின்றன. எனவே, நீரோட்டங்கள் உண்டாதலும் காற்று வீசுதலும் வெப்பச் சலனத்தாலேயே நிகழ்கின்றன.

வெப்பக் கதிர் வீசல் (radiation): வெப்பம் கடத்தலும் வெப்பச் சலனமும் நடைபெறுவதற்கு, ஜடப் பொருள்களின் இம்மிகள் தேவை. ஆனல் வெப்பக் கதிர் வீசல் ஜடப்பொருள்கள் இல்லாமலே நிகழ்கிறது. வெற்றிடத்தின் மூலமாகவும் வெப்பக் கதிர் வீசல் நடைபெறும்.

சூரியனிடமிருந்து உஷ்ணம் காற்றுப் பாகத்தைத் தாண்டி பூமியை நோக்கி வருகிறது. சூரியனிடமிருந்து வரும் உஷ்ணம் காற்றை உஷ்ணப்படுத்தாமல் பூமியை அடைகிறது. எரிந்து கொண்டிருக்கும் அடுப்பிலிருந்து சற்று தூரத்தில் நாம் உட்கார்ந்தால் அனல் நம்மீது வீசுவதை நாம் உணர்கிருேம். இவ்வெப்பம் அடுப்பிற்கும், அருகில் இருக்கும் நமக்கும் இடையிலுள்ள காற்

றின் மூலம் பரவுவதில்லே. ஏனெனில், காற்று அரிதில் கடத்தி ; அது வெப்பத்தைக் கிரகித்துக் கடத்தல் முறையில் பரவச் செய்யாது. இவ்விதம் ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பம் இடையிலுள்ள பொருளின் உதவியில்லாமலும், இடைப் பொருள்களில் எவ்வித மாறுதல்களே உண்டாக்காமலும் எல்லாப் பக்கங்களிலும் வெளிச் செல்வதற்கு வெப்பக் கதிர் வீசல் (radiation) என்று பெயர். இதையொட்டியே நாம் குளிர் மிகுந்த காலங்களில் அறைகளே உஷ்ணப்படுத்த, கணப்புகளேயும், வெப்பக் கதிர் வீசும் மின்சாரக் கருவியையும் (electric radiant heater) பயன்படுத்துகிருேம்.

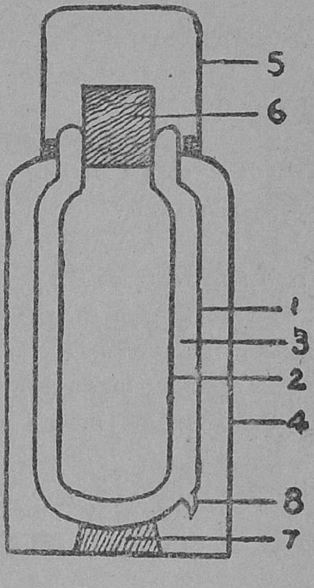
வெப்பக் கதிர் வீசல் முறையில் எல்லாப் பொருள்களும் வெப்பத்தை ஒரே அளவில் கிரகித்துக் கொள்வதில்லே. கறுப்பு நிறமுள்ள பொருள்கள், வெண்மை நிறமும் வெளிப்பரப்பு பளபளப்பாயுமுள்ள பொருள்களேவிட வெகு விரைவில் வெப்பத்தைக் கிரகிக்கும். இதேபோல் வெப்பத்தை எளிதில் கிரகிக்கும் பொருள்கள் அதை விரைவில் வெளிவிடும். கறுப்பு நிறமுள்ள பாத்திரங்கள் வெப்பத்தை விரைவில் வெளிவிடும். பளபளப்பான மேற்பரப்பையுடைய பாத்திரங்கள் வெப்பத்தை விரைவில் வெளிச் செல்லவிடா. குளிர்காலத்தில் கறுப்பு ஆடைகளும், வெயில் காலத்தில் வெள்ளே ஆடைகளும் அணியப்படுகின்றன. ஏனெனில், கறுப்பு ஆடைகள் வெப்பத்தை எளிதில் கிரகிக்கும் ; வெள்ளே ஆடைகள் அதிகம் கிரகிக்கா ; மேலும் அவை வெப்பத்தைப் பிரதிபலிக்கச் செய்யும்.

தெர்மாஸ் குடுவை : இக்குடுவையில் ஒரு பொருளே வைத்தால் அதன் உஷ்ண நிலே வெகுநேரம் மாருமல் இருக்கும். சூடான பொருள்கள் ஆறிப்போகாமலும், குளிர்ச்சியான பொருள்கள் உஷ்ணமடையாமலும் இருக்கும். இதன் அமைப்பைப் படத்தில் பார்.

இதில் முக்கியமான பாகம் இரட்டைச் சுவர்களாலாகிய ஒரு கண்ணுடிப் பாத்திரம். இரு சுவர்களுக்கும் இடையிலுள்ள இடம் காற்று வெளியேற்றப்பட்ட வெற்றிடம். வெளிச்சுவரின் உட்புறமும், உட்சுவரின் வெளிப்புறமும், வெள்ளி பூசப்பட்டுப் பளபளப்

பாயுள்ளன. இக்கண்ணுடிப் பாத்திரம் ஓர் உலோகக் கூட்டினுள் ஒரு சுருள் வில்லின்மீதோ அல்லது ஒரு தக்கையின் மீதோ வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. குடுவையின் வாய்ப்பாகம் ஒரு தக்கையால் மூடப்பட்டிருக்கும்.

இத்தகைய அமைப்பால் உட்புறச் சூடு வெளிப் போவதில்லை. கண்ணுடி, தக்கை முதலியவை அரிதில் கடத்திகள். ஆதலால் அவற்றின் மூலம் கடத்தல் முறையில் வெப்பம் பரவுவதில்லை. மேலும் கண்ணுடிச் சுவர்களுக்கு இடையில் வெற்றிடமாகையால் கடத்தல், சலனம் என்னும் முறைகளில் வெப்பம் செல்வதில்லை. கண்ணுடிச் சுவர்கள் பளபளப்பாய் இருப்பதால் அச்சுவர்



படம் 59. தெர்மாஸ் குடுவை

1, 2. குடுவையின் கண்ணுடிச் சுவர்கள், 3. வெற்றிடம் 4. உலோக உறை 5. உலோக மூடி 6. தக்கை மூடி 7. தக்கை 8. காற்றெடுத்தபின் மூடப்பட்ட முனை

கள் கதிர் வீசல் முறையில் வெப்பம் செல்வதை மிகவும் குறைத்து விடுகின்றன. ஆகவே, வெப்பம் வெளியிலிருந்து பாத்திரத்திற்குள் செல்வதும், பாத்திரத்திலிருந்து வெளிச் செல்வதும் மிகவும் குறைந்து விடுகிறது. குடுவையில் வைத்த சூடான பொருள் வெகுநேரம் சூடாகவும், குளிர்ச்சியான பொருள் குளிர்ச்சியாகவும் இருக்கும்.

பயிற்சி விஞக்கள்

1. ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பம் எவ்வழிகளில் செலுத்தப்படலாம்?

2. வெப்பத்தைச் சுலபமாய்க் கடத்தும் நான்கு பொருள்களைக் கூறுக.

3. வெப்பத்தை அரிதில் கடத்திகளில் நான்கு கூறுக.

4. வெப்பத்தை அரிதில் கடத்திகளின் பயன்களுக்கு நான்கு உதாரணங்கள் தருக.

5. வாயு, நீர் இவற்றில் வெப்பம் எவ்விதம் பரவுகிறது?

6. திடப்பொருள்களில் வெப்பம் செலுத்தப்படும் முறை யாது? அது எவ்வாறு நடைபெறுகிறது?

7. நீர் வெப்பத்திற்கு அரிதில் கடத்தி என்று எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

8. நீரில் ஏற்படும் வெப்பச் சலனத்தை விளக்கும் உபகரணத்தின் படம் வரைக.

9. கதிர் வீசல் முறையில் வெப்பம் பரவுதலை விளக்குக.

10. வாயுக்களில் வெப்பச் சலனம் ஏற்படுவதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

11. வெவ்வேறு உலோகங்கள் வெவ்வேறு வெப்பம் கடத்தும் திறன் உடையவை என்பதை விளக்கும் ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க.

12. தெர்மாஸ் குடுவை எப்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது? படம் வரைந்து அதன் பாகங்களைக் குறிப்பிடுக.

13. தெர்மாஸ் குடுவையிலுள்ள சூடான திரவம் சூடாகவே இருப்பதற்கு அதில் அமைந்துள்ள சாதனங்கள் யாவை?

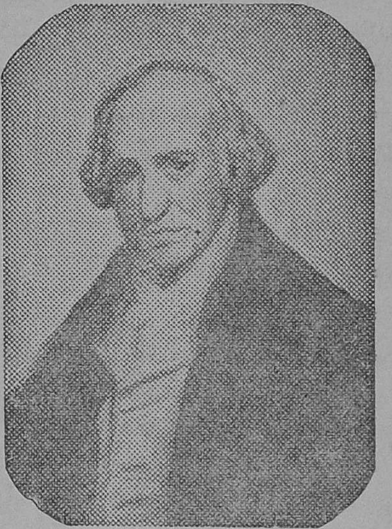
13. நீராவி எஞ்சினும், அகதகன எஞ்சினும்

[நீராவி எந்திரம் வேலைசெய்யும் விதம்—அகதகன எஞ்சின்கள் வேலைசெய்யும் விதம்.]

நீராவி, பெட்ரோல் எஞ்சின்களால் ஏற்பட்டுள்ள நன்மைகள் : இருப்புப் பாதைகளில் வண்டித் தொடர்களை இழுத்துச் செல்லும் நீராவி எஞ்சின்களைப் (steam engine) பெரும்பாலும் நாம் எல்லோரும் பார்த்திருக்கிறோம். அவற்றின் உதவியால் தரைமார்க்கப் போக்குவரவு வசதியானதாகவும் விரைவானதாகவும் செய்யப்பட்டுள்ளது. கப்பல்களைச் செலுத்தும் எஞ்சின்களும் நீராவி எஞ்சின்களே. பெட்ரோல் எஞ்சின்களால் ஓடும் பலவித மோட்டார் வண்டிகளும், வான விமானங்களும் தற்கால வாழ்க்கைக்கு மிகவும் இன்றியமையாதனவாகி

விட்டன. இந்த எஞ்சின்களின் அமைப்பையும், இவை வேலை செய்யும் விதத்தையும்பற்றி நாம் சிறிது கற்கவேண்டியது இன்றியமையாததாகும்.

நீராவி எஞ்சின் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வரலாறு: முதன் முதல் நீராவி எஞ்சினை அமைத்தவர் நியூகோமன் என்று கூற லாம். இவரால் அமைக்கப்பட்ட எஞ்சின் நிலக்கரிச் சுரங்கங் களிலிருந்து நீரை இறைப்பதற் குப் பம்ப்புகளுடன் பயன்படுத் தப்பட்டது. இந்த எஞ்சினில் நீராவி, பிஸ்டனை ஒரு திசை யில்தான் தள்ளும். ஜேம்ஸ் வாட் இந்த எஞ்சினில் ஒரு முக்கியமான சீர்திருத்தத்தைச் செய்தார். பிஸ்டனை இரு புறங் களிலும் மாறி மாறி நீராவியே தள்ளும்படி ஒரு நழுவு வால்வு (slide valve) அமைத்ததே இவர் செய்த சீர்திருத்தமாகும். தற்கால ரயில்வே எஞ்சின்களி லும் இந்த அமைப்பைக் காண லாம். வாட் அமைத்த எஞ்சினும் நிலையாக ஓரிடத்தில் இருந்து பம்ப்பு போன்ற பிற எந்திரங்களை இயக்கப் பயன்பட்டது. பிறகு ஸ்டீவன்ஸன் என்பார் நீராவி எஞ்சினைத் தக்கபடி மாற்றி அமைத்து, தண்டவாளங்களின் மீது வண்டித் தொடர்களை இழுக்கும்படியான நீராவி எஞ்சினை அமைத்தார்.



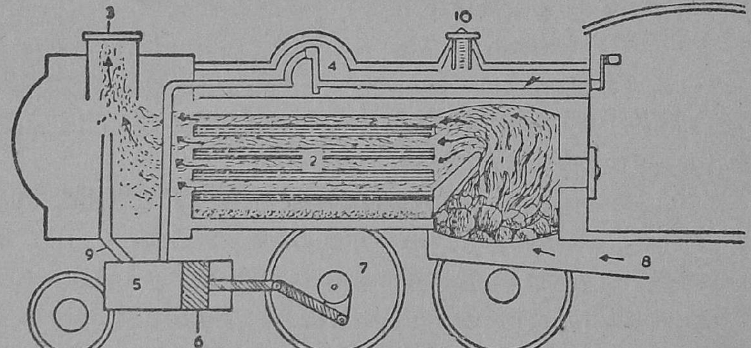
படம் 60. ஜேம்ஸ் வாட்

ஆகவே நீராவி எஞ்சின்களில் இருவகை உண்டு. ஓரிடத்தில் நிலையாக இருந்து பிற எந்திரங்களை இயக்கும் ஸ்தித எஞ்சின் (stationary engine) ஒருவகை. மின்சார சக்தி கிடைக்காத இடங்களில் பஞ்சாலைகள், நெசவு ஆலைகள், பம்ப்புகள் முதலிய வற்றை இயக்க ஸ்தித எஞ்சின்கள் பயன்படுகின்றன. தண்ட வாளங்களிலோ தரைகளிலோ ஓடக்கூடிய ஊர்தி எஞ்சின்

(locomotive) மற்ருெரு வகையாகும். முதல் ஊர்தி எஞ்சினே அமைத்தவர் ஸ்டீவன்ஸனே யாவார்.

நீராவி எஞ்சினில் சக்தி உண்டாகும் விதம் : நீராவி எஞ்சினில் நிலக்கரியோ, பிற எரி பொருளோ எரிந்து வெப்பச் சக்தி வெளிப்படுகிறது. இது நீரைக் கொதிக்கச் செய்து நீராவி யாக மாற்றுகிறது. சாதாரண அழுத்தத்தில் நீர் 100°C. உஷ்ண நிலையில் கொதிக்கும்; அதிலிருந்து வெளிப்படும் நீராவி, நீரைப் போல் சுமார் 1700 மடங்கு கன அளவுடனிருக்கும். மூடப்பட்ட பாத்திரத்தில் நீரைக் கொதிக்கவைத்தால், அதிலிருந்து வெளி வரும் நீராவி பரவிச் செல்ல இடமில்லாமல், அதன் அழுத்தம் மிகும். வலிமையான, மூடப்பட்ட ஒரு பாத்திரத்தில் நீரைக் கொதிக்கவைத்தால், நீராவியின் அழுத்தத்தை மிகவும் அதிக மாகச் செய்துவிடலாம். இந்த அதிக அழுத்தத்தால்தான், நீராவி வண்டித் தொடர்களை இழுக்கவோ, பிற எந்திரங்களை இயக்கவோ வேண்டிய சக்தி பெறுகிறது.

நீராவி எஞ்சினின் முக்கிய பாகங்கள் : ஒரு நீராவி

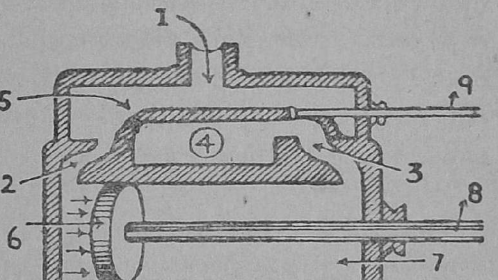


படம் 61. நீராவி எஞ்சின்
1. அடுப்பு 2. கொதிகலம் 3. புகைபோக்கி 4. நீராவிப் பெட்டி
5. சிலிண்டர் 6. பிஸ்டன் 7. சக்கரம் 8. காற்றுப் புகும் வழி
9. நீராவி வெளிப் போகும் வழி 10. ரட்சை வால்வு

எஞ்சினுடைய முக்கிய பாகங்கள் : (1) அடுப்பு, (2) கொதிகலம் (boiler), (3) நீராவிப் பெட்டி (steam chest), (4) சிலிண்டர்,

(5) சிலிண்டரின் உள்ளிருக்கும் பிஸ்டன் (piston), (6) நழுவு வால்வு, (7) சக்கரம்.

கொதிகலத்தின் ஒரு பக்கத்தில் அடுப்பு இருக்கிறது. கொதி கலத்தின் ஊடே பல குழாய்கள் அமைக்கப்பட்டு, புகை போக்கி யில் திறக்கின்றன. அடுப்பிலிருந்து வெளியேறும் உஷ்ணக் காற்று இந்தக் குழாய்களின் வழியாகவே புகை போக்கியை அடைகின்றன. ஆகவே, கொதிகலத்து நீர் விரைவில் சூடாகிக் கொதிக்கிறது. அப்பொழுது உண்டாகும் நீராவி கொதிகலத் துக்கு மேலுள்ள ஒரு கூண்டு போன்ற அமைப்புடைய நீராவிப் பெட்டியில் சேர்ந்து அதிக அழுத்தத்துடனிருக்கிறது. நீராவி, இங்கிருந்து தொண்டை வால்வு (throttle valve) என்ற பகுதியைத் தாண்டிக்கொண்டு ஒரு குழாய் வழியாகச் சிலிண்ட ருக்குச் செல்கிறது. சிலிண்டருக்குள் அனுப்பப்படும் நீராவியின் அளவை, தொண்டை வால்வின் மூலம் அதிகரிக்கவோ குறைக்கவோ செய்யலாம்.

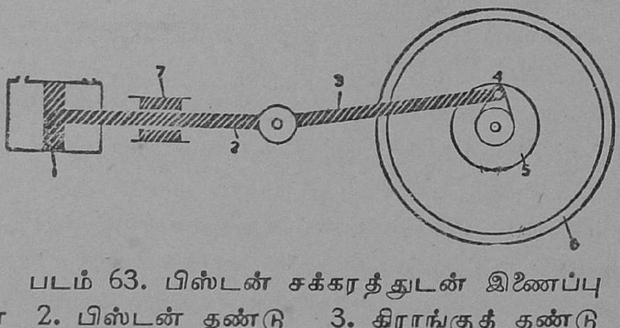


படம் 62. சிலிண்டரின் உள்ளமைப்பு
1. நீராவி புகும் வழி 2, 3. பிஸ்டன் அறைக்குள் நீராவி செல்ல இரு வழிகள் 4. சக்தியற்ற நீராவி வெளியேறும் வழி 5. நழுவு வால்வு 6. பிஸ்டன் 7. பிஸ்டன் அறை 8. பிஸ்டன் தண்டு 9. நழுவு வால்வின் தண்டு.

சிலிண்டரின் அமைப்பும், பிஸ்டன் இயங்கும் விதமும்: சிலிண்டரின் அமைப்பை 62ஆம் படத்தில் பாருங்கள். இதில் முதலிலுள்ள அறையில் நழுவு வால்வு இயங்குகிறது; மற்றோர் அறையில் பிஸ்டன் இயங்குகிறது. நழுவு வால்வு அறையிலிருந்து பிஸ்டன் அறைக்கு நீராவி செல்ல இரு வழிகள் உள்ளன. இவற்றுள் ஒன்றுதான் ஒரு சமயத்தில் திறந்திருக்கும். மற்றொன்று நழுவு வால்வால் மூடப்பட்டிருக்கும். திறந்துள்ள

பாதை வழியாக நீராவி பிஸ்டன் அறைக்குள் சென்று பிஸ்டனை ஒரு முனையிலிருந்து எதிர் முனைக்குத் தள்ளுகிறது. இப்பொழுது நழுவு வால்வு சட்டென்று நகர்ந்து முதல் பாதையை அடைத்துக் கொண்டு மற்றொன்றைத் திறக்கிறது. இந்தப் பாதையின் வழியே செல்லும் நீராவி பிஸ்டனை எதிர்த் திசையில் தள்ளுகிறது. முதலில் பிஸ்டன் அறைக்குள் நுழைந்து பிஸ்டனைத் தள்ளிய பிறகு சக்தியிழந்த நீராவி, இப்பொழுது வெளிப்போக்குக் குழாய் வழியாகப் புகை போக்கிக்குச் சென்று வெளியேறுகிறது.

பிஸ்டனும் நழுவு வால்வும் சக்கரத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் விதம்: பிஸ்டனும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் தண்டும் (piston rod) முன்னும் பின்னும்தான் அசைகின்றன. இந்த முன்பின் அசைவைச் சுழற்சியாக மாற்றுவதற்கு, பளுவான சக்கரத்துடன் ஒரு வேற்று மையச் சக்கரமும் (eccentric), கிராங்கும் (crank) அமைக்கப்பட்டு, கிராங்குத் தண்டுடன் பிஸ்டன் தண்டு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பிஸ்டனும், பிஸ்டன் தண்டும் முன்னும் பின்னும் நகரும்பொழுது கிராங்குத் தண்டு இயங்கிக் கிராங்கைச் சுற்றுகிறது; இதனால் பளுவான சக்கரம் சுற்றுகிறது.



படம் 63. பிஸ்டன் சக்கரத்துடன் இணைப்பு
1. பிஸ்டன் 2. பிஸ்டன் தண்டு 3. கிராங்குத் தண்டு 4. கிராங்கு
5. வேற்று மையச் சக்கரம் 6. சம இயக்கச் சக்கரம்
7. ஒட்டி (guide)

வேற்று மையச் சக்கரத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள நழுவு வால்வு, பிஸ்டன் இயங்குவதற்குத் தக்கபடி சரியான சமயங்களில்

முன்னும் பின்னும் நகர்ந்து நீராவி புகும் வழிகளைத் திறந்து மூடுகிறது.

ரட்சை வால்வு: நீராவிப் பெட்டியிலும் கொதிகலத்தில் நீருக்கு மேலும் உள்ள நீராவியின் அழுத்தம் அளவுக்கு மீறி அதிகரித்தால், கொதிகலம் வெடித்துப் போகலாம். அவ்வாறு நிகழாமலிருக்க, ஒரு ரட்சை வால்வு (safety valve) அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் நீராவியின் அழுத்தம் அதிகரித்தால், இந்த வால்வு தானாகவே திறந்து நீராவியை வெளிச் செல்லவிடும். நீராவியின் அழுத்தம் குறைந்ததும் வால்வு மூடிக்கொள்ளும். நீராவியின் அழுத்தத்தைத் தெரிந்துகொள்ள ஓர் அழுத்தமானி (pressure guage) அமைந்திருக்கும்.

ஸ்தித எஞ்சின்களில், பிஸ்டன் தண்டு ஒரு பளுவான சம இயக்கச் சக்கரத்துடன் இணையும். சம இயக்கச் சக்கரத்துடன் வார்களாலும் கம்பிகளாலும் பிற எந்திரங்கள் இணைக்கப்படும். ஊர்தி எஞ்சின்களில் பிஸ்டன் தண்டு பளுவான இயக்கும் சக்கரங்களுடன் இணையும். இவை சுழலும்பொழுது தண்டவாளங்களின் மீது ஓடும்.

அக தகன எஞ்சின் (internal combustion engine): மோட்டார் வண்டிகளிலும் வான விமானங்களிலும் அமைந்துள்ள எஞ்சின்களில் பெட்ரோல் எண்ணெய் பயன்படுவது உங்களுக்குத் தெரிந்திருக்கும். இவற்றில் நீராவி உண்டாக்கப் படுவதில்லை. பெட்ரோல் ஆவியும் காற்றும் சேர்ந்த கலவை சிலிண்டருக்குள் வெடிக்கப்பட்டு, அப்பொழுது ஏற்படும் வாயுக்களின் அழுத்தத்தினால் பிஸ்டன் தள்ளப்படுகிறது. நீராவி எஞ்சினில், சிலிண்டருக்கு வெளியே கரி எரிக்கப்பட்டு அதிக அழுத்தத்தில் நீராவி உண்டாகிறது; இது சிலிண்டருக்குள் சென்று பிஸ்டனை அழுத்துகிறது. ஆகவே, இந்த இருவகை எஞ்சின்களும் எரிபொருள் எரியுமிடத்தில் வேறுபட்டுள்ளன. நீராவி எஞ்சினைப் புறதகன எஞ்சின் (external combustion engine) என்றும், பெட்ரோல் எஞ்சினை அகதகன எஞ்சின் என்றும் சொல்லலாம்.

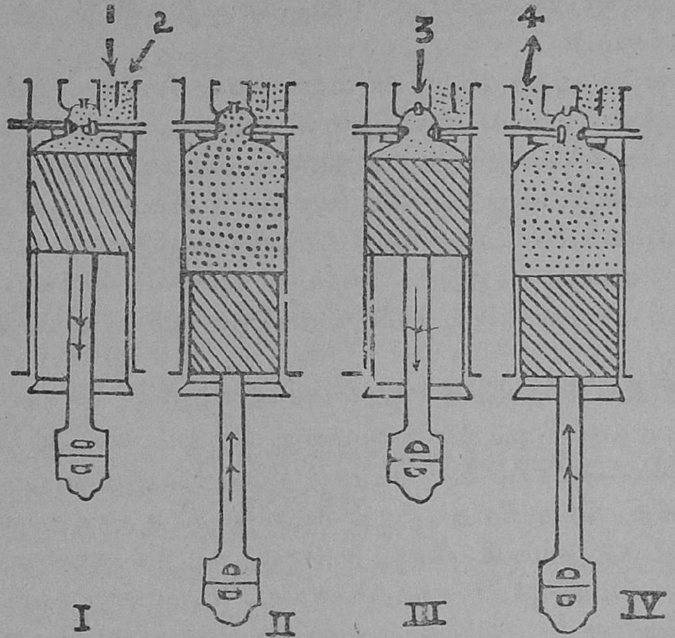
கார்புரெட்டர்: பெட்ரோல் எளிதில் ஆவியாகக் கூடியது;

இந்த ஆவி எரியக் கூடியது. பெட்ரோல் ஆவி-காற்றுக் கலவை வெடித்து எரியும். இந்தக் கலவை கார்புரெட்டர் (carburettor) என்ற பகுதியில் தயாரிக்கப்படுகிறது. பெட்ரோல் தொட்டியிலிருந்து ஒரு குழாய் வழியாக கார்புரெட்டருக்குப் பெட்ரோல் வரும். எஞ்சினைச் சுற்றினுல் இங்கே ஒரு வெற்றிடம் உண்டாகி, பெட்ரோல் ஆவியாகும்; வெளிக் காற்றும் ஒரு குழாய் வழியாக உறிஞ்சப்படும். பெட்ரோல் ஆவியும் காற்றும் கலந்து சிலிண்டருக்குள் செல்லும்.

சிலிண்டரும் பிஸ்டனும்: பெட்ரோல் எஞ்சின் சிலிண்டரில், பெட்ரோல் ஆவி-காற்றுக் கலவை உள்ளே வர ஒரு வழி உண்டு; இது உறிஞ்சு வால்வால் (suction valve) மூடப்பட்டிருக்கும். எரிந்த வாயுக்கள் வெளியேற ஒரு வழியுண்டு; இது வெளியேற்றும் வால்வால் (exhaust valve) மூடப்பட்டிருக்கும். தக்க தருணத்தில் மின்பொறி (electric spark) உண்டாக்க ஒரு மின்பொறிக் கருவி (spark plug) சிலிண்டரின் ஒரு முனையில் இருக்கும். பிஸ்டன் ஒரு தண்டால், சம இயக்கச் சக்கரத்தின் அச்சுடன் ஒரு கிராங்கின் மூலமாக இணைந்திருக்கும். பிஸ்டன் மேலும் கீழும் செல்லும்பொழுது அச்சு சுழலக் கூடிய விதத்தில் இணைப்பு அமைந்திருக்கும்.

பிஸ்டன் இயங்கும் விதம்: (1) பிஸ்டன் ஒரு முறை கீழே செல்வதோ, அல்லது மேலே செல்வதோ ஒரு தாக்கு (stroke) என்று சொல்லப்படும். மேலே வந்த பிஸ்டன் கீழே செல்லும்பொழுதும் உறிஞ்சு வால்வு திறந்து, பெட்ரோல் ஆவி-காற்றுக் கலவையைச் சிலிண்டருக்குள் புகவிடும். (வெளியேற்று வால்வு மூடியிருக்கும்.) இதற்கு உறிஞ்சு-தாக்கு (suction stroke) என்று பெயர். பிஸ்டன் கீழ்முனை வரை செல்லும்.

(2) பிஸ்டன் மறுபடியும் மேலே செல்லத் தொடங்கும்பொழுது உறிஞ்சு வால்வு, வழியை அடைத்துவிடும். முன்னே உள் நுழைந்த வாயுக் கலவை அழுத்தப்பட்டுச் சிறிய இடத்தை அடைத்துக்கொண்டு அதிக அழுத்தத்திலிருக்கும். (வெளியேற்று வால்வு மூடியிருக்கும்.) இதற்கு அழுத்தும் தாக்கு (compression stroke) என்று பெயர்.



படம் 64. அக தகன எஞ்சின் சிலிண்டரிலுள்ள பிஸ்டனின் நான்கு நிலைகள்

I. உறிஞ்சு தாக்கு II. அழுத்தும் தாக்கு
III. சக்தித் தாக்கு IV. வெளியேற்று தாக்கு
1, 2. பெட்ரோல் ஆவி-காற்றுக் கலவை உட்புகுதல் 3. மின்பொறி உண்டாதல் 4. எரிந்த வாயுக்கள் வெளியேறுதல்

(3) பிஸ்டன் மேலே இருக்கும்பொழுது மின்பொறிக் கருவியிலிருந்து ஒரு மின் பொறி உண்டாகி, வாயுக் கலவையை வெடிக்கச் செய்யும். இதனால் புதிய வாயுக்கள் உண்டாகின்றன; அதிக அளவு வெப்பமும் வெளிப்படுகிறது. ஆகவே, இவ்வாயுக்களின் அழுத்தம் முன்னிருந்ததைவிடப் பன்மடங்காகி, பிஸ்டனைப் பலமாகக் கீழே தள்ளுகின்றது. சம இயக்கச் சக்கரத்தைச் சுற்றுவதற்கான விசை இந்தத் தாக்கில்தான் கிடைக்கிறது. ஆகவே இதற்குச் சக்தித் தாக்கு (power

stroke) என்று பெயர். (இப்பொழுது இரு வால்வுகளும் மூடியிருக்கும்.)

(4) கீழே வந்த பிஸ்டன் மறுபடியும் மேலே ஏறும்பொழுது வெளியேற்றும் வால்வு திறக்கிறது. எரிந்த வாயுக்கள் வெளியேறு கின்றன. (இப்பொழுது உறிஞ்சு வால்வு மூடியிருக்கும்.) இதற்கு வெளியேற்று தாக்கு (exhaust stroke) என்று பெயர்.

மீண்டும் பிஸ்டன் கீழே இறங்கத் தொடங்கும்பொழுது உறிஞ்சு வால்வு திறந்து, வாயுக் கலவை சிலிண்டருக்குள் புகுகிறது. முன்போல் நான்கு தாக்குகளும் மாறி மாறி ஏற்படு கின்றன.

ஒரே சிலிண்டருள்ள எஞ்சினாக இருந்தால், அதன் பிஸ்டன் இரண்டு முறை கீழும் இரண்டுமுறை மேலும் செல்லும்பொழுது (சம இயக்கச் சக்கரம் இரு தடவை சுற்றும்பொழுது) ஒரு தடவை தான் சக்தி பெறுகிறது. பிஸ்டனின் பிற அசைவுகள் நடை பெறுவதற்குச் சம இயக்கச் சக்கரம் சுற்றிக்கொண்டிருப்பதே காரணம். சம இயக்கச் சக்கரம் அதிகப் பளுவானதாக இருந்தால் தான், பிஸ்டனது அசைவு தடைப்படாமல் நடைபெற முடியும். பிஸ்டன் நான்கு முறை அசையும்பொழுது ஒரு தடவைதான் சக்தி பெறும் காரணத்தால், இந்த எஞ்சினுக்கு நான்கு சைக்கிள் எஞ்சின் (four cycle engine) என்ற ஒரு பெயருமுண்டு.

பெட்ரோல் எஞ்சினுடைய சக்தியை அதிகப்படுத்துவதற்கு அதிலுள்ள சிலிண்டர்களின் எண்ணிக்கையை அதிகப்படுத்து கிறார்கள். எல்லா சிலிண்டர்களும் ஒரே சம இயக்கச் சக்கரத்தின் அச்சில் தகுந்த விதத்தில் இணைக்கப்படும். இரண்டு சிலிண்டர் எஞ்சினாக இருந்தால், சக்கரம் ஒரு தடவை சுற்றும்பொழுது, ஒரு தடவை சக்தி பெறும். நான்கு, ஆறு, எட்டு என்று இவ்வாறு சிலிண்டர்களை அதிகமாக்கினால், சம இயக்கச் சக்கரம் ஒரு தடவை சுற்றுவதற்குள் முறையே இரண்டு, மூன்று, நான்கு தடவைகள் சக்தி பெறும்; ஆகவே எஞ்சின் அதிகத் திறனுடன் வேலை செய்யும்.

பாட்டரி: பெட்ரோல் எஞ்சினில் மின்பொறி உண்டாவ

தற்கும் மின்சார பாட்டரி தேவை. இதற்காக மோட்டார் வண்டி களில் ஒரு பாட்டரி வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. நீராவி எஞ்சின் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வரலாற்றைச் சுருக்கிக் கூறுக.

2. இருவகை நீராவி எஞ்சின்கள் யாவை? அவற்றின் வித்தியாசம் என்ன ?

3. நீராவி எஞ்சினில் சக்தி எவ்வாறு உண்டாகிறது ?

4. நீராவி எஞ்சினுடைய முக்கிய பாகங்கள் யாவை ?

5. சிலிண்டர் என்ற பகுதியின் படம் வரைக; பாகங்களின் பெயர் களைக் குறிப்பிடுக.

6. நீராவி, பிஸ்டனை முன்னும் பின்னும் எவ்வாறு தள்ளுகிறது ? நழுவு வால்வின் வேலையை விளக்குக.

7. ரட்சை வால்வின் வேலை என்ன ?

8. பெட்ரோல் எஞ்சினுக்கு அகதகன எஞ்சின் என்ற பெயர் எவ் வாறு பொருந்தும் ?

9. பெட்ரோல் எஞ்சினுடைய நான்கு சைக்கிள் இயக்கத்தை விவரி.

10. பெட்ரோல் எஞ்சினில் ஒன்றுக்கு அதிகமான சிலிண்டர்களை ஏன் அமைக்கிறார்கள் ?

மூன்றும் பகுதி

ரசாயனம்

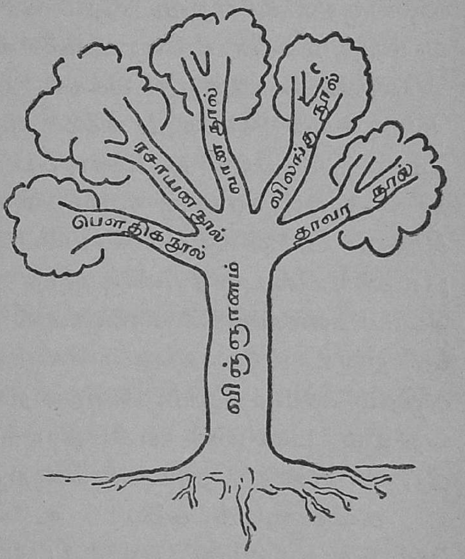
பொருளடக்கம்

		பக்கம்
1.	ரசாயன நூலின் வரலாறு	... 269
2.	ரசாயன மாற்றங்கள்	... 275
3.	ஆக்ஸிஜன்	... 280
4.	ஹைடிரஜன்	... 290
5.	கரைசல்கள்	... 299
6.	அமிலங்கள்	... 306
7.	காரங்கள்	... 310
8.	உப்புக்கள்	... 315
9.	குளோரின்	... 319
10.	ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம்	... 325
11.	அமோனியா	... 330
12.	நைட்டிரிக அமிலம்	... 335
13.	பாஸ்வரம்	... 338
14.	செயற்கை உரங்கள்	... 344
15.	கந்தகம்	... 351
	பிற்சேர்க்கைகள்	
	I சோதனைச் சாலைக் குறிப்பு	... 359
	II சில விவரங்கள்	... 364
	III கலைச் சொற்கள்	... 367

1. ரசாயன நூலின் வரலாறு

[ரசாயன நூலைப் பற்றிய பண்டைக்காலத் தகவல்கள்—ரசாயன நூலின் வளர்ச்சி—ரசவாதிகளும் மருத்துவக் கலைஞர்களும்—ரசாயன நூல் எய்தியுள்ள சிறப்பிடம்—ரசாயன நூலும் சூழ்நிலையும்.]

விஞ்ஞான நூலை நம்முடைய வசதிக்காகப் பல பகுதிகளாகப் பிரித்துக் கொண்டாலும், அவை யாவும் ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிய தொடர்புடையனவே. ஆகவே, தாவர நூல், விலங்கு (பிராணி) நூல், வான நூல், பௌதிக நூல், ரசாயன நூல் என்பவை விஞ்ஞானம் என்னும் பெருமரத்தின் அடிமரத்தினின்றும் கிளம்பும் பல கிளைகள் போன்றவையே.



படம் 1. விஞ்ஞான மரம்

பௌதிக நூல் இயற்கைச் சக்திகளைப் பற்றியும் பொருள்களில் ஏற்படும் பற்பல மாறுதல்களைப் பற்றியும் கூறுவதாகும். வெளியில் தெரியும்படியான மாறுதல்களோடு நில்லாமல், பொருள்களின் உள்ளமைப்பு, அவ்வமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் முதலானவை பற்றி விளக்குவது ரசாயன நூலாகும்.

பொதுவாக, மனிதனின் இயற்கைப் பண்புகளுள் விவரங்களை அறிந்துகொள்ளும் ஆவல் சிறப்பிடம் பெறுவதாகும். எதைக் கண்டாலும், உடனே இம்மாறுதல்கள் ஏன் ஏற்படுகின்றன, எப்படி ஏற்படுகின்றன என்னும் வினாக்கள் மனிதனின் மனத்தில் எழும். இவ்வினாக்களுக்கு விடைகள் தேடும் ஆராய்ச்சியில் பல ஆண்டுகளாகப் பற்பல நாடுகளில் வசித்த பேரறிஞர்

கள் ஈடுபட்டு வந்துள்ளனர். அதன் விளைவாகவே இக்காலத்தில் ரசாயன நூல் மிக்க மேன்மையடைந்திருக்கிறது.

ஆகவே ரசாயன நூலின் வரலாற்றையும், அது படிப்படியாக வளர்ச்சியடைந்த முறையையும் பற்றி ஆராய்வோம்.

தோற்றுவாய்: பதினேழாம் நூற்றாண்டிலிருந்து தான் ரசாயன நூல் ஒரு முறையாகக் கையாளப்பட்டது. ஆயினும், வரலாற்று ஆராய்ச்சிக்கு மிக முற்பட்ட காலத்திலிருந்தே மக்கள் ரசாயன சாத்திரத்தை ஒருவாறு உணர்ந்திருந்தார்கள் என்று நம்புவதற்குப் பல சான்றுகள் உள்ளன. கற்காலத்தில் வாழ்ந்து வந்த மனிதன் தனக்கு வேண்டிய கருவிகளைக் கற்களாலும் விலங்குகளின் எலும்பாலும் செய்துவந்தான். அதற்குப் பின் வாழ்ந்த மக்கள் உலோகங்களைக் கையாளத் தொடங்கினார்கள். உலோகங்களிலிருந்து மக்கள் வாழ்க்கைக்குப் பயன்படும் பல பொருள்கள் செய்யும் கலை முதன் முதல் எகிப்து நாட்டில் தோன்றியது என்று உணரப்படுகின்றது. இது ஏறக்குறைய 4000 ஆண்டுகளுக்கு முன் இருந்திருக்கலாம் என்று கூறப்படுகிறது. அக்காலத்தில் செய்யப்பட்ட சில உலோகப் பாண்டங்கள் பூமிக்கடியில் புதையுண்டிருந்த நகரங்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்டு, பெரிய கண்காட்சிச் சாலைகளில் பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. உலோகங்களை உருக்கி எடுப்பதிலும், அவற்றைச் சுத்தம் செய்வதிலும், அவற்றைக்கொண்டு பல பொருள்கள் செய்வதிலும் பண்டை எகிப்தியர்கள் மிகுந்த தேர்ச்சிபெற்றிருந்தார்கள் என்று தெரியவருகின்றது.

கண்ணாடிக் கலை: உலோக வேலை தொடங்கிப் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு அப்பால் எகிப்திலும் மெஸபொடேமியா (தற்கால ஈராக்) விலும் வாழ்ந்து வந்த மக்கள் மண்பாண்டங்கள் செய்யும் தொழிலிலும், கண்ணாடி செய்யும் தொழிலிலும் ஈடுபட்டார்கள். எகிப்தில் செய்யப்பட்ட உலோகப் பொருள்களும், கண்ணாடிப் பொருள்களும் வேற்று நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டனவாகவும் தெரியவருகிறது.

சாயத் தொழில்: ஏறக்குறைய இதே காலத்தில் மெஸபொடேமியாவிலும் எகிப்திலும் அவுரிச் செடி (indigo) யிலிருந்து

நீலச் சாயம் இறக்கும் முறையையும், வேறு பல சாயங்களை உற்பத்தி செய்யும் முறைகளையும் அங்கு வாழ்ந்து வந்த மக்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். அவுரியைத் தவிர, வேறு சில செடிகளிலிருந்து மருந்து செய்வதற்கான பலவிதப் பொருள்களைத் தயாரிக்கவும் அவர்கள் அறிந்திருந்தார்கள். இது போன்ற தயாரிப்புகளில் அவர்கள் வடிகட்டுதல், காய்ச்சி வடித்தல் போன்ற பல ரசாயன முறைகளைக் கையாண்டிருப்பார்கள் என்று கருத இடமளிக்கிறது.

இதே காலத்தில் கிரேக்கர்களும் பொருள்களின் அமைப்பைப் பற்றிப் பல கொள்கைகளை வெளியிட்டார்கள். ஆனால் அவை பெயரளவிற்கு இருந்தனவேயொழிய செயல் முறையில் காணப்படவில்லை. கி. மு. 400இல் வாழ்ந்து வந்த டெமோக்ரிடஸ் (Democritus) என்பவர் பொருள்கள் மிகச் சிறு அணுக்களால் ஆக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்னும் கொள்கையை வெளியிட்டார். அரிஸ்டாடில் (Aristotle) என்னும் மற்றொரு கிரேக்கப் பெரியார் வேறொரு கொள்கையை வெளியிட்டார். அதற்கு நான்கு மூலப்பொருள் கொள்கை (four element theory) என்று பெயர். 'ஒரு மூலப்பொருளுடன் நிலம், நீர், நெருப்பு, காற்று என்பவை பல விதங்களில் சேர்வதாலேயே பல பொருள்கள் உண்டாகின்றன' என்று அவர் கூறினார். அவர் கொள்கையைப் பின்பற்றியவர்கள், நிலம் குளிர்ச்சியையும் உலர்ந்த தன்மையையும், காற்று வெப்பத்தையும் ஈரத்தையும், நெருப்பு வெப்பத்தையும் வறட்சியையும், நீர் ஈரத்தையும் குளிர்ச்சியையும் குறிப்பன என்று கருதினர்கள்.

மேற்கண்ட கொள்கை இந்தியர்களாலும் வெளியிடப்பட்டது என்று உபநிடதங்களிலிருந்து தெரியவருகின்றது. நமது நாட்டில் பஞ்ச பூதங்களைப் பற்றிப் பல நூல்களில் கூறப்பட்டிருப்பதை நாம் காண்கிறோம். இக் கொள்கையே நெடுங்காலம் நீடித்திருந்தது. கிரேக்கர் கொள்கையும், எகிப்தியர் முயற்சியும் நெடுங்காலம் நீடித்து, இவ்விருவரிடையே நெருங்கிய தொடர்பும் நிலவி வந்தது.

ரசவாதமும் ரசவாதிகளும்: கி. பி. 640ஆம் ஆண்டில்

அரேபியர்கள் எகிப்து நாட்டைக் கைப்பற்றிக் கொண்டார்கள். அதன்பின் கிரேக்கர்களுடைய கொள்கைகளும் கண்டுபிடிப்புக் களும் அரபு மொழியில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டன. இவ்வாறுன மொழி பெயர்ப்புக்கள் மக்களிடையே வழங்கின. அவற்றுள் ரசவாதம் என்பது மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்ததாகக் கருதப்பட்டது. ரசவாதக் கொள்கைப்படி, எல்லா உலோகங்களும் பெரும்பாலும் பாதரசம், கந்தகம், உப்பு என்னும் மூன்று பொருள்களால் ஆனவை என்றும், வெள்ளியும் தங்கமும் தூய பாதரசத்தாலும் கந்தகத்தாலும் ஆனவை என்றும் அவர்கள் நம்பினுர்கள். இக் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு மட்ட உலோகங்களைத் தங்கமாக்கப் பலர் முயற்சி செய்தனர். அவர்களுக்கு ரசவாதி கள் (alchemists) என்று பெயர். இதுபோன்ற ரசவாதிகள் அக்காலத்தில் ஐரோப்பா, இந்தியா, சைனு போன்ற பல நாடு களில் ஒரே ஊக்கத்துடன் எல்லா உலோகங்களையும் தங்கமாக்கும் முயற்சியில் ஈடுபட்டு, வெற்றியின்றிப் பாடுபட்டு வந்தனர்.

ஏறத்தாழ கி. பி. 1525ஆம் ஆண்டில் பாரசெல்சஸ் (Paracelsus) என்பார் ரசவாதிகளின் மனப்பான்மையை ஓரளவு மாற்றி, நிலையான இளமை (யௌவனம்) அடைவதற்குரிய மருந்து கண்டுபிடிக்கும் முயற்சியில் ஈடுபடுமாறு செய்தார். அதுபோன்ற மருந்து எதுவும் கண்டுபிடிக்கப்படாவிட்டாலும், விஞ்ஞானிகள் அம்முயற்சியில் ஈடுபட்டுப் பல பயனளிக்கும் மருந்துகளைக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

கி. பி. பதினுறும், பதினேழாம் நூற்றுண்டுகளில் தோன்றிய பல அறிஞர்கள், மக்களின் மூடநம்பிக்கைகளைத் தகர்த்தெறிந்து, ஒவ்வொரு தகவலையும் தக்க சான்றுகளோடு நிலைநாட்டும் மனப் பான்மை பெற்றவர்களாகத் திகழ்ந்தார்கள். இக்காலத்தில் வேறு வகைகளில் பல மாறுதல்கள் தோன்றியதைப்போன்று, ரசாயனக் கொள்கைகளிலும் பல புதிய கருத்துக்கள் தோன்றின. ரசாயன நூல் சிறப்பாக வளர்ச்சியடைந்தது, மிக்க மேன்மையானதாகக் கருதப்படும் இம் மறுமலர்ச்சிக் காலத்தில் (Renaissance period) தான் என்று கொள்ளப்படுகின்றது.

முதன் முதலாக பிரான்ஸிஸ் பேகன் (Francis Bacon)

என்பவர் சோதனைகளிலிருந்து கண்டறியப்பட்ட உண்மைகளையே அடிப்படையாகக்கொண்டு விஞ்ஞானம் வளர்ச்சியடைய வேண்டும் என்று வற்புறுத்தினர். அதே காலத்தில் ராபர்ட் பாயில் (Robert Boyle) என்பர் 'ஒரு மூலப்பொருள் என்பது என்ன?' என்பதைத் தெளிவுபடுத்தினர். அக்காலம் முதற்கொண்டு விஞ்ஞானிகள் பலர் ரசாயன நூலின் முன்னேற்றத்திற்காக அரும்பாடுபட்டிருக்கிருர்கள். அவர்களுள் ஒரு சிலர் செய்த ஆராய்ச்சிகளை இங்குக் குறிப்பிடுவோம். பதினெட்டாம் நூற்ருண்டில் வாழ்ந்துவந்த பிரிஸ்ட்லீ (Priestley) என்பவர் முதன் முதலாக ஆக்ஸிஜனைக் கண்டுபிடித்தார். அவருக்குப் பின் லவாய்சியர் (Lavoisier), கேவெண்டிஷ் (Cavendish) முதலான விஞ்ஞானிகள் பல புதிய முறைகளால் ஆகும் பொருள்களின் இயைபு (composition) களைக் கண்டறிந்தார்கள். ஆகவே, பழங்காலக் கொள்கைகளைத் தகர்த்துத் தள்ளி, தற்கால ரசாயன நூலுக்கு அடிகோலியவர் பலராவர். அவர்களுள் லவாய்சியர் சிறப்பிடம் பெறத்தக்கவர்.

ரசாயன நூலின் பயன் : மேலே விவரித்தவாறு முன்னேற்றம் அடைந்த ரசாயன நூல் தற்காலத்தில் எவ்வளவு மேன்மையுற்றிருக்கிறது என்பதையும், அது நம் வாழ்க்கைக்கு எவ்வளவு இன்றியமையாதது என்பதையும் எண்ணிப் பார்த்தால் மிக்க வியப்பளிக்கும்.

நாம் நமது சூழ்நிலையைச் சற்று ஆராய்வோம். நம்மைச் சூழ்ந்துள்ள தாவரங்கள், விலங்குகள், நிலப்பகுதி, பாறைகள் ஆகிய ஒவ்வொன்றையும் நன்கு ஆராய்ந்து பார்த்தால் அவை ஒவ்வொன்றின் அமைப்பையும், அவற்றில் ஏற்படும் மாறுதல்களையும், நாம் அறியலாம். அவற்றை ரசாயன வல்லுநர்கள் தற்காலத்தில் நன்கு விளக்குகின்றனர்.

எடுத்துக்காட்டாகச் சில உதாரணங்களைப் பார்ப்போம். தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கை ஏற்படுவது ஒரு ரசாயனக் கூடுகையேயாகும். பாறைகளில் நாளடைவில் ஏற்படும் பல மாறுதல்களும் ரசாயன மாறுதல்களே. பூமிக்கு அடியில் ஏற்படும் பல மாறுதல்களும், பாக்டீரியாக்களால் ஏற்படும் மாறுதல்களும்

ரசாயன மாறுதல்களே. பொதுவாக, உலகின்கண் வாழும் உயிருள்ள பொருள்களிலும், உயிரற்ற பொருள்களிலும் ஏற்படும் எல்லா மாறுதல்களும் ரசாயன மாறுதல்களே. இவைபற்றி விரிவாக நீங்கள் மேல் வகுப்புக்களில் படித்தறிந்து கொள்ளலாம்.

தற்காலத்தில் ரசாயன நூலின் மூலம் கிடைக்கப்பெற்ற அறிவைப் பல துறைகளிலும் மக்கள் பயன்படுத்திக் கொள்கிறார்கள். முதலாவதாக, எந்தெந்தப் பயிர்களுக்கு என்னென்ன ரசாயன மூலப் பொருள்கள் தேவையென்று ஆராய்ந்து, அவ்வகைப் பொருள்கள் கரையக்கூடிய நிலையில் அமைக்கப்பட்ட பல ரசாயன உரங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அதனால் மேன்மேலும் விளை நிலங்கள் செழிப்பாக்கப்பெற்று, உணவுப் பொருள்களின் விளைவைப் பெருக்க முடிகிறது.

இரண்டாவதாக, மனித உடலினுள் ஏற்படும் பலவித நோய்களைத் தீர்க்க அந்தந்த விஷப் பொருள்களுக்கு எதிர் விஷம் கண்டுபிடிக்கப் பெற்றுள்ளன. இதனால் நோய்கள் இக்காலத்தில் விரைவாகத் தீர்க்கப்படுகின்றன. தொற்றுநோய்க் கிருமிகளையும், தாவரங்களை அழிக்கும் பூச்சிகளையும் ஒழிப்பதற்கு வேண்டிய பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

தோல் பதனிடும் தொழிலிலும், மண் பாண்டங்கள் செய்யும் தொழிலிலும், ரசாயன நூலறிவு மிகவும் பயன்படுகிறது. இது போன்று சோப்புச் செய்தல், பெட்ரோலியத்திலிருந்து பல துணைப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுத்தல், சாயமூட்டும் தொழில், காகிதம் செய்தல் முதலான எண்ணிலடங்காத தொழில்களிலும் ரசாயன ஆராய்ச்சி பெரிதும் பயன்பட்டு வருகின்றது.

சுருங்கக் கூறுமிடத்து, மக்கள் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாத உண்ணும் உணவு, உடுக்கும் உடை, உறங்கும் உறைவிடம் ஆகிய மூன்றும் வசதியாகக் கிடைக்க ரசாயனம் பெரிதும் உதவுகிறது. தவிரவும், நாகரிக வாழ்க்கைக்கு வேண்டிய சாதனங்கள் தயாரிப்பதிலும், விரைவுப் பயண வசதிக்கான ரப்பர் டயர், டியூபு முதலியன செய்வதிலும், பொழுதுபோக்குக்கான சினிமாத் தொழிலிலும் ரசாயன அறிவு மிகவும் பயன்படுகின்றது.

ஆகவே, அறிவு படைத்த மக்கள் ஒவ்வொருவரும் ரசாயன நூலில் தேர்ச்சிபெற வேண்டுவது இன்றியமையாததாகும்.

பயிற்சி வினுக்கள்

1. ரசாயன நூலின் வளர்ச்சியைச் சுருக்கமாகக் கூறுக.

2. பண்டைக்கால மக்களுக்கும் ரசாயன முறை தெரிந்திருந்தது என்று கூறச் சான்றுகள் யாவை?

3. முற்காலத்தில் எகிப்தியர்கள் என்னென்ன தொழில்களைச் செய்து வந்தனர்?

4. அரிஸ்டாடில் தோற்றுவித்த 'நான்கு மூலப் பொருள்' கொள்கையை விளக்குக.

5. ரசவாதிகள் என்பவர் யாவர்? அவர்கள் எக்காலத்தில் இருந்தனர்?

6. ரசவாதக் கொள்கை என்ன?

7. பேகன் என்பவர் விஞ்ஞானத்தை முறைப்படி கற்க என்ன விதிகளை வற்புறுத்தினர்?

8. மறுமலர்ச்சிக் காலம் ரசாயன நூலுக்குச் செய்த நன்மை என்ன?

9. தற்காலத்தில் ரசாயன நூல் பயன்படும் விதங்களைக் கூறுக.

10. தற்கால வாழ்க்கைக்கு ரசாயன நூலின் இன்றியமையாத தன்மையை விளக்குக.

2. ரசாயன மாற்றங்கள்

[ரசாயன மாற்றம்—மாற்றத்தின் வகைகள்—மாற்றத்திற்குத் துணைபுரிபவை—வெப்பம்—ஒளி—மின்சாரம்—அருகாமை—அழுத்தம்—கிரியா ஊக்கி.]

உலகிலுள்ள எல்லாப் பொருள்களும் அடிக்கடி பல மாறுதல்களை அடைகின்றன. அவற்றின் உள்ளமைப்பிலும், பண்புகளிலும் மாறுதல் ஏற்பட்டால் அவ்வகை மாற்றத்தை **ரசாயன மாற்றம்** (chemical change) என்று கூறுகிறோம். இவ்வாறு நிலையாக ஏற்படும் ரசாயன மாற்றங்களை, (1) ரசாயனக் கூடுகை (combination), (2) சிதைவு (decomposition), (3) இரட்

டைச் சிதைவு (double decomposition). (4) இடப் பெயர்ச்சி (displacement) என்னும் நான்கு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கிருர்கள்.

1. கூடுகை: இரு பொருள்கள் ஒன்றுகூடிப் புதியதொரு கூட்டுப் பொருள் உண்டாவதற்குக் கூடுகை என்று பெயர்.

(உ-ம்.): கந்தகம் + ஆக்ஸிஜன்→கந்தக டை ஆக்ஸைடு.

2. சிதைவு: ஒரு கூட்டுப் பொருள், வேறு இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட எளிதான பொருள்களாகப் பிளவு படுவதற்குச் சிதைவு என்று பெயர்.

(உ-ம்.): பாதரச ஆக்ஸைடு→பாதரசம்+ஆக்ஸிஜன்.

3. இரட்டைச் சிதைவு: இரண்டு கூட்டுப் பொருள்கள் ஒன்று சேரும்பொழுது அவற்றின் பகுதிப் பொருள்கள் பிரிந்து, மீண்டும் வேறு வகையில் கூடி, புதிய இரண்டு கூட்டுப் பொருள்கள் உண்டாவதற்கு இரட்டைச் சிதைவு என்று பெயர்.

(உ-ம்.): சோடியம் குளோரைடு+வெள்ளி நைட்டிரேட்டு→ சோடியம் நைட்டிரேட்டு+வெள்ளி குளோரைடு.

4. இடப் பெயர்ச்சி: ஒரு கூட்டுப் பொருளிலிருந்து, ஒரு மூலகம் மற்ருென்ருல் பெயர்க்கப்படுதலுக்கு இடப் பெயர்ச்சி எனப் பெயர்.

(உ-ம்.): தண்ணீர் + சோடியம்→சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு+ஹைடிரஜன்.

மேற்கூறிய ரசாயன மாற்றங்களைப் பற்றி முன் வகுப்பில் தெரிந்து கொண்டவற்றை நினைவு கூர்ந்து கொள்ளுங்கள். இவ்வாருன ரசாயன மாற்றங்கள் ஏற்படுவதற்குத் துணை செய்யும் சில நிலைகள் உள்ளன. அவை பற்றி இப்பொழுது கவனிப்போம்.

மாற்றங்களுக்கு உதவும் நிலைகள்

1. வெப்பம் (heat): பெரும்பாலான ரசாயன மாறுதல்கள் உஷ்ணப்படுத்துவதாலேயே ஏற்படுகின்றன.

பரிசோதனை 1: ஒரு தீக் கரண்டியில் சிறிதளவு கந்தகத்தை எடுத்துக்கொண்டு, அதைச் சூடாக்கு. அது பற்றிக் கொண்டு, நீலநிறச் சுவாலையுடன் எரிந்து, கந்தக டை ஆக்ஸைடு

என்னும் ஒரு வாயுவை உண்டாக்குகிறது. இது ஒரு ரசாயனக் கூடுகையாகும்.

கந்தகம் + ஆக்ஸிஜன் → கந்தகடைஆக்ஸைடு. கந்தகத்தைப் போலவே பல மூலகங்கள் காற்றில் சூடேற்றப்பட்டால் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி, ஆக்ஸைடுகளாக மாறுகின்றன.

பரிசோதனை 2: ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிது பாதரச ஆக்ஸைடை எடுத்துக்கொள். அதை ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் உஷ்ணப்படுத்து. சிவப்பு நிறமுள்ள ஆக்ஸைடு கறுப்பாக மாறி, ஆக்ஸிஜன் விடுவிக்கப்படுகிறது. சோதனைக் குழாய்க்குள் அனலுடன் கூடிய ஒரு குச்சியை நுழைத்தால் அது தீப்பற்றி எரியும். இங்கு நேர்வது ரசாயனச் சிதைவு ஆகும்.

பாதரச ஆக்ஸைடு → பாதரசம் + ஆக்ஸிஜன். மேற்கூறிய உதாரணங்களால் கூடுகை, சிதைவு முதலான ரசாயன மாறுதல்களைத் தோற்றுவிப்பதற்கு வெப்பம் உதவுகிறது என்று நன்கு புலனாகிறது.

2. வெளிச்சம் (light): ஒரு சில ரசாயன மாற்றங்கள் வெளிச்சத்தின் உதவியால் ஏற்படுகின்றன.

பரிசோதனை 3: ஒரு ஜாடியில் ஹைடிரஜன் வாயுவையும் குளோரின் வாயுவையும் கலந்து, இருட்டான ஓரிடத்தில் வை. ஒரு மாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை. அக்கலவையுள்ள ஜாடியைச் சூரிய வெளிச்சத்தில் வை. இரண்டும் சேர்ந்து ஹைடிரஜன் குளோரைடு என்னும் வாயு உண்டாகும்.

ஹைடிரஜன் + குளோரின் → ஹைடிரஜன் குளோரைடு. இது போல் தாவரங்களில் நடைபெறும் ஒளிச் சேர்க்கையின்பொழுது ஏற்படும் ரசாயன மாற்றத்திற்குச் சூரிய ஒளி உதவுகிறது. போட்டோத் தொழிலில் பிம்பங்கள் ஏற்படுவதற்கு ஒளியே காரணமாகும். ஆகவே, வெளிச்சம் ரசாயன மாறுதலுக்கு உதவுகிறது.

3. அழுத்தம் (pressure): அழுத்தத்தைப் பெருக்குவதால் சில ரசாயன மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன.

பரிசோதனை 4: ஒரு கலுவத்தில் ஒரு துளி பாதரசத்தை ஊற்று. அதனுடன் சிறிது கந்தகத்தைச் சேர். எவ்வித மாறு

தலும் ஏற்படுவதில்லை. இப்பொழுது ஒரு குழவியைக் கொண்டு அவை இரண்டையும் நன்றாக அரை. அவையிரண்டும் ஒன்று சேர்ந்து பாதரச சல்பைடு என்னும் கூட்டுப் பொருளாக மாறும்.

கந்தகம் + பாதரசம் → பாதரச சல்பைடு. இதுபோல் நமது நாட்டில் தீபாவளிப் பண்டிகையின் போது வெடிக்கும் கேப்புகள் அழுத்தம் மிகுவதால்தான் வெடிக்கின்றன.

4. **மின்சாரம்** (electricity): வெப்பத்திற்கு அடுத்த படியாக மின்சாரம், ரசாயன மாற்றங்களை ஏற்படுத்த மிகுந்த அளவில் உதவுகிறது.

பரிசோதனை **5**: ஒரு வோல்ட்டா மீட்டரில் சிறிதளவு கந்தக அமிலம் கலந்த நீரைவிடு. அதன் வழியாக மின்சார ஓட்டத்தைச் செலுத்து. நீர் சிதைவுற்று, ஆக்ஸிஜனும் ஹைடிரஜனும் தனித் தனியே வெளிப்படுகின்றன.

நீர் → ஹைடிரஜன் + ஆக்ஸிஜன். ஒரு தடித்த குழாயில் இரு பங்கு ஹைடிரஜனையும் ஒரு பங்கு ஆக்ஸிஜனையும் கலந்து, அதன் வழியே ஒரு மின்பொறியைச் செலுத்தினால், அவை யிரண்டும் ஒன்றுசேர்ந்து நீராக மாறுதலடையும். இது போன்று பல ரசாயன மாறுதல்களை ஏற்படுத்த மின்சார ஓட்டம் பயன் படுகிறது.

5. **அருகாமை** (close contact): சில ரசாயனப் பொருள் களை ஒன்றின் அருகில் மற்றொன்றைக் கொண்டு வருவதால் ரசாயன மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன.

பரிசோதனை **6**: ஒரு கண்ணாடிக்குச்சியை அமோனியாக் கரைசலில் தோய்த்து, அந்நுனியை ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் நிறைந்த ஒரு புட்டியின் திறந்த வாயருகில் கொண்டு போ. உடனே புட்டியின் வாயிலிருந்து வெண்மையான புகை கிளம்பும். அமோனியாவும் ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயுவும் ஒன்று கூடி, அமோனியம் குளோரைடு வாயு உண்டாகிறது. அதுவே வெண் புகையாகக் கிளம்புகிறது. அமோனியா + ஹைடிரஜன் குளோரைடு → அமோனியம் குளோரைடு.

6. **கிரியா ஊக்கிகள்** (catalytic agents): சில ரசா யன மாற்றங்களை உண்டுபண்ணுவதற்கு வேறு சில பொருள்

களைச் சேர்ப்பதுண்டு. இவற்ருல் ரசாயன மாற்றத்தின் வேகம் மிகும். ஆனல், இவ்வாறு சேர்க்கப்பட்ட பொருள்கள் தாம் எவ் வித மாறுதலையும் அடையாமல் இருக்கும்.

பரிசோதனை 7: ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு பொட் டாசியம் குளோரேட்டு என்னும் பொருளைப் போட்டுச் சூடாக்கு. சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு, அது உருகி, பிறகு சிதைவுற்று, அதிலிருந்து ஆக்ஸிஜன் வெளிப்படுகிறது.

வேருெரு சோதனைக் குழாயில் பொட்டாசியம் குளோரேட்டு டன் சிறிது மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடைச் சேர்த்துச் சூடாக்கு. இப்பொழுது முன்பு நேர்ந்ததைவிட விரைவில் ஆக்ஸிஜன் வெளிப்படுகிறது.

பொட்டாசியம் குளோரேட்டு → பொட்டாசியம் குளோரைடு + ஆக்ஸிஜன்.

ரசாயன மாற்றம் அடையும் பொருள் பொட்டாசியம் குளோ ரேட்டேயானலும் மாறுதலை விரைவுப்படுத்த உதவுவது மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு ஆகும். இதுபோல் ரசாயன மாறுதல்களை விரை வுப்படுத்தப் பயன்படும் பொருள்கள் கிரியா ஊக்கிகள் எனப் படும்.

தான் எவ்விதமான மாறுதலையும் அடையாமல் வேறு பொருள்களில் ரசாயன மாறுதல் விரைவில் ஏற்பட உதவும் பொருள்களுக்குக் 'கிரியா ஊக்கிகள்' (catalysts) என்று பெயர்.

கிரியா ஊக்கிகள் செய்யும் தொழிலுக்குக் கிரியா ஊக்கம் (catalysis) என்று பெயர்.

மேற்கூறியவை முக்கியமாக ரசாயன மாறுதல்கள் ஏற்படுவ தற்கான அநுகூலமான (துணை செய்பவையான) நிலைகள் ஆகும்.

பயிற்சி வினக்கள்

1. ரசாயன மாறுதல்கள் எத்தனை வகைப்படும்?
2. ஒவ்வொரு வகை ரசாயன மாறுதலுக்கும் உதாரணம் தருக.
3. முலாம் பூசுதல், பட்டாசு வெடித்தல், தாவரங்களில் ஏற்படும் ஒளிச் சேர்க்கை, நீரின்மீது சோடியத்தின் கிரியை, போட்டோத் தொழி

லில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்—இவை ஒவ்வொன்றும் ஏற்படக்கூடிய அநுகூலமான நிலைகள் எவை?

4. 'கிரியா ஊக்கிகள்' என்றால் என்ன?

5. உனக்குத் தெரிந்த சில கிரியா ஊக்கிகளையும், அவற்றின் பயன்களையும் கூறுக.

6. ரசாயன மாறுதல்கள் ஏற்படுவதற்கு அநுகூலமான நிலைகளைக் காரணங்களுடன் எடுத்துக் காட்டுக.

செய்முறைப் பயிற்சி

வெவ்வேறு சோதனைக் குழாய்களில் கந்தகம், பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, கந்தகமும் இரும்புத் தூளும் சேர்ந்த கலவை முதலியவற்றைச் சூடேற்றி, ஏற்படும் மாறுதல்களைக் கவனிக்க.

3. ஆக்ஸிஜன்

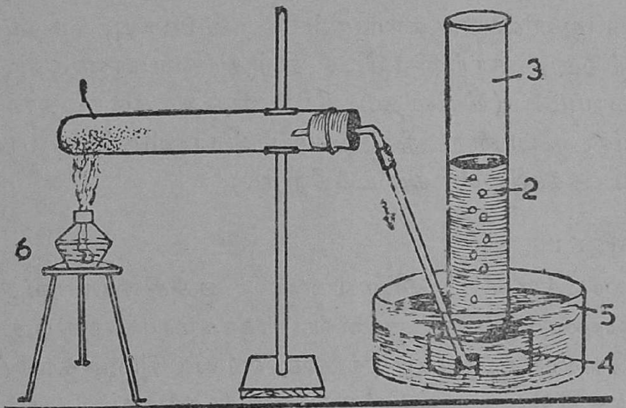
[ஆக்ஸிஜன் தயாரிக்கும் முறை—அதன் பண்புகளும் பயன்களும்—எரிதலும், ஆக்ஸிகரணமும், வெடித்தலும்.]

காற்றில் ஐந்தில் ஒரு பங்கு ஆக்ஸிஜன் இருக்கிறதென்றும், பொருள்கள் எரிவதற்கு ஆக்ஸிஜன் இன்றியமையாதது என்றும் நீங்கள் அறிவீர்கள். ஆக்ஸிஜன் எவ்வாறு சோதனைச் சாலைகளில் தயாரிக்கப்படுகிறதென்று இங்குக் கவனிப்போம்.

காற்றிலும் நீரிலும் மிகுந்த அளவு ஆக்ஸிஜன் இருந்தாலும், அவற்றிலிருந்து ஆக்ஸிஜனை எளிதில் தயாரிக்க முடியாது. ஆகவே, சோதனைச் சாலைகளில் ஆக்ஸிஜன் தயாரிப்பதற்கு, ஆக்ஸிஜன் மிகுதியாகவுள்ள வேறு பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. அவற்றை உஷ்ணப்படுத்தி, அவற்றினின்றும் கிடைக்கும் ஆக்ஸிஜன் ஜாடிகளில் சேகரிக்கப்படுகிறது. மெர்குரிக ஆக்ஸைடு, பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு, பொட்டாசியம் குளோரேட்டு ஆகியவை சூடேறினால் ஆக்ஸிஜனை வெளியிடக்கூடிய பொருள்கள். இவற்றுள், பொட்டாசியம் குளோரேட்டிலிருந்து எளிதாகவும், விரைவாகவும், மிகுந்த அளவாகவும் ஆக்ஸிஜன் தயாரிக்கப்படுகிறது. பொட்டாசியம் குளோரேட்டு

டன் சிறிது மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு என்னும் பொருளைக் கிரியா ஊக்கியாகச் சேர்த்துக் கொண்டால் வெகு விரைவில் ஆக்ஸிஜனை வெளிப்படுத்தலாம்.

சோதனைச் சாலையில் ஆக்ஸிஜன் தயாரித்தல்; பரிசோதனை : பொட்டாசியம் குளோரேட்டு என்னும் வெள்ளை நிறப் படிகங்களைப் பொடி செய்து அதனுடன் கால் பங்கு மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு என்ற கறுப்புப் பொடியைக் கல. ஒரு கெட்டி



படம் 2. ஆக்ஸிஜன் தயாரித்தல்

1. பொட்டாசியம் குளோரேட்டு + மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு கலவை, 2. வாயு ஜாடி, 3. ஜாடியில் சேரும் ஆக்ஸிஜன், 4. துளை மேடை, 5. நீர்த்தொட்டி, 6. ஸ்பிரிட்டு விளக்கு.

யான சோதனைக் குழாயில் சுமார் மூன்றில் ஒரு பாகம் இக்கலவையை நிரப்பு. சோதனைக் குழாயின் வாயை ஒரு துவாரமுள்ள அடைப்பானால் மூடு. குழாயைப் படத்தில் காட்டியபடி ஒரு தாங்கியில் நிறுத்து. அடைப்பானிலுள்ள துவாரத்தின் வழியாய் ஒரு போக்குக் குழாயைச் செருகு. ஓர் அகன்ற தொட்டியில் நீரை ஊற்றி, அதில் ஒரு துளை மேடையை வை. அதனுள் போக்குக் குழாயின் வெளி முனையைப் பீடத்திற்குள் பொருந்தும்படி புகுத்து. சோதனைக் குழாயை ஸ்பிரிட்டு விளக்கின் உதவியால்

உஷ்ணப்படுத்து. முதலில் வெளிவரும் வாயுக் குமிழ்கள் வெளிச் சென்றபின், துளை மேடையின்மீது நீர் நிரம்பிய வாயு ஜாடியைக் கவிழ்த்து வை. சோதனைக் குழாயை மேலும் உஷ்ணப்படுத்தினால், ஆக்ஸிஜன் வாயுக் குமிழ்கள் ஜாடிக்குள் சென்று, ஜாடியிலுள்ள நீரைக் கீழே தள்ளும். ஜாடியில் வாயு நிரம்பியவுடன், அதை ஒரு கண்ணாடித் தகட்டால் மூடி, வெளியே எடுத்து நிமிர்த்தி வை. இவ்விதம் 5 அல்லது 6 ஜாடிகளில் ஆக்ஸிஜனைச் சேர்த்து வைத்துக்கொள்.

ஆக்ஸிஜனின் குணங்கள்: இவ்வாயு, நிறம், மணம் சுவை அற்றது. காற்றைவிடச் சிறிது கனமானது. நீரில் சிறிதளவு கரையும். (இவ்விதம் நீரில் சிறிது கரைவதால்தான் நீரிலுள்ள மீன் போன்ற நீர் வாழ்ப் பிராணிகள் சுவாசிப்பதற்கு வேண்டிய ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கிறது.)

பரிசோதனை:

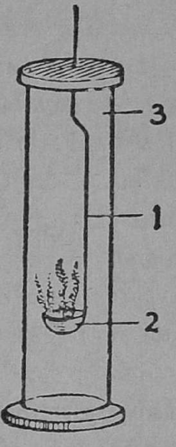
(1) ஜாடிக்குள் அனலுள்ள குச்சியையாவது கரியையாவது கொண்டு போ. தணல் பிரகாசமாக எரிகிறது.

(2) இரண்டாவது ஜாடிக்குள், எரியும் மெழுகுவர்த்தி மிகவும் பிரகாசமாக எரியும். தீக்கரண்டிகளில் கந்தகம், பாஸ்வரம், மகனீசயம் நாடா இவற்றைத் தனித்தனியே எரியவிட்டு, ஒவ்வொன்றையும் மற்ற ஜாடிகள் ஒவ்வொன்றில் நுழை. அவை எரியும்பொழுது சுவாலையின் நிறத்தைக் கவனி. பாஸ்வரம் வெளிக் காற்றில் எரிவதைவிட மகனீசய நாடா ஆக்ஸிஜன் ஜாடியில் மிகப் பிரகாசமாக எரிகின்றது. கந்தகம் நீல நிறமான சுவாலையுடன் எரியும். ஓர் இரும்புக் கம்பியைக் கந்தகத் தூளில் தோய்த்துப் பிறகு அந்தக் கந்தகத்தைப் பற்றவைத்து, அது எரிந்து கொண்டிருக்கும்போது ஆக்ஸிஜனுள்ள ஒரு ஜாடியில் கொண்டுபோ. இரும்புக் கம்பி பொரி பொரியாய்ச் சிதறிக் கொண்டு எரிவதைக் காணலாம்.

மேற்கண்ட பரிசோதனைகளிலிருந்து காற்றில் எரியும் பொருள்கள், பலமடங்கு மிகுந்த பிரகாசத்துடன் ஆக்ஸிஜனில் எரியும் என்று தெரிகிறது. ஆதலால் ஆக்ஸிஜன் பொருள்களை

வெகு தீவிரமாய் எரியச் செய்யும் வாயு. இவ்வாயு எல்லா மூலகங்களுடனும் கூடும் தீவிர குணமுள்ளது.

ஆக்ஸைடுகள் : மூலகங்கள் ஆக்ஸிஜனில் எரிந்தால் புதுக் கூட்டுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இப் புதுப் பொருள்களுக்கு ஆக்ஸைடுகள் என்று பெயர். கரி ஆக்ஸிஜனில் எரியும்போது, கார்பன் டை ஆக்ஸைடும், கந்தகம் எரியும்போது கந்தக டை ஆக்ஸைடும், இரும்பு எரியும்போது இரும்பு ஆக்ஸைடு அல்லது இரும்புத் துருவும் உண்டாகின்றன.



படம் 3.
ஆக்ஸிஜன் ஜாடியில் கந்தகம் எரிதல்
1. தீக்கரண்டி
2. கந்தகம் எரிதல்
3. வாயு ஜாடி

ஆக்ஸைடுகளில் இருவகைகள் உள்ளன. அவை அமில ஆக்ஸைடுகள், கார ஆக்ஸைடுகள். சில ஆக்ஸைடுகளை நீரில் கரைத்தால் அமிலங்கள் கிடைக்கும். இவற்றிற்கு அமில ஆக்ஸைடுகள் என்று பெயர். சில ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து காரங்களை உண்டாக்கும். இவ்வித ஆக்ஸைடுகள் கார ஆக்ஸைடுகளாகும்.

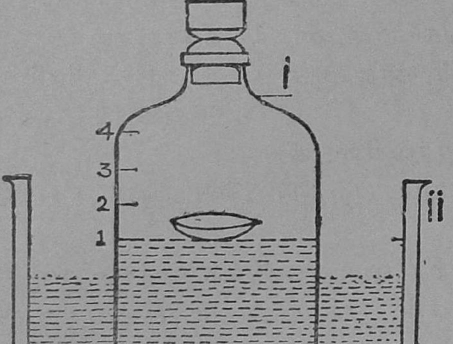
இவ்வித ஆக்ஸைடுகள் கரைவதால்கிடைக்கும் அமிலங்களையும் காரங்களையும் பற்றிப் பின்வரும் பாடங்களில் படிப்போம்.

ஆக்ஸிஜனின் பயன் : காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் ஜீவராசிகள் சுவாசிப்பதற்கும் பொருள்கள் எரிவதற்கும் உதவுகிறது. ஆக்ஸிஜன் இல்லாவிடில் பொருள்கள் எரியமாட்டா. பிராணிகளும் தாவரங்களும் உயிரோடிரா. சுவாசத் தொடர்பான நோயால் சுவாசிக்கப் திணறுபவர்களுக்கும், உயர்ந்த மலைச் சிகரங்கள் ஏறுபவர்களுக்கும் சுத்தமான ஆக்ஸிஜன் மிகவும் பயன்படுகிறது. இவ்வாயுவுடன் வேறு சில வாயுக்களையும் சேர்த்து எரித்து அதனால் உண்டாகும் மிகுந்த உஷ்ணமுள்ள சுவாலையினால் உலோகங்களைத் துண்டித்தல், உருக்குதல், ஒன்றோடொன்று பிணைத்தல் முதலான வேலைகளைச் செய்கிறார்கள்.

எரிதல்: பொருள்கள் எரிவதற்கு ஆக்ஸிஜன் இன்றியமையாதது என்று முன்பே கூறப்பட்டது. ஆக்ஸிஜன் இராவிடில் பொருள்கள் எரியமாட்டா. எரியும் மெழுகுவர்த்தி ஒன்றின்மேல் ஒரு பாத்திரத்தை மூடினால் வர்த்தி அணைந்துவிடுகிறது. ரசாயனச் சாலையில் ஸ்பிரிட்டு விளக்கை அணைக்க அதை மூடியால் மூடுகிறோம். ஏன்? அப்படிச் செய்வதால் வெளிக் காற்றை எரியும் சுவாலையுடன் சேராதபடி தடுக்கிறோம். பொருள்கள் காற்றில் எரியும்பொழுது அவை காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் கூடுகின்றன.

ஒரு மகனீசய நாடாவைக் காற்றில் எரித்தால் மிகவும் ஒளியுடன் எரிந்து வெண்ணிறமுள்ள ஒரு சாம்பல் பொடியைக் கொடுக்கிறது. மகனீசய நாடா எரியும்போது காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி ஒரு புதிய பொருளாகிறது. இப்புதிய பொருளே மகனீசயச் சாம்பல்.

நம்மைச் சுற்றியுள்ள காற்றில் ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன், கார்பன் டை ஆக்ஸைடு, நீராவி ஆகியவை கலந்துள்ளனவென்றும், பொருள்கள் எரிவதற்கு ஆக்ஸிஜன் இன்றியமையாததென்றும் முன் வகுப்பில் தெரிந்து கொண்டீர்கள். மேலும் மணிஜாடிப் பரிசோதனையில் பாஸ்வரம் எரிவதற்கு ஜாடியிலுள்ள காற்றிலிருக்கும் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொண்டுவிட்டதால், அவ்விடத்தை நிரப்ப, தொட்டி நீர் ஜாடியில் ஏறிற்று என்றும், ஜாடியில் மிகுந்து நிற்கும் காற்று எரியும் மெழுகுவர்த்தியை அணைப்பதிலிருந்து, அது பொருள்களைத் தன்னுள் எரிய விடுவதில்லை என்றும் பார்த்தோம். எனவே, பொருள்கள் எரிவ

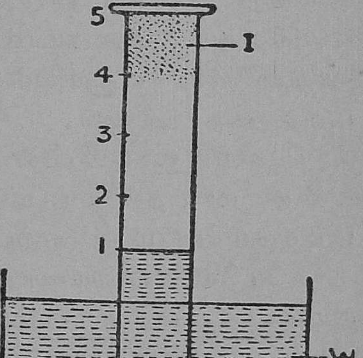


படம் 4. மணிஜாடிப் பரிசோதனை
i. மணிஜாடி ii. நீர்த்தொட்டி

தற்கு ஆக்ஸிஜன் தேவை என்று தெரிகிறது. பொருள்கள் ஆக்ஸிஜனோடு சேர்ந்து ரசாயன மாற்றம் அடையும்பொழுது அதிக அளவு வெப்பம் வெளிப்பட்டு சுவாலை ஏற்பட்டால், அதை எரிதல் என்று சொல்கிறோம்.

மேற்கூறியவாறு சில பொருள்கள் சுவாலையுடன் எரிந்து ஆக்ஸைடுகளை உண்டாக்குகின்றன. ஆனால் சில வேளைகளில் பொருள்கள் சுவாலையும் வெளிச்சமும் இன்றி ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து ஆக்ஸைடுகளாக மாறும். இதுபோன்ற எரிதலுக்கு மந்த தகனம் (slow combustion) என்று பெயர்.

மந்த தகனம்: நாம் சுவாசிக்கும்போது உட்கிரகிக்கப் பட்ட ஆக்ஸிஜன் நுரையீரல்களையடைந்து ரத்தத்தால் உடலின் பல பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு ஆங்காங்கு செல்களிலுள்ள உணவுச் சத்தோடு சேர்கிறது. இப்பொழுது உஷ்ணம் வெளிப்படுகிறது. இந்த உஷ்ணம் உடல் முற்றிலும் பரவுகிறது. ஆதலால், நமது உடலிலும் எரிதல் ஏற்படுகிறது. ஆனால் பொருள்கள் எரியும்போது பெரும்பாலும் நாம் காணக்கூடிய சுவாலை இங்குக் காணப்படுவதில்லை. இவ்வித எரிதலை மந்த தகனம் என்கிறோம். இரும்புக் கம்பி துருப்பிடிக்கும்போது, காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து இரும்பு ரசாயன மாறுதலை அடைகிறது. இம்மாறுதலிலும் சுவாலை உண்டாவதில்லை. இதுவும் மந்த தகனத்திற்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டாகும்.



படம் 5. இரும்பு துருப்பிடித்தல்
I. ஜாடியில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் இரும்புத்தூள்
W-தொட்டியில் நீர்.

இரும்பு துருப்பிடித்தல்—பரிசோதனை: ஒரு வாயு ஜாடியின் அடியில் சிறிது நீர் ஊற்றி ஈரமாக்கு. அதில் பளபளப்பான இரும்புத் தூளைச் சிறிது தூவு. இரும்புத் தூள் ஈரத்தில் ஒட்டிக் கொள்

ளும். ஒரு தொட்டியில் பாதியளவு நீர் எடுத்துக்கொண்டு ஜாடியை அதில் கவிழ்த்து நிறுத்து. ஜாடியைச் சாய்த்து அதில் போதுமான நீர் புகச் செய்து, தொட்டியிலும் ஜாடியிலும் நீர் சம மட்டமாக இருக்கச் செய். ஜாடியில் காற்றுள்ள உயரத்தை அளந்து குறித்துக்கொள். இந்த அமைப்பைச் சில நாட்கள் வைத்திருந்து நாள்தோறும் கவனி.

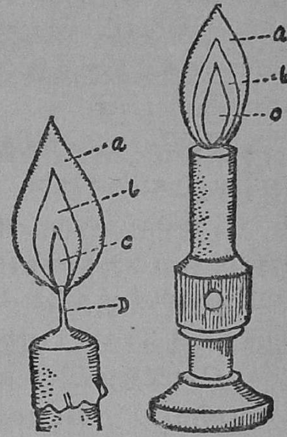
ஜாடிக்குள் நீர் மட்டம் முதலில் உயர்கிறது; இரண்டு நாட்களுக்குப் பிறகு நீர் மட்டம் நிலையாகி விடுகிறது. அந்த மட்டத்தைக் குறித்துக்கொண்டு, எஞ்சியுள்ள வாயுவின் உயரத்தை அள. முதலில் ஜாடியிலிருந்த காற்றில் சுமார் ஐந்தில் ஒரு பங்கு வாயு பயன்பட்டிருக்கும். எனவே, இரும்பு துருப்பிடிக்கும்பொழுது பயன்பட்டிருக்கும் வாயு ஆக்ஸிஜன் என்பதை ஊகிக்கலாம். வாயு ஜாடியின் வாயை மூடிக்கொண்டு வெளியே எடுத்து நிமிர்த்தி வை. எரியும் மெழுகுவர்த்தி ஒன்றை எஞ்சிய வாயுவினுள் இறக்கு. சுவாலை அணைந்து விடுகிறது. ஆகையால் ஜாடியில் ஆக்ஸிஜன் இல்லை என்று அறிகிறோம். எஞ்சியுள்ள வாயு காற்றில் ஐந்தில் நான்கு பங்கா யுள்ள நைட்டிரஜன்.

மணி ஜாடியினுள் பாஸ்வரம் எரியும்பொழுது காற்றில் என்ன மாறுதல் ஏற்பட்டதோ, அதே மாறுதல் இரும்பு துருப் பிடிக்கும்பொழுதும் ஏற்படுகிறது என அறிகிறோம்.

மேலே கூறியவாறு சோதனைகள் செய்வதற்கு நாம் ஸ்பிரிட்டு விளக்கு, மெழுகுவர்த்தி அல்லது வாயுக்களின் சுவாலை ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துகிறோம். அந்தச் சுவாலையின் அமைப்பை இங்கு ஆராய்வோம்.

சுவாலையின் அமைப்பு: (1) ஒரு மெழுகுவர்த்தி எரிவதால் கிடைக்கும் சுவாலையும், வாயு எரிவதால் கிடைக்கும் சுவாலையும் தனித்தனியே படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஏறக்குறைய எல்லாச் சுவாலைகளும் மேற்கூறிய அமைப்பை ஒத்தவையே. மெழுகுவர்த்தியிலிருந்து வெளிப்படும் வாயுவும், புன்சன் விளக்கி லிருந்து வெளிப்படும் வாயுவும் எரிகின்றன. வெளிப்பட்ட வாயு உடனே அதற்கு வேண்டிய ஆக்ஸிஜனைப் பெற முடியாததால்

முதலில் எரியாத ஒரு கூம்பு வடிவமான பிரதேசம் ஏற்படு கிறது. (படத்தில் C என்னும் பாகம்.) ஒரு குச்சியைச் சுவாலையின் குறுக்கே பிடித்தால் அதன் நடுப் பாகம் கருகிப் போகாமல் இருக்கும். ஒரு வளைந்த குழாயை அந்தப் பாகத்தில் செலுத்தி, குழாயின் மறு பக்கத்தில்

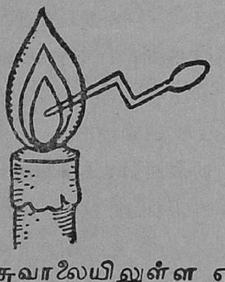


படம் 6. மெழுகுவர்த்தியின் சுவாலை
a. மங்கலான பாகம்; b. பிரகாசமான பாகம்; c. வாயு எரியாமல் இருக்குமிடம்; d. திரி

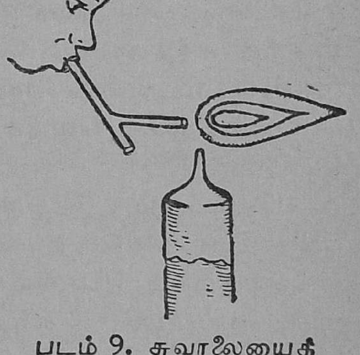
படம் 7. வாயு எரியும் சுவாலை
a. மங்கலான சுவாலை b. சிறிது பிரகாசமான சுவாலை c. எரியாத வாயு.

படம் 6. படம் 7.

வரும் வாயுவை எரிய வைக்கலாம் (படம் 8). இவற்றிலிருந்து நடுப் பாகத்தில் எரியாத வாயு இருக் கிறது என்று தெரிகிறது.



படம் 8. சுவாலையிலுள்ள எரியாத வாயுவை எரிய வைத்தல்



படம் 9. சுவாலையைத் துருத்தியால் ஊதுதல்.

(2) இந்த எரியாத வாயுவைச் சூழ்ந்து இருக்கும் பாகம் காற்றிலிருந்து ஆக்ஸிஜனைப் பெறுகிறது. ஆனால் போதிய அளவு ஆக்ஸிஜன் கிடைக்காததால் சிறு கரி அணுக்கள் வெளிப்

பட்டு, பிரகாசமான வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கின்றன. (படத்தில் *b* என்னும் பாகம்.)

(3) இந்தப் பிரகாசமான பாகத்திற்கு மேல் மிகுந்த ஆக்ஸிஜனைப் பெற்றுள்ள வாயுமண்டலம், வெளிச்சமில்லாமல் மங்கலாக மிகுந்த வெப்பத்துடன் எரிகிறது. (படத்தில் *a* என்னும் பாகம்.)

மேலே விவரித்த பாகங்களே பொதுவாக எல்லாச் சுவாலை களிலும் உள்ளவை. இச் சுவாலைகளை ஒரு துருத்தியின் உதவி யால் வெவ்வேறு விதமாகப் பொருள்களின்மீது செலுத்தி, அவற்றை ஆக்ஸிகரணமடையச் செய்யவோ, அல்லது அவற்றி லுள்ள ஆக்ஸிஜனைக் குறைக்கவோ ரசாயனக் கலைஞர்கள் பயன் படுத்திக் கொள்கிறார்கள்.

வெடித்தல் : எரிதல், மந்த தகனம் முதலான நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படுவது போலவே வெடித்தலும் ஏற்படுகிறது. சில பொருள்கள் காற்றுடன் கலக்கப்பட்டு, அக்கலவையில் தீ வைத் தாலும் மின்பொறியைச் செலுத்தினாலும் அல்லது அழுத்தத்தைப் பெருக்கினாலும் அக்கலவை வெகு விரைவாக ஆக்ஸிகரணம் அடைந்து மிகுந்த அளவு வாயுவை வெளிப்படுத்தும். அது வெளிச் செல்ல முயற்சி செய்யும்போது பெருத்த வெடியுடன் மிகுந்த சக்தியையும் வெளிப்படுத்தும். இதையே வெடித்தல் (explosion) என்கிறோம். இதுபோல் வெடி உண்டுபண்ணும் பொருள்களுக்கு வெடிக்கும் பொருள்கள் (explosives) என்று பெயர்.

வெடிக்கும் பொருள்கள், பொதுவாக, திடப்பொருள் களாகவோ அல்லது வாயுப் பொருள்களாகவோ இருக்கலாம். இவ்வெடிக்கும் பொருள்கள் வெடிக்கும்பொழுது மிக்க அழுத்த மும், வெப்பமும், மிகுந்த அளவு வாயுவும் உண்டாகும்.

அமைதி நிலவும் காலங்களில் இவ் வெடிமருந்துகள் பாறை களைத் தகர்க்கவும், சுரங்கங்களைப் பெயர்க்கவும் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. துப்பாக்கி மருந்தில் வெடியுப்பு, கந்தகம், கரி ஆகிய மூன்று பொருள்களும் கலந்திருக்கின்றன. இது வெடிக்கும்பொழுது முக்கியமாகக் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வெளிப்

படுகிறது. தற்காலத்தில் இதற்குப் பதிலாக கார்டைட்டு (cordite), டைனமைட்டு முதலான பொருள்கள் பெருத்த அளவில் பயன்படுகின்றன. கார்டைட்டு என்பது குச்சிகளாகச் செய்யப்படுகிறது. நமது தென்னாட்டில் நீலகிரி மலையின்மீது அமைந்துள்ள அரவங்காடு என்னும் இடத்தில் கார்டைட்டுத் தொழிற்சாலை ஒன்று இருக்கிறது.

வாயுப் பொருள்கள் வெடிப்பதற்கு எடுத்துக் காட்டாக, மோட்டார் எஞ்சின்களில் பெட்ரோல் ஆவியும் காற்றும் சேர்ந்து வெடிப்பதைக் கூறலாம். இது மிகுந்த திறனை வெளிப்படுத்துவது நாம் அறிந்ததே. நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில் சில வாயுக்கள் வெடிப்பதால் பெருத்த விபத்துக்கள் நேரிடுவதும் உண்டு. வாண வேடிக்கைகளில் பலவித வெடிகள் செய்ய வெடிமருந்துகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. பொருள்கள் எரிவதற்கு ஆக்ஸிஜன் வேண்டும் என்று எப்படி நிலைநாட்டுவாய்?
2. சோதனைச் சாலைகளில் ஆக்ஸிஜன் எவ்வாறு தயாரிக்கப் படுகிறது?
3. ஆக்ஸிஜன் தயாரிக்கும் சோதனையில் பயன்படும் கிரியா ஊக்கி எது?
4. ஆக்ஸிஜனின் பண்புகளைக் கூறுக.
5. ஆக்ஸிஜனின் பயன்களைக் கூறுக.
6. 'எரிதல்' என்றால் என்ன?
7. 'மந்த தகனம்' என்றால் என்ன? உதாரணங்கள் கொடுத்து விளக்குக.
8. ஒரு சுவாலையின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து காட்டுக.
9. 'வெடித்தல்' எப்படி ஏற்படுகிறது?
10. வெடிக்கும் பொருள்கள் சிலவற்றைக் கூறுக.
11. வெடி மருந்தின் பயன்கள் சிலவற்றைக் கூறுக.
12. வெடிக்கும் வாயுப் பொருள் ஒன்று கூறுக.

செய்முறைப் பயிற்சி

வெவ்வேறு சோதனைக் குழாய்களில் செவ்வீயம், பாதரச ஆக்ஸைடு, பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு ஆகியவற்றை வெப்பப்படுத்தி, அவற்றினின்றும் வெளிவரும் வாயு ஆக்ஸிஜன் என்று காட்டுக.

4. ஹைடிரஜன்

[சோதனைச் சாலையில் ஹைடிரஜன் தயாரித்தல்—ஹைடிரஜனின் பண்புகள்—பயன்கள்—ஆக்ஸிகரணமும் குறைக்கும் கிரியையும்—ஹைடிரஜன் ஒரு சிறந்த குறைப்பான்—வாயுக்களின் பரவும் தன்மை.]

ஹைடிரஜன் வாயு, நீரிலும் எல்லா அமிலங்களிலும் மிகுதியாக உள்ளது. நீரிலிருந்து ஹைடிரஜன் வாயுவைப் பிரித்து அடையலாம். சோடியம், பொட்டாசியம் என்னும் உலோகங்கள் குளிர்ந்த நீருடன் கிரியை புரிந்து ஹைடிரஜனைப் பிரித்துக் கொடுக்கும். கொதிக்கும் நீரிலிருந்து மகனீசயம் (magnesium) என்னும் உலோகம் ஹைடிரஜனை விடுவிக்கும். பழுக்கக் காய்ச்சப்பட்ட இரும்பின்மீது நீராவியைச் செலுத்தினால் ஹைடிரஜன் கிடைக்கும்.

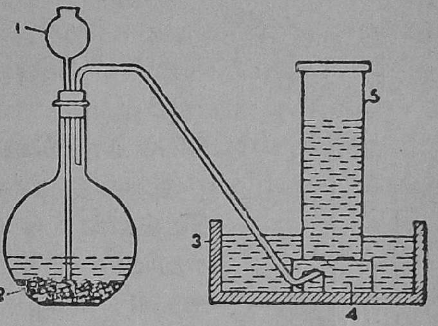
மேற்கூறிய முறைகள் சோதனைச் சாலைகளில் மிகுந்த அளவில் ஹைடிரஜன் தயாரிக்க உதவமாட்டா. சோதனைச் சாலைகளில் ஹைடிரஜன் வாயு அமிலங்களிலிருந்தே தயாரிக்கப் படுகிறது. எல்லா அமிலங்களிலும் ஹைடிரஜன் ஒரு முக்கிய மான பகுதிப் பொருளாகும். இந்த ஹைடிரஜன் ஓர் உலோகத் தால் இடப்பெயர்ச்சி அடையக் கூடியது. ஆகவே சோதனைச் சாலைகளில், பொதுவாக, ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் அல்லது கந்தக அமிலத்துடன் துத்தநாகம் (zinc), மகனீசயம் போன்ற உலோகங்களைக் கிரியை செய்யவைத்து, ஹைடிரஜன் வாயு தயாரிக்கப்படுகிறது.

துத்தநாகம் + கந்தக அமிலம் → துத்தநாக சல்பேட்டு + ஹைடிரஜன் ↑

துத்தநாகம் + ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் → துத்தநாக குளோரைடு + நைட்டிரஜன் ↑

பரிசோதனை : ஒரு சோதனைக் குழாயில் சில துத்தநாக ரவைகளைப் போடு. நீர்த்த கந்தக அமிலத்தையோ, ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தையோ துத்தநாகத்தின்மீது ஊற்று. சிறிது நேரத்தில் இரு பொருள்களும் விரைவாகக் கிரியை செய்யத்

தொடங்கும். குழாயிலிருந்து ஒரு வாயு வெளி வருவதைப் பார். குழாயின் வாயருகே ஒரு சுவாலையைக் கொண்டு வா; வாயு 'டப்' என்னும் ஒலியுடன் வெடித்து எரிகிறது.



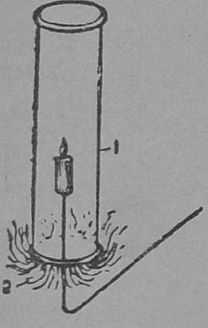
படம் 10. ஹைடிரஜன் தயாரித்தல்
1. புனல், 2. துத்தநாகமும் அமிலமும், 3. நீர்த் தொட்டி, 4. துளைமேடை, 5. வாயு ஜாடி

மிகுந்த அளவில் ஹைடிரஜன் தயாரித்தல்—பரிசோதனை: ஒரு குடுவையில் போதுமான துத்தநாக ரவைகளைப் போட்டு, அதன் வாயை இரு துளைத் தக்கையால் மூடு. ஒரு துளை வழியே ஒரு போக்குக் குழாயையும், மற்றொன்றின் வழியே நீண்ட காம்புடைய ஒரு புனலையும் செருகு. போக்குக் குழாய், படத்தில் காட்டியுள்ளபடி, ஒரு தொட்டி நீரிலுள்ள துளைமேடைக்குள் (beehive shelf) முடிய வேண்டும். ஒரு வாயு ஜாடியில் முழுதும் நீர் நிரப்பி, அதைக் கண்ணாடித் தகட்டால் மூடிக்கொண்டு கவிழ்த்துத் துளைமேடைமீது வைத்து, தகட்டை எடுத்துவிடு.

இப்பொழுது புனல் வழியாக, நீர்த்த கந்தக அமிலத்தையோ, ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தையோ ஊற்று. உடனே ஹைடிரஜன் வெளிவரத் தொடங்குகிறது. முதலில் வரும் ஹைடிரஜன், குடுவையிலுள்ள காற்றுடன் கலந்திருக்குமாதலால் முதலில் வெளிவரும் வாயுக் குமிழ்களை வாயு ஜாடியில் சேகரிக்காமல் விட்டுவிடு. சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு வெளிவரும் வாயுக் குமிழ்கள் நீர் நிரம்பிய வாயு ஜாடியில் சேருமாறு, ஜாடியைத் துளைமேடையின் வாய்க்கு நேராக வை. ஜாடி நிரம்பியதும் அதை ஒரு கண்ணாடித் தகட்டால் நன்கு மூடிய பிறகு, வெளியே எடுத்து நிமிர்த்தி வை. இதேபோல் மற்றொரு ஜாடியிலும் வாயுவைச் சேகரித்து வைத்துக்கொள்.

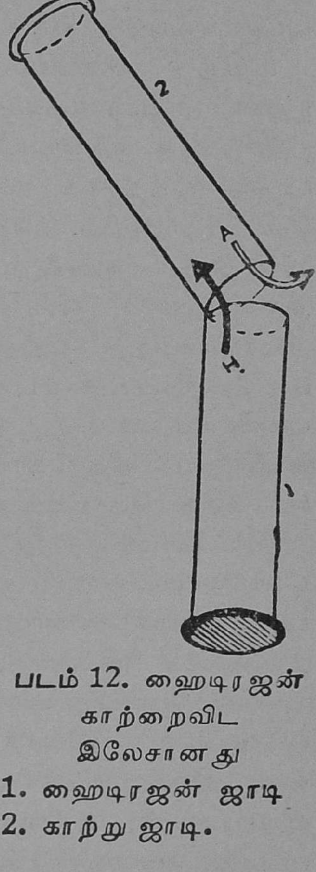
1. ஒரு வாயு ஜாடியைத் தலைகீழாகப் பிடித்துக்கொள்.

ஒரு வளைந்த இரும்புக் கம்பியில் ஒரு சிறு மெழுகுவர்த்தியைக் கட்டிக் கொளுத்தி, அதைப் படத்தில் காட்டியபடி ஹைடிரஜன் ஜாடிக்குள் நுழை. மெழுகுவர்த்தி அணைந்து விடுகிறது; ஆனால் ஜாடியின் வாயருகே மங்கிய சுவாலையுடன் வாயு எரிகிறது.



படம் 11. ஹைடிரஜன் எரிதல்
1. வாயு ஜாடி
2. ஜாடியின் வாயில் ஹைடிரஜன் எரிதல்

2. காற்றிலுள்ள ஒரு ஜாடியைத் தலை கீழாகப் பிடித்துக் கொண்டு, ஹைடிரஜன் ஜாடிஒன்றை அதன் கீழே கொண்டு வந்து, கண்ணாடித் தகட்டை எடுத்துவிடு. சிறிது நேரம் கழித்து, இரு ஜாடிகளையும் கண்ணாடித் தகடுகளால் மூடிவிட்டு, ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனியே சுவாலையின் அருகே கொணர்ந்து தகட்டை எடு. மேல் ஜாடியில் இருக்கும் வாயு பலத்த வெடிச் சத்தத்துடன் எரியும். கீழ் ஜாடியிலிருக்கும் வாயு பெரும்பாலும் எரியாது; அல்லது இலேசாக வெடிக்கும். கீழ் ஜாடியிலிருந்த ஹைடிரஜனின் பெரும் பகுதி மேல் ஜாடிக்குள் போய் விட்டதென்று அறியலாம். ஆகவே ஹைடிரஜன் காற்றைவிட இலேசானது என்று தெரிகிறது.



படம் 12. ஹைடிரஜன் காற்றைவிட இலேசானது
1. ஹைடிரஜன் ஜாடி
2. காற்று ஜாடி.

3. குடுவையிலிருந்து வெளிவரும் போக்குக் குழாயுடன் ஒரு குட்டையான கண்ணாடிக் குழாயை இணை; அதனுடன் ஒரு ரப்பர் பலூனைக் கட்டி வை. சிறிது நேரத்தில் பலூனில் ஹைடிரஜன் நிரம்பி, பலூன் விரிகிறது. பலூன் நன்றாகப் பெரிதான பிறகு, அதன் வாயை அழுத்தி மூடிக்கொண்டு

வெளியே எடுத்து ஒரு மெல்லிய நூலால் வாயைக் கட்டிவிடு. பலூன் மேலெழும்பிச் சென்றுவிடுகிறது. ஹைடிரஜன் மிகவும் இலேசான வாயு.

4. போக்குக் குழாயுடன், கூரான நுனியுடைய ஒரு குழாயை இணை. இதன் வழியே வெளிவரும் ஹைடிரஜனைக் கொளுத்து. வாயு மங்கலான சுவாலையுடன் எரிகிறது. சுவாலையின்மேல் ஒரு குடுவையையோ, வாயு ஜாடியையோ சிறிதுநேரம் கவிழ்த்துப் பிடி. பாத்திரத்தின் உட்புறத்தில் சிறுசிறு நீர்த் துளிகள் படிவதைப் பார்.

ஹைடிரஜனின் குணங்கள் :

1. ஹைடிரஜன் வாயு நிறமற்றது.
2. இதற்கு வாசனை இல்லை.
3. இந்த வாயு நீரில் கரையாது; இக்குணம் இருப்பதால் தான், நீரின் வழியே செலுத்திச் சேகரிக்க முடிகிறது.
4. ஹைடிரஜன் காற்றைவிட இலேசானது.
5. ஹைடிரஜன் வாயு மெழுகுவர்த்தி போன்ற பொருள்களைத் தன்னுள் எரியவிடாது.
6. காற்றுடன் கலந்த ஹைடிரஜன் வாயுவின் அருகே நெருப்போ சுவாலையோ கொணர்ந்தால், அது வெடிக்கும். சுத்தமான வாயு வெடிக்காமல் எரியும்.
7. காற்றில் ஹைடிரஜன் எரியும்பொழுது நீர் உண்டாகிறது. காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் ஹைடிரஜன் கூடுவதால் நீர் உண்டாகிறது.

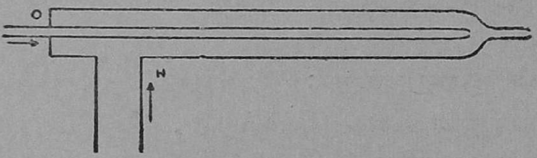
ஹைடிரஜன் + ஆக்ஸிஜன் → நீர்.

ஹைடிரஜன் வாயுவின் பயன் :

1. ஹைடிரஜன் வாயு காற்றைவிட மிகவும் இலேசானது. பலூன்களிலும் ஆகாயக் கப்பல்களிலும் இதை நிறைத்துப் பறக்கச் செய்து வந்தார்கள். இது எரியக்கூடிய வாயுவாகையால், சில அபாயங்கள் ஏற்பட்டன. ஆகவே, இப்பொழுது ஹைடிரஜனைப் பயன்படுத்துவதற்குப் பதிலாக ஹீலியம் (helium)

என்னும் மற்ருெரு இலேசான, ஆனல் அபாயமற்ற, வாயுவைப் பயன்படுத்துகிருர்கள்.

2. ஹைடிரஜனை ஆக்ஸிஜனில் எரியவிட்டால் உண்டாகும் சுவாலைக்கு ஆக்ஸி ஹைடிரஜன் சுவாலை (oxy-hydrogen flame) என்று பெயர். இதன் உஷ்ணநிலை மிகவும் அதிகம். ஒன்றுக்குள் ஒன்ருக வரும் குழாய்களில் இவ்வாயுக்களைச் செலுத்தி, குழாயின் கூர் நுனியருகே கொளுத்தி விட்டால்,



படம் 13. ஆக்ஸி-ஹைடிரஜன் சுவாலைக்கு உபகரணம்
O-ஆக்ஸிஜன், H-ஹைடிரஜன்.

இந்தச் சுவாலை உண்டாகும். எந்த உலோகமும் இந்தச் சுவாலையில் உடனே உருகிவிடும். இந்தச் சுவாலையைக் கொண்டு உடைந்த உலோகப் பகுதிகளை உருக்கி இணைத்துவிடலாம்.

3. தேங்காய் எண்ணெய் போன்ற தாவர எண்ணெய்களுடன் சில தனிப்பட்ட முறைகளால் ஹைடிரஜனைக் கூடச் செய்து, அவற்றைக் கெட்டியான திடப்பொருளாகச் செய்யலாம். இந்த முறையில்தான் வனஸ்பதிகள் (vanaspathi) தயாரிக்கப் படுகின்றன.

இந்த முறைக்கு ஹைடிரஜனைப் புகவிடுதல் (hydrogenation) என்று பெயர். இம்முறையைப் பயன்படுத்தித் தற்காலத்தில் நிலக்கரியிலிருந்து சில பயன்தரும் எண்ணெய்களைத் தயாரிக்கிருர்கள்.

ஆக்ஸிகரணமும் குறைக்கும் கிரியையும்: கந்தகம், பாஸ்வரம், கரி முதலான பொருள்கள் எரியும்பொழுது காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொண்டு, ஆக்ஸைடுகளாக மாறுகின்றன. இதுபோல் ஒரு பொருளுடன் ஆக்ஸிஜன் கூடுவதற்கு அல்லது ஒரு கூட்டுப் பொருளிலுள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவைப் பெருக்கும்

கிரியைக்கு **ஆக்ஸிகரணம்** (oxidation) என்று பெயர். ஆகை வால், இரும்பு துருப்பிடித்தல், உணவு ஜீரணமடைதல் முத லானவை ஆக்ஸிகரணத்திற்கு ஏற்ற உதாரணங்களாகும்.

காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுக்குப் பதிலாக ஒரு சில பொருள் கள் தம்மிடம் இருக்கும் மிகுந்ததான ஆக்ஸிஜனைப் பிற பொருள் களுக்குக் கொடுத்து, அவற்றை ஆக்ஸிகரணமடையச் செய் கின்றன. அவ்வாறான பொருள்களுக்கு **ஆக்ஸிகரணிகள்** (oxidising agents) என்று பெயர். பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டு, நைட்டிரிக அமிலம் முத லானவை சிறந்த ஆக்ஸிகரணிகள்.

மேற் கூறியவாறே வேறு சில பொருள்கள் மற்றப் பொருள் களிலுள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவைக் குறைக்கப் பயன்படு கின்றன. அதுபோல் ஒரு கூட்டுப் பொருளிலிருக்கும் ஆக்ஸி ஜன் அளவைக் குறைக்கும் கிரியைக்கு, 'குறைக்கும்' கிரியை' என்று பெயர். பல உலோகத் தாதுக்களிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் வெளியேற்றப் படுவதாலேயே உலோகங்கள் கிடைக்கின்றன. ஒரு கூட்டுப் பொருளிலுள்ள ஆக்ஸிஜனின் அளவைக் குறைப் பதற்குச் சில பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. அவற்றிற்குக் **குறைப்பான்கள்** (reducing agents) என்று பெயர். ஹைடி ரஜன், கரி, கந்தக டை ஆக்ஸைடு முதலான பொருள்கள் சிறந்த குறைப்பான்களாகும். உலோகத் தாதுக்களிலிருந்து ஆக்ஸிஜனை அப்புறப்படுத்தக் கரி மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. ஹைடிரஜன் வாயுவின் குறைக்கும் தன்மை பின்வரும் பரிசோதனையால் நன்கு விளங்கும்.

தாமிர ஆக்ஸைடு மீது ஹைடிரஜனின் கிரியை: ஒரு கெட்டிக் கண்ணாடிக் குழாயின் நடுவே தாமிர ஆக்ஸைடு (copper oxide) என்னும் கருநிறத் தூளைச் சிறிது பரவலாக வை. ஒரு குடுவையில் ஹைடிரஜன் தயாரித்து, அதை அடர்கந்தக அமிலத் தால் உலர்த்தி, தாமிர ஆக்ஸைடு மீது செலுத்து. குடுவை, குழாய் எல்லாம் ஹைடிரஜன் நிரம்பிய பிறகு, தாமிர ஆக்ஸை டைச் சூடாக்கு.

போக்குக் குழாய் வழியே வெளியேவரும் நீராவி போன்ற

பொருள்மீது குளிர்ந்த கண்ணுடித் தகட்டைப் பிடி. தகட்டின் மீது நீர்த்துளிகள் ஒட்டிக்கொள்வதைப் பார். (இந்த ஆவியை லீபிக் கன்டென்ஸர் வழியே செலுத்திஞல், ஆவி நன்ருகக் குளிர்ந்து நீராகும். அதை ஒரு மூக்குக் குவளையில் சேகரிக்க லாம்.) சில நிமிடங்கள் இவ்வாறு வெப்பப்படுத்தி, ஹைடிரஜன் செலுத்திய பிறகு சுவாலையை அணைத்துவிடு. குழாய் குளிர்ந்த பின் உள்ளிருக்கும் பொருளைப் பார். கருநிறத் தூள் சிவப்பாக மாறியிருக்கிறது. இது தாமிரத் தூள் என்பதை எளிதில் நிரூபிக்கலாம். ஆகவே, தாமிரக ஆக்ஸைடு + ஹைடிரஜன் → தாமிரம் + நீர்.

ஆக்ஸிகரணிகள், குறைப்பான்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றி நீங்கள் மேல் வகுப்புக்களில் மேலும் விரிவாகப் படிப்பீர்கள்.

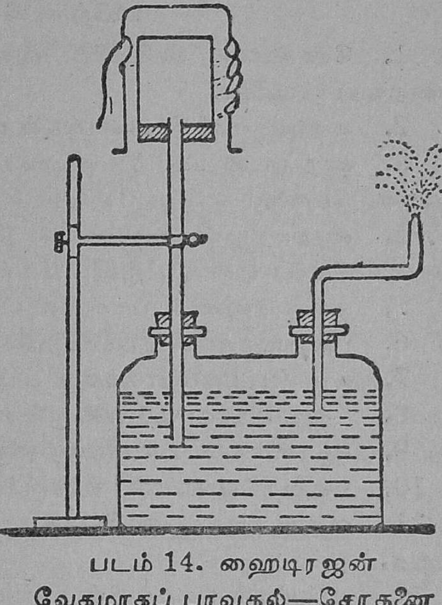
வாயுக்களின் பரவும் தன்மை : ஈதர் அல்லது அமோனியா போன்ற எளிதில் ஆவியாகக் கூடியதும் மிகுந்த நறுமணம் உள்ளதுமான ஒரு திரவத்தின் சில துளிகளை ஓர் அறையின் தரைமீது தெளித்துவிட்டால், அந்நறுமணம் வெகு விரைவில் அறை முழுவதும் பரவிவிடுகிறது. அப்பொருளிலிருந்து புறப் படும் இம்மிகள் விரைவாகப் பரவுவதே இதற்குக் காரணமாகும். இதுபோல் பரவுதலுக்கு வாயுக்கள் பரவுதல் (diffusion of gases) என்று பெயர்.

எல்லா வாயுக்களும் ஒரே வேகத்தில் பரவுவதில்லை. அடர்த்தி குறைவான வாயுக்கள் விரைவாகவும், அடர்த்தி மிகுந்த வாயுக் கள் மெல்லவும் பரவுகின்றன. இதுபோல் வாயுக்களின் பரவும் தன்மையைப் பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்த தாமஸ் கிரா ஹாம் (Thomas Graham) என்பவர் பரவுதலின் விதி (law of diffusion) என்பதை வெளியிட்டார்.

விதி : ஒரு வாயுவின் பரவும் வீதமானது அதன் அடர்த் தியின் வர்க்கமூலத்திற்கு எதிர் விகிதப் பொருத்தத்தில் உள்ளது.

இதிலிருந்து அடர்த்தி குறையக் குறைய வாயுக்கள் விரை வாகப் பரவும் என்று தெரிகிறது. இதைப் பின் பரிசோதனையால் நிரூபிக்கலாம்.

பரிசோதனை: மின்சார செல்களில் பயன்படுவதைப் போன்ற நுண்துளைப் பாண்டம் ஒன்று எடுத்துக்கொள். அதன் வாயை ஒரு தக்கை அடைப்பானுல் மூடு. அடைப்பானின் வழியாக ஒரு குழாயைச் செருகி, அதன் மற்ெறொரு நுனி ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள நீரில் இருக்குமாறு வை. பாத்திரத்திலுள்ள மற்ெறொரு துவாரத்தின் வழியாக வளைந்த குழாய் ஒன்றைச் செருகி, அதுவும் நீரிலிருக்கு மாறு அமை. இப்பொழுது நுண்துளைப் பாண்டத்தினுள் காற்று இருக்கிறது. நுண்துளைப் பாண்டத்தின் மேல் ஹைடிரஜன் வாயு நிறைந்த ஒரு மூக்குக் குவளையைக் கவிழ்த்துப்பிடி. பாத்திரத்தினுள்ளிருக்கும் காற்று வெளிப்புறமாகவும், குவளையிலுள்ள ஹைடிரஜன் பாத்திரத்திற்குள்ளுமாகப் பரவும். ஆனல் ஹைடிரஜன், காற்றைக் காட்டிலும் விரைவாகப் பரவுவதால், வெகு விரைவில் பாத்திரத்திற்குள் அழுத்தம் மிகும். இதனுல் கீழ்ப் பாத்திரத்திலுள்ள நீர் ஊற்றுப் போல் குழாயின் வழியாக வெளியேறும்.



படம் 14. ஹைடிரஜன் வேகமாகப் பரவுதல்—சோதனை

இப்பொழுது ஹைடிரஜன் உள்ள குவளையை எடுத்து விட்டால் நுண்துளைப் பாண்டத்தினுள்ளிருக்கும் ஹைடிரஜன் வேகமாக வெளியே வருவதால் அதனுள் அழுத்தம் குறையும். ஆகவே, அதோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் குழாயில் நீர் மேலேறும்.

இதுபோன்று வாயுக்களின் பரவும் தன்மையைப் பயன் படுத்தி, வாயுக்களின் கலவைகளைப் பிரிக்கிறுர்கள். இந்தக்

காரணத்தாலேயே மலர்கள், நறுமணப் பொருள்கள் முதலானவற்றின் மணம் எளிதாக மிக விரைவில் பரவுகின்றது.

பயிற்சி விஞக்கள்

1. சோதனைச் சாலையில் ஹைடிரஜன் வாயு தயாரிக்கப்படும் முறையை விவரிக்க.
2. ஹைடிரஜனின் குணங்கள் யாவை?
3. காற்றுடன் சேர்ந்த ஹைடிரஜனின் அருகே எரியும் குச்சியைச் கொண்டுபோனுல் என்ன நேரிடும்?
4. ஹைடிரஜன் வாயுவைச் சேகரிக்கும்பொழுது முதலில் சில கொப்புளங்களை ஏன் விட்டுவிட வேண்டும்?
5. ஹைடிரஜனின் பயன்கள் யாவை?
6. 'ஹைடிரஜனைப் புகவிடுதல்' என்ருல் என்ன?
7. வனஸ்பதிகள் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகின்றன?
8. 'ஆக்ஸிகரணம்' என்ருல் என்ன?
9. ஆக்ஸிகரணிகள் சிலவற்றைக் கூறுக.
10. 'குறைப்பான்கள்' என்ருல் என்ன?
11. ஹைடிரஜன் ஒரு சிறந்த குறைப்பான் என்பதற்குச் சோதனை கூறுக.
12. வாயுக்கள் பரவுதலின் விதியைக் கூறுக.
13. அடர்த்தி குறைவான வாயுக்கள் விரைவாகப் பரவும் என்பதற்குச் சோதனை ஒன்று கூறுக.
14. வாயுக்களின் பரவும் தன்மை எதற்குப் பயன்படுகிறது?

செய்முறைப் பயிற்சி

வெவ்வேறு சோதனைக் குழாய்களில், கந்தக அமிலம், ஹைடிரோகுளோரிக அமிலம் ஆகியவற்றை எடுத்துக்கொண்டு, ஒவ்வொன்றிலும் முறையே துத்தநாகம், இரும்பு, மகனீசயம் முதலான உலோகத் துண்டுகளைப் போட்டு, வெளிவரும் வாயு ஹைடிரஜன் என்று நிரூபி.

5. கரைசல்கள்

[கரைசல்களின் வகைகள்—பூரிதக் கரைசல்—குறிப்பிட்ட வீரியமுள்ள கரைசல்கள் தயாரித்தல்—கரைசல்களின் வீரிய சதவீதம்—கரைதிறன்—கரைதிறன் கண்டுபிடித்தல்.]

கரைதல்: ஒரு டம்ளர் நீரில் ஒரு கரண்டி சாதாரண உப்பைப் போட்டால், சிறிது நேரத்தில் உப்பு மறைந்து விடுகிறது. நீரில் உப்பு கரைந்து விட்டது என்று சொல்கிறோம். இதேபோல் சர்க்கரை, சலவை சோடா (washing soda) முதலிய பொருள்களும் நீரில் கரைகின்றன. உப்பும் நீரும் அல்லது சர்க்கரையும் நீரும் கலந்து கிடைக்கும் ஒரே இயல்புள்ள பொருளுக்குக் **கரைசல்** (solution) என்று பெயர். நீருக்குக் **கரைப்பான்** (solvent) என்றும், உப்பு அல்லது சர்க்கரை போன்ற பொருளுக்குக் **கரைபொருள்** (solute) என்றும் பெயர்.

உப்பு, சர்க்கரை, சலவை சோடா போன்ற வெண்மையான கரைபொருள்கள் நீரில் கரைந்தால், கிடைக்கும் கரைசல், நீர் போலவே நிறமற்றதாயிருக்கிறது. மயில்துத்தம் (copper sulphate) போன்ற நிறமுள்ள கரைபொருள், கரைசலுக்கும் தன் நிறத்தை யளிக்கிறது.

கல், மணல், கரி, கந்தகம் போன்ற திடப் பொருள்கள் நீரில் கரைவதில்லை; இவற்றிற்குக் **கரையாப் பொருள்கள்** (insoluble substances) என்று பெயர். நீரில் கரையாத சில பொருள்கள் வேறு சில திரவங்களில் கரையக்கூடும்.

பரிசோதனை 1: இரண்டு சோதனைக் குழாய்களில் சிறிதளவு அயொடின் (iodine) படிகங்களைப் போடு. ஒன்றில் சிறிது நீரையும், மற்றொன்றில் சிறிது ஆல்கஹால் (alcohol) திரவத்தையும் ஊற்றிக் கலக்கு. நீரில் அயொடின் மிகச் சிறிதளவே கரைகிறது. ஆல்கஹாலில் அயொடின் நன்கு கரைந்து பழுப்பு நிறக் கரைசலாகிறது. இந்தக் கரைசலுக்குத்தான் **டிங்க்சர் அயொடின்** (tincture of iodine) என்று பெயர். ஆகவே அயொடினுக்கு ஆல்கஹால் ஒரு கரைப்பானாகிறது.

பரிசோதனை 2: ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிது அயொடினையும், மற்றொன்றில் சிறிது கந்தகத்தையும் எடுத்துக் கொண்டு, ஒவ்வொன்றிலும் கார்பன் டை சல்பைடு (carbon-di sulphide) என்னும் திரவத்தை ஊற்றிக் கலக்கு. இந்தத் திரவத்தில் இரு பொருள்களும் கரைகின்றன.

பரிசோதனை 3: மூன்று சோதனைக் குழாய்களில் ஒவ்வொன்றிலும் சிறுசிறு ரப்பர்த் துண்டுகளைப் போடு. ஒன்றில் நீரையும், மற்றொன்றில் டர்பென்டைனையும் (turpentine), மூன்றாவதில் பென்ஸீனையும் (benzene) ஊற்றிக் கலக்கு. ரப்பர் நீரில் கரைவதில்லை; ஆனால் மற்ற இரு திரவங்களிலும் கரைகின்றது.

ஒரு பொருளை விரைவாகக் கரையச் செய்யும் வழிகள்: கரையக்கூடிய ஒரு திடப் பொருளை ஒரே கட்டியாக நீரில் போட்டும், பொடி செய்து நீரில் போட்டும் சோதனை செய்து பார்த்தால், முன்னதைவிடப் பின்னதில் பொருள் விரைவாகக் கரைவதைக் காண்கிறோம். மேலும் கரை பொருளைக் கரைப்பானுடன் சேர்த்துக் கலக்கினாலும் குலுக்கினாலும் அது விரைவாகக் கரையும். கரைப்பானைச் சூடாக்குவதாலும் கரைபொருள் விரைவாகக் கரைகிறது.

பூரிதக் கரைசல்—பரிசோதனை 4: ஒரு சோதனைக் குழாயில் மூன்றில் ஒரு பாகம் நீர் எடுத்துக்கொள். அதில் வெடியுப்பைப் (potassium nitrate) போட்டுக் குலுக்கு; அது கரைந்துவிடுகிறது. மேலும் சிறிது உப்பைப் போட்டுக் குலுக்கு; அதுவும் கரையக்கூடும். இவ்வாறு வெடியுப்பைச் சிறிது சிறிதாகப் போட்டுக் குலுக்கு; ஒரு நிலைக்குப் பிறகு வெடியுப்பு மேலும் கரையாமல் சோதனைக் குழாயினடியில் தங்கிவிடுகிறது.

இப்பொழுது நாம் எடுத்துக்கொண்ட நீரில் அந்த உஷ்ண நிலையில் எவ்வளவு வெடியுப்பு கரையுமோ அவ்வளவும் கரைந்து விட்டது. ஒரு குறித்த உஷ்ண நிலையில் எவ்வளவு கரைபொருள் கரையக் கூடுமோ அவ்வளவும் கரைந்ததனால் உண்டாகும் கரைசலுக்குப் பூரிதக் கரைசல் (saturated solution) என்று பெயர். இந்த நிலையை அடையாத (மேலும் சிறிது பொருள்

கரையக் கூடிய) கரைசலுக்கு அபூரிதக் கரைசல் (unsaturated solution) என்று பெயர்.

பரிசோதனை 5: மேற் பரிசோதனையில் கிடைத்த பூரிதக் கரைசலில் மேலும் சிறிது வெடியுப்பைப் போட்டு உஷ்ணப் படுத்து. அடியில் தங்கியுள்ள வெடியுப்பு சூடான நீரில் கரைந்து விடுகிறது.

ஆகையால் உயர்ந்த உஷ்ணநிலைகளில் பூரிதக் கரைசல் உண்டாவதற்கு மிகுந்த அளவு வெடியுப்பு தேவையாயிருக்கிறது என்று அறிகிறோம். எனவே பூரிதக் கரைசல் என்று சொன்னால் மட்டும் போதாது. உஷ்ணநிலையைக் குறிப்பிட்டு, 'இந்த உஷ்ண நிலையில் பூரிதக் கரைசல்' என்று சொல்லவேண்டும்.

கரைதிறன்- ஒரு கரை பொருள் கரைப்பானில் கரையும் அளவைக் குறிப்பிடுவதற்குக் கரைதிறன் பயன்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட உஷ்ணநிலையில் 100 கிராம் கரைப்பான், பூரிதக் கரைசலாவதற்கு எத்தனை கிராம் கரைபொருள் தேவையோ அந்த எண்தான் அந்த உஷ்ணநிலையில் அப்பொருளின் கரை திறனாகும். சாதாரணமாக, கரைப்பானைக் குறிப்பிடாவிட்டால், நீரையே கரைப்பானென்று கொள்ளவேண்டும்.

வெடியுப்பின் கரைதிறன் கண்டுபிடிக்கப் பரிசோதனை: ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தின் எடையை ஒரு தராசில் கண்டுபிடி. பிறகு ஒரு முகவையில் (beaker) சுமார் 50 க. செ. மீ. வாலை வடி நீரை எடுத்துக்கொள், அதில் போதுமான அளவு வெடியுப்பைச் சேர்த்து நன்றாகக் கலக்கி, பூரிதக் கரைசல் தயார் செய். முகவையினடியில் சிறிதளவு வெடியுப்பு கரையாமல் தங்கியிருக்க வேண்டும். ஒரு சதாம்ச உஷ்ணமானியால் கரைசலின் உஷ்ண நிலையைக் கண்டுபிடித்துக் குறித்துக்கொள். உடனே தெளிவான கரைசலிலிருந்து சுமார் 10 க. செ. மீ. அளவுள்ள கரைசலை எடுத்து, எடை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கிண்ணத்தில் ஊற்று. கரைசலுடன் கிண்ணத்தின் எடையைக் கண்டுபிடி. பிறகு ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்குச் சுவாலையின்மீது ஒரு மணல் தட்டை வைத்துச் சூடாக்கி, மணல்மீது பீங்கான் கிண்ணத்தை வை. சிறுகச் சிறுக, கரைசலில் உள்ள நீர் ஆவியாகிறது. நீர் முழுதும்

ஆவியாகி, கிண்ணத்தின் அடியில் தங்கிய திடப் பொருள் நன்கு உலர்ந்து காணப்படும்பொழுது கிண்ணத்தை இடுக்கியால் எடுத்து ஓர் உலர்த்தும் பாண்டத்தினுள் (desiccator) வைத்துக் குளிர வை. குளிர்ந்த பிறகு கிண்ணத்தை வெளியே எடுத்து, அதில் தங்கியுள்ள கரை பொருளுடன் எடை கண்டுபிடி. பின்வருமாறு கரைதிறனைக் கணக்கிடு :

கரைசலின் உஷ்ணநிலை $= t°C.$

காலி பீங்கான் கிண்ணத்தின் எடை $= a$ கி.

கரைசலுடன் கிண்ணத்தின் எடை $= b$ கி.

நீர் ஆவியான பின் தங்கிய பொருளுடன் கிண்ணத்தின் எடை $= c$ கி.

∴ கரைசலில் இருந்த நீரின் எடை $= (b-c)$ கி.

∴ கரைபொருளின் எடை $= (c-a)$ கி.

∴ $(b-c)$ கி. நீரில் கரையும் பொருள் $= (c-a)$ கி.

100 கி. நீரில் கரையும் பொருள் $= \frac{(c-a)}{(b-c)} \times 100$ கி.

சதாம்ச உஷ்ணமானி குறித்த உஷ்ணநிலையில் பொருளின் கரைதிறன் இது. ஆகவே,

$t°C.$இல் வெடியுப்பின் கரைதிறன் $= \frac{(c-a)}{(b-c)} \times 100$ கி.

ஓர் உயர்ந்த உஷ்ணநிலையில் கரைதிறன் கண்டுபிடிப்பதற்கு, கரைசலை அந்த உஷ்ணநிலைக்கு உஷ்ணப்படுத்தி, அந்த உஷ்ணநிலையில் பூரிதக் கரைசல் தயாரித்துக்கொண்டு, முன் கூறியபடியே பரிசோதனையைச் செய்யவேண்டும்.

ஒரு திரவம் மற்றொரு திரவத்தில் கரைதல் : இரண்டு சோதனைக் குழாய்களில் நீர் எடுத்துக்கொண்டு, ஒன்றுடன் சிறிது ஆல்கஹாலையும், மற்றொன்றுடன் சிறிது கெரசினையும் சேர்த்துக் குலுக்கு. ஆல்கஹால் நீரில் கரைந்துவிடுகிறது. கெரசின் கரையாமல் மேலே மிதக்கிறது. தேங்காய் எண்ணெய், நல்லெண்ணெய் போன்ற திரவங்கள் நீரில் கரைவதில்லை. கெரசின், பென்ஸீன், பெட்ரோல் ஆகிய திரவங்கள் ஒன்று மற்றொன்றில் கரையும்.

வாயுப் பொருள்கள் நீரில் கரைதல் : பல வாயுக்கள் நீரில் கரைகின்றன. சாதாரணமாக நீரில் ஓரளவு காற்று கரைந்திருக்கிறது. இவ்வாறு, நீரில் கரைந்துள்ள காற்றுதான், செவுள்களால் சுவாசிக்கும் மீன், தலைப்பிரட்டை போன்ற பிராணிகளுக்குப் பயன்படுகிறது.

சாதாரணக் காற்றைவிடக் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வாயு நீரில் மிகுதியாகக் கரைகிறது. இதைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு மிகுதியாக அமோனியா வாயு நீரில் கரையும்.

மிகுந்த அழுத்தத்தில் ஒரு வாயுப் பொருள் நீரில் மிகுதியாகக் கரையும். அழுத்தம் குறைந்தால் மிகுதியாகக் கரைந்துள்ள வாயு வெளிவந்துவிடும். சோடாபுட்டியில் உள்ள பானத்தில் மிகுந்த அழுத்தத்தில் மிகுந்த அளவு கார்பன் டை ஆக்ஸைடு கரைந்திருக்கிறது. மேல்மூடியைத் திறந்தவுடன் அழுத்தம் குறைவதால், கரைந்துள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வாயுவில் பெரும்பகுதி குமிழ்களாக வெளிப்படுகிறது.

பொதுவாக, திடப் பொருள்கள் எல்லாம் குறைந்த உஷ்ண நிலையில் கரைவதைக் காட்டிலும், உயர்ந்த உஷ்ணநிலையில் மிகுதியாகக் கரையும். ஆனால், வாயுப் பொருள்களின் கரைதிறன் உயர்ந்த உஷ்ண நிலையில் குறைவாகவும், தாழ்ந்த உஷ்ண நிலையில் மிகுதியாகவும் இருக்கும். ஒரு முகவையிலுள்ள நீர் கொதிப்பதற்கு முன், முகவையின் உட்பக்கங்களில் கணக்கற்ற சிறு வாயுக் குமிழ்கள் தோன்றி, வெளிவருகின்றன. நீரில் கரைந்திருந்த காற்றே உயர்ந்த உஷ்ணநிலையில் இவ்வாறு வெளிப்படுகிறது. நன்குகக் கொதிக்க வைத்துக் குளிர்ந்த நீரில் உயிருடன் ஒரு மீனைப் போட்டால் அது விரைவில் இறந்துவிடும் என்று நீங்கள் அறிவீர்கள்.

நேர்மைக் கரைசல் : சோதனைச் சாலைகளில் பலவிதமான சோதனைகள் செய்வதற்குப் பூரிதக் கரைசல்களுக்குப் பதிலாக நேர்மைக் கரைசல்கள் (normal solution) மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.

ரசாயன மாறுதல்கள் ஏற்பட்டு, இரு பொருள்கள் கூடும்பொழுது அவை ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில்தான் கூடும். அது

போல் ஒரு பங்கு ஹைடிரஜன் அல்லது எட்டுப் பங்கு ஆக்ஸிஜனுடன் கூடுவதற்குத் தேவையான மற்றொரு பொருளின் எடைக்கு அதன் சம பல எடை (equivalent weight) என்று பெயர். இதே சம பல எடையைக் கிராம்களில் குறிப்பிட்டால், அதற்கு அப்பொருளின் கிராம் சம பல எடை (gram equivalent weight) என்று பெயர்.

ஒரு லீட்டர் அல்லது 1000 க. செ. மீ. கரைசலில் ஒரு பொருளின் கிராம் சமபல எடையுள்ள கரைபொருள் கரைந்திருந்தால் அக் கரைசலுக்கு, அப்பொருளின் நேர்மைக் கரைசல் என்று பெயர்.

தயாரிக்கும் விதம்: எந்த உப்பின் நேர்மைக் கரைசல் தயாரிக்க வேண்டுமோ அதன் சமபல எடை x எனக் கொள். x கிராம் உப்பை நிறுத்துக்கொள். பிறகு, ஒரு முகவையில் சுமார் 200 க. செ. மீ. நீர் எடுத்துக்கொண்டு, அதில் x கிராம் பொருளைச் சிறிது சிறிதாகப் போட்டுக் கலக்கு. அது முழுதும் நன்றாய்க் கரைந்தபின், அக் கரைசலின் அளவு ஒரு லீட்டர் ஆகும் வரையில் அதனுடன் போதிய நீரைச் சேர். இப்பொழுது கிடைக்கும் 1000 க. செ. மீ. கரைசல் அப்பொருளின் நேர்மைக் கரைசல் ஆகும்.

1000 க. செ. மீ. கரைசலில் $\frac{x}{10}$ கிராம் உப்புக் கரைக்கப்பட்டால், அதை 10 சதவீத நேர்மைக் கரைசல் அல்லது $\frac{N}{10}$ நேர்மைக் கரைசல் என்று கூறுகிறோம். இதுபோல் 1000 க.செ.மீ. கரைசலில் கரைந்திருக்கும் கரைபொருள் அதே அளவு நேர்மைக் கரைசலில் கரைந்திருக்கும் பொருளின் எத்தனை சத வீதமோ அத்தனை சதவீத நேர்மைக் கரைசல் என்று அதைக் கூறுகிறோம்.

ஒரே வீரியமுள்ள அல்லது நேர்மைச் சதவீதமுள்ள ஒரே அளவுள்ள கரைசல்கள் ஒன்றையொன்று நடுநிலையாக்கும். இதை நினைவில் கொண்டு, ஒரு குறிப்பிட்ட நேர்மைக் கரைசலைப்

பயன்படுத்தி, மற்றக் கரைசல்களின் நேர்மைச் சதவீதத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. கரைப்பான், கரைபொருள்—உதாரணத்துடன் விளக்குக.

2. நீரில் கரையாத சில பொருள்கள் வேறு திரவங்களில் கரைவதற்கு மூன்று உதாரணங்கள் தருக.

3. ஒரு திடப்பொருளை நீரில் விரைவாகக் கரையச் செய்ய என்ன வழிகளைக் கையாளலாம்?

4. 'பூரிதக் கரைசல்' என்றால் என்ன?

5. "40°C. உஷ்ணநிலையில் வெடியுப்பின் கரைதிறன் 35" என்பதன் பொருள் யாது?

6. சோதனைச் சாலை உஷ்ணநிலையில் சாதாரண உப்பின் கரைதிறனை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய்? பரிசோதனையையும், கணக்கீட்டு முறையையும் விவரிக்க.

7. ஒரு திரவம் மற்றொன்றில் கரைவதற்கும், வாயுப் பொருள்கள் நீரில் கரைவதற்கும் உதாரணங்கள் தருக.

8. உஷ்ணநிலை உயர்வதால் (i) திடப்பொருள்களின் கரைதிறன், (ii) வாயுப்பொருளின் கரைதிறன்—எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறது?

9. அழுத்தம் மிகுந்தால் ஒரு வாயுப் பொருளின் கரைதிறன் என்ன ஆகிறது? இதை விளக்குவதற்குத் தினசரி வாழ்க்கையில் நீ கவனித்துள்ள ஓர் உதாரணம் தருக.

10. நன்றாகக் கொதித்துக் குளிரவைத்த நீரில் உயிருள்ள மீனைப் போட்டால் என்ன நிகழும்?

11. 'சமபல எடை' என்றால் என்ன?

12. 'நேர்மைக் கரைசல்' என்றால் என்ன?

13. சாதாரண உப்பின் ஒரு குறிப்பிட்ட நேர்மையுள்ள கரைசலை எப்படித் தயாரிப்பாய்?

செய்முறைப் பயிற்சி

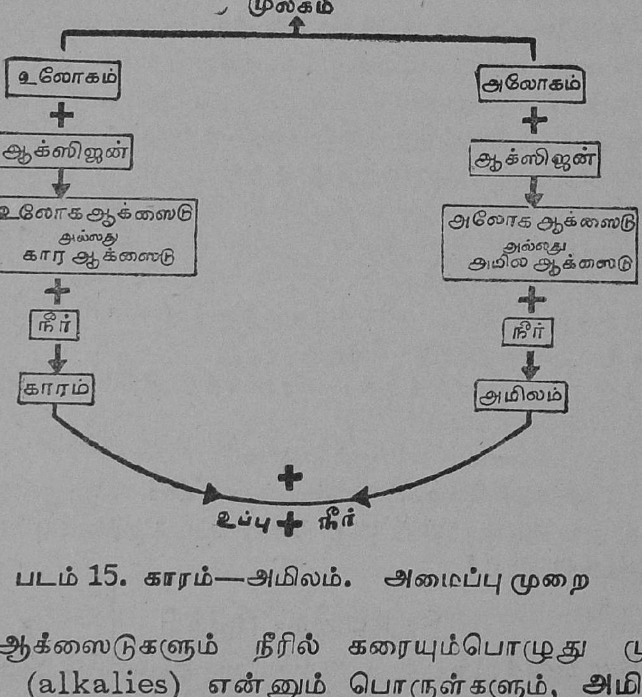
1. சோதனைச்சாலை உஷ்ணநிலையில், வெடியுப்பு அல்லது சாதாரண உப்பின் கரைதிறனைக் கண்டுபிடிக்க.

2. சோடியம் கார்பனேட்டின் நேர்மைக் கரைசல் தயார் செய்க.

6. அமிலங்கள்

[அமிலங்களின் பொதுக் குணங்கள்—மூன்று முக்கிய அமிலங்கள்.]

கரி, கந்தகம், மகனீசயம் முதலான பொருள்கள் ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி எரிவதால், அவற்றின் ஆக்ஸைடுகள் உண்டாகின்றன என்று தெரிந்துகொண்டோம். இதுபோல் ஏற்படும் ஆக்ஸைடுகள் இருவகைப்படும். அவை (1) உலோக ஆக்ஸைடுகள் (metallic oxides) என்றும், (2) அலோக ஆக்ஸைடுகள் (non-metallic oxides) என்றும் பெயர் பெறும்.



படம் 15. காரம்—அமிலம். அமைப்பு முறை

இவ்விரு ஆக்ஸைடுகளும் நீரில் கரையும்பொழுது முறையே காரங்கள் (alkalies) என்னும் பொருள்களும், அமிலங்கள் (acids) என்னும் பொருள்களும் உண்டாகின்றன. இவற்றை முறையே கார ஆக்ஸைடுகள் என்றும், அமில ஆக்ஸைடுகள் என்றும் கூறுகிறோம்.

அமிலங்கள் : சோதனைச் சாலைகளில் முக்கியமாகப் பயன் படும் அமிலங்கள் மூன்றாகும். அவை முறையே: (1) ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம், (2) கந்தக அமிலம், (3) நைட்டிரிக அமிலம் என்பன. தாதுப் பொருள்களிலிருந்து இவை தயாரிக்கப்படுவ தால் இவற்றைத் தாது அமிலங்கள் என்று கூறுகிறோம். இவற் றின் பொதுக் குணங்களை அறிந்து கொள்வதற்கு நாம் சில சோதனைகள் செய்து பார்ப்போம்.

பரிசோதனை 1: ஒரு முகவையில் பாதியளவு நீர் எடுத்துக் கொண்டு, அதில் இரண்டு மூன்று துளிகள் ஏதாவது அமிலத்தை விடு. பிறகு அதைச் சுவைத்துப் பார். அது புளிப்பாக இருக்கும்.

சோதனை 2: ஒரு சோதனைக் குழாயிலுள்ள அமிலத்தில் ஒரு நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைத் தோய். அது சிவப்பு நிறமாக மாறுகிறது.

சோதனை 3: ஒரு சோதனைக் குழாயில் சிறிதளவு ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் அல்லது கந்தக அமிலத்தை எடுத் துக்கொள். அதில் ஒரு துத்தநாகத் துண்டைப் போடு. துத்த நாகம் அமிலத்தில் கரைவதையும், அப்பொழுது ஒரு வாயு வெளிப்படுவதையும் கவனி. ஓர் எரியும் குச்சியைச் சோதனைக் குழாயின் வாயருகே கொண்டு போ. அது 'டப்' என்னும் ஒலி யுடன் அணைந்துவிடும். ஆனால், வாயு எரியும். இதிலிருந்து வெளிவரும் வாயு ஹைடிரஜன் என்று தெரிந்துகொள்ளலாம்.

சோதனை 4: ஒரு சோதனைக் குழாயில் ஏதாவது ஓர் அமிலத்தை எடுத்துக்கொண்டு, அதில் சிறிது சோடியம் கார்ப னேட்டைப் போடு. இவையிரண்டும் கிரியை புரிந்து கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வெளிவரும்.

சோதனை 5: மரக்கட்டை, துணி, காகிதம் முதலிய வற்றின் மீது மூன்று அமிலங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் சிறிது விடு. சற்று நேரம் கழித்துப் பார்த்தால், அமிலம் பட்ட இடம் சிறிது அரிக்கப்பட்டிருப்பது புலனாகும்.

மேலே கூறப்பட்ட சோதனைகளிலிருந்து அமிலங்களின் பொதுவான சில குணங்களைத் தெரிந்துகொள்ள முடிகிறது.

அமிலங்களின் பொதுவான குணங்கள் : முதன் முதலாக

அமிலங்களைக் கண்டறிந்தவர் லவாய்சியர் (Lavoisier) ஆவார். அவர் கந்தகம், பாஸ்வரம், கரி ஆகியவற்றை ஆக்ஸிஜனில் எரித்து, அவற்றின் ஆக்ஸைடுகளைக் கரைத்து, அவை அமிலங்களாக இருப்பதை அறிந்தார். ஆதலால், அமிலங்களில் ஆக்ஸிஜன் இருக்க வேண்டும் என்று அவர் நினைத்தார். ஆனால், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் போன்ற அமிலங்களில் ஆக்ஸிஜனே இல்லை. அமிலங்களின் தன்மைக்குக் காரணமாயிருப்பது அவற்றிலுள்ள ஹைடிரஜன் தான். ஆகவே, எல்லா அமிலங்களிலும் இன்றியமையாது இருக்கவேண்டிய மூலகம் ஹைடிரஜன் தான். அதோடு கீழ்க்காணும் குணங்களும் அமிலத்திற்கு இருக்கின்றன.

படம் 16. லவாய்சியர்

(1) அமிலங்கள் புளிப்புச் சுவை உடையன.

(2) அவை ஈரமான நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைச் சிவப்பாக மாற்றும்.

(3) அவற்றில் உலோகங்களால் இடப் பெயர்ச்சி அடையக் கூடிய ஹைடிரஜன் இருக்க வேண்டும்.

(4) அவை அரிக்கும் (corrosive) தன்மை உடையவை.

(5) அவை கார்பனேட்டுகளுடன் பொங்கி, கார்பன் டை ஆக்ஸைடை வெளிவிடும்.

மேற்கூறிய பொதுவான குணங்களைத் தவிர சில தனிப்பட்ட குணங்கள் ஒவ்வொரு அமிலத்திற்கும் உண்டு. அவற்றை அறிந்துகொள்ளப் பின்வரும் சோதனைகளைச் செய்து பார்ப்போம்.

சோதனை 1: ஒரு மூக்குக் குவளையில் பாதியளவு நீர்

எடுத்துக்கொண்டு, அதில் அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சொட்டுச் சொட்டாக விட்டுக் கலக்கு. சிறிது நேரம் சென்றபின், குவளை மிகுந்த சூடடைந்திருப்பதைப் பார்.

சோதனை 2: ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் மரத்தூள், துணி, காகிதம் முதலியவற்றைப் போட்டு அவற்றின்மீது அடர் கந்தக அமிலத்தை ஊற்று. சிறிது நேரத்தில் அவை கறுகி விடும். கந்தக அமிலம் அவற்றிலுள்ள நீரை உறிஞ்சிக்கொள்வதால் இங்ஙனம் நேர்கிறது.

சோதனை 3: ஒரு கண்ணாடிக் குச்சியின் நுனியில் அமோனியா திரவத்தைத் தோய்த்து, அதை ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் இருக்கும் புட்டியின் வாயருகில் கொண்டு போ. அங்கிருந்து வெண்ணிறமான புகை உண்டாகும்.

சோதனை 4: ஒரு சோதனைக் குழாயில் நைட்டிரிக அமிலம் எடுத்துக்கொண்டு, அதில் துத்தநாகத் துண்டுகளைப் போடு. மஞ்சள் கலந்த சிவப்பு நிறமுள்ள ஒரு வாயு வெளிவருவதைப் பார்.

சோதனை 5: சோதனைக் குழாய் ஒன்றில் மிகுந்த நீர் கலந்த நைட்டிரிக அமிலம் எடுத்துக்கொள். அதனுள் மகனீசய நாடா ஒன்றைப் போடு. அதனின்றும் ஹைடிரஜன் வாயு வெளிவரும்.

மேற்கூறிய சோதனைகளிலிருந்து, மூன்று அமிலங்களின் தனிப்பட்ட சில குணங்களை அறிந்துகொள்ளலாம்

ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் சிறிது மஞ்சள் நிறம் உள்ளது. அமோனியா தோய்த்த குச்சியுடன் வெண்புகையை உண்டுபண்ணக் கூடியது.

அடர் கந்தக அமிலம் எண்ணெய் போன்றது. இதற்கு நீரை உறிஞ்சும் தன்மை உண்டு. இதன்மீது ஒருபொழுதும் நீரை ஊற்றக்கூடாது. நீரின் மீதே இதை ஊற்றிக் கலக்கவேண்டும். சர்க்கரை, மரம் முதலியனவற்றை இது கறுகச் செய்யும்.

நைட்டிரிக அமிலம் மஞ்சள் நிறமுள்ள ஒரு திரவம். இது எல்லா உலோகங்களையும் கரைக்கும் (தங்கம், பிளாட்டினம் போன்றவை நீங்கலாக). அவ்வாறு உலோகங்கள் கரையும்

பொழுது வெளிப்படும் ஹைடிரஜன் ஆக்ஸிகரணம் அடைவதால், பழுப்பு நிறமுள்ள ஒரு வாயு வெளிப்படும். மிகுந்த நீர் கலந்த நைட்டிரிக அமிலத்தில் மகனீசயம் கரையும்பொழுது மட்டும் ஹைடிரஜன் வாயு வெளிப்படும்.

இப்பொழுது மூன்று முக்கியமான அமிலங்களையும், அவற்றின் பொதுவான குணங்களையும், குறிப்பிட்ட சில பண்புகளையும் அறிந்துகொண்டீர்கள்.

பயிற்சி வினுக்கள்

1. அமிலங்களின் பொதுவான குணங்களைக் கூறுக.
2. கந்தக அமிலம், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் இவற்றின் சிறப்பான குணங்களைக் கூறுக.
3. ஒவ்வொரு அமிலத்தையும் பிற இரண்டினின்று எவ்வாறு அறியலாம்?
4. நைட்டிரிக அமிலத்தின் சிறப்பான குணங்களைக் கூறுக.

7. காரங்கள்

[காரங்களின் குணங்கள்—காரங்களுக்கும் அமிலங்களுக்கும் உள்ள வித்தியாசங்கள்—மென்காரங்கள்—நீற்றின சுண்ணும்பு.]

அமிலங்களுக்கு மாறுபாடான குணங்களை உடைய பொருள்கள் இருக்கின்றன. அவற்றைக் காரங்கள் (alkalis) என்பர். சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், மகனீசயம் ஆகிய உலோகங்களைக் காற்றில் எரித்து, அவற்றின் ஆக்ஸைடுகளை நீரில் கரைத்தால், அவை அந்தந்த உலோகங்களின் ஹைடிராக்ஸைடுகளைக் கொடுக்கும். நீரில் கரையக்கூடிய அந்த உலோக ஹைடிராக்ஸைடுகளைத் தான் காரங்கள் என்பர்.

பரிசோதனை : சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு, பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடு, கால்சியம் ஹைடிராக்ஸைடு போன்ற பொருள்களின் கரைசல்களை எடுத்துக்கொண்டு, அவற்றைக்கொண்டு பின்வரும் சோதனைகளைச் செய்து பார்த்துச் சில குறிப்புக்களை எடுப்போம்.

(1) கரைசலை விரலால் தொட்டுப் பார்த்தால், அது சோப்புப் போல் வழவழப்பாய் இருக்கிறது.

(2) சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தைக் கரைசலுள் தோய்த்தால் லிட்மஸ் காகிதம் நீல நிறமாகிறது.

(3) மஞ்சள் கரைசலில் தோய்த்த காகிதத்தை, கரைசல், சிவப்பு நிறமாக மாற்றுகிறது.

(4) நாக்கில் கரைசலின் ஒரு துளி வைக்கப்பட்டால், அது சுண்ணும்புபோல் காரமாயிருக்கிறது.

(5) கரைசலுடன் சிறிதளவு நீர்த்த அமிலத்தைச் சேர்த்தால் உஷ்ணம் உண்டாகிறது.

காரங்களின் பொதுவான குணங்கள்: காரங்கள் திட உருவத்தில் இருக்கின்றன. உலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து இவை உண்டாகின்றன. இவற்றின் கரைசல்கள் சோப்புப்போல் வழவழப்பாயும், காரச்சுவை உடையனவாயும் இருக்கின்றன. இவை சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தை நீல நிறமாக மாற்றுகின்றன. இவை மஞ்சள் கரைசலில் தோய்த்த காகிதத்தைச் (turmeric paper) சிவப்பு நிறமாக மாற்றுகின்றன. இவை அமிலங்களுடன் வெப்பத்தை வெளிவிட்டுக் கொண்டு வினைபுரிகின்றன. காரங்களுக்கும், அமிலங்களுக்கும் உள்ள வித்தியாசங்களைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தலாம்.

காரங்கள்	அமிலங்கள்
1. உலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து உண்டாகும்.	1. அலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து உண்டாகும்.
2. காரமான ருசி உடையன:— சோப்புப்போல் வழவழப்பாய் இருக்கும்.	2. புளிப்பு ருசி உடையன.
3. தோல், துணி இவற்றை எரிக்கும் (caustic).	3. தோல், துணி, காகிதம் இவற்றை அரித்துவிடும் (corrosive).
4. சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தை நீல நிறமாக மாற்றும்.	4. நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைச் சிவப்பு நிறமாக மாற்றும்.
5. மஞ்சள் கரைசலில் தோய்த்த காகிதத்துடன் வினை புரிந்து அதைச் சிவப்பாக மாற்றும்.	5. மஞ்சள் கரைசலில் தோய்த்த காகிதத்துடன் வினை புரியாது.

தோல், துணி, காகிதம் இவற்றை உடனே அரித்து, உடல்மீது பட்ட இடத்தில் புண்ணை உண்டாக்கக் கூடிய காரங்களை 'எரிகாரங்கள்' என்பர். சோடியம் ஹைடிராக் ஸைடும் (சோடா எரிகாரம்), பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடும் தான் எரிகாரங்கள் எனப்படும். இவை இரண்டும் ஒரே வித மாகத் தயாரிக்கப்படும்; இவை இரண்டின் குணங்களும் ஒன்றே.

சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடின் குணங்கள்: இது ஒரு வெண்மையான திடப்பொருள். இது காற்றிலிருந்து ஈரத்தை ஈர்த்துக்கொண்டு நீர்த்துவிடும். காற்றிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடை உறிஞ்சக் கூடிய குணமும் இதற்குண்டு. இது நீரில் தாராளமாய்க் கரையும்; கரையும்போது உஷ்ணம் உண் டாகும். இதன் கரைசல் சோப்புப்போல் வழவழப்பாயிருக்கும். சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு மரம், துணி, ரப்பர், தோல் இவற்றை அரித்துவிடும். நம் மேல்தோலின் மேல் பட்டால், பட்ட இடத்தில் புண் உண்டாகும். இது சிவப்பு லிட்மஸை நீல நிறமாக மாற்றும். மஞ்சள் கரைசலில் தோய்த்த காகிதத்தைச் சிவப்பாக மாற்றும். தாவர எண்ணெய்களுடன் இதன் கரைசலைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி னால், சோப்பு உண்டாகும். துத்தநாகம், அலுமினியம் ஆகிய உலோகங்களின் தூள்கள், சோடியம் ஹைடிாக்ஸைடுக் கரைச லுடன் சேர்ந்தால் பொங்கி, ஹைடிரஜன் வாயுவை வெளிப் படுத்தும். இது அமிலங்களுடன் உஷ்ணத்தை வெளிவிட்டுக் கொண்டு வினைபுரிந்து உப்புக்களைக் கொடுக்கும்.

சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடின் பயன்கள்: இது சோப்பு, கண்ணாடி, காகிதம் ஆகியவை செய்யும் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும். வாஷிங் சோடா, ரொட்டி சோடா, சோடியம் குளோரேட்டு போன்ற பொருள்கள் தயாரிக்க உதவும். இதனுடன் சுண்ணும்பைக் கலந்து சோடா லைம் என்ற பெயரில் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை உறிஞ்சும் பொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

குறிப்பு: சோப்புத் தொழிற்சாலைகளில் சோடியம் ஹைடி ராக்ஸைடைக் கையாண்டு செய்யப்படும் சோப்பு, கடினமான சோப்பு (hard soap) எனப்படும். இது துணிகளைச் சலவை

செய்ய உதவும். பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடைக் கொண்டு செய்யப்படும் சோப்பு, மென்மையான சோப்பு (soft soap) எனப் படும். இது தேய்த்துக் குளிக்கும் சோப்பாக (toilet soap) உதவும்.

மென்காரங்கள் : நீற்றின சுண்ணும்பு, அமோனியாக் கரைசல், சோடியம் கார்பனேட்டு, சோடியம் பை கார்பனேட்டு இவை மென் காரங்கள் (mild alkalis) எனப்படும். இவை எரி காரங்களைப் போல், தோல், துணி, மரம் இவற்றை எளிதில் அரிக்கா. இவை துத்தநாகம், அலுமினியம் போன்ற உலோகங்க ளுடன் ஹைடிரஜன் வாயுவைக் கொடுக்கமாட்டா. ஆனால் காரங் களுக்குரிய மற்ற எல்லாக் குணங்களும் இவற்றிற்கு உண்டு.

நீற்றின சுண்ணும்பு : சுட்ட சுண்ணும்புடன் வேண்டிய அளவு நீர் சேர்த்தால் **நீற்றின சுண்ணும்பு** (calcium hydroxide) கிடைக்கும். இது காரை செய்யவும், வெள்ளை அடிக்கவும், சலவைத் தூள் செய்யவும், தெளிந்த சுண்ணும்பு நீர் தயாரிக்கவும், அமோனியா தயாரிக்கவும் உதவும்.

அமோனியாக் கரைசல் : இதன் முழுப் பெயர் அமோ னியம் ஹைடிராக்ஸைடு ஆகும். நவச்சாரத்தை (அமோனியம் குளோரைடு), நீற்றின சுண்ணும்புடன் காய்ச்சினுல், அமோனியா வாயு உண்டாகும். இந்த வாயுவை நீரில் செலுத்தினுல் அமோனியம் ஹைடிராக்ஸைடு உண்டாகும். இது தும்மலை உண்டாக்கும் காரமான நெடி உடையதாய் இருக்கும்.

இது உரங்கள் தயாரிக்கவும், பனிக்கட்டி தயாரிக்கும் முறை யிலும், தேனீ குளவி முதலியவை கொட்டிய இடங்களில் மருந்தாகத் தடவவும் உதவும்.

சோடியம் கார்பனேட்டின் பயன் : இது சோப்பு, கண்ணுடி முதலியன செய்யவும், கடின நீரை மென்னீராக்கவும், கண்ணுடிச் சாமான்களைக் கழுவிச் சுத்தப்படுத்தவும், துணி களைக் கழுவிச் சுத்தப்படுத்தவும் உதவும். [இது வாஷிங் சோடா, சலவைச் சோடா என்றும் கூறப்படும்.]

சோடியம் பை கார்பனேட்டின் பயன் : இது ரொட்டி, பிஸ்கட் முதலியன செய்யவும், வீட்டில் பலகாரங்கள் செய்யவும்,

அஜீரணத்திற்கு மருந்தாகவும், தீயணைப்பான்களிலும் பயன்படுகிறது. [இந்த உப்பை ரொட்டி உப்பு (baking soda) என்பர். இது நீரில், வாஷிங் சோடாவை விடக் குறைந்த அளவில்தான் கரையும்.]

வாஷிங் சோடாவுக்கும், எரி சோடாவுக்குமுள்ள வித்தியாசங்கள் :

எரி சோடா	வாஷிங் சோடா
1. குச்சி வடிவமாய் இருக்கும்.	1. புதிதாகத் தயாரிக்கப்படும் பொழுது படிக வடிவமாயிருக்கும்.
2. காற்றில் இருந்து நீரை உறிஞ்சும்.	2. காற்றில் தன் படிக நீரை இழந்து தூள் பூக்கும்.
3. கையில் பட்டால் புண் ஆகும்.	3. கையில் பட்டால் புண் ஆகாது.
4. அமிலங்களுடன் சேர்ந்தால் பொங்காது.	4. அமிலங்களுடன் பொங்கி, கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வாயுவை வெளிவிடும்.
5. தெளிந்த சுண்ணும்பு நீருடன் மாற்றம் ஒன்றும் ஏற்படாது.	5. தெளிந்த சுண்ணும்பு நீருடன் வெண்மையான வீழ்படிவைக் கொடுக்கும்.
6. துத்தநாகத்துடன் ஹைடிரஜனைக் கொடுக்கும்.	6. துத்தநாகத்துடன் ஹைடிரஜனைக் கொடுக்காது.

குறிப்பு: பொட்டாசியம் கார்பனேட்டு காற்றிலிருந்து நீரைப் பருகி, ஈர்க்கும் தன்மை உள்ளது.

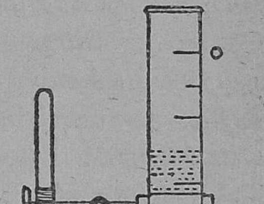
பயிற்சி வினுக்கள்

1. காரங்கள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன?
2. எரி காரங்கள் எவை?
3. காரங்களின் பொதுவான குணங்கள் யாவை?
4. சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடின் பயன்கள் யாவை?
5. மென்காரங்கள் எவை?
6. எரி சோடாவுக்கும், வாஷிங் சோடாவுக்கும் உள்ள வித்தியாசங்கள் எவை?
7. காரங்களுக்கும் அமிலங்களுக்கும் உள்ள முக்கிய வித்தியாசங்களை அட்டவணையிட்டு விளக்குக.

8. உப்புக்கள்

[உப்புக்கள்—நடுநிலையாக்கல்—உப்புக்களுக்குப் பெயரிடுதல்.]

உலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து காரங்கள் உண்டாகின்றன வென்றும், அலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து அமிலங்கள் உண்டாகின்றனவென்றும் அறிந்தோம். காரங்கள் சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தை நீல நிறமாக மாற்றும் என்பதும், அமிலங்கள் நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைச் சிவப்பு நிறமாக மாற்றும் என்பதும் நாம் அறிந்ததே. காரங்களுடன் அமிலத்தைச் சேர்க்கும்பொழுது உஷ்ணம் உண்டாகிறது என்றும் நாம் கண்டோம். காரங்களும் அமிலங்களும் இவ்விதம் ஒன்றுக்கொன்று முரணான குணங்களைக் கொண்டிருப்பதால் அவற்றை ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து, அப்பொழுது ஏற்படும் ரசாயன மாற்றத்தைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்வோம்.



படம் 17.
நடு நிலையாக்கல்
1. அமிலம் 2. காரம்

பரிசோதனை: ஒரு தாங்கியில் ஒரு பியுரெட்டைப் பொருத்து. அதனுள் பாதியளவிற்கு நீர் சேர்ந்த ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தை ஊற்று. ஒரு சுத்தமான பீக்கரில் நீர் சேர்ந்த சோடா எரிகாரக் கரைசலை (சுமார் 10 கன செ. மீ.) எடுத்துக்கொள். அந்தக் கரைசலினுள் ஒன்று அல்லது இரண்டு துளி லிட்மஸ் கரைசலைச் சேர். இப்பொழுது பீக்கரில் உள்ள கரைசல் நீல நிறமாய் இருக்கும். (ஏன்?) பீக்கரை பியுரெட்டின் முனைக்குக் கீழே வைத்து, பியுரெட்டின் அடைப்பானைத் திறந்து அதனில் உள்ள அமிலம் சொட்டுச் சொட்டாகப் பீக்கருள் விழும்படி செய். பீக்கரிலுள்ள கரைசலைக் கண்ணாடிக் கோல் கொண்டு கலக்கிக்கொண்டே இரு. பீக்கரில் உள்ள

கரைசல் எப்பொழுது நீல நிறத்திலிருந்து இளஞ் சிவப்பு நிற மாக மாறுகிறதோ அப்பொழுது பியுரெட்டின் அடைப்பானை மூடிவிடு.

இப்பொழுது பீக்கரில் இருக்கும் கரைசலுள் ஒரு சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தையும், பிறகு நீல லிட்மஸ் காகிதத்தையும் தோய்த்துப் பார். லிட்மஸ் காகிதங்கள் இரண்டிலும் யாதொரு நிறமாற்றமும் ஏற்படவில்லை. இப்பொழுது பீக்கரில் உள்ள கரைசல் கார குணத்தையோ, அமில குணத்தையோ பெற்றிருக்க வில்லை. அது நடுநிலையான குணத்தைப் பெற்றிருக்கிறது. இப்படி ஒரு காரமும், ஓர் அமிலமும் ஒன்றை ஒன்று அழித்துக் கொண்டு வேறு ஒரு புதிய பொருளாக மாறுவதைத்தான் நடுநிலையாக்கல் (neutralisation) என்பர். இப்பொழுது இந்த ரசாயன மாற்றத்தின் பலன் என்னவென்று அறிந்து கொள்வோம்.

பரிசோதனை: பீக்கரில் நடுநிலையாக்கப்பட்டு இருக்கும் கரைசலில் சுமார் 2 கன செ. மீ. எடுத்து, அதை ஒரு சிறிய கண்ணாடி வில்லையில் விடு. கண்ணாடி வில்லையை ஒரு மணல் தட்டில் (sand bath) வைத்து, அதிலுள்ள நீர் சுண்டும் வரை யிலும் சூடாக்கு. சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் கண்ணாடி வில்லை யில் வெண்மையான படிக வடிவப் பொருள் உண்டாயிருக்கிறது. அதில் ஒரு துளியை எடுத்து நாக்கில் வைத்துப் பார். அது உப்புச் சுவையுடன் இருக்கிறது. அது ஓர் 'உப்பு' (salt) ஆகும். ஆகவே நடுநிலையாக்கல் ஏற்பட்டதால் நமக்கு ஓர் உப்பு கிடைத்திருக்கிறது. ஆகவே, நாம் செய்த சோதனையின் முடிவைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்:

காரம் + அமிலம் → உப்பு + தண்ணீர்.

இதே சோதனையை நாம் பியுரெட்டில் நீர்த்த நைட்டிரிக அமிலத்தைப் பயன்படுத்தி, பின்னர் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தைப் பயன்படுத்திச் செய்து பார்த்தால், நாம் ஒவ்வொரு தடவையும் ஓர் உப்பைப் பெறுவோம். ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தைப் பயன்படுத்திக் கிடைத்த உப்பு, ஒரு 'குளோரைடு' ஆகும். நைட்டிரிக அமிலத்தைக் கையாண்டு கிடைத்த உப்பு ஒரு

'நைட்டிரேட்டு' ஆகும். கந்தக அமிலத்தைக் கையாண்டு கிடைத்த உப்பு ஒரு 'சல்பேட்டு' ஆகும்.

பின்னர், இச் சோதனையை நாம் நீரில் கரையக்கூடிய உலோக ஹைடிராக்ஸைடுகளுக்கு (காரங்களுக்கு)ப் பதிலாக எந்த உலோக ஹைடிராக்ஸைடையேனும் பயன்படுத்திப் பார்த்தாலும் ஓர் உப்பைப் பெறுவோம். ஆகவே,

உலோக ஹைடிராக்ஸைடு + அமிலம் → உப்பு + தண்ணீர் என அறிகிறோம். உலோக ஹைடிராக்ஸைடுகளைப் பொதுவாக உப்பு மூலம் (base) என்று அழைப்பர். ஆகவே, நாம் தெரிந்து கொண்ட சாம்யத்தை,

உப்பு மூலம் + அமிலம் → உப்பு + தண்ணீர், என்றும் எழுதலாம்.

மேலே நாம் விவரித்த சோதனையில், நடுநிலையாக்கலின் போது பீக்கரிலுள்ள கலவை கார குணத்தைக் காட்டுகிறதா, அல்லது அமில குணத்தைக் காட்டுகிறதா, அல்லது நடுநிலைமையில் இருக்கிறதா என்பதைக் காட்ட லிட்மஸ் உதவுகிறது. இவ்விதம் தன் நிறத்தால் ஒரு பொருளின் நிலையை எடுத்துக்காட்டக் கூடிய பொருளை, காட்டி (indicator) என்று அழைப்பர். லிட்மசுக்குப் பதிலாக 'மெதில் ஆரெஞ்சு' (methyl orange) அல்லது 'பினுல்ப்தலீன்' (phenolphthalein) போன்ற காட்டிகளையும் நாம் பயன்படுத்தலாம். அவற்றின் நிற மாறுதல்கள் பின்வரும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது.

காட்டி	அமிலத்தின் நிறம்	காரத்தின் நிறம்
லிட்மஸ்	சிவப்பு	நீலம்
மெதில் ஆரஞ்சு	கருஞ் சிவப்பு (pink)	மஞ்சள்
பினுல்ப்தலீன்	நிறமற்றது	கருஞ் சிவப்பு (pink)

உப்புக்களுக்குப் பெயரிடுதல்: நடுநிலையாக்கலில் உப்புக்கள் உண்டாகும்பொழுது, உப்பு மூலத்திலுள்ள உலோகத்தின்

பெயரையும், அமிலத்தின் பெயரையும் சேர்த்து அதை உப்பின் பெயராகக் கொள்வர். கீழே சில உப்புக்களுக்குப் பெயர்கள் உண்டான விதம் சில உதாரணங்கள் மூலம் விளக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

(1) சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு + ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் } → சோடியம் குளோரைடு

(2) சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு + நைட்டிரிக அமிலம் } → சோடியம் நைட்டிரேட்டு

(3) அமோனியம் ஹைடிராக்ஸைடு + பாஸ்வரிக அமிலம் } → அமோனியம் பாஸ்வேட்டு

உப்புக்கள் உண்டாகும் விதம்:

1. ஒரு காரத்தையும், அமிலத்தையும் சேர்த்தால் உப்பு உண்டாகும் என்று அறிந்தோம்.

(உ - ம்.) பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடு + நைட்டிரிக அமிலம் } → பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு + நீர்

2. ஓர் உலோகத்தை அமிலத்தில் கரையச் செய்தால் அந்த உலோகத்தின் உப்பும் ஹைடிரஜனும் உண்டாகும்.

(உ - ம்.) துத்தநாகம் + நீர்த்த கந்தக அமிலம் } → துத்தநாக சல்பேட்டு + ஹைடிரஜன்

3. ஓர் உலோகத்தின் கார்பனேட்டை ஓர் அமிலத்துடன் சேர்த்தால், பொங்குதல் ஏற்பட்டு அந்த உலோகத்தின் உப்பு உண்டாகும்; அப்பொழுது கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வாயு வெளியாகும்.

(உ - ம்.) சோடியம் கார்பனேட்டு + கந்தக அமிலம் } → சோடியம் சல்பேட்டு + நீர் + கார்பன் டை ஆக்ஸைடு

பயிற்சி வினுக்கள்

1. உப்புக்கள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன ?
2. ‘ நடுநிலேயாக்கல் ’ என்ருல் என்ன ?
3. ‘ காட்டிகள் ’ என்ருல் என்ன ?
4. காட்டிகளின் பயன்கள் யாவை ?
5. உப்புக்கள் எவ்வாறு பெயரிடப்படுகின்றன ?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு, ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம்—இவை இரண்டையும் எடுத்துக்கொண்டு ‘ நடுநிலேயாக்கல் பரிசோதனே ’ செய்து பார்க்க.

2. வெவ்வேறு சோதனேக் குழாய்களில் அமிலங்களேயும் காரங்களேயும் எடுத்துக்கொண்டு, ஒவ்வொன்றிலும் வெவ்வேறு காட்டிகளில் ஒரு துளி சொட்டவிட்டு, அவற்றின் நிறங்களேக் கவனிக்க.

9. குளோரின்

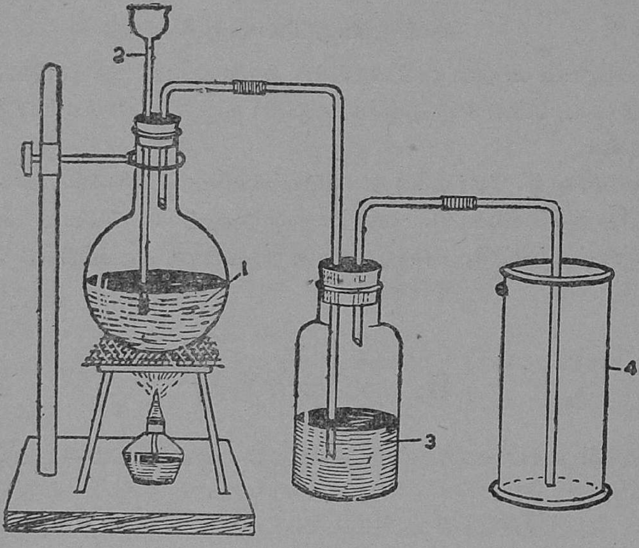
[குளோரின் வாயு தயாரித்தல்—அதன் குணங்கள்—பயன்கள்.]

நாம் நாள்தோறும் உணவுப் பொருள்களில் சேர்த்துக் கொள்ளும் சாதாரண உப்பின் ரசாயனப் பெயர் சோடியம் குளோரைடு (Sodium chloride) என்பதாம். இது உணவுக்குச் சுவை தருவதுடன், மற்றும் பல பயன்படும் ரசாயனப் பொருள்கள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. அவற்றுள் குளோரின் என்னும் வாயுவும், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமும் முக்கியமானவையாம். குளோரின் வாயு தயாரிக்கும் முறைபற்றி இப் பாடத்தில் ஆராய்வோம்.

குளோரின் வாயு தயாரித்தல் : இது ஓர் அலோக மூலகம். இதை ஷீலி (Scheele) என்ற விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்தார். குளோரின் (chlorine) என்ற வார்த்தைக்குப் ‘ பசுமையான நிறமுள்ளது ’ என்பது பொருள். குளோரின் வாயு பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறமுள்ளதாய் இருப்பதால் அதற்கு அப்பெயர் உண்டா

யிற்று. நாம் இங்குச் சோதனைச் சாலையில் குளோரின் வாயு தயாரிக்கும் விதத்தை அறிந்துகொள்வோம்.

பரிசோதனை: உபகரணத்தைப் படத்தில் காட்டியபடி பொருத்தி, கண்ணாடிக் குடுவையில் சாதாரண உப்பையும் மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடையும் இரண்டும் சம அளவு இருக்குமாறு சுமார் 20 கிராம் எடை எடுத்துக்கொள். திசல் புனலின் வழியாக



படம் 18. குளோரின் வாயு தயாரித்தல்

1. அடர் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் + மங்கனீசு டை-ஆக்ஸைடு
2. திசல் புனல் 3. நீர் 4. வாயு ஜாடி

அடர் கந்தக அமிலத்தைக் குடுவையினுள் உள்ள கலவை மூழ்கும் வரையில் விடு. ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் குடுவையை நிதானமாக உஷ்ணப்படுத்து. குடுவையினுள் பொங்குதல் ஏற்பட்டு, பசுமஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு ஒன்று உண்டாகும். அது போக்குக் குழாயின் வழியாய் ஓடி, நீர் உள்ள பாத்திரத்தை அடையும். அப்பொழுது அந்த வாயுவுடன் அசுத்தமாக வரும் சிறிதளவு ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயுமட்டும் நீரில் கரையும். பசுமஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு, நீரில் கரையாமல் வெளிச்சென்று வாயு ஜாடியினுள் செல்லும். அங்குள்ள காற்றை மேல்முகப் பெயர்ச்சி

செய்துவிட்டுத் தான் நிரம்பும். இவ்விதம் ஐந்து அல்லது ஆறு வாயு ஜாடிகளில் இந்த வாயுவைச் சோதனைக்குச் சேகரித்து வைத்துக்கொள்.

குறிப்பு: மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடில், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தைச் சேர்த்து, இதே உபகரணத்தைக் கைண்டு, குளோரின் தயாரிப்பதுண்டு. பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டு டன், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தைச் சேர்த்தால், மிகச் சுத்த மான குளோரின் கிடைக்கும்.

குளோரினின் குணங்கள்: குளோரின் பசுமஞ்சள் நிற முள்ள, விஷத்தன்மை வாய்ந்த வாயு. இதற்கு மூக்கிலுள்ள சவ்வுகளை அறுக்கும்படியான காரமான நெடி உண்டு. இது காற்றைவிட இரண்டரை மடங்கு கனமானது. இது நீரில் சுமா ராய்க் கரையும். ஆல்கஹாலிலும் சிறிதளவு கரையும். எரியும் குச்சியை இதனுள் நுழைத்தால், குச்சி அணைந்து விடும். இந்த வாயு தானும் எரியாது; தன்னுள் மற்ற எரி பொருள்களையும் எரியவிடாது.

இதற்குத் தாவர சம்பந்தமான பொருள்களிலிருந்து உண் டாக்கப்பட்ட நிறங்களைச் சலவை செய்யும் குணமுண்டு. அதற்கு அப்பொருள்கள் சிறிதளவு ஈரமுள்ளவையாக இருத்தல் வேண்டும். மலர்கள், சாயத்துணி, மையால் எழுதிய காகிதம் இவை குளோரின் உள்ள ஜாடியினுள் நீரில் நனைத்துப் போடப் பட்டால் அவை சலவையாகி வெளுத்துவிடும். அச்சு மை கரி யால் செய்யப்பட்டது. ஆகையால் அச்செழுத்துக்கள் உள்ள காகிதம் குளோரினால் சலவை செய்யப்படமாட்டாது. குளோரின் துணிகளில் உள்ள நாரை (fibre)த் தாக்கி அவற்றைக் கிழித்து விடும். ஆதலால் பட்டு, கம்பளம், லினன், மல் போன்ற துணி களைச் சலவை செய்ய, குளோரினைப் பயன்படுத்தக் கூடாது.

நீரினுள் குளோரின் செலுத்தப்பட்டால், நீருடன் வினை புரிந்து ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தையும், ஹைபோகுளோரஸ் அமிலத்தையும் உண்டாக்கும். ஆதலால் குளோரின் நீருக்கு அமில குணம் உண்டு. ஈரமான நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைக் குளோரினுள் போட்டால் அது முதலில் சிவப்பாகி, பிறகு சலவை

செய்யப்பட்டு வெளுத்துவிடும். குளோரின் நீருடன் சேர்த்து உண்டாகும் ஹைபோ குளோரஸ் அமிலம் நிலையற்றது. அதனின்று ஆக்ஸிஜன் வெளிவந்துகொண்டிருக்கும். அந்த ஆக்ஸிஜன்தான் நிறங்களைச் சலவை செய்கிறது. ஈரமில்லாத வறண்ட குளோரினுக்குச் சலவை செய்யும் குணம் இல்லை. அதனால்தான் சலவை செய்யவேண்டிய பொருள்களைக் குளோரின் உள்ள ஜாடியினுள் நனைத்துப் போடுகிறோம்.

குளோரினுக்கு ஹைடிரஜனின் மேல் கவர்ச்சி மிகுதி. ஹைடிரஜனையும் குளோரினையும் ஓர் இருட்டறையில் ஒரு ஜாடியினுள் கலந்து, அந்த ஜாடியினருகே விளக்கைக் கொண்டு வந்தாலோ அல்லது ஜாடியில் சூரிய வெளிச்சம் படும்படி செய்தாலோ, அதிலுள்ள கலவை வெடிச் சத்தத்துடன் சேர்ந்து ஹைடிரஜன் குளோரைடு ஆகும். இவ்விதம் குளோரினுக்கு ஹைடிரஜனின்மேல் கவர்ச்சி இருப்பதால்தான் ஒரு மெழுகு வர்த்தியைக் குளோரின் தன்னுள் மங்கலான சுவாலையுடனும், கரிப்புகையுடனும் எரியவிடுகிறது. குளோரின், மெழுகிலுள்ள ஹைடிரஜனை ஈர்த்துக்கொண்டு, கார்பனை வெளிவிடுவதால்தான் கரிப்புகை ஏற்படுகிறது. இதே காரணத்தால்தான் டர்பென்டைனில் தோய்க்கப்பட்ட காகிதம், குளோரின் ஜாடியினுள் போடப்பட்டால், அக்காகிதம் புகைகிறது; காகிதத்தின்மேல் கரி படிகிறது.

குளோரின் பிற மூலகங்களுடன் தீவிரமாக ரசாயனக் கூடுகை செய்து அவற்றைத் தம் தம் குளோரைடுகளாக மாற்றும். பாதரசத்தைக்கூட குளோரின் தாக்கி, அதன் குளோரைடாக மாற்றும். மகனீசயம், சோடியம், பாஸ்வரம் போன்ற மூலகங்கள் குளோரின் உள்ள ஜாடியினுள் எரிந்து தம் தம் குளோரைடுகளாக மாறும். டச்சு உலோகம் (Dutch metal) எனப்படும் மெல்லிய தாமிரத் தகடு, குளோரினில் எரிந்து பச்சை நிறமுள்ள தாமிரக் குளோரைடாக மாறும். நீலாஞ்சன உலோகத் தூள் (antimony metal) குளோரின் உள்ள ஜாடியினுள் மின்னுதலுடன் எரிந்து, திட வெண்புகை நிலையிலுள்ள அதன் குளோரைடாக மாறும்.

குளோரின், பொட்டாசியம் அயொடைடுக் கரைசலில் இருந்து பழுப்பு நிறமுள்ள அயொடினை இடப் பெயர்ச்சி செய்யும். பொட்டாசியம் அயொடைடில் நனைக்கப்பட்ட ஸ்டார்ச்சுக் காகிதத்திலிருந்து (iodised starch paper) அயொடினை விலக்கி அக் காகிதத்தை நீல நிறமாக மாற்றும். இந்தச் சோதனை, குளோரினைக் கண்டறிய முக்கியச் சோதனையாகும்.

குளோரின்—பயன்கள்: நீரில் உள்ள விஷக் கிருமிகளைக் கொல்வதற்குத் தொற்று நீக்கியாகக் குளோரின் உதவுகிறது. பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, சோடியம் குளோரேட்டு, சலவைத் தூள், குளோரோபாரம், பாதரசத்தின் குளோரைடுகள் போன்ற ரசாயனப் பொருள்கள் தயாரிக்க இது உதவும். போர்க்காலங்களில் இந்த வாயுவை விரோதிகளின்மேல் விஷவாயுவாகச் செலுத்தி அவர்களை முறியடிக்கவும் இதைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

சலவைத்தூள் தயாரித்தல்: மரப் பலகைகளால் தடுக்கப்பட்ட அலமாரியில் நீற்றின சுண்ணும்புக் கட்டிகளை வைத்து அவற்றின் மேல் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்தினால், அவை குளோரினை உறிஞ்சிக்கொண்டு சலவைத் தூளாக மாறும். சலவைத் தூளானது கால்சியம் குளோரோ-ஹைபோ-குளோரைட்டு என்ற ரசாயனப் பெயரால் அழைக்கப்படும்.

சலவைத் தூளின்மேல் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு கரைந்த நீர், எலுமிச்சம் பழச்சாறு, போன்ற பலவீனமான அமிலங்கள் சேர்க்கப் பட்டாலும்கூட அதனின்று குளோரின் வெளியாகும். சோதனைச் சாலையில் நீர்த்த ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் அல்லது நீர்த்த கந்தக அமிலம் சேர்த்துக் குளோரினை வெளிப்படுத்தலாம். ஆகவே, சலவைத்தூள் முரட்டுத் துணிகளைச் சலவை செய்ய உதவும். சலவைத்தூள் கரைக்கப்பட்ட நீரில் துணிகளை ஊறவைத்துப் பின்னர் அத்துணிகளை நீர்த்த அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட நீரில் தோய்த்தால், குளோரின் வெளியாகித் துணிகளில் உள்ள அழுக்கைப் போக்கிவிடும். சலவைத் தூளுடன் கோபால்ட்டு ஆக்ஸைடு அல்லது கோபால்ட்டு உலோக உப்புக்களைச் சேர்த்துக் காய்ச்சினுல் ஆக்ஸிஜன் வெளியாகும்.

சலவை செய்வதற்கும், குடிநீரில் உள்ள விஷக் கிருமிகளை ஒழிப்பதற்கும், கக்கூசுகள், சாக்கடைகள், குதிரை லாயங்கள், நோயாளிகள் இருக்கும் அறைகள் போன்ற இடங்களில் தொற்று நீக்கியாகத் தெளிக்கவும் சலவைத்தூள் உதவும்.

குறிப்பு: நீற்றின சுண்ணும்பைப் பால் போன்று நீரில் கலக்கி, அதனுள் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்தினல், சலவைத் திரவம் (bleaching liquor) உண்டாகும். இதுவும் சலவைத் தூள் போன்று தொற்று நீக்கியாகவும், சலவை செய்யவும் உதவும்.

குளோரினைக் கொண்டு துணிகளைச் சலவை செய்வதால், துணிகள் கிழிந்துவிடும் என்று அறிந்தோம். குளோரின், துணியில் உள்ள மெல்லிய நார்களைத் தாக்கி அவற்றை அறுத்துவிடும். ஆகவே குளோரின் அல்லது சலவைத் தூளைச் சலவை செய்யப் பயன்படுத்தினல் சலவை செய்தவுடன் துணியில் தங்கி இருக்கும் மிகுதியான குளோரினை உடனே நீக்கிவிட வேண்டும். குளோரினுடன் ரசாயனச் சேர்க்கை செய்து அதன் குணத்தை முறிக்கக் கூடிய பொருள்களை ஆண்டிகுளோர் அல்லது குளோரின் நீக்கி (antichlor) என்பர். சோடியம் சல்பைட்டு, சோடியம் தயோ சல்பேட்டு, கந்தக டை ஆக்ஸைடு போன்ற பொருள்கள் ஆண்டி குளோராகப் பயன்படுத்தப்படும்.

பயிற்சி விளுக்கள்

1. சாதாரண உப்பின் ரசாயனப் பெயர் என்ன?
2. ஆராய்ச்சிச் சாலையில் குளோரின் எவ்விதம் தயாரிக்கப் படுகிறது? அதற்கு நீ பயன்படுத்தும் உபகரணத்தின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து காட்டுக.
3. குளோரினின் முக்கியமான ரசாயனக் குணங்களைத் தகுந்த உதாரணங்களுடன் எடுத்துக் காட்டுக.
4. சலவைத்தூள் எவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகிறது?
5. குளோரின் எவ்வாறு நிறங்களை நீக்குகிறது?
6. குளோரினின் முக்கியப் பயன்களைக் கூறுக.

செய்முறைப் பயிற்சி

சிறிய அளவில் குளோரின் வாயு தயார் செய்க. அதன் குணங்களைச் சோதித்துப் பார்க்க.

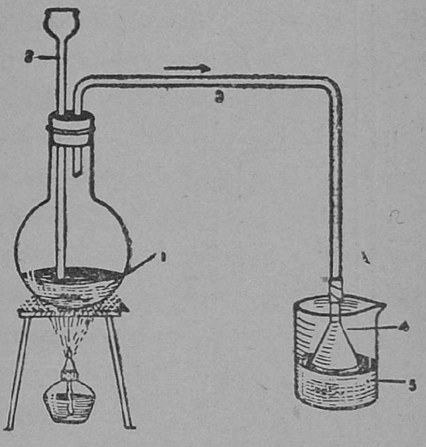
10. ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம்

[தயாரித்தல்—குணங்கள்—பயன்கள்]

சோடியம் குளோரைடு என்னும் சாதாரண உப்பு ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் தயாரிக்க உதவுகிறது என்று முன் பாடத்தில் குறிப்பிட்டோம். இப்பொழுது அந்த அமிலம் தயாரிக்கும் விதம், அதன் குணங்கள், அதனாலேற்படும் பயன்கள் ஆகியவற்றை இப்பொழுது தெரிந்துகொள்வோம்.

ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் (hydrochloric acid): இந்த அமிலம் கடலுப்பிலிருந்து தயாரிக்கப்படுவதால், இதை உப்புத் திராவகம் (muriatic acid or spirit of salt) என்றும் சொல்வதுண்டு.

தயாரிக்கும் விதம்: ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையினுள் சிறிதளவு சாதாரண உப்பை (சோடியம் குளோரைடு) எடுத்துக் கொள். குடுவையின் வாயை இரு துவாரமுள்ள ரப்பர்க் கார்க்கால் மூடு. ஒரு துவாரத்தின் வழியாய் ஒரு நீண்ட காம்புடைய புனலை அதன் நுனி உப்பைத் தொடுமாறு செருகு. மற்றொரு துவாரத்தின் வழியாக ஒரு போக்குக் குழாயை இணை. போக்குக் குழாயின் வெளிமுனை ஒரு வாயு ஜாடியினுள் செலுத்தப் பட்டிருக்க வேண்டும். கண்ணாடிக் குடுவையை ஓர் இரும்புத் தாங்கியில் பிடி. குடுவைக்குக் கீழ் அது தாங்கப்படும் இடத்திற்குமேல் ஒரு கம்பி வலையை வை. இவ்விதம் உபகரணத்தை

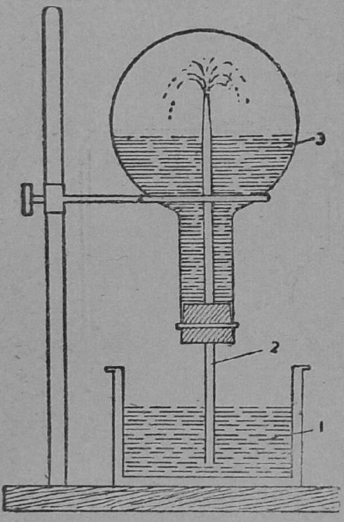


படம் 19. ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் தயாரித்தல்

1. சோடியம் குளோரைடு + அடர் கந்தக அமிலம்
2. புனல்
3. போக்குக் குழாய்
4. புனல்
5. நீர்

அமைத்துக்கொண்டு, புனலின் வழியாக அடர் கந்தக அமிலத்தைக் குடுவையினுள் இருக்கும் உப்பு மூடும்வரையில் ஊற்றி, குடுவையைச் சூடாக்கு.

இப்பொழுது குடுவையிலுள்ள அமிலம் உப்பைத் தொடும் இடத்தில் நுரைத்து, ஒரு நிறமற்ற வாயு உண்டாகிறது. இந்த வாயுவுக்கு ஹைடிரஜன் குளோரைடு (hydrogen chloride) என்று பெயர். அது போக்குக் குழாயின் வழியே வெளியேறி வாயு ஜாடியில் உள்ள காற்றை மேல்முகப் பெயர்ச்சி செய்து கொண்டு, அங்கு நிரம்புகிறது. இம்மாதிரி நான்கு அல்லது ஐந்து வாயு ஜாடிகளிலும், ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையினுள்ளும் இந்த வாயுவைப் பிடித்து வைத்துக்கொள்.



படம் 20. ஹைடிரஜன் குளோரைடு ஊற்று
1. நீர்த்தொட்டி
2. கூர் முனைக் குழாய்
3. உருண்டையான குடுவை

ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயு நீரில் மிகுந்த அளவு கரைவதை நிரூபித்தல்: ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையினுள் இந்த வாயுவை நிரப்பிக் கொண்டோமல்லவா? அந்தக் குடுவையின் வாயை ஒரு துவாரமுள்ள ரப்பர் அடைப்பானால் மூடி, அடைப்பானிலுள்ள துவாரத்தின் வழியாய் ஒரு கூர் முனைக் குழாயை அதன் கூர்முனை குடுவைக்குள் இருக்குமாறு செருகு. ஒரு கண்ணாடி பீக்கரில் நீல லிட்மஸ் கரைந்த நீரை எடுத்து, அதை ஓர் இரும்புத் தாங்கியின் வளையத்தின் கீழ் வை. கண்ணாடிக் குடுவையைத் தலைகீழாக வளையத்தில் கவிழ்த்து வை. இப்பொழுது குடுவையிலிருந்து நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் கூர்முனைக் குழாயின் கீழ் முனையானது நீல லிட்மஸ் கரைசலுக்குள் மூழ்கியபடி இருக்கவேண்டும். சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் நீல லிட்மஸ் கரைசல் கூர்முனைக் குழாயில் ஏறி, கூர்முனையை அடைந்து,

அங்கிருந்து குடுவையினுள் விசையுடன் நீர் ஊற்றுப்போல் (fountain) பாய்கிறது. அதே சமயம் நீல லிட்மஸ் கரைசல் சிவப்பு நிறமாக மாறுவதும் பார்ப்பதற்குக் கவர்ச்சியாக இருக்கும். இச்சோதனையிலிருந்து இந்த வாயு நீரில் மிகுந்த அளவு கரைகிறது என்று அறிகிறோம்.

ஆகவே, இந்த வாயுவை நீரில் கரைக்கும்பொழுது போக்குக் குழாயின் முனையை நேராக நீரினுள் செலுத்தக்கூடாது. அப்படிச் செய்தால், நீரானது போக்குக் குழாயின் வழியாக வெகு வேகமாகக் குடுவையினுள் உறிஞ்சப்பட்டு, குடுவை உடைந்து போகலாம். இவ்விபத்து ஏற்படாமல் தடுக்க, போக்குக் குழாயின் முனையில் ஒரு கண்ணாடிப்புனலை, 19ஆம் படத்தில் காட்டியது போல் இணைத்து, அந்தப் புனலின் அகன்ற பாகம் நீருள்ள பாத்திரத்தில், நீர் மட்டத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி செய்ய வேண்டும். இப்படிச் செய்தால் வாயு நீரில் கரைந்து, நீரை ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமாக மாற்றும்.

இந்த அமிலம் தயாரிக்கப் படும்பொழுது சோடியம் குளோரைடு, அடர் கந்தக அமிலத்துடன் சேர்ந்து இரட்டைச் சிதைவு ஏற்பட்டுச் சோடியம் சல்பேட்டு என்ற உப்பும், ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயுவும் உண்டாகின்றன. ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயு நீரில் கரைந்தால், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமாகும்.

சோடியம் குளோரைடு+கந்தக அமிலம்→சோடியம் சல்பேட்டு+ஹைடிரஜன் குளோரைடு.

ஹைடிரஜன் குளோரைடின் குணங்களை அறியப் பரிசோதனைகள்: வாயு ஜாடியில் பிடித்துவைத்திருக்கும் வாயுவைக் கொண்டு பின்வரும் சோதனைகளைச் செய்.

(1) ஜாடியினுள், எரியும் மெழுகுவர்த்தியைக் கொண்டுபோ. மெழுகுவர்த்தி அணைந்து விடுகிறது.

(2) ஜாடியினுள் ஈரமான நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைப் போடு; நீல லிட்மஸ் காகிதம், சிவப்பு நிறமாக மாறுகிறது.

(3) அமோனியாக் கரைசலில் நனைத்த கண்ணாடிக் கழியை ஜாடியினுள் நுழை. கண்ணாடிக் கழியைச் சுற்றி அடர்த்தியான வெண்புகை உண்டாகிறது.

(4) வெள்ளி நைட்டிரேட்டுக் கரைசலில் சில துளிகளை ஜாடிக்குள் சேர். அக்கரைசல் அடத்தியான வெண்மைநிற வீழ்படிவை உண்டாக்குகிறது.

(5) இந்த வாயு காரமான நெடியுடையதாகவும், தும்மலை உண்டாக்கும் குணம் உடையதாகவும் இருக்கிறது.

குணங்கள் : ஹைடிரஜன் குளோரைடு ஒரு நிறமற்ற வாயு. அது காற்றைவிடக் கனமானது. அது காரமான நெடி உடையது. அது மிகுந்த அளவில் நீரில் கரையும். அதன் கரைசல் தான் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமாகும். இந்த வாயு, தானும் எரியாது; எரியும் பொருள்களையும் தன்னுள் எரிய விடாது. (ஆனால் சோடியம் [illegible]ர் எரிந்து சோடியம் குளோரைடு உண்டாகும்.) இந்த வாயு அமோனியாக் கரைசலுடன் அடர்த்தியான வெண்புகையைக் கொடுக்கும். வெள்ளி நைட்டிரேட்டுக் கரைசலுடன் வெள்ளி குளோரைடு என்ற வீழ்படிவைக் கொடுக்கும். (கடைசியில் குறிக்கப்பட்ட இரண்டு சோதனைகளும், இந்த வாயுவைக் கண்டறியும் சோதனைகள் ஆகும்.)

ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தின் குணங்கள் :

1. நீர்த்த ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமானது துத்தநாகம், அலுமினியம், மகனீசயம், இரும்பு போன்ற உலோகங்களுடன் சேர்க்கப்பட்டால், அவற்றைக் கரைத்து, ஹைடிரஜன் வாயுவை விடுவிக்கும். அந்தந்த உலோகக் குளோரைடு கரைசலினுள் உண்டாகி இருக்கும்.

2. தாமிரம், பாதரசம், வெள்ளி, தங்கம், காரீயம் தவிர மற்ற உலோகங்கள், அடர்ந்த ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தில் கரைந்து தம்தம் குளோரைடுகளாக மாறும்; அப்பொழுது ஹைடிரஜன் வாயு வெளியாகும்.

3. சலவைக் கல்லுடன் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் பொங்கி, கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வாயுவை வெளிவிடும்.

4. மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு, பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டு, செவ்வீயம் போன்ற ஆக்ஸிஜன் மிகுதியாய் உள்ள

ஆக்ஸிகரணிகளுடன், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் குளோரினை விடுவிக்கும்.

ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தில் ஹைடிரஜனும் குளோரினும் மட்டும் இருப்பதால் இதை ஒரு ஹைடிராசிடு (hydracid) என்பர். மற்ற இரண்டு தாது அமிலங்களும் ஆக்ஸிஜனைத் தம் அமைப்பில் கொண்ட அமிலங்கள் ஆகும். அவற்றை 'ஆக்ஸி-ஆசிடு' (oxy-acid) என்பர்.

குறிப்பு: சுத்தமான ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் நீர் போன்று நிறமற்றிருக்கும். ஆனால் கடையில் வாங்கும் அமிலத்தில் அசுத்தங்கள் இருப்பதால் அந்த அமிலம் மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும்.

ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தின் பயன்கள்: இந்த அமிலம் சோதனைச் சாலையில் ஒரு முக்கிய ரசாயன கரணி (chemical reagent) யாகப் பயன்படுகிறது. குளோரின் வாயு தயாரிக்கவும், சில முக்கியமான குளோரைடுகள் தயாரிக்கவும், தங்கத்தைக் கரைக்க உதவும் ராஜத் திராவகம் (aqua regia) செய்யவும் உதவும். காலிகோ பிரிண்டிங் (calico printing), முலாம் பூசுதல் போன்ற தொழில்களிலும் இந்த அமிலம் பயன்படுகிறது.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. சோதனைச் சாலையில் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் தயாரிக்கும் முறையைப் படத்துடன் விவரிக்க.
2. மேற் சோதனையிலுள்ள புனலமைப்பின் முக்கியத்துவம் யாது?
3. ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தின் முக்கிய குணங்கள் யாவை?
4. ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தின் பயன்கள் யாவை?
5. ஹைடிரஜன் குளோரைடு நீரில் மிகுதியாகக் கரையும் என்பதைக் காட்ட ஒரு சோதனை கூறுக.

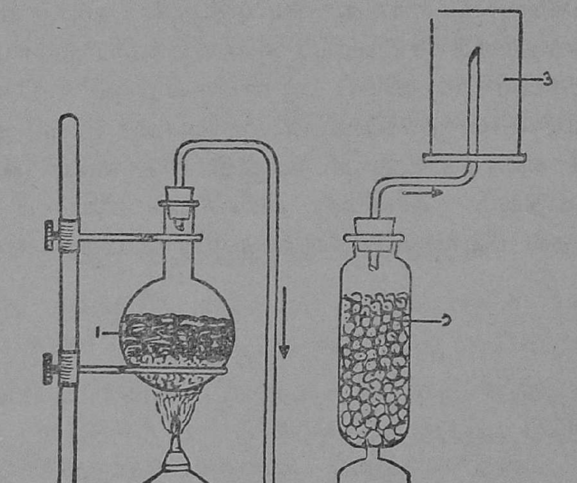
செய்முறைப் பயிற்சி

வெவ்வேறு சோதனைக் குழாய்களில் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் எடுத்துக்கொண்டு, அவற்றில் துத்தநாகம், மகனீசயம், இரும்புத் துண்டுகள் ஆகியவற்றைப் போட்டு, ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகளைக் கவனிக்க.

11. அமோனியா

[அமோனியா வாயு தயாரிக்கும் விதம்—அதன் குணங்கள்—பயன்கள்—கடுங்குளிர்ப் பெட்டிகள்—பனிக்கட்டி தயாரித்தல்.]

குளோரின் வாயு பல பயன்படும் செயல்களுக்கு உதவுவது போலவே அமோனியா என்னும் வாயுவும் நம் வாழ்க்கையில் பல வசதிகளுக்குப் பயன்படுகிறது. நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடிக்கும்பொழுது அமோனியா வாயு உடன் விளைவுப் பொருளாகக் கிடைக்கிறது. ஆனால் சோதனைச்சாலைகளில் அமோனியா வாயு சில ரசாயனப் பொருள்களைக் கொண்டு தயாரிக்கப் படுகிறது.



படம் 21. அமோனியா தயாரித்தல்
1. அமோனியம் குளோரைடு + சுட்ட சுண்ணும்பு
2. சுட்ட சுண்ணும்பு உள்ள குழாய், 3. வாயு ஜாடி

அமோனியா வாயு தயாரித்தல் — பரிசோதனை: ஒரு குடுவையில் நவச்சாரம் என்ற அமோனியம் குளோரைடு உப்பையும், சுட்ட அல்லது நீற்றிய சுண்ணும்பையும் கலந்து போடு.

அதில் ஒற்றைத் துளை அடைப்பானையும் போக்குக் குழாயையும் பொருத்து. போக்குக் குழாயைச் சுட்ட சுண்ணும்பு (calcium oxide) உள்ள ஒரு புட்டியுடன் இணை. குடுவையிலிருந்து வெளி வரும் வாயு சுட்ட சுண்ணும்பின் வழியே சென்று வெளிவரும்படி இணைக்கப்பட வேண்டும். புட்டியிலிருந்து இரு முறை வளைந்த மற்ருெரு குழாயைப் படத்தில் காட்டியபடி இணை.

குடுவையைச் சூடேற்று. அதிலிருந்து வெளிவரும் வாயுவில் உள்ள நீராவி சுட்ட சுண்ணும்பால் உறிஞ்சப்பட்டு, வாயு உலர்த்தப்படும். இந்த வாயு காற்றைவிட இலேசானது; ஆகையால் போக்குக் குழாயின்மீது ஜாடியைக் கவிழ்த்துப் பிடித்து, மேல்முகப் பெயர்ச்சி (upward displacement) முறையால் வாயுவைச் சேகரி.

அமோனியம் குளோரைடு + கால்சியம் ஆக்ஸைடு → கால்சியம் குளோரைடு + அமோனியா + நீர்.

இரண்டு மூன்று வாயு ஜாடிகளிலும், ஒரு குடுவையிலும் அமோனியா வாயுவை நிரப்பி மூடி வைத்துக் கொண்டு இதன் குணங்களை அறிந்துகொள்ளப் பரிசோதனைகள் செய்து பார்.

அமோனியாவின் குணங்கள்: அமோனியா நிறமற்றது; காரமான நெடியுடையது. காற்றைவிட இலேசானது. இது நீரில் மிகுந்த அளவு கரையும். ஒரு வாயு ஜாடியை மூடியவுடன் தலை கீழாகத் திருப்பி ஒரு தொட்டி நீருக்குள் மூழ்கவைத்து, மூடியை எடுத்துவிட்டால், ஜாடியில் நீர் விரைவாக உள்ளே புகுந்துவிடும். அமோனியா நிரம்பிய குடுவையில் ஒற்றைத்துளைத் தக்கையையும் அதில் ஒரு நீண்ட குழாயையும் பொருத்தி, குழாய் முனையை ஒரு தொட்டி நீரில் புகுத்திஞல், குழாய்வழியே வேகமாக நீர் புகுந்து ஓர் ஊற்றைப்போல் குடுவைக்குள் பாயும். இந்த இரண்டு சோதனைகளிலிருந்தும் அமோனியா வாயு, நீரில் அதிக அளவு கரைகிறது என்றும், அதஞல் ஏற்படும் வெற்றிடத்தை நிரப்பவே நீர் மேலே ஏறுகிறது என்றும் அறியலாம்.

அமோனியா கரைந்த நீரில் சிறிது சிவப்பு லிட்மஸ் கரைசலை ஊற்றிக் கலக்கு. சிவப்பு லிட்மஸ் நீலமாகிறது. ஆகையால் அமோனியா கரைசல் ஒரு காரம் (alkali) என்று அறியலாம்.

அடர் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தில் ஒரு கண்ணுடிக் கோலைத் தோய்த்து, அதை அமோனியா வாயுவின் அருகே கொண்டுபோனல், அடர்ந்த வெண்புகை உண்டாகிறது. அமோனியா வாயுவை அறிவதற்கு இது ஒரு சோதனையாகும்.

பயன்: அமோனியா வாயுவைச் சிறிது குளிரச் செய்து பம்ப்பினுல் அழுத்தினுல் அது திரவமாகிவிடும்.

அழுத்தத்தைக் குறைத்தால் அது மறுபடியும் ஆவியாகும். ஆவியாகும்பொழுது குளிர்ச்சியாகும். இந்த இயல்பினுல் பனிக்கட்டி எந்திரத்தில் இந்த வாயு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

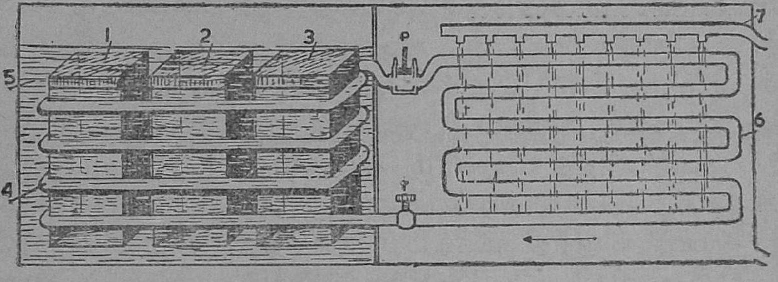
மேலும், அமோனியாவைக் கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்து அமோனியம் சல்பேட்டு என்னும் ஒரு சிறந்த ரசாயன உரம் தயாரிக்கிருர்கள். அமோனியா கரைந்த கரைசலை முகரச்செய்து மூர்ச்சை அடைந்தவர்களைத் தெளிய வைக்கிருர்கள். வேறு பல வகைகளிலும் அமோனியா மருத்துவத் துறையில் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

பனிக்கட்டி தயாரித்தல் (refrigeration): மிகுந்த குளிர்ச்சி ஏற்படச் செய்யவும், பனிக்கட்டி தயாரிக்கவும் அமோனியா மிக முக்கியமாகப் பயன்படுகிறது. பிற வாயுக்களைக் காட்டிலும் அமோனியா எளிதில் திரவமாகக் கூடியது. மேலும், திரவ அமோனியாவின் ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் மிகுந்திருப்பதால், அமோனியா திரவம் ஆவியாகும்பொழுது மிகுந்த குளிர்ச்சியை உண்டுபண்ணும். அமோனியாவின் இந்தக் குணம் பனிக்கட்டி எந்திரங்களில் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது.

பனிக்கட்டி எந்திரம்: பனிக்கட்டி தயாரிக்க உதவும் எந்திரத்தில் ஒரு பெரிய தொட்டியில் உப்புக் கரைசல் இருக்கிறது. இதனுள் சுத்தநீர்த் தொட்டிகள் சில இறக்கப்பட்டுள்ளன. உப்பு நீரில் மூழ்கியுள்ள ஒரு சுருள் குழாய், சுத்தநீர்த் தொட்டிகளைச் சுற்றிச் சுற்றிச் செல்கிறது. சுருள் குழாயின் முனைகள் உப்பு நீர்த் தொட்டிக்கு வெளியே வருகின்றன. ஒரு முனை ஓர் அழுத்து பம்ப்புடனும், மற்ருெரு முனை, மாறி மாறி மூடித் திறக்கும் ஓர் அடைப்பானுடனும் இணைகின்றன. அழுத்தும் பம்ப்பிலிருந்து

அடைப்பானுடன் இணைகின்ற மற்றொரு சுருள் குழாயின்மீது குளிர்ந்த நீர் விழுந்துகொண்டே யிருக்கிறது.

அடைப்பான் மூடியிருக்கும்பொழுது சுருள் குழாய்களிலுள்ள அமோனியா எல்லாம் வெளிப்புறச் சுருள் குழாயில் திரண்டு அழுத்தப்பட்டுத் திரவமாகிறது. அடைப்பான் திறக்கும்பொழுது,



படம் 22. பனிக்கட்டி எந்திரம்

1. 2, 3. சுத்த நீர்த் தொட்டிகள், 4. சுருள் குழாய், 5. உப்பு நீர்த் தொட்டி. 6. சுருள் குழாய். 7. குளிர் நீர்க் குழாய், P - பம்ப்பு. T - அடைப்பான்.

உப்பு நீரிலுள்ள சுருள் குழாய்க்குள் (இது வெற்றிடம்), அமோனியா திரவம் ஆவியாகிறது. இப்பொழுது குளிர்ச்சி ஏற்படுகிறது. மறுபடியும் அடைப்பான் மூடிக்கொள்கிறது. அமோனியா எல்லாம் முன்போல் வெளிப்புறச் சுருள் குழாயில் திரண்டு திரவமாகிறது. இவ்வாறு மாறி மாறி அமோனியா திரவமாவதும் ஆவியாவதும் நிகழ்கின்றன. ஒவ்வொரு தடவையும் உப்புநீர்க் கரைசலும், பிறகு சுத்தநீர்த் தொட்டிகளும் சிறிது சிறிதாகத் தம் வெப்பத்தை இழந்து குளிர்கின்றன. சுத்தநீர் உறையக்கூடிய உஷ்ணநிலை வந்ததும் அது உறைந்து பனிக்கட்டியாகிறது. உப்புநீர் உறைவதற்கு இன்னும் மிகக் குறைவாக உஷ்ணநிலை வேண்டுமாதலால், சுத்தநீர்தான் முதலில் உறைந்து விடுகிறது. இப்பொழுது சுத்த நீர்த் தொட்டிகளை வெளியே எடுத்து, அவற்றிலுள்ள பனிக்கட்டிகளை எடுத்துக் கொள்வார்கள். மீண்டும்

சுத்த நீருடன் தயாராயிருக்கும் வேறு தொட்டிகளை உப்பு நீருக்குள் இறங்குவார்கள்.

பனிக்கட்டிக்குப் பல பயன்களிருப்பதால், பெரிய நகரங்களில் பனிக்கட்டித் தொழிற்சாலைகள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. குளிர்ந்த பானங்கள் தயாரிக்கவும், ஐஸ்கிரீம் தயாரிக்கவும், சில உணவுப் பொருள்களைக் குளிர்ச்சியாக வைத்திருக்கவும், சில நோயாளிகளுக்குச் சிகிச்சை செய்வதற்கும் பனிக்கட்டி பயன்படுகிறது. பனிக்கட்டியுடன் சாதாரண உப்பைச் சேர்த்தால், அதன் உஷ்ணநிலை பனிக்கட்டியைக் காட்டிலும் குறைகிறது. இதற்கு உறைக் கலவை (freezing mixture) என்று பெயர். இதைப் பயன்படுத்தி ஐஸ்கிரீம் செய்யலாம்.

இத்தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு, பொருள்களைக் குளிர்ச்சியாக வைத்திருக்கவும், குளிர்ந்த பானங்கள் தயாரிக்கவும் கடுங்குளிர்ப் பெட்டிகளைக் (refrigerators) கையாள்கிறார்கள். பெரிய கப்பல்களில் பல நாட்களுக்கு வேண்டிய இறைச்சி, பழங்கள் முதலான உணவுப் பொருள்களைக் கெடாமல் வைத்திருக்கும் குளிர் அறைகள் (cold storage rooms) அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவ்வறைகளின் உட்புறம் மிகுந்த குளிர்ச்சி நிலவி நிற்க, திரவ அமோனியாவைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. அமோனியா வாயுவைச் சோதனைச்சாலையில் தயாரிக்கும் முறையை விவரிக்க.
2. அமோனியா வாயுவின் முக்கியமான குணங்களைக் கூறுக.
3. அமோனியா வாயுவின் முக்கியப் பயன் யாது?
4. பனிக்கட்டி தயாரிக்க அமோனியா வாயு எவ்வாறு பயன்படுகிறது?
5. அமோனியா சல்பேட்டு எப்படித் தயாரிக்கப்படுகிறது?
6. கடுங்குளிர்ப் பெட்டிகள் எதற்குப் பயன்படுகின்றன?
7. குளிர் அறைகள் என்றால் என்ன? அதனால் ஏற்படும் பயன் யாது? அறையில் குளிர்ச்சி நிலவ என்ன ஏற்பாடு செய்யப்பட்டிருக்கிறது?

செய்முறைப் பயிற்சி

நவச்சார உப்பையும் சுட்ட அல்லது நீற்றின சுண்ணும்பையும் ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக் கொண்டு, சூடேற்றி, வெளிவரும் வாயுவின் வாசனையைக் கவனிக்க. அடர் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தில் தோய்த்த குச்சியை இவ்வாயுவின் அருகே கொண்டுவந்து நிகழ்வதைக் கவனிக்க.

12. நைட்டிரிக அமிலம்

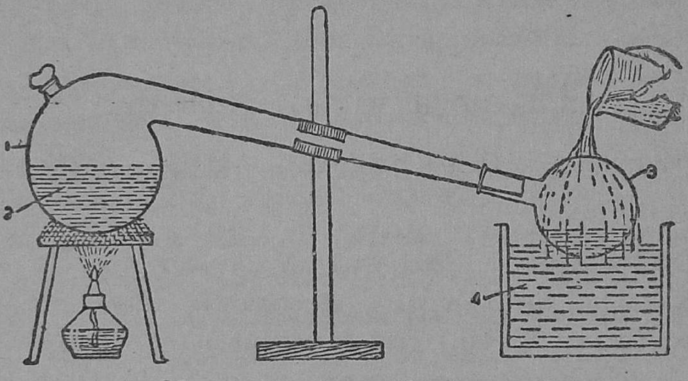
[நைட்டிரிக அமிலம்—தயாரித்தல்—குணங்கள்—பயன்கள்—ராஜத் திராவகம்.]

நைட்டிரிக அமிலம் மிகத் தீவிரமாகப் பொருள்களை அரித்து விடும் தன்மை வாய்ந்தது. ஆகையால் இதை உக்கிரத் திராவகம் (aqua fortis) என்று அழைப்பர். இந்த அமிலம் தயாரிக்கப்படும்பொழுது உபகரண அமைப்பில் ரப்பர் அல்லது கார்க்கு இணைப்புக்கள் இருக்கக் கூடாது. இருந்தால் அவை எளிதில் அரிக்கப்பட்டுவிடும். எந்த உலோகத்தின் நைட்டிரேட்டு உப்பை எடுத்துக்கொண்டு அடர் கந்தக அமிலம் சேர்த்துக் காய்ச்சினாலும் இந்த அமிலம் உண்டாகும்.

தயாரிக்கும் விதம்: படத்தில் காட்டியதுபோல உபகரணத்தை அமைத்துக்கொள்ள வேண்டும். வாலையினுள் சுமார் 20 கிராம் வெடியுப்பு (பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு) அல்லது சிலி வெடியுப்பு (சோடியம் நைட்டிரேட்டு) எடுத்துக்கொள். அந்த உப்பு மூழ்கும் அளவிற்கு வாலையினுள் அடர் கந்தக அமிலத்தைச் சேர். வாலையின் வாயை இறுக மூடு. வாலையை இரும்புத் தாங்கி அல்லது இரும்பு முக்காலியில் கம்பி வலைக்குமேல் வைத்து, ஸ்பிரிட்டு விளக்கு கொண்டு வாலையை வெப்பப்படுத்து. முதலில் வாலையினுள் பழுப்பு நிற ஆவி சிறிது உண்டாகும். சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் அது மறைந்து ஒரு நிறமற்ற ஆவி உண்டாகி, அது கொள்கலத்தை அடைந்து, குளிர்ந்து, ஒரு நிறமற்ற திரவமாக வடியும். கொள்கலம் மேல்புறமும், அடிப்

புறமும் நன்ருகக் குளிரச் செய்யப்பட வேண்டும். அப்பொழுது தான் கொள்கலத்தில் அமில ஆவி குளிர்ந்து, சுருங்கித் திரவமாக வடியும்.

பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு + கந்தக அமிலம் → பொட்டா சியம் சல்பேட்டு + நைட்டிரிக அமிலம்.



படம் 23. நைட்டிரிக அமிலம் தயாரித்தல்
1. வாலே, 2. அடர் கந்தக அமிலம் + வெடியுப்பு,
3. குளிர்ச்சியான குடுவை, 4. நீர்த்தொட்டி.

குணங்கள் : இதன் ரசாயனப் பெயர் ஹைடிரஜன் நைட்டிரேட்டு. நைட்டிரிக அமிலம் சுத்தமாயிருந்தால் நிறமற்ற திரவமாக இருக்கும்; ஆனல் அதனுடன் செம்பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்டிரஜன் பர ஆக்ஸைடு (nitrogen peroxide) என்ற வாயு கலந்திருப்பதால், அது சற்றுப் பழுப்பு நிறமாகத் தோன்றும். இது அமிலங்களில் மிகவும் வீரியம் வாய்ந்தது. தோல், துணி, ரப்பர், காகிதம் போன்ற அங்ககப் பொருள்களே உடனே தாக்கி அவற்றை அரித்துவிடும். கையிலோ உடலிலோ இந்த அமிலம் பட்டால், அந்த இடம் மஞ்சள் நிறமாகிவிடும். அடர் அமிலத்தின் அடர்த்தி எண் சுமார் 1·5 இருக்கும்.

இந்த அமிலம் வெண்ணிற ஒளி பட்டாலோ அல்லது வெப்பப் படுத்தப்பட்டாலோ சிதைந்து நீராவி, ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன் ஆக்ஸைடுகள் ஆகியவையாகப் பிரியும். அதனுல்தான் இந்த

அமிலத்தைப் பழுப்பு நிறச் சீசாக்களில் வைத்திருக்கின்றனர். தங்கம், பிளாட்டினம், அலுமினியம் தவிர மற்ற எல்லா உலோகங்களும் இந்த அமிலத்தில் கரைந்து தம் தம் நைட்டிரேட்டுகளாக மாறிச் செம்பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்டிரஜன் பர ஆக்ஸைடு என்னும் வாயுவை வெளிவிடும். தாமிரம் இந்த அமிலத்தில் சுறு சுறுப்பாய்க் கரைந்து பச்சை நிறமுள்ள தாமிர நைட்டிரேட்டுக் கரைசலாகும்; அப்பொழுது செம்பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்டிரஜன் பர ஆக்ஸைடு வாயு வெளியாகும். இது நைட்டிரிக அமிலத்தைக் கண்டறிய மிக முக்கியச் சோதனையாகும். நீர்த்த நைட்டிரிக அமிலத்துடன், அதனில் கரையக்கூடிய உலோகங்கள் பொதுவாக, தம் தம் நைட்டிரேட்டுகளாக மாறி, நிறமற்ற நைட்டிரிக ஆக்ஸைடு என்னும் வாயுவை வெளிவிடும். மகனீசிய உலோகம் ஒன்றுதான் அதிக அளவு நீர் சேர்க்கப்பட்ட நைட்டிரிக அமிலத்துடன் ஹைடிரஜனை இடப் பெயர்ச்சி செய்யும்.

சுத்தத் தங்கம் நைட்டிரிக அமிலத்தில் கரையாது (test for gold). அசுத்தத் தங்கத்தை நைட்டிரிக அமிலத்தில் போட்டால், அதனுடன் கலக்கப்பட்ட மட்ட உலோகங்கள் அமிலத்தில் கரையும்; சுத்த தங்கம் மட்டும் கரையாமல் நிற்கும். மூன்று பங்கு ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்துடன், ஒரு பங்கு நைட்டிரிக அமிலம் சேர்ந்த கலவை ராஜத் திராவகம் எனப்படும். இதில் தங்கம் கரையும். உலோகங்களின் அரசனாகிய தங்கத்தைக் கரைப்பதால் அதற்கு இப்பெயர் ஏற்பட்டது.

நைட்டிரிக அமிலம் ஒரு சக்தி வாய்ந்த ஆக்ஸிகரணி (oxidising agent) ஆகும். அதாவது, பொருள்களுக்குத் தன் ஆக்ஸிஜனைக் கொடுத்து ரசாயன மாற்றத்தை உண்டுபண்ணும். நெருப்புத் தணலாக இருக்கும் கரி அதனுள் போடப்பட்டால், பிரகாசமாக எரிந்து கார்பன் டை ஆக்ஸைடாக மாறும்; அப்பொழுது செம்பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்டிரஜன் பர ஆக்ஸைடு வெளியாகும். இந்த அமிலம் கந்தகத்தைக் கந்தக அமிலமாகவும், பாஸ்வரத்தைப் பாஸ்வரிக அமிலமாகவும், அயொடினை அயொடிக அமிலமாகவும் ஆக்ஸிகரணம் செய்யும்.

பயன்கள்: நைட்டிரிக அமிலம், நைட்டிரோ கிளிசரைன்

டைனமைட்டு, வெடி பஞ்சு, (gun cotton) போன்ற வெடிகள் தயாரிக்கும் தொழிலில் பயன்படுகிறது. தாமிரப் பாத்திரங்கள், தாமிரத் தகடுகள் இவற்றின்மேல் அழகான சித்திர வேலைகள் (designs) செய்ய உதவுகிறது. வாணங்கள், மத்தாப்புகள் செய்வதற்கு இன்றியமையாத நைட்டிரேட்டுகள் தயாரிக்கவும், வெள்ளி நைட்டிரேட்டு தயாரிக்கவும், அசுத்த உலோகங்களைக் கரைத்து மின்னாற் பகுப்பு முறையில் சுத்த உலோகங்களைத் தயாரிக்கவும், தங்கத்தைக் கரைக்க உதவும் ராஜத்திராவகம் தயாரிக்கவும் இவ்வமிலம் உதவும். குரூவ், புன்சன் மின்கலங்களில் துருவத்துவம் நீக்கியாக (depolariser) இந்த அமிலம் பயன்படுகிறது.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. நைட்டிரிக அமிலம் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?
2. நைட்டிரிக அமிலத்தின் முக்கியமான குணங்கள் யாவை?
3. நைட்டிரிக அமிலத்தின் முக்கியமான பயன்கள் யாவை?
4. ராஜத் திராவகம் என்பது என்ன?
5. ராஜத் திராவகம் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?

செய்முறைப் பயிற்சி

வெவ்வேறு சோதனைக் குழாய்களில் நைட்டிரிக அமிலம் எடுத்துக் கொண்டு, அவற்றுள் வெவ்வேறு உலோகங்கள் கரையும்பொழுது நிகழும் மாறுதல்களைக் கவனிக்க.

13. பாஸ்வரம்

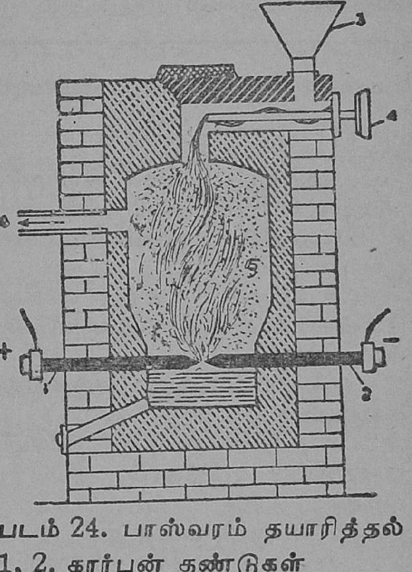
[மஞ்சள், சிவப்பு பாஸ்வரங்களின் குண வேறுபாடுகள். காப்புத் தீக்குச்சிகள் செய்வதில் பயன்படுத்தல். பாஸ்வேட்டுகள், உப பாஸ்வைட்டுகள் ஆகியவற்றின் பயன்கள்.]

உடல் நூலில் உணவைப் பற்றிப் படிக்கும்பொழுது உடலிலுள்ள எலும்புகளின் வளர்ச்சிக்குப் பாஸ்வேட்டு உப்புக்கள் தேவை என அறிந்தோம். பாஸ்வரச் சத்தானது எலும்புகளையும், நரம்புகளையும் திடப்படுத்துகிறது. அந்தப் பாஸ்வரம்

எவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகிறது என்று இப்பாடத்தில் அறிந்து கொள்வோம்.

பிராணிகளின் எலும்புகளை எரித்தால், அவற்றின் சாம்பலில் கால்சியம் பாஸ்வேட்டு என்னும் உப்பு காணப்படும். இந்த உப்பிலிருந்துதான் மின்சார உலையில் பாஸ்வரம் தயாரிக்கப் படுகிறது. பாஸ்வரம் எடுப்பதற்குப் பயன்படும் மின் உலையின் அமைப்பை 24ஆம் படத்தில் பார்.

கால்சியம் பாஸ்வேட்டு, மணல், கல்கரி மூன்றும் மின்உலையில் போடப்பட்டு, அக்கலவையினுள் மின்ஓட்டம் செலுத்தப் படும். அப்பொழுது மிகுந்த உஷ்ணம் உண்டாகிறது. உலையின் உஷ்ணநிலை சுமார் 2000°C. முதல் 2500°C. வரை உயர்கிறது. அப்பொழுது கால்சியம் பாஸ்வேட்டிலிருந்து, கால்சியம் பிரிந்து மணலுடன் சேர்ந்து, கால்சியம் சிலிக்கேட்டு என்னும் மிதவைக்கசடாகி (slag), உலையில் உருகி நிற்கும் திரவத்தின்மேல் மிதக்கும். கால்சியம் பாஸ்வேட்டிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் கல்கரியுடன் எரிந்து கார்பன் டை ஆக்ஸைடாகும். பாஸ்வரம் ஆவியாகி இவ்வாயுவுடன் வெளிவரும். இதை ஒரு குழாயின் வழியாய் நீருக்குள் செலுத்திப் பாஸ்வரத்தை இறுகச் செய்வார்கள். இப்படிக் கிடைப்பது மஞ்சள் (வெள்ளை) பாஸ்வரமாகும். இது அசுத்தமாக இருக்கும். இந்தப் பாஸ்வரத்தைக் காற்றுப் படாமல் திரவமாக இளக்கி, மலையாட்டுத் தோலில் ஊற்றிப் பிழிந்து, வடிகட்டினால் அதிலுள்ள அசுத்தங்கள் பெரும்பாலும் நீக்கப்படும்.



படம் 24. பாஸ்வரம் தயாரித்தல்
1, 2. கார்பன் தண்டுகள்
3. தாதுக் கலவையை உள்ளே போடும் வழி, 4. திருகு,
5. உலையினுள் தாதுக்கலவை,
6. பாஸ்வர ஆவி வெளியேறும் வழி.

பாஸ்வரத்தின் புற வேற்றுமை : பாஸ்வரத்தில் (1) மஞ்சள் அல்லது வெள்ளைப் பாஸ்வரம், (2) சிவப்புப் பாஸ்வரம் என இரு வகைகள் உண்டு. இவை இரண்டும் ரசாயன குணத்தைப் பொருத்தமட்டில் ஒன்றுதான். இரண்டு வகையிலும் சம எடை எடுத்து ஆக்ஸிஜனில் எரித்தால், இரண்டும் ஒரே எடையுள்ள பாஸ்வர பென்டாக்ஸைடைக் கொடுப்பதிலிருந்து இதை நாம் அறிந்துகொள்ளலாம். ஆனால் இந்த இருவகைகளுக்குள் சில வேற்றுமைகளும் இருக்கின்றன. இவற்றைப் பின்வரும் அட்டவணையில் காணலாம் :

மஞ்சள் (வெண்மை) பாஸ்வரம்	சிவப்புப் பாஸ்வரம்
1. வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ள மெழுகு போன்ற பொருள்.	1. சிவப்பு நிறமுள்ளது.
2. வெள்ளைப் பூண்டின் மணமுடையது.	2. மணம் இல்லை.
3. இருட்டில் நீலநிற ஒளியை (பாஸ்வரக் காந்தி) வெளிவிட்டுப் பிரகாசிக்கும்.	3. இருட்டில் பிரகாசிக்காது.
4. கார்பன் டை சல்பைடில் கரையும்.	4. கரையாது.
5. சாதாரண உஷ்ண நிலையில் நீரைவிட்டு எடுத்தால், தீப்பற்றி எரியும்.	5. நீரில் வைக்க வேண்டியதில்லை. தானாகவே சாதாரண நிலையில் எரியாது.
6. விஷ குணமுள்ளது.	6. விஷமற்றது.
7. எரிகாரக் கரைசல்களுடன் உஷ்ணப் படுத்தப்பட்டால் தீப் பற்றக்கூடிய வாயு ஒன்றை வெளி விடும்.	7. எரிகாரங்களுடன் கிரியை செய்யாது.
8. குளோரினில் தானாகவே எரியும்.	8. குளோரினில் தானாகவே எரியாது.

மஞ்சள் பாஸ்வரத்தை, காற்று நீக்கப்பட்டு, நைட்டிரஜன் அல்லது கரி ஆவி நிறைந்த ஒரு குழாயினுள் வைத்துக் குழாயை மூடி அதை 250°Cக்கு மேல் உஷ்ணப்படுத்தினால், அது சிவப்புப்

பாஸ்வரமாக மாறும். அதேபோல் சிவப்புப் பாஸ்வரத்தை அதே போன்ற குழாயினுள் வைத்து மூடி, 250°C.க்கு மேல் உஷ்ணப் படுத்திக் குழாயை உடனே குளிரவைத்தால், அது வெள்ளைப் (மஞ்சள்) பாஸ்வரமாக மாறும்.

இவற்றுள் வெள்ளைப் பாஸ்வரம் காற்றின் இயைபைக் கண்டறியும் சோதனைகளிலும், தீப்பற்றி வெடிக்கும் குண்டுகள் செய்யவும் உதவும். சிவப்புப் பாஸ்வரம் எலிகளைக் கொல்ல உதவும் விஷப் பொருளாகவும், காப்புத் தீக்குச்சிகள் செய்யவும் உதவும்.

பாஸ்வரத்தைப் போலவே வேறு சில மூலகங்கள் பல உருவங்களில் கிடைக்கின்றன. கரி, இரும்பு, கந்தகம் முதலியவை வெளித் தோற்றத்தில் மாறுபட்டுப் பலவகைகளாகக் கிடைக்கின்றன.

ஒரு மூலகப் பொருள் பௌதிக குணங்களில் மட்டும் மாறுபட்டு ரசாயன குணங்களில் மாறுபடாமல் பல உருக்களில் கிடைத்தால், அந்தப் பல உருவங்களுக்கு அந்தப் பொருளின் புறவேற்றுமை உருவங்கள் (allotropic modifications) என்று பெயர்.

தீக்குச்சிகள் செய்தல்:

பாஸ்வரம் தீக்குச்சித் தொழிலில்தான் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. அவற்றில் இருவகை உண்டு; (1) செந் தீக்குச்சிகள் (2) காப்புத் தீக்குச்சிகள்.

செந்தீக்குச்சிகள் (lucifer matches): சில ஆண்டுகளுக்கு முன்னல் இத் தீக்குச்சிகள் தயாரிக்கப்பட்டன. இந்தத் தீக்குச்சிகளின் தலையில் மஞ்சள் பாஸ்வரம், கந்தகம், பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, வச்சிரப் பசை சேர்ந்த குழம்பு பூசப்பட்டிருக்கும். பெட்டியின் பக்கத்தில் உப்புத் தாள் (sand paper) வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தக் குச்சிகளைப் பெட்டியின் பக்கத்தில் தேய்த்தால், உராய்வில் ஏற்படும் உஷ்ணத்தைக் கொண்டு, மஞ்சள் பாஸ்வரம் தீப்பற்றிக்கொண்டு, குச்சி எரியும். உண்மையில் இத்தீக்குச்சிகள் எங்குக் கிழித்தாலும் தீப்பற்றிக்கொள்ளும். அதிக வெப்பமுள்ள நாட்களில் தாமாகவே தீப்பற்றிக் கொள்ளும். ஆகவே, இவை தீ விபத்துக்களுக்குக் காரணமாயிருந்தன. தவிர,

இத் தீக்குச்சிகள் விஷ குணமுள்ளவை. இந்தத் தீக்குச்சி செய்வதில் ஈடுபடும் தொழிலாளர்களுக்கு ஒருவிதத் ‘ தாடை நோய் ’ (phossy jaw) உண்டாயிற்று. ஆகவே, தற்காலத்தில் இவ்விதத் தீக்குச்சிகள் உற்பத்தி செய்வது தடை செய்யப்பட்டிருக்கிறது.

காப்புத் தீக்குச்சிகள் (safety matches): இத்தீக்குச்சிகளின் பெயர்களுக்கேற்ப இவற்றால் தீமை ஒன்றும் நேர்வதில்லை; தொழிலாளர்களுக்கும் தாடை நோய் உண்டாவதில்லை.

சிவப்புப் பாஸ்வரம்தான் இத் தீக்குச்சித் தொழிலில் பயன்படுத்தப்படுகிறது; சிவப்புப் பாஸ்வரம் பெட்டியின் பக்கத்திலுள்ள பசையில் இருக்கிறது. அங்கு, சிவப்புப் பாஸ்வரம், கண்ணாடித் தூள், அன்டிமனி சல்பைடு, பசை இவை சேர்ந்த குழம்பு பூசப்பட்டிருக்கிறது. குச்சிகளின் நுனியில் ஆன்டிமனி சல்பைடு, கந்தகம், பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, கண்ணாடித் தூள், பசை இவை சேர்ந்த குழம்பு பூசப்பட்டிருக்கிறது. இந்தத் தீக்குச்சியைப் பெட்டியின் பக்கத்தில் தேய்த்தால்தான் தீப்பற்றும். குச்சியைத் தேய்க்கும்பொழுது, உராய்வால் பெட்டியின் பக்கத்திலுள்ள சிவப்புப் பாஸ்வரம் பொட்டாசியம் குளோரேட்டின் உதவியால் தீப்பற்றி, சில தீப்பொறிகளை உண்டாக்கும். அந்தப் பொறியில் குச்சியில் உள்ள கலவை தீப்பற்றி எரியும். இந்தத் தீக்குச்சிகள் தாமாகவே தீப்பற்ற முடியாது. ஆகையால் தற்காலத்தில் இவ்வகைத் தீக்குச்சிகளே செய்யப்படுகின்றன.

பாஸ்வேட்டுகள் (phosphates): மஞ்சள் பாஸ்வரம் காற்றில் எரிந்தால் பாஸ்வர பென்டாக்ஸைடு என்ற மிருதுவான வெண்ணிறத் தூள் உண்டாகிறது. இந்த ஆக்ஸைடு நீரின்மேல் மிகுந்த கவர்ச்சி உடையது. அது நீரில் கரைந்தால் பாஸ்வரிக அமிலம் உண்டாகும். இந்த அமிலத்திலிருந்து பிறக்கும் உப்புக்கள் பாஸ்வேட்டுகள் எனப்படும். பிராணிகள், தாவரங்கள் இவற்றின் வளர்ச்சிக்குப் பாஸ்வேட்டுகள் இன்றியமையாதவை. ஆகையால் நாம் சில பாஸ்வேட்டுகளைப்பற்றி இங்குப் படிப்போம்.

சோடியம் பாஸ்வேட்டு: பாஸ்வரிக அமிலத்துடன் சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடைச் சேர்த்தால், இந்த பாஸ்வேட்டு உண்டா

கும். இது கடின நீரை மென்னீராக மாற்றவும், புகைப்படம் எடுக்கும் தொழிலுக்கும் பயன்படும்.

டை சோடியம் ஹைடிரஜன் பாஸ்வேட்டு: இது சாயம் ஏற்றும் தொழிலுக்கும், துணி நெசவுக்கும் உதவும்.

கால்சியம் பாஸ்வேட்டு: இது இயற்கையில் கிடைக்கும் பாஸ்வேட்டு ஆகும். இது நீரில் கரையாது. இதனுடன் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்தால் நீரில் கரையக்கூடிய 'சூபர் பாஸ்வேட் ஆப் லைம்' உண்டாகும். இது பயிர்களுக்குச் சிறந்த உரம் ஆகும்.

அமோனியம் பாஸ்வேட்டு: இதுவும் பயிர்களுக்குத் தகுந்த உரமாகும்.

ஹைபோ பாஸ்வைட்டுகள் (hypo phosphites): சோடியம் உப பாஸ்வைட்டுகளும் இன்னும் சில ஹைபோ பாஸ்வைட்டுகளும் தாது வளர்ச்சிக்குக் கொடுக்கப்படும் 'டானிக்'குகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பயிற்சி வினாக்கள்

1. பாஸ்வரம் அதன் தாதுவினின்று எப்படி எடுக்கப்பட்டுச் சுத்தம் செய்யப்படுகிறது?

2. மஞ்சள் பாஸ்வரத்திற்கும், சிவப்புப் பாஸ்வரத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடுகளில் நான்கு கூறுக.

3. காப்புத் தீக்குச்சிகள் எவ்விதம் செய்யப்படுகின்றன? அவை செந் தீக்குச்சிகளைவிட எவ்வகையில் சிறந்தவை?

4. மூன்று பாஸ்வேட்டுகளைக் குறிப்பிட்டு, ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு பயனைக் கூறுக.

14. செயற்கை உரங்கள்

[மண்ணின் அமைப்பு—நைட்டிரஜனும், பாஸ்வரமும் மண்ணிலுள்ள உப்புக்களும்—மண்ணின் வளம்—வாயு மண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்துதல்—நைட்டிரஜன் சுழற்சி—பூச்சி கொல்லிகள்.]

பலவகையான மண்களைப் பற்றியும், மண்ணின் அமைப்பைப் பற்றியும் முன்பு படித்தறிந்து கொண்டோம். தாவர வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற மண் குறுமண். இது தவிர, மண்ணுக்குள் நீர், காற்று முதலியவை தங்கியிருக்க வேண்டியதன் காரணங்கள் பற்றியும் தெரிந்துள்ளீர்கள்.

மேற்கூறியவை தவிர, மண்ணில் பலவிதமான உப்புக்களும் இருக்கின்றன. இவை கரைந்த நீரைத்தான் போஷக நீர் (nutrient water) என்று கூறுகிறோம். இந்த உப்புக்கள் நீரில் கரைந்து வேர்களால் உறிஞ்சப்பட்டு, தாவரங்களின் பல பாகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் தாவரங்கள் செழித்து வளர்கின்றன. முன்காலத்தில் வாழ்ந்துவந்த மக்கள் எந்தெந்தத் தாவரங்களுக்கு எப்படிப்பட்ட உப்புக்கள் தேவை என்பதை அறிந்திருக்க வாய்ப்பில்லை. ஆகையால் அவர்கள் எல்லாப் பயிர்களுக்கும் இலை தழைகளையும், சாணம் குப்பை கழிவுகளையும் உரமாகப் போட்டு உழுது பயிரிட்டார்கள்.

ஆனால் தற்காலத்தில் பல ரசாயன ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக ஒவ்வொரு விதமான பயிருக்கும் தேவையான ஏற்ற உரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றைச் செயற்கை முறைகளில் தயாரித்துக் குறைந்த செலவில் மிகுந்த பயனடையும் வாய்ப்பு இருக்கிறது. இதுபோல் தயாரிக்கப்படும் உப்புக்களுக்குச் செயற்கை உரங்கள் (artificial manures) என்று பெயர். இவற்றுள் முக்கியமானவை நைட்டிரஜன் அல்லது பாஸ்வரத்தின் கூட்டுப் பொருள்களேயாம். அவை பற்றிச் சிறிது ஆராய்வோம்.

வாயுமண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்திக் கொள்ளுதல் (fixation of atmospheric nitrogen) : தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு நைட்டிரேட்டுகள் இன்றியமையாதவை. நைட்டிரேட்டு

உப்புக் கரைசலைத் தம் வேர்கள் மூலம் உறிஞ்சியே அவை புரோட்டீனைத் தயாரிக்கின்றன. பிராணிகள் தமக்கு வேண்டும் புரோட்டீனைத் தாவரங்களிடமிருந்துதான் அடைகின்றன. தாவரங்கள் நிலத்திலிருந்து நைட்டிரஜன் தொடர்பான சத்துக்களைத் தொடர்ச்சியாகக் கிரகித்துக் கொண்டே வந்தால், நிலத்தில் நாளடைவில் அச் சத்து குறைந்துவிடும். நிலத்தை வளமுள்ளதாகச் செய்ய நாம் அதற்குத் தகுந்தபடி நைட்டிரஜன் சத்துள்ள உரங்களை நிலத்தில் சேர்க்கவேண்டும்.

வாயு மண்டலத்தில் நிறைய நைட்டிரஜன் இருக்கிறது. ஆனால் நைட்டிரஜன் நீரில் கரையாது. அது நீரில் கரையக் கூடிய ஒரு கூட்டுப் பொருளாக மாற்றப்பட்டு, நிலத்தை அடைந்தால், அது நிலத்திலுள்ள பயிர்களுக்கு உரமாகும்.

ஆகவே வாயு மண்டலத்திலுள்ள நைட்டிரஜனை, நீரில் கரையும் தன்மை உள்ள நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாகவோ, அல்லது அமோனியா உப்புக்களாகவோ மாற்றுவதைத் தான் 'வாயுமண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்துதல்' என்கிறோம்.

இதுபோன்று நைட்டிரஜன் வாயு நிலைப்படுத்தப்படுவது இயற்கைச் சக்திகளாலும், செயற்கை முறைகளாலும் நடைபெறுகிறது.

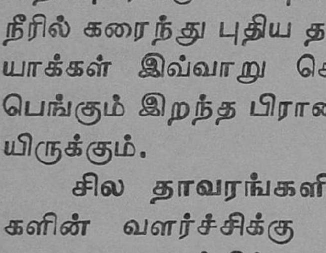
இயற்கை முறைகள்

1. பாக்டீரியாக்களால் :

மண்ணில் வாழும் பாக்டீரியாக்களில் பலவகை உண்டு. இவை மண்ணில் இருப்பது நமது வாழ்விற்கு இன்றியமையாதது. இறந்தும் கழிந்தும்போன பிராணி, தாவர உடற்பகுதிகளை அழுகச் செய்து மண்ணோடு மண்ணாக மக்கும்படி செய்வது இந்தப் பாக்டீரியாக்களே. பிராணி தாவரங்களின் உடற் பகுதிகளில் நைட்டிரஜன் என்னும் மூலகம் சேர்ந்த கூட்டுப்பொருள்கள் இருக்கின்றன. பாக்டீரியாக்கள் பிராணி தாவர உடற் பகுதிகளான அங்ககப் பொருள்களைத் தம்முடைய உணவாகக்

கொண்டு, அமோனியா (ammonia), நைட்டிரைட்டுகள் (nitrites), நைட்டிரேட்டுகள் (nitrates) என்னும் எளிய நைட்டிரஜன் கூட்டுப் பொருள்களாக மாற்றுகின்றன. வேறு சில பாக்டீரியாக்கள் அமோனியாவை நைட்டிரேட்டுகளாகச் செய்யும். இவ்வாறு பிராணி தாவரங்களிலிருந்து மண்ணுடன் சேர்ந்த அங்ககப் பொருள்களெல்லாம் நாளடைவில் பாக்டீரியாக்களால் நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாகின்றன. நைட்டிரேட்டு உப்புக்கள் நீரில் கரைந்து புதிய தாவரங்களுக்கு உணவாகின்றன. பாக்டீரியாக்கள் இவ்வாறு செய்யவில்லையெனின், பூமியின் மேற்பரப்பெங்கும் இறந்த பிராணி தாவரங்களின் உடற்பகுதிகளே நிரம்பியிருக்கும்.

சில தாவரங்களில் உள்ள வேர் முண்டுகள் : தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு நைட்டிரேட்டு உப்புக்கள் இன்றியமையாதவை. காற்றில் ஏராளமாக நைட்டிரஜன் இருக்கிறது. ஆனால் தாவரங்கள் காற்றிலுள்ள நைட்டிரஜனைப் பயன்படுத்திக் கொண்டு நைட்டிரேட்டுகளைத் தயாரிக்கும் சக்தியற்றவை. ஆகையால், மண்ணில் வாழும் பாக்டீரியாக்களின் செயலால் உண்டாகும் நைட்டிரேட்டுகளையே தாவரங்கள் பயன்படுத்துகின்றன.



படம் 25.
சில தாவரங்களின்
வேர் முண்டுகள்

அவரை இனத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் வேறொரு வகையான பாக்டீரியாக்களின் உதவியால் நைட்டிரேட்டு உப்புக்களைப் பெறுகின்றன. இந்த பாக்டீரியாக்கள் அவரையினத் தாவரங்களின் வேர்களில் கூட்டங் கூட்டமாக இருக்கும். அவரை, கொளுஞ்சி, துவரை, பட்டாணி போன்ற தாவரங்களின் வேர்களைப் பரிசோதித்தல், அவற்றில் சில முண்டுகள் காணப்படும் ; ஒவ்வொரு வேர் முண்டும் (root-nodule) பாக்டீரியாக்களின் கூட்டமாகும். இவை மண்ணிடுக்குகளில் பரவியிருக்கும் காற்றிலுள்ள நைட்டிரஜனை உட்கொண்டு நைட்டிரேட்டுகளாக மாற்றுகின்றன. நைட்டிரேட்டுகளை இந்தத் தாவரங்கள்

பெற்றுக்கொண்டு, பாக்டீரியாக்களுக்கு ஸ்டார்ச்சைக் கொடுக்கின்றன. அவரை முதலிய தாவரங்கள் இந்த நைட்டிரேட்டுகளை ஈர்த்துக்கொண்டு நைட்டிரஜன் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருளான புரோட்டீன்களைத் (protein) தயாரிக்கின்றன. கொளிஞ்சி, துவரை போன்ற தாவரங்களை ஒரு நிலத்தில் பயிரிட்டு, அவை சிறிது வளர்ந்தபின், அவற்றை நிலத்திலேயே மக்கச் செய்து உழுதால், அந்த நிலம் அதிக நைட்டிரேட்டு உப்புக்களைப்பெறும். நிலங்களுக்கு எருப்போடுவதற்கு இது ஒரு வழியாகக் கையாளப் படுகிறது.

மண்ணிலுள்ள மற்றொரு வகை பாக்டீரியாக்கள், நைட்டிரேட்டு உப்புக்களிலிருந்து நைட்டிரஜனைப் பிரித்துக் காற்றுடன் கலக்கச் செய்கின்றன. இந்தப் பாக்டீரியாக்களின் செயல் தாவர வளர்ச்சிக்கு ஏற்றதாகின்றது.

நைட்டிரஜன் சுழற்சி : மேற்கூறியவற்றிலிருந்து, நைட்டிரஜன் என்ற மூலகம், பிராணி, தாவர உடல்களுக்கும் மண்ணுக்குமாக இயற்கையில் சதா சுழன்றுகொண்டிருக்கிறதென்று யூகிக்கலாம். இவ்வாறு நைட்டிரஜன் சுழன்றுகொண்டிருப்பதை இயற்கையில் நைட்டிரஜன் சுழற்சி என்பார்கள். இதில் சில உள் சுழற்சிகள் இருக்கின்றன.

பாக்டீரியாக்களால் மண்ணில் தயாராகும் நைட்டிரேட்டுகளைத் தாவரங்கள் பயன்படுத்தி, புரோட்டீன்களைத் தயாரிக்கின்றன. இந்தப் புரோட்டீன்களைப் பிராணிகள் உட்கொண்டு தமக்குரிய பிராணிப் புரோட்டீன்களாகச் செய்கின்றன. பிராணிகள் இறந்தபின், அவற்றின் உடலிலிருக்கும் புரோட்டீன்கள் பாக்டீரியாக்களின் செயலால் நைட்டிரேட்டுகளாகின்றன. இது ஒரு சுழற்சி.

மண்ணிலுள்ள நைட்டிரேட்டுக்களைத் தாவரங்கள் உட்கொண்டு, புரோட்டீன்கள் ஆக்குகின்றன. தாவரங்கள் மடிந்து மண்ணுடன் மக்கி, பாக்டீரியாக்களால் நைட்டிரேட்டுகள் ஆகின்றன. இது மற்றொரு சுழற்சி.

காற்றிலுள்ள நைட்டிரஜன் ஒரு வகைப் பாக்டீரியாக்களால் நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாகித் தாவரங்களுக்கு உணவாகின்றன.

தாவரங்கள் மடியும்போது அவற்றிலுள்ள புரோட்டீன்கள் நைட்டிரேட்டுகள் ஆகின்றன. நைட்டிரேட்டுகளை சில பாக்டீரியாக்கள் பிரித்து, நைட்டிரஜனைக் காற்றுடன் கலக்கச் செய்கின்றன. இது மூன்றாவது சுழற்சி.

2. இயற்கைச் சக்திகளால்

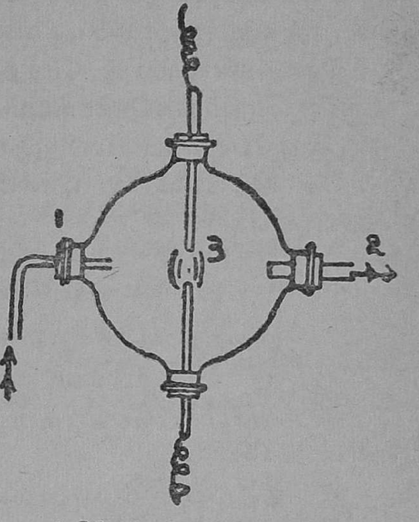
இடி, மின்னல் இவற்றுடன் மழை பெய்யும்பொழுது, காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனும் நைட்டிரஜனும் மின்னலின் உதவியால் ரசாயனச் சேர்க்கையடைந்து, நைட்டிரஜன் பர ஆக்ஸைடு என்னும் வாயுவாக மாறுகின்றன. இந்த வாயு, நீரில் கரைந்தால் நைட்டிரிக அமிலமாகும். இந்த அமிலம் பூமியில் விழுந்து, நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாக மாறும். இது நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்த இயற்கை வழங்கும் உதவியாகும். இதனால்தான் இடி மின்னலுடன் கூடிய மழை பயிர்களுக்குச் சிறந்தது என்று விவசாயிகள் கருதுகின்றனர்.

செயற்கை முறைகள்

பெர்க்லண்டு-ஐடு முறை : வாயு மண்டல நைட்டிரஜனை, நாம் செயற்கையாகவும் நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாக மாறும்படி செய்யலாம். காற்றில் மின்சார வில் (electric arc) ஏற்படுத்தி, அதனால் ஏற்படும் சுவாலையை மிகுந்த அளவு காற்றில் படும்படி செய்தால், அங்கு நைட்டிரிக ஆக்ஸைடு வாயு உண்டாகும். இந்த நைட்டிரிக ஆக்ஸைடை மீண்டும் காற்றுடன் சேரச் செய்து நைட்டிரஜன் பரஆக்ஸைடாக மாற்றலாம். இதை நீரில் கரைத்தால் நைட்டிரிக அமிலம் உண்டாகிறது. இதனுடன் சுண்ணும்புக் கல்லைச் சேர்த்தால், கால்சியம் நைட்டிரேட்டு உண்டாகும். இதை நார்வீஜியன் சால்ட்பீட்டர் என்பர். இந்த உப்பு பயிர்களுக்குச் சிறந்த உரமாகும்.

ஹேபர் முறை : இம்முறையில் நைட்டிரஜனையும், ஹைடிரஜனையும் அதிக அழுத்தத்தில் சுமார் 500°C. உஷ்ண நிலையில் மாலிப்டினம் (molybdenum) கலந்த இரும்புத்தூளின் மேல் செலுத்துகிறார்கள். இங்கு இரும்புத்தூள் கிரியா ஊக்கியாக

வேலை செய்கிறது. அப்பொழுது அமோனியா வாயு உண்டாகிறது. இந்த அமோனியா வாயுவைக் கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்து, அமோனியம் சல்பேட்டாக மாற்றி, உரமாகப் பயன்படுத்தலாம்; அல்லது அமோனியாவை ஆக்ஸிகரணம் செய்து நைட்டிரிக அமிலமாக மாற்றிப் பிறகு பயிர்களுக்கு வேண்டிய நைட்டிரேட்டுகளைத் தயாரித்துக் கொள்ளலாம். அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து, ஜெர்மனி போன்ற நாடுகளில் வாயு மண்டல நைட்டிரஜனிலிருந்து நைட்டிரேட்டு உப்புக்களையோ அல்லது அமோனிய உப்புக்களையோ பெறப் பல தொழிற்சாலைகள் இருக்கின்றன.



படம் 26. 1. காற்றுப்புகும் வழி
2. நைட்டிரிக ஆக்ஸைடு
3. மின் வில்

அமோனியம் நைட்டிரேட்டு: வாயுமண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்தித் தயாரித்த அமோனியாவுடன், நைட்டிரிக அமிலத்தைச் சேர்த்தால் அமோனியம் நைட்டிரேட்டு கிடைக்கும். இது பயிர்களுக்குச் சிறந்த உரமாகும்.

மேற்கூறியவாறு நைட்டிரஜன் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கிறது. பாஸ்வரம் தொடர்பான உப்புக்களும் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பிராணிகளின் எலும்புகளைப் பொடியாக்கி, அதனுடன் கந்தக அமிலம் கலந்து வைத்தால் அது கால்சியம் சூபர் பாஸ்வேட்டு (calcium super phosphate) என்னும் உரம் ஆகிறது. இதுவும் நிலத்திற்கு உரமாகப் போடப்படுகிறது. ரசாயன எருக்களைப் பயன்படுத்தும்பொழுது, நிலத்தின் குறையறிந்து, அக்குறைக்குத் தகுந்த உப்பை எருவாக இடவேண்டும்; அதுவும் வேண்டுமளவுதான் இடவேண்டும்.

பூச்சி கொல்லிகள் (insecticides): செயற்கை எருக்கள்

தயாரிக்க ரசாயன ஆராய்ச்சிகள் பெரிதும் பயன்படுவதுபோல, பயிர்களுக்குப் பகையாக இருக்கும் சில பூச்சிகளை ஒழிப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. இவ்வாறு இப்பொழுது பல ரசாயனப் பொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. தாமிர சல்பேட்டும், நீற்றின சுண்ணும்பும் சேர்ந்த கலவை, அவரை முதலான செடிகளுக்கு வரும் கேடு செய்யும் பூச்சிகளை ஒழிக்க உதவுகிறது.

இதுபோன்று, பல பூச்சி கொல்லிகளைப் பற்றி, நீங்கள் உங்கள் ஊர் விவசாய டிமான்ஸ்டிரேட்டரிடம் கேட்டுத் தெரிந்து கொள்ளுங்கள்.

பயிற்சி விஞக்கள்

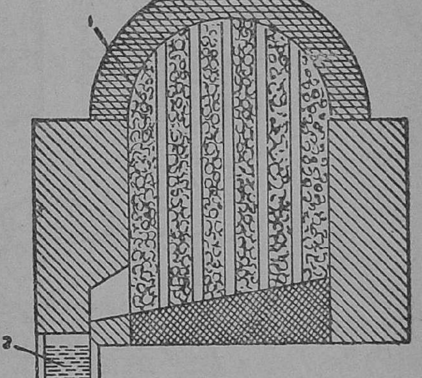
1. தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான உப்புக்கள் எவை ?
2. செயற்கை உரங்கள் சிலவற்றைக் கூறுக.
3. 'வாயு மண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்துதல்' என்ருல் என்ன ?
4. இயற்கையில் வாயு மண்டல நைட்டிரஜன், நைட்டிரேட்டாக மாறும் வகையை விளக்குக.
5. நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்துவதில் பாக்டீரியாக்களின் வேலை என்ன ?
6. நைட்டிரஜன் சுழற்சியை விவரிக்க.
7. பர்க்லண்டு ஐடு முறை—இது என்ன ? விவரிக்க.
8. ஹேபர் முறையில் எவ்வாறு செயற்கை உரம் தயாரிக்கப்படுகிறது ?
9. பூச்சி கொல்லிகள் எவ்வகையில் பயன்படுகின்றன ?

15. கந்தகம்

[கந்தகம் தயாரித்தல்—கந்தகத்தில் புற வேற்றுமை உருவங்கள்—குணங்களும் பயன்களும்—கந்தக டை ஆக்ஸைடு தயாரித்தல்—குணங்களும் பயன்களும்—கந்தக திரி ஆக்ஸைடு.]

கந்தகம் தீப்பற்றி எரியக் கூடிய பொருள் என்றும், அதை மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம் என்றும் மக்களுக்கு வெகு கால மாகவே தெரியும். புராணங்களிலும் வேதங்களிலும் சித்த வைத்திய முறைகளிலும் கந்தகத்தைப் பற்றிக் குறிப்பிடப்பட் டிருப்பதே இதற்குத் தகுந்த சான்று ஆகும்.

கந்தகம் தனித்த நிலையிலும், உலோக சல்பைடுகளுடன் சேர்ந்து கூட்டுப் பொருளாகவும், உலகில் பல இடங்களில் கிடைக் கிறது. இத்தாலி, சிசிலி, ஜப்பான் போன்ற எரிமலைப் பிரதேசங் களுக்குப் பக்கத்தில் கந்தகக் கற் களும், தீக்கற்களும் கிடைக்கின் றன. இவற்றில் தனி கந்தகம் உள்ளது. இந்தக் கற்களி லிருந்துதான் கந்தகம் எடுக்கப் பட்டுச் சுத்தம் செய்யப்படுகிறது.



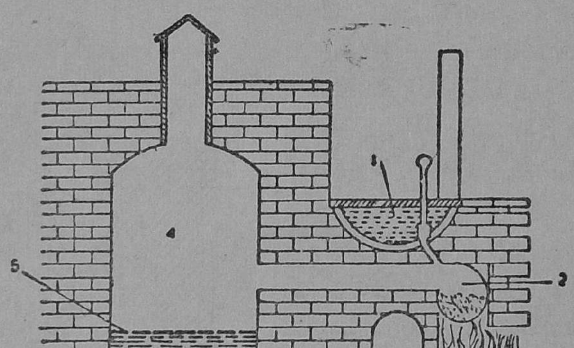
படம் 27. கந்தகச் சூளை
1. கந்தகம் கலந்துள்ள மண் கட்டிகள்
2. உருகிய கந்தகம்.

கந்தகக் கற்களைப் படை படை யாக ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக ஒரு சரிவான பரப்பில் அடுக்கித் தீ மூட்டுவார்கள். சிறிதளவு கந்த கத் தாது தீப்பற்றி எரியும். அந்த உஷ்ணத்தில் மிகுதி தாதுவி லுள்ள கந்தகம் உருகித் திரவ மாக ஓடி, சரிவின் கீழே வைக் கப்பட்டுள்ள பாத்திரங்களில் வடியும். இந்த அமைப்புக்குக் கந்தகச் சூலை (calcaroni) என்று பெயர். இப்படிக் கிடைக்கும்

கந்தகம் சுத்தமா யிராது. இதைப் பண்படாக் கந்தகம் (crude sulphur) என்பர்.

பண்படாக் கந்தகத்தை இரும்பு வாலைகளில் வைத்துக் காற்றுப்படாமல் மூடிக் காய்ச்சுவார்கள். கந்தகம் கொதித்து ஆவியாகி வாலையிலிருந்து செங்கல் சுவர்களால் ஆகிய ஓர் அறையை அடையும்; அங்கு, அறையின் சுவர்களில் மிருதுவான கந்தகப் பொடியாக உறையும். இதைக் கந்தகத் தூள் என்பர். அதே அறையின் தளத்தில், உருகிய கந்தகம் திரவமாக நிற்கும். இதை ஒரு திறப்பின் வழியே வெளிவரச் செய்து, உருளை வடிவ அச்சுக்களில் வார்த்து உருளைக் கந்தகம் (roll sulphur) ஆக எடுப்பார்கள்.

தற்காலத்தில் அமெரிக்காவில் உள்ள லூயிசியானு, டெக்ஸாஸ் போன்ற இடங்களில் பூமிக்கடியில் சுமார் 800 அடி ஆழத்திற்குக் கீழே கந்தகப்படுகை காணப்படுகிறது. அங்குக் கந்தகம் இருக்கும்



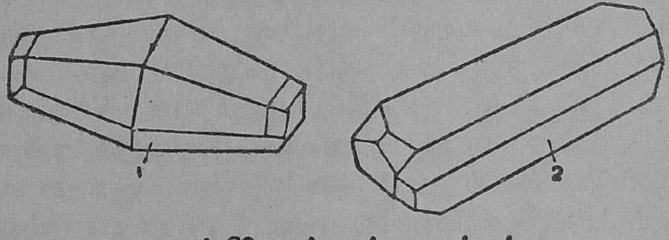
படம் 28. கந்தகத்தைச் சுத்தம் செய்தல்
1. உருகின அசுத்தக் கந்தகம் 2. வாலை 3. அடுப்பு
4. கந்தக ஆவி குளிரும் அறை 5. உருகின சுத்தக் கந்தகம்
6. உருகின சுத்தக் கந்தகம் வெளியேறும் வழி

ஆழம்வரை நீண்ட குழாய்களைப் பூமிக்குள் செலுத்துவார்கள். இவை ஒன்றுக்குள் ஒன்று செலுத்தப்பட்ட மூன்று பொது மையக் குழாய்களாகும். இவற்றில் ஒரு குழாயின் வழியாக அதிக அழுத்

தத்தில் உள்ள நீராவியைச் செலுத்துவார்கள். அதனால் கீழிருக்கும் படுகையிலுள்ள கந்தகம் உருகித் திரவமாகும். அப்பொழுது இரண்டாவது குழாயின் வழியாய் அதிக அழுத்தத்திலுள்ள காற்றைச் செலுத்துவார்கள். அக்காற்றின் அழுத்தத்தால் மூன்றாவது குழாயின் வழியாய்க் கந்தகத் திரவம் மேல்நோக்கி ஏற்றப்பட்டு பூமி மட்டத்தை அடையும். இந்தக் கந்தகம் பெரும்பாலும் சுத்தக் கந்தகமாக இருக்கும்.

கந்தகம் மூன்று வெவ்வேறு உருவங்களைக் கொள்ளக் கூடியது. இந்த மூன்று வகைகளின் ரசாயன குணங்கள் ஒன்றாகவே இருக்கும். இவை உருவத்திலும், சில பௌதிக குணங்களிலுமே வேற்றுமைப் படுகின்றன. ஆகவே, கார்பன், பாஸ்வரம் ஆகிய மூலகங்களைப் போலவே கந்தகமும் புற வேற்றுமை காட்டும். கந்தகமானது (1) சாய்சதுரக் கந்தகம் (எட்டுப்பட்டை கந்தகம்), (2) ஊசிக் கந்தகம், (3) களிக் கந்தகம் என மூன்று வகைகளில் தயாரிக்கப்படலாம்.

சாதாரணமாகத் தயாரிக்கப்படும் உருளைக் கந்தகத்தைத் தூள் செய்து கார்பன்டைசல்பைடு திரவத்தில் கரைத்து, பின்னர்



படம் 29. கந்தகப் படிகங்கள்.
1. சாய் சதுரக் கந்தகம் 2. ஊசிக் கந்தகம்

அந்தக் கரைசலைத் தானாக ஆவியாகும்படி செய்தால், கரைசலின் அடியில் எட்டுப்பட்டை வடிவமுள்ள படிகங்களாகச் சாய்சதுரக் கந்தகம் கிடைக்கும்.

உருளைக் கந்தகத்தூளை ஒரு பீங்கான் குகையில், இலேசாக உருக்கிக் குளிரவிட்டால், அதன்மேல் ஓர் ஏடு படியும். அந்த ஏட்டில் துளை செய்து உள்ளிருக்கும் கந்தகத் திரவத்தைக் கீழே

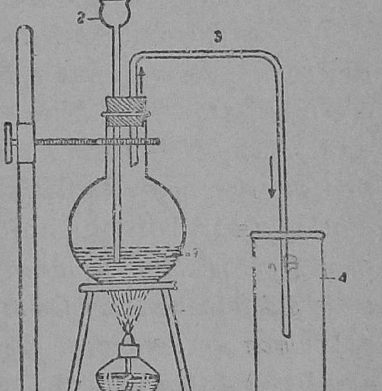
ஊற்றிவிட்டு, குகையிலுள்ள துளையினுள் பார்த்தால், நீண்ட ஊசி போன்ற வடிவமுள்ள கந்தகப் படிகங்கள் உண்டாகி இருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் உருளைக் கந்தகத்தைப் பொடி செய்து நிரப்பி, அதைக் கொதிநிலை அடையும் வரை காய்ச்சு. கந்தகம் கொதிக்கும்பொழுது, இடுக்கியால் பீங்கான் கிண்ணத்தைப் பிடித்து வெளியே எடுத்து, அதிலுள்ள கந்தகத்தை ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள குளிர்ந்த நீருள் ஊற்று. அது நீருக்கடியில் கரும் பழுப்பு நிறமுள்ள, இலாஸ்டிக் தன்மையுள்ள பிசுபிசுப்பான களிக் கந்தகமாக அமையும். இக்கந்தகம் கார்பன் டை சல்பைடில் கரையாது. இதை அப்படியே சில நாட்கள் திறந்தபடி வைத்திருந்தால், தானாகவே சாய்சதுரக் கந்தகமாக மாறிவிடும்.

கந்தகத்தின் குணங்கள் : கந்தகம் மஞ்சள் நிறமான படிக வடிவமுள்ள திடப்பொருள். அது உஷ்ணத்தையும், மின்சாரத்தையும் கடத்தாது. அது நீரில் கரையாது ; டர்பென்டைனிலும், ஈதரிலும் சிறிதளவு கரையும். கார்பன் டை சல்பைடில் தாராளமாகக் கரையும். கந்தகத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயில் காய்ச்சினால் அது மஞ்சள் நிறமான திரவமாக இளகும். இன்னும் காய்ச்சப்பட்டால் முறையே ஆரஞ்சு, சிவப்பு, கருஞ்சிவப்பு, நிறங்களை அடைந்து கடைசியில் கறுப்பு நிறமுள்ள பாகு போன்ற பொருளாகும். அதற்கு மேலும் காய்ச்சினால், மீண்டும் இளகிக் கொதித்து, கந்தக ஆவியைக் கொடுக்கும். இந்த ஆவியைக் குளிரவைத்தால் நாம் மேலே சொல்லிய மாறுதல்களை வரிசையாய் இறங்கு வரிசையில் அடைந்து, கடைசியில் மஞ்சள் நிறமான கந்தகமாக உறையும். ஆகவே, இது ஒரு பௌதிக மாறுதலாகும்.

கந்தகத்தை ஓர் எரிகரண்டியில் வைத்து ஸ்பிரிட்டு விளக்கில் காட்டி எரித்தால், அது மங்கலான நீலநிறச் சுவாலையுடன் எரிந்து, மூச்சைத் திணறச் செய்யும் கந்தக டை ஆக்ஸைடு வாயுவாக மாறும். இது ஒரு ரசாயன மாறுதல். கந்தகம் எல்லா உலோகங்களுடனும் ரசாயனச் சேர்க்கை செய்து அவற்றின் சல்பைடுகளைக் கொடுக்கும்.

கந்தகத்தின் பயன்கள் : தீக்குச்சி செய்யும் தொழிலிலும், வெடிமருந்து வாணங்கள் மத்தாப்புகள் முதலியன செய்யும் தொழிலிலும் கந்தகம் பயன்படுகிறது. கந்தகத்திற்குக் கிருமி களைக் கொல்லும் குணம் இருப்பதால், கந்தகத்தைத் தொற்று நீக்கியாக நோயாளிகள் தங்கி இருந்த அறைகளில் எரிப்பார்கள். பயிர்களில் உண்டாகும் புழுக்களையும் பூச்சிகளையும் கந்தகக் கரைசலைத் தெளித்து நீக்குவார்கள். கந்தக மெழுகுகளும், கந் தக சோப்புகளும் முறையே சிரங்குகளைப் போக்கவும், சரும நோய்களை நீக்கவும் பயன்படுத்தப்படும். ரப்பர் கெடாமல் இருக்க, அதனுடன் கந்தகத்தைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி ‘வல் கனைஸ்’ செய்வார்கள். இவ்வாறு வல்கனைஸ் செய்யப்பட்ட ரப்பர், சக்கரங்கள் டயர்கள் முதலியன செய்ய உதவும். கந்தகத்தை ரப் பருடன் மிகுந்த அளவில் சேர்த்துக் காய்ச்சி எபொனைட்டு என்ற பொருள் தயாரிப்பார்கள். இது மின்சார சுவிச்சுகள், பௌண் டன் பேனக்கள், சீப்புகள், பிடி கள் முதலியன செய்ய உதவும். சாயம் ஏற்றும் தொழிலிலும் கந்த கம் பயன்படும்.



படம் 30. கந்தக டை ஆக்ஸைடு வாயு தயாரித்தல்
1. அடர் கந்தக அமிலம் + தாமிரம், 2. புனல், 3. போக்கு குழாய், 4. வாயு ஜாடி.

கந்தக டை ஆக்ஸைடு (sulphur-di-oxide) : கந்தக மானது எரி கரண்டியில் எரிக்கப் பட்டால் அது காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து கந்தக டை ஆக்ஸைடு என்ற வாயுவாக மாறும் என அறிந்தோம். ஆனல் இம்முறைப்படி கந்தக டை ஆக் ஸைடு சோதனைச் சாலையில் தயா ரிக்கப்படுவதில்லை.

சோதனைச் சாலையில் கந்தக டை ஆக்ஸைடு தயாரித்தல் : ஹைடிரஜன் குளோரைடு தயாரிப்பதற்கு நாம் அமைத்துக்

கொண்ட உபகரணம் போலவே, இதற்கும் நாம் ஓர் உபகரணத்தை அமைத்துக் கொள்வோம். கண்ணுடிக் குடுவையில் ஒரு கைப்பிடி அளவு தாமிரத் தூளை வைத்து, திசல் புனலின் வழியாய்த் தாமிரத்தூள் மூழ்கும் அளவிற்கு அடர் கந்தக அமிலத்தை ஊற்றி, குடுவையைச் சூடேற்றுவோம். தாமிரம் அமிலத்தில் கரைந்து நீல நிறமான கரைசலாகிறது. அதேசமயம் ஒரு நிறமற்ற வாயு வெளியாகி, காற்றை மேல் முகப் பெயர்ச்சி செய்து கொண்டு வாயு ஜாடியினுள் சேர்கிறது. இவ்விதம் ஐந்து அல்லது ஆறு ஜாடிகளில் இந்த வாயுவைச் சேகரித்து வைத்துக் கொள்வோம்.

கிரியை :

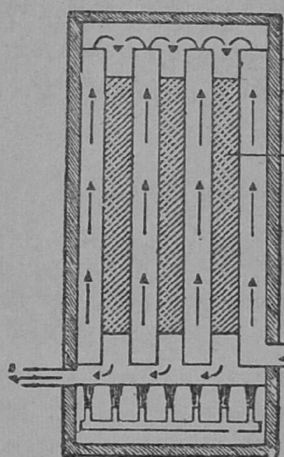
தாமிரம் + அடர் கந்தக அமிலம் → தாமிர சல்பேட்டு (மயில் துத்தம்) + நீர் + கந்தக டை ஆக்ஸைடு.

குணங்கள் : கந்தக டை ஆக்ஸைடு ஒரு நிறமற்ற வாயு; மூச்சைத் திணறவைக்கும் மணமுள்ளது. இது காற்றைவிடக் கனமானது. இது நீரில் சுமாராய்க் கரையும். இது நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைச் சிவப்பாக மாற்றும். ஆகவே, இது அமில குணமுள்ளது எனத் தெரிகிறது. இது நீரில் கரைந்தால், கந்தக அமிலம் (sulphurous acid) உண்டாகும். கந்தக டை ஆக்ஸைடு ஒரு நிறம் நீக்கி. ஈரமான மலர்கள், சாயங்கள் இவற்றின் நிறங்களை நீக்கி வெளுக்கச் செய்யும். ஆனால் இந்த வாயுவின் சலவை, நிலையானது அல்ல. நிறம் நீக்கப்பட்ட பொருள்களின்மேல் காரங்களைச் சேர்த்தால், பழைய நிறம் திரும்பவும் வந்துவிடும். இவ்வாயு தானும் தீப்பற்றி எரியாது; தன்னுள் சில பொருள்களையும் எரியவிடாது. ஆனால் மகனீசயம், பாஸ்வரம் போன்ற பொருள்கள் இதனுள் எரிந்து தம் தம் ஆக்ஸைடுகளாகி, கந்தகத் தூளை இடப் பெயர்ச்சி செய்யும். ஆதலால் இந்த வாயு கந்தகமும் ஆக்ஸிஜனும் சேர்ந்தது என அறியலாம். இந்த வாயு ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கி (reducing agent); அதாவது ஆக்ஸிஜனைத் தம் அமைப்பில் பெற்றுள்ள பொருள்களிலிருந்து தான் ஆக்ஸிஜனைப் பற்றிக்கொண்டு, அவற்றை ஒடுக்கிவிடும்.

ஆகவே, இது பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டுக் கரைசலை அதன் ஊதா நிறம் நீங்கி வெளுக்கச் செய்யும். ஆரஞ்சு நிறமுள்ள பொட்டாசியம் டை குரோமேட்டுக் கரைசலை (அல்லது டை குரோமேட்டுத் தாளை)ப் பச்சை நிறமுள்ளதாக மாற்றும். இது கந்தக டை ஆக்ஸைடு வாயுவுக்கு முக்கியமான சோதனையாகும்.

பயன்கள் : இந்த வாயு கந்தக அமிலம் தயாரிக்க மிகுதியாய்ப் பயன்படுகிறது. இது காகிதம், பட்டு, கம்பளம் முதலானவற்றைச் சலவை செய்யவும் உதவும்; தொற்று நீக்கியாகவும் பயன்படுத்தப்படும். சோடியம் சல்பைட்டு தயாரிக்கவும், குளிர் அறைப் பெட்டிகளில் திரவ அமோனியாவுக்குப் பதிலாகவும் இது உதவும். குளோரினைக் கொண்டு சலவை செய்த பிறகு, இந்த வாயுவை ஆண்டி குளோர் ஆகப் பயன்படுத்துவதும் உண்டு.

கந்தக திரி ஆக்ஸைடு (sulphur trioxide): கந்தக டை ஆக்ஸைடைக் காட்டிலும் கந்தக திரி ஆக்ஸைடு மிகப் பயனுள்ளது. ஏனெனில், எல்லாத் தொழிலுக்கும் இன்றியமையாத கந்தக அமிலம் இந்த ஆக்ஸைடு கரைவதாலேயே கிடைக்கிறது. கந்தக டை ஆக்ஸைடுடன் சில கிரியா ஊக்கிகளின் உதவியால் ஆக்ஸிஜனைக் கூடும்படி செய்தால் கந்தக திரி ஆக்ஸைடு கிடைக்கிறது. பிளாட்டினக் கல்நாரும், நைட்டிரஜன் பராக்ஸைடும் கிரியா ஊக்கிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பிளாட்டினக் கல்நார் பயன்படுத்தும் முறைக்குப் பரிசமுறை என்று பெயர்.



படம் 31. கந்தக அமிலம் தயாரித்தல்—பரிச முறை.
1. கந்தக டை ஆக்ஸைடு + ஆக்ஸிஜன்
2. பிளாட்டினக் கல்நார்
3. கந்தக திரி-ஆக்ஸைடு

பரிச முறை (contact process): கந்தகக் கல்லை எரித்தோ, கந்தகத்தை எரித்தோ கந்தக டை ஆக்ஸைடு தயாரிப்பர். இதனுடன் ஆக்ஸிஜனைக் கலந்து சுமார் 440°C.க்குச் சூடாக்கி

யிருக்கும் பிளாட்டினக் கல்நாரின் மேல் செலுத்துவர். இங்கு, பிளாட்டினக் கல்நார் கிரியா ஊக்கியாக வேலை செய்து, கந்தக டை ஆக்ஸைடை, ஆக்ஸிஜனுடன் கூடச் செய்து, கந்தக திரி ஆக்ஸைடை உண்டாக்கும். இக் கந்தக திரி ஆக்ஸைடை நீரில் செலுத்தினுல், அது கரைந்து கந்தக அமிலம் உண்டாகும். இம் முறை தற்காலத்தில் அவ்வளவாகக் கையாளப்படுவதில்லை. ஏனெனில், இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படும் பிளாட்டினக் கல்நார் மிகவும் விலையேறப் பெற்றது. தவிரவும், மிகுந்த வெப்பநிலை தேவையாய் இருக்கிறது. ஆனுல் இம்முறைப்படி தயாரிக்கப்படும் அமிலம் மிகவும் தூயதாக இருக்கும்.

கந்தக திரி ஆக்ஸைடு தயாரிக்கும் மற்றொரு முறை பற்றியும், கந்தக அமிலத்தின் பண்புகள் பற்றியும் நீங்கள் மேல் வகுப்பில் விரிவாய்ப் படிப்பீர்கள்.

பயிற்சி வினுக்கள்

1. கந்தகத் தாது எவ்விடங்களில் கிடைக்கிறது? அது எவ்விதம் எடுக்கப்பட்டுச் சுத்தம் செய்யப்படுகிறது?
2. கந்தகத்தின் பயன்களைக் கூறுக.
3. கந்தகம் ஒரு குழாயில் காய்ச்சப்பட்டால் அது அடையும் மாற்றங்களை விவரிக்க.
4. சோதனைச் சாலையில் கந்தக டை ஆக்ஸைடு தயாரிக்கப்படும் விதத்தைப் படத்துடன் விளக்குக.
5. கந்தக டை ஆக்ஸைடின் முக்கிய ரசாயனக் குணங்களைத் தகுந்த உதாரணங்களுடன் கூறுக.
6. கந்தக டை ஆக்ஸைடின் பயன்களைக் கூறுக.
7. கந்தக திரி ஆக்ஸைடு எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?
8. கந்தக திரி ஆக்ஸைடு ஏன் முக்கியமானது?
9. பரிச முறை என்பது என்ன? விளக்குக.
10. பிளாட்டினக் கல்நார் முறை ஏன் இப்பொழுது அவ்வளவாகக் கையாளப்படுவதில்லை?

செய்முறைப் பயிற்சி

சிறிய அளவில் கந்தக டை ஆக்ஸைடு வாயு தயாரித்து, அதன் பண்புகளைச் சோதித்து அறிந்து கொள்க.

பிற்சேர்க்கை I

சோதனைச்சாலைக் குறிப்பு (Record)

இப்புத்தகத்தின் ஒவ்வொரு பாடத்தின் இறுதியிலும் செய்முறைப் பயிற்சிகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் முடிந்த வரை எல்லாவற்றையும் மாணவ, மாணவியர் செய்து பார்க்க வேண்டும். அவ்வாறு செய்யும் சோதனைகளின் குறிப்பை அதற்கென உள்ள குறிப்பு நோட்டுப் புத்தகத்தில் பதிவு செய்து கொள்ளவேண்டும். அதற்குரிய முறை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின் பயன்

சோதனை எண் : தேதி :

சோதனையின் நோக்கம் : ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்.

வேண்டிய உபகரணங்கள் : பௌதிகத் தராசு, எடைப் பெட்டி, மரப்பாலம், பீக்கரில் நீர், நூல், கண்ணாடி அடைப்பான்.

உபகரண விளக்கம் : பயன்படுத்தும் உபகரணங்களின் விவரம் இங்கு எழுதவேண்டும். இதற்கு நேர் இடது பக்கத்தில் உபகரணங்களின் படங்கள் இருக்கவேண்டும்.

செய்முறை : முதலில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடையைக் கண்டுபிடித்துக் கொள்ளவெண்டும். பிறகு தராசின் இடது தட்டின்மேல் மரப்பாலத்தை வைத்து அதன்மேல் பீக்கர் நீரை வைக்கவேண்டும். கண்ணாடி அடைப்பானை நூலில் கட்டி, தராசுக் கொக்கியிலிருந்து பீக்கரிலுள்ள நீரில் மூழ்கி யிருக்கும்படி தொங்கவிடவேண்டும். இப்பொழுது நீரில் அடைப்பானின் எடையைக் கண்டுபிடிக்கவேண்டும்.

காற்றில் அடைப்பானின் எடை $= a$ கிராம்.
நீரில் ,, ,, $= b$,,
நீரில் அடைப்பான் இழந்த எடை $= (a-b)$ கிராம்

$$\therefore \text{ அடைப்பானின் அடர்த்தி எண் } = \frac{a}{a-b}$$

(இதற்கு நேர் இடதுபக்கத்தில் கிடைத்த அளவுகளை எழுத வேண்டும்.)

முடிவு : கண்ணாடி அடைப்பானின் அடர்த்தி எண்=

எடுத்துக் கொள்ளவேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகள் : இங்குத் தராசைப் பயன்படுத்தும் பொழுதும், அடைப்பானின் எடை நீரில் எடுக்கும்பொழுதும் எடுத்துக் கொள்ளவேண்டிய முன் எச்சரிக்கைகளை எழுதவேண்டும்.

கீழே சில பரிசோதனைகள் செய்வதற்கான சில குறிப்புக்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

சோதனைச்சாலையில் மாணவர் செய்யக்கூடிய பரிசோதனைகள்

1. தனி ஊசல்.

நோக்கம் ; ஒரு தனி ஊசலின் நீளத்திற்கும் அலைவு நேரத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தத்தை நிரூபித்தல்.

சுமார் 25 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு தனி ஊசலை அமைத்து அதன் நீளத்தைக் கண்டுபிடி. பிறகு 20 அலைவுகளின் நேரம் கண்டுபிடித்து, அலைவு நேரம் கணக்கிடு. நீளத்தைப் படிப் படியாக 10 அல்லது 15 செ. மீ. அதிகமாக்கி, ஒவ்வொரு தடவை யும் அலைவுநேரம் கண்டுபிடி. 5 அல்லது 6 அளவுக் குறிப்புக்கள் எடுத்து அட்டவணைப்படுத்து. l/t^2 மாருத எண்ணுக இருக் கிறதா என்று பார்.

2. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம் :

நோக்கம் : ஆர்க்கிமீடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி (a) ஒரு திடப் பொருளின், (b) ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.

நீரில் மூழ்கக்கூடிய பொருளுக்குக் காற்றில் எடை கண்டு பிடி; பிறகு நீரில் அதன் எடை கண்டுபிடி. கொடுக்கப்பட்ட திரவத்திலும் அதன் எடை கண்டுபிடி. நீரிலும் திரவத்திலும் அப்பொருள் இழந்த எடைகளைக் கணக்கிடு. இவற்றிலிருந்து திடப்பொருளின் அடர்த்தி எண்ணையும் திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணையும் கணக்கிடு.

$$\left.\begin{array}{c}\text{திடப்பொருளின்}\\ \text{அடர்த்தி எண்}\end{array}\right\} = \frac{\text{காற்றில் பொருளின் எடை}}{\text{நீரில் பொருளின் எடைக் குறைவு}}$$

$$\left.\begin{array}{c}\text{திரவத்தின்}\\ \text{அடர்த்தி எண்}\end{array}\right\} = \frac{\text{பொருள் திரவத்தில் இழந்த எடை}}{\text{பொருள் நீரில் இழந்த எடை}}$$

3. தக்கையின் அடர்த்தி எண்.

நோக்கம்: ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு தக்கையின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.

கீழ்க்கண்டவாறு எடைகளைக் கண்டுபிடித்து, தக்கையின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிடு:

காற்றில் தக்கையின் எடை	$= a$ கிராம்
நீரில் ஒரு பளுவான பொருளின் எடை	$= b$,,
நீரில் பளுவான பொருளும் தக்கையும் சேர்ந்த எடை	$= c$,,
தக்கை நீரில் இழந்த எடை	$= (a+b-c)$ கி.
∴ தக்கையின் அடர்த்தி எண்	$= \dfrac{a}{a+b-c}$

4. சோதனைக்குழாய் மிதவை.

நோக்கம்: சோதனைக் குழாய் மிதவையைப் பயன் படுத்தி, ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.

சோதனைக் குழாய் மிதவை தயாரித்துக்கொண்டு, அது நீரிலும் திரவத்திலும் எவ்வளவு ஆழம் அமிழ்கிறதென்று கண்டு பிடி. நீரில் அமிழும் ஆழத்தைத் திரவத்தில் அமிழும் ஆழத்தால் வகுத்துத் திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கணக்கிடு. மேலும் சில ஈய ரவைகளைப் போட்டு, மிதவை அமிழும் ஆழத்தை மாற்றி,

மறுபடியும் முன்போல் அளவெடு. நாலைந்து அளவீடுகளை எடுத்து, சராசரி அடர்த்தி எண் கண்டுபிடி.

5. பாயில் விதியை நிரூபித்தல்.

பாயில் விதி உபகரணத்தைக் கையாண்டு அடைபட்ட காற்றின் அழுத்தமும், கன அளவும் எதிர்விகிதத்தில் இருப்பதை நிரூபி.

6. ஹுக் விதியைச் சரிபார்த்தல்.

ஒரு சுருள்வில் அல்லது ஒரு ரப்பர்க் கயிற்றையும் 50 கிராம் எடைப்படிகளையும் பயன்படுத்தி, தகைவும் விகாரமும் நேர்விகிதத்தில் இருப்பதை நிரூபி.

7. சாய்தளம்.

நோக்கம்: சாய்தளத்தில் W/P=L/H என்ற சாம்யத்தைச் சரிபார்த்தல்.

சாய்தளத்தின் நீளம், உருளையின் எடை, தட்டின் எடை ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடி. பிறகு, சாய்தளத்தின் சாய்வு வீதத்தை வெவ்வேருக அமைத்து, உருளையைச் சமநிலைப்படுத்தக்கூடிய திறன்களைக் கண்டுபிடி. அளவீடுகளை அட்டவணைப் படுத்திக்கொண்டு, $\frac{W}{P}$, $\frac{L}{H}$ என்பனவற்றைக் கணக்கிட்டு இவை சமமாக இருக்கின்றனவா என்று பார்.

8. வெப்ப எண்.

நோக்கம்: ஒரு திடப்பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்.

ஒரு கலோரி மீட்டரின் எடை கண்டுபிடி. அதில் சுமார் $\frac{1}{3}$ நீர் ஊற்றி மறுபடியும் எடை கண்டுபிடி. நீரின் உஷ்ணநிலையைக் குறித்துக்கொள். பிறகு, கொடுக்கப்பட்ட திடப்பொருளை ஒரு சோதனைக் குழாயில் போட்டு, நீர்த்தொட்டியில் வைத்துச் சூடாக்கு. நீர் கொதித்துச் சுமார் 15 நிமிட நேரமான பிறகு

திடப்பொருளின் உஷ்ணநிலை கண்டுபிடி. பிறகு சூடான பொருளைக் கலோரி மீட்டர் நீரில் போட்டுக் கலக்கி, கலவையின் உஷ்ணநிலை கண்டுபிடி. பிறகு கலோரி மீட்டரைக் கலவையுடன் எடை கண்டுபிடி. இந்த அளவீடுகளைக் கொண்டு திடப் பொருளின் வெப்ப எண்களைக் கணக்கிடு.

9. உருகு நிலை.

நோக்கம் : பரபின் மெழுகின் உருகுநிலை கண்டுபிடித்தல்.

சிறிது பரபின் மெழுகை உருக்கி, அந்தத் திரவத்தில் ஒரு தந்துகிக் கண்ணாடிக் குழாயைத் தோய்த்து எடு. வெளிப்புற மெழுகை நீக்கிவிட்டு, தந்துகிக் குழாயை ஓர் உஷ்ணமானியின் குமிழுடன் சேர்த்துக் கட்டு. இதை ஒரு நீர்த்தொட்டியில் வைத்து உஷ்ணப்படுத்து. குழாயிலுள்ள மெழுகு உருகும் பொழுதும் உறையும்பொழுதும் உஷ்ணநிலைகளைக் கண்டுபிடி. இதை மூன்று தடவை திரும்பச்செய்து, சராசரி உருகுநிலை கணக்கிடு.

10. விதை முளைத்தல்.

ஒரு பெரிய கண்ணாடி முகவையில் இரண்டு அங்குல உயரத்திற்கு நீர் ஊற்று. பெரிய மையொற்றும் தாள் ஒன்றைக் குழல் போல் சுருட்டி, முகவையில் நிறுத்து. அது முகவையின் பக்கங்களை ஒட்டிக்கொண்டு நிற்கட்டும். ஒருநாள் ஊறவைத்த சில அவரை விதைகளையும் கடலை விதைகளையும் முகவைக்கும்காகிதத்திற்கும் இடையே வெவ்வேறிடங்களில் நிற்க வை. சில விதைகளை முகவை நீருக்குள் போட்டு வை. எந்த விதைகள் முளைக்கின்றன, எவ்வாறு முளைக்கின்றன என்ற விவரங்களைக் கவனித்துக் குறித்துக்கொள்.

பிற்சேர்க்கை II

1. சில திடப்பொருள்களின் அடர்த்தி எண் முதலிய விவரங்கள்

பொருள்	அடர்த்தி எண்	வெப்ப எண்	உருகு நிலை (°C)	நீளப் பெருக்க குணகம்
அலுமினியம்	2·7	·22	657	·000026
பித்தளை	8·5	·09	900	·000019
தாமிரம்	8·9	·094	1085	·000017
தக்கை	0·24	·5	......	....
கண்ணாடி (கிரௌன்)	2·5-2·7	·16	1100	·000009
கண்ணாடி (பிளின்ட்)	2·9-4·5	·12	1100	·000008
தங்கம்	19·3	·03	1063	·000014
பனிக்கட்டி	0·92	·5	0	·000051
ரப்பர்	0·92	·3	......	·00007
இன்வர் எஃகு	8·0	·12	1500	·0000009
வார்ப்பிரும்பு	7·5	·12	1100	·000011
தேனிரும்பு	7·9	·115	1500	·0000114
காரீயம்	11·4	·03	327	·000029
நிக்கல்	8·9	·11	1450	·000013
பரபின் மெழுகு	0·9	·69	54	·00011
பிளாட்டினம்	21·05	·03	1773	·000009
வெள்ளி	10·5	·06	961	·000019
சோடியம்	0·97	·28	98	·000072
கந்தகம்	2·1	·17	115	·00007
வெள்ளீயம்	7·3	·05	232	·000022
துத்தநாகம்	7·1	·092	418	·000026

2. சில திரவப் பொருள்களுக்கு அடர்த்தி எண் முதலியன

பொருள்	அடர்த்தி எண்	வெப்ப எண்	கொதி நிலை (°C)	உறை நிலை (°C)	கன அளவுப் பெருக்க குணகம்
ஆல்கஹால்	·81	·6	78	—115	·0011
பென்சீன்	·88	·41	80	55	·0012
புரோமின்	3·1	·11	59	—7	·0012
கார்பன்-டை-சல்பைடு	1·29	·24	46	—112	·0012
ஈதர்	0·74	·56	35	—123	·0016
கிளிசரின்	1·26	·58	290	17	·00053
பாதரசம்	13·60	·033	357	—39	·00018
டர்பென்டைன்	0·87	·42	159	—10	·00094
தண்ணீர்	1·0	1·0	100	0	·00045
கடல் நீர்	1·03	·94	104	—9	....

8. சில சாதாரண உணவுப் பொருள்களிலுள்ள பகுதிப் பொருள்களின் சதவீதம்

எண்	உணவுப் பொருள்கள்	நீர்	புரோட்டீன்	கொழுப்பு	கார்போ-ஹைட்ரேட்டு	தாது உப்புக்கள்	அதிகமுள்ள வைட்டமின்	ஸெல்லுலோஸ் (நார்)
1.	கைக்குத்துப் பச்சரிசி	12·2	8·5	·3	78·3	·7	B	...
2.	மில்லில் தீட்டிய பச்சரிசி	13	6·9	·6	79	·5	...	...
3.	புழுங்கலரிசி	12·6	8·5	·4	77·6	·9	B	...
4.	சவ்வரிசி	12·2	0·2	·2	87·1	·3	...	...
5.	கோதுமை (தோலுடன்)	12·8	11·8	1·4	71·3	1·5	A, B	1·2
6.	கேழ்வரகு	13·1	7·1	1·3	76 3	2 2	A	...
7.	கம்பு	12·4	11·6	5·0	67·1	2·7	A, B	1·2
8.	பார்லி	12·5	11·5	1·3	69·3	1·5	B	3·9
9.	சோளம்	11·9	10·4	1·9	74	1·8	A	...
10.	கடலை	9·8	17·1	5·3	61·2	2·7	A, B	3·9
11.	உளுந்து	10·9	24	1·4	60·3	3 4	A, B	...
12.	பச்சைப் பயறு (தோலுடன்	10·4	24	1·3	56·6	3·6	A, B	4·1
13.	துவரை	15·2	22·3	1·7	57·2	3·6	A, B	...
14.	அவரை	12·4	25·1	·7	59·7	2·1	A, B	...
15.	வேர்க்கடலை	7·9	26·7	40·1	20·3	1·9	A, B	3·1
16.	வாதுமை	5·2	20·8	59	10·4	2·9	B	1·7
17.	முந்திரிப் பருப்பு	5·9	21·2	46·9	22·3	2·4	...	1·3
18.	தேங்காய்	36·3	4·5	41·6	14·0	1	...	3·6
19.	முருங்கைக் கீரை	75	6 7	1·7	13·4	2·3	A	·9
20.	முருங்கைக் காய்	87	2·5	·1	3·6	2	A, C	4·8
21.	கொத்துமல்லி	88	3·3	·6	6·4	1·7	A	...
22.	கத்தரிக்காய்	91·5	1·3	·3	6·4	·5	C	...
23.	அவரைக்காய்	82·4	4·5	·1	10	1	C	2
24.	பாகற்காய்	92 4	1·6	·2	4·2	·8	A, C	·8
25.	செம்முள்ளங்கி	91	0 6	·3	7·3	·8	B, C	...
26.	தக்காளிப்பழம்	94·5	1·0	·1	3·9	·5	A,B,C	...
27.	வாழைக் காய்	83 2	1·4	·2	14·7	·5	A,B,C	...
28.	ஆரஞ்சுப் பழம்	87·8	0·9	·3	10 6	·4	A,B,C	...
29.	டளி	20·9	3·1	·1	67·4	2·9	A	5·6
30.	எலுமிச்சம் பழம் (சாறு)	84·6	1·5	1·0	11·0	·6	A, C	1·3
31.	இறைச்சி	74·2	22·4	2·4	...	1·0	A, B	...
32.	கோழி முட்டை	73·6	13·2	13·2	...	1·0	A	...
33.	மீன்	76·9	20·5	1·6	...	2·0	A	...
34.	பசும் பால்	87·6	3·3	3·6	4·8	·7	A	...
35.	பாலடைக்கட்டி	40·3	25·1	25·1	6·3	4·2	A	...

4. சரிவிகித உணவில் நாளொன்றுக்கு இருக்க வேண்டிய உணவின் அளவு

	உணவுப் பொருள்	அளவு
1.	கைக்குத்தல் அரிசி, கம்பு போன்ற தானியங்கள்	15 அவுன்ஸ்
2.	பருப்பு வகைகள்	3 ,,
3.	பால்	8 ,,
4.	கீரை வகைகள்	4 ,,
5.	பச்சைக் காய்கறிகள்	6 ,,
6.	எண்ணெய், நெய்	2 ,,
7.	பழங்கள்	3 ,,

பிற்சேர்க்கை III

கலைச் சொற்கள்

I. உயிர்நூல்

A தாவர நூல்

அடிமரம் - stock
அரிமானம் - erosion
அல்லி - petal
அல்லி - water lily
அல்லி வட்டம் - corolla
ஆகாசத் தாமரை - pistia
இயற்கைத் தேய்வு - weathering
இரு விதை யிலைகளுள்ள - dicotyledonous
இலை - leaf
இலைக்காம்பு - petiole
இலைத்துளை - stoma
இலைத்துளைகள் - stomata
இலைப்பரப்பு - blade
இனப்பெருக்கம் - reproduction
ஒட்டுவேர் - adventitious root
ஒருபால் - unisexual
ஒருவிதையிலை யுள்ள - mono cotyledonous
ஒளிச்சேர்க்கை - photosynthesis
கருமண் - black soil
கருவுறுதல் - fertilization
காம்பு (பூ) - stalk
காற்று நுண்ணறைகள் - air cells
கிளைத்தண்டு - offset
கிளைவேர் - rootlet
குருத்து - bud
சப்பாத்தி - prickly pear
சவுக்கு - casuarina
சதுப்பு நிலச்செடி - halophyte
சிற்றிலை - leaflet
சுவாசிக்கும் வேர் - breathing root
சூலகம் - pistil
சூல் - ovule
சூல்தண்டு - style
சூல்முடி - stigma
சூற்பை - ovary
செம்மண் - red soil
தண்டு - shoot, stem
தரைக்கீழ் - hypogeal
தரைமேல் - epigeal
தாதுப்பொருள் - mineral matter
தாவரம் - plant
தொற்றுச் செடி - epiphyte
நாற்று - seedling
நிலத்தினுள் காற்றுப் பரவல் - soil aeration
நிலத்துள்ளிருக்கும் நீர் - soil water
நீராவிப் போக்கு - transpiration
நீர்த்தாவரம் - hydrophyte
நீர்வாழ்ச்செடி - water plant
நுண்குமிழி - vacuole
பக்கவேர் - lateral root
பரவுதல் - dispersal
பற்றுக்கம்பிகள் - tendrils
பரான்ன ஜீவி - parasite
பின்னற்கொடி - twiner
புரோட்டொப் பிளாசம் - protoplasm
புல்லி - sepal
பூக்காத - flowerless
பூக்கும் - flowering
மகரந்தம் - pollen
மகரந்தக்கேசரம் - stamen
மகரந்தச்சேர்க்கை - pollination
முளைக்கரு - embryo
முளைக்குருத்து - plumule
முளைக்கும் தன்மை - viability
முளைசூழ்த்தசை - endosperm
முளைவேர் - radicle
மையொற்றும் தாள் - blotting paper
மொட்டு - bud
வண்டல் மண் - alluvial soil
வறண்ட பிரதேசச் செடி - xerophyte
வாண்டா - vanda
விதை - seed

விதை உள்ளுறை - tegmen
விதைத்தழும்பு - hilum
விதை முண்டு - caruncle
விதை முளைத்தல் - germination
விதையிலை - cotyledon
விதையிலைக் கீழ்த்தண்டு - hypocotyl
விதையிலை மேல் தண்டு - epicotyl
விதையுறை - seed coat
விதையுறக்கம் - dormancy of seed
விதை வெளியுறை - testa
வெப்ப நிலை - temperature
வேர்த்தூவி - root-hair
வேலமன் - valamen

B விலங்கு நூல்

அங்க ஜீவி - organism
அணில் - squirrel
அசை போடுதல் - chewing the cud
அசை போடும் பிராணி - ruminant
அநுகரணம் - mimicry
அநுசரணம் - adaptability
இடையன் பூச்சி - praying mantis
இறகடி முருந்து - quill
இறகுகள் - wings
இறகுப்பரப்பு - vane
உட்செவுள்கள் - internal gills
உருமாற்றம் - metamorphosis
உறிஞ்சி - sucker
உறைவு - clot
கம்பளிப்புழு - caterpillar
கவ்வும் உறுப்பு - sucker
குளம்பு - hoof
குளம்டள்ள பிராணி - ungulate
குளிர் ரத்தப் பிராணி - cold-blooded animal
கோரைப் பற்கள் - canine teeth
சர்வபட்சிணி - omnivorous
சாகபட்சிணி - herbivorous
சுணைகள் - barbs
தலைப்பிரட்டை - tadpole
தற்காப்பு - protective
தாக்குதல் - aggressive
தாடை - jaw
தேள் - scorpion
நத்தை - snail
நாகம் - cobra
நாங்கூழ்க்கட்டி - worm cast
பல்லி - lizard
பிளவுபட்ட - cloven
புறச்செவுள்கள் - external gills
பூரான் - centipede
மண்டையோடு - cranium
மண்புழு - earthworm
மது - nectar
மாமிசபட்சிணி - carnivorous
முயல் - rabbit
முள்ளம்பன்றி - porcupine
முன்கடைவாய்ப் பற்கள் - premolar teeth
வண்ணத்துப் பூச்சி - butterfly
வயிறு - abdomen
விலங்குநூல் - zoology
வெட்டுப்பல் - incisor
வெப்ப ரத்தப் பிராணி - warm blooded animal

C உடல் நூல்

அசையா மூட்டு - immovable joint
அசையும் மூட்டு - movable joint
அமினோ அமிலம் - amino acid
அமைலோஸ் - amylose
அரைவைப் பற்கள் - grinders
ஆக்ஸிகரணம் - oxidation
ஆக்ஸிஜன் - oxygen
ஆப்பெலும்பு - sphenoid bone
ஆரஎலும்பு - radius
இடுப்பு வளையம் - pelvic girdle
இடுப்பெலும்பு - pelvic bone
இடுப்பெலும்புக் குழி - acetabulum
இதயம் - heart
இதயத் தசை - cardiac muscle
இயக்குதசை - voluntary muscle
இயங்கு தசை - involuntary muscle
இருதலைத் தசை - biceps muscle
இரைப்பை - stomach
இரைப்பைப் பாகு - chyme
இரைப்பை நீர் சுரப்பிகள் - gastric glands
உட்கிரகித்தல் - absorption
உணவுக்குழல் - gullet
உணவுப் பாதை - alimentary canal

உதர விதானம் - diaphragm
உட்புக்கள் - salts
உமிழ்நீர் - saliva
உமிழ்நீர் சுரப்பிகள் - salivary glands
உள்ளங்கை எலும்புகள் - meta carpal bones
உறுப்புக்கள் - organs
எலும்பு - bone
எலும்புக்கூடு - skeleton
எலும்பு மூட்டுக்கள் - joints
என்ஸைம்கள் - enzymes
கணைக்கால் - ankle
கணைக்கால் எலும்பு - tarsal bone
கணைநோய் - rickets
கணையம் - pancreas
கணையநீர் - pancreatic juice
கபாலம் - skull, cranium
கலப்பு உணவு - mixed diet
கலோரி - calorie
கல்லீரல் - liver
கழிவு - excretion
கழிவு உறுப்புக்கள் - excretory organs
கழிவு மண்டலம் - excretory system
கழுத்து முள்ளெலும்பு - cervical vertebra
கள்ள விலா எலும்புகள் - false ribs
கார்பன் டை ஆக்ஸைடு - carbon dioxide
கார்போ ஹைடிரேட்டு - carbohydrate
கால்சியம் பாஸ்வேட்டு - calcium phosphate
கால் விரல்கள் - toes
காறை எலும்பு - collar bone, clavicle
கிளைகோஜன் - glycogen
கீழ்க்கால் உள்ளெலும்பு - tibia
கீழ்க்கால் வெளிஎலும்பு - fibula
கீழ்த்தாடை எலும்பு - inferior maxillary bone
குடல் உறிஞ்சிகள் - villi
குடல் நீர் - intestinal juice
குடல் நீர் சுரப்பி - intestinal glands
குடல் வாய் - pylorus
குடல் வால் - appendix
குடற் பால் - chyle
குடற்பால் குழல் - lacteals
குதம் - anus
குதிகால் எலும்பு - heel bone
குரல்வளை - epiglottis
குருத்தெலும்பு - cartilage
கெண்டைக்கால் தசை - calf muscle
கொழுப்பு - fat
கோரைப் பற்கள் - canine teeth
சர்க்கரை - sugar
சரி விகித உணவு - balanced diet
சிதை மாற்றம் - katabolism
சிதைவு தடுக்கும் - antiseptic
சிலேட்டுமப் படலம் - mucous membrane
சிரை - vein
சிறுகுடல் - small intestine
சிறுநீரகம் - kidneys
சீழ் வடிதல் (பல்) - pyorrhea
சுரப்பி - gland
சுருக்கு தசை - sphincter muscle
சுவாசம் - respiration
செல் - cell
செல்சுவர் - cell wall
டயஸ்டேஸ் - diastase
டயலின் - ptyalin
டிரைப்சின் - trypsin
தண்டு வடம் - spinal cord
தசை - muscle
தசை நாண் - tendon
தசை மண்டலம் - muscular system
தந்தினி - dentine
தந்துகிக் குழாய்கள் - capillaries
தமனிகள் - arteries
தன்மயமாதல் - assimilation
தாடை - jaw
தாடைக்கீழ்ச்சுரப்பி - sub maxillary glands
தாது - mineral
தாவரக் கொழுப்பு - vegetable fat
தானிய சர்க்கரை - maltose
திசு - tissue
திரிக முள்ளெலும்பு - sacral vertebra
தொடை - thigh

தொடை எலும்பு - femur
தோல் - skin
தோள்பட்டை எலும்பு - scapula
தைராயிடு சுரப்பி - thyroid gland
நரம்பு - nerve
நரம்பு மண்டலம் - nervous system
நாவின்கீழ்ச் சுரப்பி - sub-lingual glands
நாளங்கள் - ducts
நிணநீர் - lymph
நிண நீர் சுரப்பி - lymphatic gland
நிண நீர் நாளம் - thoracic duct
நிலைத்த - permanent
நீட்டு தசை - extensor
நெற்றி எலும்பு - frontal bone
நைட்டிரஜன் - nitrogen
பந்தகம் - ligament
பந்து கிண்ண மூட்டு - ball and socket joint
பல்லீறு - gum
பற் காரை - cement of teeth
பற்கூழ் - pulp of teeth
பற் கூழ்க் குழி - pulp cavity
பற் சிகரம் - crown of teeth
பாத எலும்பு - metatarsal bone
பாதம் - foot
பால் பற்கள் - milk teeth
பிடர் அச்சு - axis
பிடர் எலும்பு - atlas
பித்த நீர் - pile
பித்தநீர்ப் பை - gall bladder
பிரதி வினை - response
பின் கடைவாய்ப் பற்கள் - molar teeth
பின் மண்டை எலும்பு - occipital bone
புரோட்டீன் - protein
புரோட்டொப்பிளாசம் - protoplasm
பெப்டோன் - peptone
பெப்ஸின் - pepsin
பெருங் குடல் - large intestine
பெருஞ் சுரப்பி - parotid gland
பெரி-பெரி - beri-beri
பொட்டெலும்பு - temporal bone
போர்ட்டல் சிரை - portal vein
மடக்கு தசை - flexor
மணிக்கட்டு எலும்பு - carpal bone
மண்ணீரல் - spleen
மண்டலம் - system
மண்டை ஓடு - cranium
மண்டைப் பக்க எலும்பு - parietal bone
மலக்குடல் - rectum
மலச்சிக்கல் - constipation
மார்பகம் - thorax
மார்பறை - thoracic cavity
மார்பு முள்ளெலும்பு - thoracic vertebra
மார்பெலும்பு - sternum [ribs
மிதக்கும் விலா எலும்புகள் - floating
முட்டிக்கால் - bow leg
முண்டம் - trunk
முதுகுத் தண்டு - vertebral column
முதுகு முள்ளெலும்பு - dorsal vertebra
முத்தலைத் தசை - triceps muscle
முழங்காற் சில் - patella, knee cap
முழங்கை எலும்பு - ulna
முளை மூட்டு - pivot joint
முள்ளெலும்பு - vertebra
முன்கடைவாய்ப் பற்கள் - premolar teeth
முன் சிறுகுடல் - duodenum
மூளை - brain
மெய் விலா எலும்புகள் - true ribs
மேல் தாடை எலும்பு - superior maxillary bone
மேல் தோல் - epidermis
மேற்கை எலும்பு - humerus
ரத்தம் - blood
ரத்த ஓட்ட மண்டலம் - circulatory system
ரிக்கெட்ஸ் - rickets
லைபேஸ் - lypase
வயிறு - abdomen
வழுக்கு மூட்டு - gliding joint
வளர்சிதை மாற்றம் - metabolism
வளர் மாற்றம் - anabolism
வால் முள்ளெலும்பு - coccygeal vertebra
விரல் எலும்புகள் - phalanges
விலா எலும்பு - rib

விலா முள்ளெலும்பு - lumbar vertebra
விவேகப் பற்கள் - wisdom teeth
வெட்டுப் பற்கள் - incisors
வேர்வை - sweat
வேர்வை சுரப்பி - sweat gland
வைட்டமின் - vitamin
ஜீரணம் - digestion
ஜீரண நீர் - digestive juice
ஸ்கர்வி - scurvy
ஸ்டார்ச்சு - starch

II. பௌதிகம்

அகதகன - internal combustion
அடர்த்தி - density
அடர்த்தி எண் - specific gravity
அடர்வு குறைந்த - rare
அடைப்பான் - cork
அமிலம் - acid
அமுக்கி - sinker
அரிதில் கடத்தி - bad conductor
அலகு - unit
அலைவு - oscillation
அலைவத்தானம் - centre of oscillation
அழுத்தம் - pressure
அழுத்தமானி - gauge
அழுத்தும் தாக்கு - compression stroke
அழுந்தும் தன்மை - compressibility
அளவீடு - reading
ஆகாயக் கப்பல் - air ship
ஆரம் - radius
ஆராய்ச்சிச்சாலை - laboratory
ஆவி - vapour
ஆவி சுருங்குதல் - condensation
ஆவியாதல் - evaporation
இடப்பெயர்ச்சி - displacement
இம்மிகள் - particles
இயங்கு கப்பி - movable pulley
இறக்கைகள் - wings
ஈடுசெய்த - compensated
உச்ச - maximum
உடல்பகுதி - fuselage
உபகரணம் - apparatus
உயரமானி - altimeter
உயர்த்தி - elevator
உயவு - lubrication, lubricant
உருகுதல் - melting, fusion
உருகு நிலை - melting point
உருளை - wheel
உருளையும் இருசும் - wheel and axle
உள்ளுறை வெப்பம் - latent heat
உறிஞ்சு தாக்கு - suction stroke
உறிஞ்சு வால்வு - suction valve
உறை - socket
உறைக் கலவை - freezing mixture
உறைதல் - freezing
உறைநிலை - freezing point
உஷ்ண நிலை - temperature
உஷ்ணமானி - thermometer
ஊசலின் வீச்சு - amplitude
ஊசல் - pendulum
ஊசல் குண்டு - bob
ஊர்தி எஞ்சின் - locomotive engine
எடை - weight
எஞ்சின் - engine
எந்திரம் - machine
எந்திர லாபம் - mechanical advantage
எயிலரான் - aileron
எரிநிலை - ignition point
எளிதில் கடத்தி - good conductor
ஒரே சீரான - uniform
ஓடுபாதை - run way
ஓட்டி - guide
கடத்தல் - conduction
கடத்தாப் பொருள் - non-conductor
கடத்தும் திறன் - conductivity
கதிர் - ray
கதிர்வீசல் - radiation
கதிர்வீசி - radiator
கப்பி - pulley
கப்பித் தொகுதி - block and tackle
கருவி - instrument
கர்ணம் - hypotenuse

கலக்கி - stirrer
கலவைமுறை - method of mixtures
கலோரி மீட்டர் - calorimeter
கனஅளவு - volume
காட்டி - index
கார்ட்டீஷியன் மூழ்கி - cartesian diver
கார்புரெட்டர் - carburettor
கிடைமட்டம் - horizontal
கிராங்கு - crank
கிளிப்பு - clip
கிளைடர் - glider
கீர் - gear
கீழ்த்திட்டவரை - lower fixed point
குடுவை - flask
குணகம் - co-efficient
குண்டு - bob
குமிழ் - bulb
குறி எண் - index
கொதித்தல் - boil
கொதிநிலை - boiling point
கொள்கலம் - receiver
சக்கரம் - wheel
சக்தித் தாக்கு - power stroke
சதாம்ச அளவை - centigrade
சமஇயக்கச் சக்கரம் - fly wheel
சமகால - isochronic
சமநிலைச் சக்கரம் - balance wheel
சமநீர் எடை - water equivalent
சாமியம் - equation
சாய்தளம் - inclined plane
சாய்வு வீதம் - gradient
சிலிண்டர் - cylinder
சுக்கான் - rudder
சுயவெப்பம் - specific heat
சுருங்கல் - contraction
சுழலும் பிரதம சக்கரம் - fly wheel
செகண்டு ஊசல் - seconds pendulum
செங்குத்து - perpendicular, vertical
செலுத்துகை - transmission
சோதனை - experiment, test
சோதனைக் குழாய் - test tube
சோதனைக் குழாய் மிதவை - test tube float
சோதனைச்சாலை - laboratory
தகைவு - stress
தட்டு - pan
தண்டு - rod
தத்துவம் - principle
தராசு - balance
தனி ஊசல் - simple pendulum
தாக்கு - stroke
திசைகாட்டி - compass
திட்டவரை - fixed point
திரவம் - liquid
திருகு - screw
திருகு அழுத்தி - screw press
திருகு ஜாக்கி - screw jack
திறன் - power
தொங்குதானம் - centre of suspension
தொண்டை வால்வு - throttle valve
நழுவு வால்வு - slide valve
நிலை - state
நிலைக்கப்பி - fixed pulley
நிலைச்சக்தி - potential energy
நிலைநிறுத்தி - stabilizer
நிலைமாற்றம் - change of state
நிழற் கடிகாரம் - sun dial
நிறுத்து கடிகாரம் - stop watch
நீச - minimum
நீராவி - steam
நீராவிப் பெட்டி - steam chest
நீரியல் அழுத்தி - hydraulic press
நெம்புகோல் - lever
படிகம் - crystal
பதங்கமாதல் - sublimation
பலூன் - balloon
பளு - weight
பாட்டரி சோதனி - battery tester
பாதரசம் - mercury
பாய்பொருள் - fluid
பாரமானி - barometer
பாரன்ஹைட்டு - farenheit
பால்மானி - lactometer
பிரமாண அழுத்தம் - standard pressure
பிஸ்டன் - piston
பிஸ்டன் தண்டு - piston rod
பீக்கர் - beaker

புகை - smoke
புகைபோக்கி - chimney
புரியிடைத் தூரம் - pitch of the screw
புறப்பரப்பு - surface (lateral)
புறதகன - external combustion
புனல் - funnel
பெருக்க குணகம் - co-efficient of expansion
பெல்ட்டு - belt
பொறி - spark
போக்குக் குழாய் - exit tube
மணல் தட்டு - sand bath
மணற் சடிகாரம் - hour glass
மயிரிழை வில் - hair spring
மயில் துத்தம் - copper sulphate
மாறாத - constant
மிதப்பு - flotation
மிதவை - float
மின்கலம் - electric cell
மின்பொறி - electric spark
மின்பொறிக் கருவி - spark plug
மீட்சி எல்லை - elastic limit
மீள்சக்தி - elastic
முன்தள்ளி - propeller
மூழ்குமணி - diving bell
மேல்திட்ட வரை - higher fixed point
மையம் - centre
ரட்சை வால்வு - safety valve
ரட்சை விளக்கு - safety lamp
லீட்டர் - litre
வால்சிறகு - tail plane
வால்வு - valve
விகாரம் - strain
(விசிறி) இலை - blade
விட்டம் - diameter
விமானி அறை - cock pit
வில் தராசு - spring balance
வெப்ப ஏற்புத்திறன் - heat capacity
வெப்பக் கடத்தல் - conduction
வெப்பக் கதிர் வீசல் - radiation
வெப்பச் சலனம் - convection
வெப்பநிலை - temperature
வெப்பம் - heat
வெளியேற்றுத் தாக்கு - exhaust stroke
வெளியேற்றும் வால்வு - exhaust valve
வெற்றிடம் - vacuum
வேகமானி - speedometer
வேற்று மையச் சக்கரம் - eccentric
ஜுரமானி - clinical thermometer
ஸ்திர எஞ்சின் - stationary engine
ஹீலியம் - helium
ஹைடிரஜன் - hydrogen
ஹைடிரோ மீட்டர் - hydrometer

III. ரசாயனம்

அடர் / அடர்ந்த - concentrated
அடர்வு - concentration
அடைப்பான் - stopper, cork
அணுக்கொள்கை - atomic theory
அபூரித - unsaturated
அமிலம் - acid
அமில ஆக்ஸைடு - acidic oxide
அமோனியா வாயு - ammonia
அயொடின் - iodine
அரிக்கும் - corrosive
அருகாமை - close contact
அலோகம் - non-metal
அலுமினியம் - aluminium
அவுரி - indigo
அழுத்தம் - pressure
அளவீடு - reading
அன்டிமனி - antimony
ஆக்ஸிகரணம் - oxidation
ஆக்ஸிகரணி - oxidizing agent
ஆக்ஸிஜன் - oxygen
ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கி - reducing agent

ஆக்ஸிஜன் குறைத்தல் - reduction
ஆக்ஸி ஆசிடு - oxy acid
ஆக்ஸி ஹைடிரஜன் - oxy hydrogen
ஆல்கஹால் - alcohol
ஆவி - vapour
ஆவியாதல் - evaporation
இடப்பெயர்ச்சி - displacement
இடுக்கி - forceps
இயைபு - composition
இயற்கையான - native
இயற்கைக் கந்தகம் - native sulphur
இரட்டை உப்பு - double salt
இறுக்கி - pincers
ஈர்க்கும் - deliquescent
ஈரம் - moisture
ஈருப்பு மூல - dibasic
உக்கிரத் திராவகம் - aqua fortis
உட்கவர்தல் - absorption
உடன் விளைவு - by-product
உபகரணம் - apparatus
உப்பு - salt
உப்புத் தாள் - sand paper
உப்புத் திராவகம் - muriatic acid
உப்பு மூல - basic
உப்பு மூலம் - base
உப-பாஸ்வரிக அமிலம் - hypo-phosphate
உயர் உலோகம் - noble metal
உரம் - manure
உருகுதல் - fusion
உருக்கி எடுத்தல் - smelting
உருளைக் கந்தகம் - roll sulphur
உலர்த்தும் பாண்டம் - desiccator
உலர்த்தி - drying agent
உலை - furnace
உலோக ஆக்ஸைடு - metallic oxide
உலோகம் - metal
உலோகக் காந்தி - metallic lustre
உலோக தாதுக்கள் - metallic ores
உறைக்கலவை - freezing mixture
ஊதா - purple
ஊதுலை - blast furnace
ஊசிக் கந்தகம் - monoclinic sulphur
எரியாத - incombustible
எரி - ignite
எரிகாரம் - caustic alkali
எரிசோடா - caustic soda
எரிநிலைத் தானம் - ignition point
எலும்புச் சாம்பல் - bone ash
எளிதில் ஆவியாகும் - volatile
எளிதில் எரியும் - inflammable
கசடு - slag
கடினத் தன்மை - hardness
கடின நீர் - hard water
கடுங்குளிர்ப் பெட்டி - refrigerator
கந்தகம் - sulphur
கந்தக அமிலம் - sulphuric acid
கந்தகத் தூள் - flowers of sulphur
கந்தக டை ஆக்ஸைடு - sulphur di oxide
கந்தகச் சூளை - calcaroni
கந்தச அமிலம் - sulphurous acid
கரை - dissolve
கரைசல் - solution
கரை திறன் - solubility
கரை பொருள் - solute
கரைப்பான் - solvent
கரைப்பு - solution
கர்த்தா - agent
கலவை - mixture
கல்நார் - asbestos
களிக்கந்தகம் - plastic sulphur
கன அளவு - volume
காட்டி - indicator
காப்புத் தீக்குச்சிகள்-safety matches
காய்ச்சி வடித்தல் - distillation
காய்ச்சிப் பிணைத்தல் - welding
கார ஆக்ஸைடு - basic oxide
காரம் - alkali
காரை - mortar
கார்டைட்டு - cordite
கார்பன் - carbon
கார்பனேட்டு - carbonate
கார்பன் டை சல்பைடு - carbon di sulphide
கார்பானிக அமிலம் - carbonic acid
கால்சியம் - calcium
காற்று - air
கிரியா ஊக்கம் - catalysis
கிரியா ஊக்கி - catalytic agent
கிரியை - reaction

கீழ்முகப் பெயர்ச்சி - downward displacement
குணம் - property
குமிழ் - bulb
குளோரின் - chlorine
குளோரின் நீக்கி - antichlor
குளோரேட்டு - chlorate
குளோரைடு - chloride
குறைப்பான் - reducing agent
கூர்நுனிக் குழாய் - jet tube
கொள்கை - theory
சமபல எடை - equivalent weight
சலவை உப்பு - washing soda
சலவைத் திராவகம் - bleaching liquor
சலவைத் தூள் - bleaching powder
சாமியம் - equation
சாய்சதுரக் கந்தகம் - rhombic sulphur
சிதைவு - decomposition
சுட்ட சுண்ணும்பு - quick lime
சுண்ணும்புக்கல் - lime stone
சுண்ணும்பு நீர் - lime water
சுவாலை - flame
சூத்திரம் - formula
செந்தீக்குச்சிகள் - lucifer matches
செயற்கை - artificial
செய்முறை - process
சோடியம் - sodium
சோடியம் குளோரைடு - sodium chloride
சோதனைக் குழாய் - test tube
சோதனைச்சாலை - laboratory
டச்சு உலோகம் - Dutch metal
டிங்சர் - tincture
டைனமைட்டு - dynamite
தங்கம் - gold
தன்மை - property
தாது - ore
தாமிரம் - copper
தாற்காலிக - temporary
திரவம் - liquid
திரி ஆக்ஸைடு - tri-oxide
துத்தநாகம் - zinc
துப்பாக்கி மருந்து - gun powder
துளை மேடை - beehive shelf
தூய அமிலம் - pure acid
தூள் பூக்கும் - efflorescent
தொங்கும் - suspended
தொற்று நீக்கி - disinfectant
நடுநிலையாக்கல் - neutralization
நடுநிலையான - neutral
நார் - fibre
நிலைப்படுத்தல் - fixation
நிலைப்புக் கடினம் - permanent hardness
நிலைப்பு - stability
நிறம் நிறுத்தி - mordant
நீர்த்த - dilute
நீற்றின சுண்ணும்பு - calcium hydroxide
நீற்றுச் சுண்ணும்பு - slaked lime
நுண் துளையுள்ள - porous
நேர்மைக் கரைசல் - normal solution
நைட்டிரிக அமிலம் - nitric acid
நைட்டிரச அமிலம் - nitrous acid
நைட்டிரேட்டு - nitrate
நைட்டிரைட்டு - nitrite
நைட்டிரஜன் - nitrogen
படிகம் - crystal
படிகமாதல் - crystallisation
பதங்கமாதல் - sublimation
பர ஆக்ஸைடு - peroxide
பரமாங்கனேட்டு - permanganate
பரவும் தன்மை - diffusion
பாக்டீரியா - bacteria
பாதரசம் - mercury
பாஸ்வரம் - phosphorus
பாஸ்வரிக அமிலம் - phosphoric acid
பாஸ்வரக் காந்தி - phosphoresence
பாஸ்வேட்டு - phosphate
பாஸ்வைட்டு - phosphite
பியுரெட்டு - burette
பிரித்தல் - separation
பினொல்ப்தலின் - phenolphthalein
புறவேற்றுமை - allotropical
புனல் - funnel
புன்சன் அடுப்பு - bunsen burner
பூச்சி கொல்லி - insecticide
பூரித - saturated

TB
A(9)
N62

பென்ஸீன் - benzene
பென்ட ஆக்ஸைடு - pentoxide
பைகார்பனேட்டு - bicarbonate
பொட்டாசியம் - potassium
பொட்டாசு - potash
போக்குக் குழாய் - delivery tube
போஷக நீர் - nutrient water
பௌதிக மாறுதல் - physical change
மகனீசயம் - magnesium
மஞ்சள் - turmeric, yellow
மணி ஜாடி - bell jar
மந்த தகனம் - slow combustion
மயில் துத்தம் - blue vitriol
மறை வெப்பம் - latent heat
மின் உலை - electric furnace
மினசாரம் - electric
முகவை - beaker
முறை - system
மூக்குக் குவளை - beaker
மூல உப்பு - basic salt
மூலகம் - element
மென்காரம் - mild alkali
மெதில் ஆல்கஹால் - methyl alcohol
மெதில் ஆரஞ்சு - methyl orange
மேல் முகப் பெயர்ச்சி - upward displacement
யீஸ்ட்டு - yeast
ரசவாதம் - alchemy
ரசவாதி - alchemist
ரசாயனக் கிரியை - chemical action
ரசக்கலவை - amalgam
ரசாயன இரட்டைச் சிதைவு-chemical double decomposition
ரசாயன மாற்றம் - chemical change
ரசாயனக் கூடுகை - chemical combination
ரசாயனச் சிதைவு - chemical decomposition
ரசாயனப் பெயர்ச்சி - chemical displacement
ரவை - granule
ராஜத்திராவகம் - aqua fortis
ரொட்டி உப்பு - baking soda
லிட்மஸ் - litmus
லீபிக் கண்டென்ஸர் - Leibig condenser
வடி திரவம் - distillate
வடித்துப் பகுத்தல் - fractional distillation
வடிகட்டு - filter
வல்கனேஸ் செய்தல் - vulcanisation
வனஸ்பதி - vanaspathi
வாணம் செய்முறை - pyrotechnics
வாயு - gas
வாயுமண்டலம் - atmosphere
வாலை - retort
வால்வு - valve
விகிதம் - proportion
வீழ்படிவு - precipitate
வெடித்தல் - explosion
வெடிக்கும் பொருள் - explosive
வெடி பஞ்சு - gun cotton
வெடியுப்பு - nitre
வெளிச்சம் - light
வெளுப்பான் - bleaching agent
வெள்ளி - silver
வெற்றிடம் - vacuum
வேர் முண்டு - root nodule
ஜாடி - jar
ஸ்பிரிட்டு விளக்கு - spirit lamp
ஹைடிரஜன் - hydrogen
ஹைடிரஜனேப் புகவிடுதல் - hydrogenation
ஹைடிராசிடு - hydracid
ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் - hydrochloric acid

254/279
17.9 65/L