Physical Science

இயற்பியல் - வேதியியல்

SEMESTER - 1

CONTENTS

Chapter No.	Name	Month	Page No.
Chapter 1	Motion இயக்கம்	June ஜூன்	4-33
Chapter 2	Matter in Our Surroundings நம்மைச் சுற்றியுள்ள பருப்பொருட்கள்	July ஜூலை	34-59
Chapter 3	Force and Laws of Motion விசை மற்றும் இயக்க விதிகள்	August ஆகஸ்ட்	60-85
Chapter 4	Is Matter Around Us Pure? நம்மை சூழ்ந்துள்ள பருப்பொருட்கள் தூய்மையானவையா?	September செப்டம்பர்	86-109
Chapter 5	Gravitation ஈர்ப்பியல்	October அக்டோபர்	110-139

AP-SCERT

IZI5V9
Teacher Corner

U4C6J5
Student Corner

LEARNING OUTCOMES

Learners....

1.Motion

1. Differentiate distance, displacement and speed, velocity.
2. Calculate distance, displacement, speed and velocity from the given data.
3. Analyse the velocity - time graphs.
4. Interpret graphs and figures to compute distance, speed, acceleration of the objects in motion.
5. Derive formula and equations of motion.

2. Matter in our surroundings

1. Classify the matter based on their states as solids, liquids and gases.
2. Conduct simple investigations to seek answers to queries like ,"what is the effect of temperature on state of substances"?
3. Draw a flowchart of interconversion of the three States of matter.
4. Calculate using the given data such as conversion of Celsius scale to kelvin scale and vice versa.
5. Establish cause and effect relationship among evaporation with cooling effect.

3. Force and laws of motion

1. Calculate the force acting on object with the given data.
2. Explain the three laws of motion.
3. Understand the relation between force and change in momentum.
4. Use scientific conventions and units to represent force and momentum.
5. Derive the formula f= ma from Newton's second law of motion.

4. Is matter around us pure?

1. Differentiate element, compound and mixtures based on their properties.
2. Effectively communicate the findings and conclusions on the concentration of mixtures.
3. Apply scientific principles in solving problems of day to day life like separation of mixers.
4. Classify solutions, suspensions and colloids based on the properties.
5. Draw a flowchart on States of matter.

5. Gravitation

1. Measure weight of an object using spring balance.
2. Derive universal law of gravitation.
3. Calculate the value of acceleration due to gravity on the earth.
4. Differentiate mass and weight.
5. Prove Archimedes principle experimentally.

AP SCERT

கற்றல் விளைவுகள்

கற்போர்....

1. இயக்கம்

1. தொலைவு, இடப்பெயர்ச்சி, வேகம் மற்றும் திசைவேகம் ஆகியவற்றை வேறுபடுத்துவர்.
2. கொடுக்கப்பட்ட விவரங்களிலிருந்து தொலைவு, வேகம் மற்றும் திசைவேகத்தை கணக்கிடுவர்.
3. திசைவேகம்-காலம் வரைபடத்தை பகுப்பாய்வு செய்வர்.
4. தொலைவு, வேகம், இயக்கத்தில் உள்ள பொருட்களின் முடுக்கம் ஆகியவற்றை கணக்கிட வரைபடங்கள் மற்றும் புள்ளிவிவரங்களை விளக்குவர்.
5. இயக்கத்தின் சூத்திரம் மற்றும் சமன்பாடுகளை வருவிப்பர்.

2. நம்மைச் சுற்றியுள்ள பருப்பொருட்கள்

1. திடபொருட்கள், திரவங்கள் மற்றும் வாயுக்கள் என அவற்றின் நிலைகளின் அடிப்படையில் பருப்பொருட்களை வகைப்படுத்துவர்.
2. “பொருட்களின் நிலையின் மீது வெப்பநிலையின் விளைவு என்ன?” போன்ற கேள்விகளுக்கு பதில்களை தேட எளிய சோதனைகளை மேற்கொள்வர்.
3. பொருட்களின் மூன்று நிலைகளின் விளக்கப்படம் வரைவர்.
4. கொடுக்கப்பட்ட தகவல்களை கொண்டு செல்சியஸ் அளவை கெல்வினிலும் மற்றும் கெல்வின் அளவை செல்சியஸிலும் மாற்றுவர்.
5. குளிர்வித்தல் விளைவுடன் கூடிய ஆவியாதல் மீது காரணம் மற்றும் விளைவு தொடர்பை நிறுவுவர்..

3. விசை மற்றும் இயக்க விதிகள்

1. கொடுக்கப்பட்ட தகவல்களை கொண்டு பொருளின் மீது செயல்படும் விசையை கணக்கிடுவர்.
2. இயக்கத்தின் மூன்று விதிகளை விளக்குவர்.
3. விசை மற்றும் உந்த மாறுபாடு இடையே உள்ள தொடர்பை புரிந்துக் கொள்வர்.
4. விசை மற்றும் உந்தத்தை குறிக்க அறிவியல் மரபுகள் மற்றும் அலகுகளை பயன்படுத்துவர்.
5. நியூட்டனின் இரண்டாவது இயக்க விதியிலிருந்து $f = ma$ எனும் சூத்திரத்தை வருவிப்பர்.

4. நம்மைச் சூழ்ந்துள்ள பருப்பொருட்கள் தூய்மையானவையா?

1. தனிமம், சேர்மங்கள் மற்றும் கலவைகள் அவற்றின் பண்புகளின் அடிப்படையில் வேறுப்படுத்துவர்.
2. கலவைகளின் செறிவு பற்றிய கண்டுபிடிப்புகள் மற்றும் முடிவுகளை திறம்பட தொடர்புபடுத்துவர்.
3. கலவைகளை பிரிப்பது போன்று நம் அன்றாட வாழ்க்கையின் சிக்கல்களை தீர்க்க அறிவியல் கொள்கைகளைப் பயன்படுத்துவர்.
4. கரைசல்கள், தொங்கல்கள் மற்றும் கூழ்மங்கள் ஆகியவற்றை அதன் பண்புகளின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்துவர்.
5. பொருளின் நிலைகளுக்கு ஒரு விளக்கப்படம் வரைவர்.

5. ஈர்ப்பியல்

1. சுருள்வில் தராசினைப் பயன்படுத்தி ஒரு பொருளின் எடையை அளவிடுவர்.
2. பொது ஈர்ப்பியல் விதியை வருவிப்பர்.
3. பூமியின் ஈர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கத்தின் மதிப்பை கணக்கிடுவர்.
4. நிறை மற்றும் எடையை வேறுபடுத்துவர்.
5. ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தை சோதனை முறையில் நிரூபிப்பர்.

AP SCERT

Chapter 1

R3C8Z9

Motion

AP SCERT

In everyday life, we see some objects at rest and others in motion. Birds fly, fish swim, blood flows through veins and arteries, and cars move. Atoms, molecules, planets, stars and galaxies are all in motion. We often perceive an object to be in motion when its position changes with time. However, there are situations where the motion is inferred through indirect evidences. For example, we infer the motion of air by observing the movement of dust and the movement of leaves and branches of trees. What causes the phenomena of sunrise, sunset and changing of seasons? Is it due to the motion of the earth? If it is true, why don't we directly perceive the motion of the earth?

An object may appear to be moving for one person and stationary for some other. For the passengers in a moving bus, the roadside trees appear to be moving backwards. A person standing on the road–side perceives the bus alongwith the passengers as moving. However, a passenger inside the bus sees his fellow passengers to be at rest. What do these observations indicate?

Most motions are complex. Some objects may move in a straight line, others may take a circular path. Some may rotate and a few others may vibrate. There may be situations involving a combination of these. In this chapter, we shall first learn to describe the motion of objects along a straight line. We shall also learn to express such motions through simple equations and graphs. Later, we shall discuss ways of describing circular motion.

Activity ______________ *1.1*

- Discuss whether the walls of your classroom are at rest or in motion.

Activity ______________ *1.2*

- Have you ever experienced that the train in which you are sitting appears to move while it is at rest?
- Discuss and share your experience.

Think and Act

We sometimes are endangered by the motion of objects around us, especially if that motion is erratic and uncontrolled as observed in a flooded river, a hurricane or a tsunami. On the other hand, controlled motion can be a service to human beings such as in the generation of hydro-electric power. Do you feel the necessity to study the erratic motion of some objects and learn to control them?

1.1 Describing Motion

We describe the location of an object by specifying a reference point. Let us understand this by an example. Let us assume that a school in a village is 2 km north of the railway station. We have specified the position of the school with respect to the railway station. In this example, the railway station is the reference point. We could have also chosen other reference points according to our convenience. Therefore, to describe the position of an object we need to specify a reference point called the origin.

அலகு 1

E6H2A4

இயக்கம்

நம் அன்றாட வாழ்வில் சில பொருட்கள் ஓய்வு நிலையிலும் சில பொருட்கள் இயக்க நிலையிலும் இருப்பதை நாம் பார்க்கிறோம். பறவைகள் பறக்கின்றன. மீன்கள் நீந்துகின்றன, தமனிகள் மற்றும் சிறைகளில் இரத்தம் பாய்கின்றது மற்றும் கார்கள் இயங்குகின்றன. அணுக்கள், மூலக்கூறுகள், கோள்கள், விண்மீன்கள் மற்றும் வான்கங்கைகள் அனைத்தும் இயக்கத்தில் உள்ளன. காலத்தைப் பொருத்து ஒரு பொருளின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் அப்பொருள் இயக்கத்தில் உள்ளது என்று உணர்கிறோம். சில சூழ்நிலைகளில் இயக்கம் மறைமுக ஆதாரங்கள் மூலம் தெரிவிக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக காற்றின் இயக்கத்தை தூசிகளின் இயக்கம், இலைகளின் இயக்கம் மற்றும் மரக்கிளைகளின் இயக்கத்தின் மூலம் நாம் பார்க்கலாம். சூரிய உதயம், சூரிய அஸ்தமனம், பருவகாலங்களின் மாற்றம் ஆகிய நிகழ்வுகளுக்கு காரணம் என்ன? இதற்கு காரணம் பூமியின் இயக்கமா? இது உண்மையெனில் நம்மால் ஏன் பூமியின் இயக்கத்தை உணர முடியவில்லை?

ஒரு நபருக்கு ஒரு பொருள் இயக்கத்தில் இருப்பதை போல் தோன்றினால் மற்றொரு நபருக்கு அதே பொருள் ஓய்வு நிலையில் இருப்பதைப் போல தோன்றலாம். இயங்கும் பேருந்தில் உள்ள பயணிகளுக்கு சாலை ஓரத்தில் உள்ள மரங்கள் பின்நோக்கி நகர்வதைப்போல் தோன்றும். சாலை ஓரத்தில் நிற்கும் நபர் பேருந்தில் உள்ள பயணிகள் இயங்குவது போல் உணர்கின்றார். பேருந்தில் உள்ள பயணிக்கு தன் சக பயணிகள் ஓய்வு நிலையில் இருப்பதைப் போல் தோன்றும், இந்த உற்று நோக்கல்கள் எதை தெரிவிக்கின்றன?

பொதுவாக இயக்கங்கள் சிக்கலானவை சில பொருட்கள் நேர்கோட்டில் இயங்கும். சில பொருட்கள் வட்டப்பாதையில் இயங்கும். சில பொருட்கள் சுழலும் மற்றும் சில பொருட்கள் அதிர்வுறும், சில சூழ்நிலைகளில் இவை அனைத்து இயக்கங்களும் சேர்ந்து நடைபெறும். இந்த அலகில் முதலில் நாம் நேர்கோட்டில் இயங்கும் பொருட்களைப் பற்றி கற்றுக் கொள்வோம். நேர்கோட்டு இயக்கங்களை எளிய சமன்பாடுகள் மற்றும் வரைபடங்கள் மூலம் தெரிவிப்பதைப் பற்றிக் கற்றுக்கொள்வோம். பின்பு வட்ட இயக்கத்தை பற்றித் தெரிந்துக் கொள்வோம்.

செயல்--------------------1.1

- உங்கள் வகுப்பறையின் சுவர்கள் இயக்கத்தில் உள்ளதா அல்லது ஓய்வு நிலையில் உள்ளதா என்பதை விவாதிக்கவும்.

செயல்--------------------1.2

- ஓய்வு நிலையில் உள்ள ரயிலில் நீங்கள் அமர்ந்திருக்கும் போது அந்த ரயில் நகர்வதைப் போல் நீங்கள் எப்போதாவது உணர்ந்ததுண்டா?
- இதைக்குறித்து விவாதித்து உங்கள் அனுபவங்களை பகிரவும்.

சிந்தி மற்றும் செயல்படு

நம்மைச் சுற்றி உள்ள பொருட்களின் இயக்கத்தால் சில சமயங்களில் நாம் ஆபத்துக்குள்ளாகிறோம். ஆற்றில் வெள்ளம், சூறாவளி (அ) சுனாமி போன்ற நிகழ்வுகளின் போது அவற்றின் இயக்கம் ஒழுங்கற்று மற்றும் கட்டுபாடற்று காணப்படும். மற்றொரு புறம் கட்டுப்பாட்டுடன் கூடிய இயக்கத்தினால் நாம் நீர் மின்சாரத்தை தயாரிக்க முடியும். இது மனித இனத்திற்கு மிகுந்த பயனுள்ள ஒன்றாகும். கட்டுப்பாடற்ற இயக்கத்தில் உள்ள சில பொருட்களை நாம் கட்டுபடுத்த தெரிந்துக் கொள்வது அவசியம் என நீங்கள் உணர்கிறீர்களா?

1.1 இயக்கத்தை விவரித்தல்

ஒரு நிலைப் புள்ளியை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஒரு பொருளின் இடத்தை நம்மால் விவரிக்க முடியும். ஒரு எடுத்துக்காட்டின் மூலம் இதை நாம் புரிந்துக் கொள்ளலாம். இரயில் நிலையத்தின் வடதிசையில் 2 கி.மீ தொலைவில் ஒரு பள்ளி இருப்பதாக நினைத்துக் கொள்வோம் (அ) கருதுவோம். இரயில் நிலையத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு பள்ளியின் நிலையை நாம் குறிப்பிட்டுள்ளோம். இந்த எடுத்துக்காட்டில் இரயில் நிலையம் நிலைப்புள்ளி (reference point) ஆகும். நாம் எதை வேண்டுமானாலும் நிலை புள்ளியாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஒரு பொருளின் நிலையை விவரிக்க நாம் தொடக்கம் எனும் நிலை புள்ளியை காட்டுவது அவசியம்.

1.1.1 Motion along a straight line

The simplest type of motion is the motion along a straight line. We shall first learn to describe this by an example. Consider the motion of an object moving along a straight path. The object starts its journey from O which is treated as its reference point (Fig. 1.1). Let A, B and C represent the position of the object at different instants. At first, the object moves through C and B and reaches A. Then it moves back along the same path and reaches C through B.

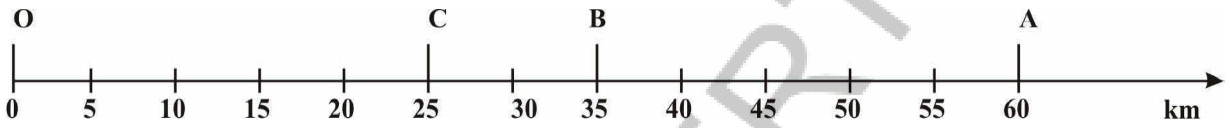


Fig. 1.1: *Positions of an object on a straight line path*

The total path length covered by the object is OA + AC, that is 60 km + 35 km = 95 km. This is the distance covered by the object. To describe distance we need to specify only the numerical value and not the direction of motion. There are certain quantities which are described by specifying only their numerical values. The numerical value of a physical quantity is its magnitude. From this example, can you find out the distance of the final position C of the object from the initial position O? This difference will give you the numerical value of the displacement of the object from O to C through A. The shortest distance measured from the initial to the final position of an object is known as the displacement.

Can the magnitude of the displacement be equal to the distance travelled by an object? Consider the example given in (Fig. 1.1). For motion of the object from O to A, the distance covered is 60 km and the magnitude of displacement is also 60 km. During its motion from O to A and back to B, the distance covered = 60 km + 25 km = 85 km while the magnitude of displacement = 35 km. Thus, the magnitude of displacement (35 km) is not equal to the path length (85 km). Further, we will notice that the magnitude of the displacement for a course of motion may be zero but the corresponding distance covered is not zero. If we consider the object to travel back to O, the final position coincides with the initial position, and therefore, the displacement is zero. However, the distance covered in this journey is OA + AO = 60 km + 60 km = 120 km. Thus, two different physical quantities—the distance and the displacement, are used to describe the overall motion of an object and to locate its final position with reference to its initial position at a given time.

Activity _______________ 1.3

- Take a metre scale and a long rope.
- Walk from one corner of a basket-ball court to its oppposite corner along its sides.
- Measure the distance covered by you and magnitude of the displacement.
- What difference would you notice between the two in this case?

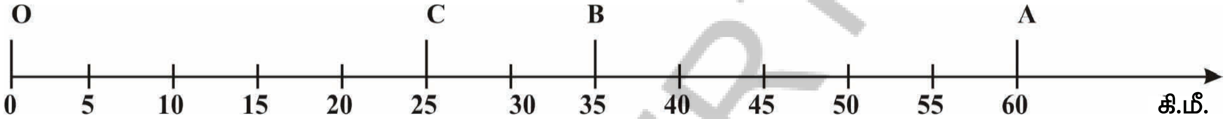
Activity _______________ 1.4

- Automobiles are fitted with a device that shows the distance travelled. Such a device is known as an odometer. A car is driven from Bhubaneshwar to New Delhi. The difference between the final reading and the initial reading of the odometer is 1850 km.
- Find the magnitude of the displacement between Bhubaneshwar and New Delhi by using the Road Map of India.

1.1.1 ஒரு நேர்கோட்டின் மீது பொருளின் இயக்கம்

நேர்கோட்டு இயக்கம் என்பது இயக்கத்தின் ஒரு எளிய வகையாகும். இதை நாம் ஒரு எடுத்துக்காட்டின் மூலம் விவரமாக அறிந்து கொள்வோம். ஒரு பொருள் நேர்கோட்டு பாதையில் இயங்குவதாக எடுத்துக் கொள்வோம். பொருளின் இயக்கம் O எனும் குறிப்பு நிலைப் புள்ளியிலிருந்து தொடங்குவதாக எடுத்துக் கொள்வோம். A, B மற்றும் C புள்ளிகள் வெவ்வேறு நேரங்களில் பொருளின் நிலையைக் குறிக்கிறது. முதலில் பொருள் C மற்றும் B புள்ளிகள் வழியாக நகர்ந்து A புள்ளியை அடைகிறது. பினபு அதே பாதையில் பின்நோக்கி நகர்ந்து B புள்ளி வழியாக C புள்ளியை அடைகிறது.

ஆதலால் இடப்பெயர்ச்சியின் அளவு (35கி.மீ) பாதையின் நீளத்திற்கு (85கி.மீ) சமமாகாது. ஒரு இயக்கத்தின் இடப்பெயர்ச்சியின் அளவு பூஜ்ஜியமாகலாம். ஆனால் கடக்கப்பட்ட தொலைவு பூஜ்ஜியமாகாது என்பதை நாம் கவனித்திருப்போம். பொருள் பின்னோக்கி புள்ளிக்கு பயணப்படும்போது அதன் இறுதி நிலை தொடக்க நிலையுடன் ஒன்றிப்போவதால் அதன் இடப்பெயர்ச்சி பூஜ்ஜியம். ஆனால் அப்பொருளினால் கடக்கப்பட்ட தொலைவு என்பது OA+AO 60கி.மீ+60கி.மீ=120கி.மீ ஆகும். ஒரு பொருளின் ஒட்டுமொத்த இயக்கத்தை விவரிக்க நாம் தொலைவு மற்றும் இடப்பெயர்ச்சி எனும் இரண்டு வெவ்வேறு இயற்பியல் அளவுகளை நாம் பயன்படுத்துகிறோம்.



படம் 1.1 நேர்கோட்டு பாதையில் பொருளின் வெவ்வேறு நிலைகள்

பொருளினால் கடக்கப்பட்ட மொத்த பாதையின் நீளம், OA + AC, 60கி.மீ+35கி.மீ=95கி.மீ. இதுவே பொருளினால் கடக்கப்பட்ட தொலைவு. ஒரு பொருளின் தொலைவை விவரிக்க நாம் எண் மதிப்பை மட்டும் குறிப்பிடவேண்டும். திசையை குறிப்பிட தேவையில்லை. சில இயற்பியல் அளவுகளை விவரிக்க அவற்றின் எண் மதிப்புகளை மட்டும் குறிப்பிடுவர். இயற்பியல் அளவின் எண் மதிப்பே அதன் அளவாகும். இந்த எடுத்துக்காட்டில் உங்களால் பொருளின் தொடக்க நிலை O விலிருந்து பொருளின் இறுதி நிலை C வரையிலான தொலைவை கண்டறிய முடியுமா? இந்த வேறுபாடு பொருள் O விலிருந்து C க்கு A வழியாக இடப்பெயர்ச்சியின் எண்மதிப்பை தெரிவிக்கும்.

ஒரு பொருளின் தொடக்க நிலையிலிருந்து இறுதி நிலைக்கு அளக்கப்படும் மிகக்குறைந்த தொலைவை இடப்பெயர்ச்சி என்கிறோம். ஒரு பொருளினால் பயணப்பட்ட தொலைவு அதன் இடப்பெயர்ச்சி அளவிற்கு சமமாகுமா? படம் (1.1)ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள எடுத்துக்காட்டை எடுத்துக் கொள்ளவும். O புள்ளியிலிருந்து A புள்ளிக்கு பொருளின் இயக்கத்தினால் கடந்த தொலைவு 60 கி.மீ மற்றும் அதன் இடப்பெயர்ச்சி அளவும் 60 கி.மீ பொருள் O விலிருந்து A க்கு மற்றும் திரும்ப Bக்கு இயங்கியதால் கடந்த தொலைவு=60கி.மீ+25கி.மீ=85கி.மீ. ஆனால் இடப்பெயர்ச்சியின் அளவு=35கி.மீ

மேலும் கொடுக்கப்பட்ட நேரத்தில் ஒரு பொருளின் இறுதி நிலையை, தொடக்க நிலையை ஆதாரமாக கொண்டு கண்டறிய இவ்விரண்டு இயற்பியல் அளவுகள் பயன்படுகின்றன.

***செயல்*------------------------1.3**

- மீட்டர் அளவுகோல் மற்றும் நீளமான கயிற்றை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- கூடைபந்து மைதானத்தின் ஒரு மூலையிலிருந்து அதன் எதிர்பக்க மூலைக்கு நடந்து செல்லவும்.
- நீங்கள் கடந்த தொலைவு மற்றும் இடப்பெயர்ச்சியின் அளவு ஆகியவற்றை அளந்து கொள்ளவும்.
- நீங்கள் இந்த சூழ்நிலைகளில் இவ்விரண்டு அளவுகளுக்கு இடையில் என்ன வேறுபாட்டை கவனித்தீர்கள்?

***செயல்*----------------------1.4**

- வாகனங்களில் அவை பயணித்த தொலைவைக் காட்டும் கருவியை பொருத்துவர். அதனை ஓடோமீட்டர் என்கிறோம். புவேனஸ்வரிலிருந்து டில்லிக்கு ஒரு கார் பயணப்பட்ட போது அதன் ஓடோ மீட்டரின் இறுதி அளவிற்கும் தொடக்க அளவிற்கும் இடையிலான வேறுபாடு 1850 கி.மீ.
- இந்திய சாலை வரைபடத்தைப் பயன்படுத்தி புவனேஸ்வர் மற்றும் டில்லிக்கு இடையிலான இடப்பெயர்ச்சி அளவை கண்டறியவும்.

AP SCERT

Questions

1. *An object has moved through a distance. Can it have zero displacement? If yes, support your answer with an example.*
2. *A farmer moves along the boundary of a square field of side 10 m in 40 s. What will be the magnitude of displacement of the farmer at the end of 2 minutes 20 seconds from his initial position?*
3. *Which of the following is true for displacement?*
   - (a) *It cannot be zero.*
   - (b) *Its magnitude is greater than the distance travelled by the object.*

1.1.2 UNIFORM MOTION AND NON-UNIFORM MOTION

Consider an object moving along a straight line. Let it travel 5 m in the first second, 5 m more in the next second, 5 m in the third second and 5 m in the fourth second. In this case, the object covers 5 m in each second. As the object covers equal distances in equal intervals of time, it is said to be in uniform motion. The time interval in this motion should be small. In our day-to-day life, we come across motions where objects cover unequal distances in equal intervals of time, for example, when a car is moving on a crowded street or a person is jogging in a park. These are some instances of non-uniform motion.

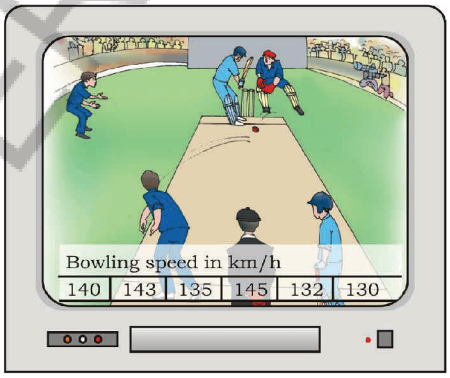
Activity _______________ *1.5*

- The data regarding the motion of two different objects A and B are given in Table 1.1.
- Examine them carefully and state whether the motion of the objects is uniform or non-uniform.

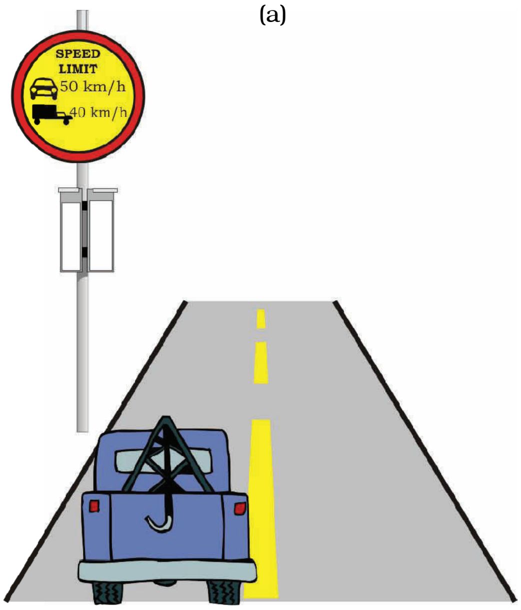
Table 1.1

Time	Distance travelled by object A in m	Distance travelled by object B in m
9:30 am	10	12
9:45 am	20	19
10:00 am	30	23
10:15 am	40	35
10:30 am	50	37
10:45 am	60	41
11:00 am	70	44

1.2 Measuring the Rate of Motion



(a)



(b)

Fig. 1.2

ARSCERT

1. ஒரு பொருள் குறிப்பிட்ட தொலைவு பயணித்தது. அதன் இடப்பெயர்ச்சி பூஜ்ஜியமாகுமா? ஆம் எனில் உங்கள் விடைக்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டு கொடுக்கவும்.

2. ஒரு விவசாயி 40 வினாடிகளில் 10மீ பக்க அளவுடைய சதுர வயலின் ஓரத்தில் நடந்து செல்கிறார். விவசாயின் தொடக்க நிலையிலிருந்து 2 நிமிடங்கள் 20 வினாடிகளின் முடிவில் இடப்பெயர்ச்சியின் அளவு என்ன?

3. கீழ்கொடுக்கப்பட்டுள்ளவற்றில் இடப்பெயர்ச்சிக்கு எது சரி?
(a) இடப்பெயர்ச்சி பூஜ்ஜியமாகாது.
(b) இடப்பெயர்ச்சியின் அளவு பொருள் பயணித்த தொலைவை விட அதிகம்.

1.1.2 சீரான இயக்கம் மற்றும் சீரற்ற இயக்கம்

நேர்கோட்டில் ஒரு பொருள் பயணப்படுவதாக எடுத்துக் கொள்வோம். முதல் வினாடியில் 5 மீ தொலைவும், இரண்டாம் வினாடியில் மேலும் 5 மீ தொலைவும் மூன்றாம் வினாடியில் அடுத்த 5 மீ தொலைவும் நான்காம் வினாடியில் அடுத்த 5 மீ தொலைவும் பயணித்ததாக கருதுவோம். இந்த நிகழ்வில் பொருள் ஒவ்வொரு நொடியும் 5 மீ தொலைவை கடந்தது. சமமான கால இடைவெளியில் சமமான தொலைவை ஒரு பொருள் கடந்தால் அப்பொருள் சீரான இயக்கத்தில் உள்ளது எனலாம். இந்த இயக்கத்தில் கால இடைவெளி மிகக் குறைவு. நம் அன்றாட வாழ்வில் சில பொருட்கள் சமமற்ற தொலைவுகளை சமமான கால இடைவெளியில் கடப்பதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். எடுத்துக்காட்டாக, நெரிசல் நிறைந்த தெருவில் ஒரு கார் இயங்குவது (அ) பூங்காவில் ஒருவர் நடைப் பயிற்சி செய்வது. இவை சீரற்ற இயக்கத்தை குறிக்கும் சில நிகழ்வுகள்.

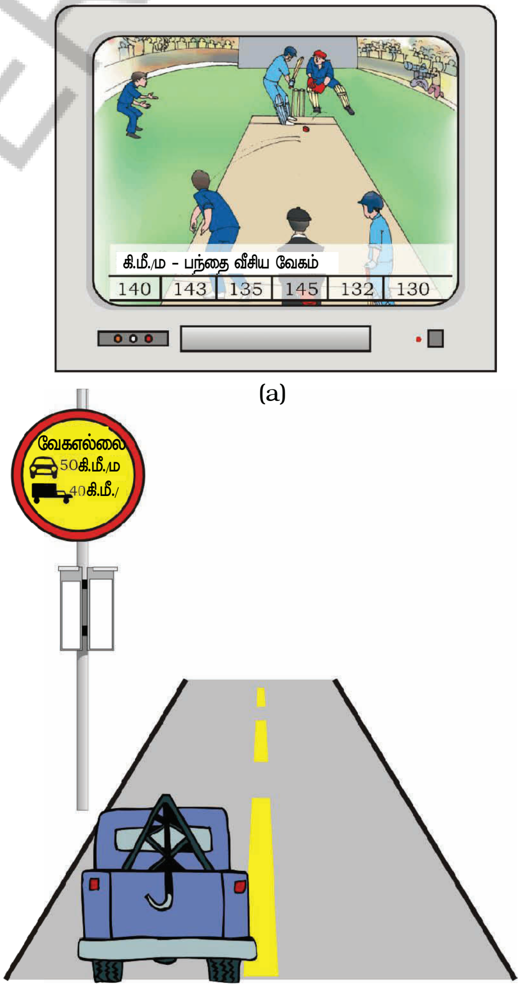
***செயல்* ——————————— 1.5**

- அட்டவணை 1.1 ல் A மற்றும் B எனும் இரண்டு வெவ்வேறு பொருட்களின் இயக்கத்தைப் பற்றிய தகவல்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.
- அவற்றை கவனமாக ஆய்வு செய்து பொருட்களின் இயக்கம் சீரான இயக்கமா அல்லது சீரற்ற இயக்கமா என்பதை தெரிவி.

அட்டவணை 1.1

நேரம்	பொருள் A கடந்த தொலைவு (மீ)	பொருள் B கடந்த தொலைவு (மீ)
9:30 am	10	12
9:45 am	20	19
10:00 am	30	23
10:15 am	40	35
10:30 am	50	37
10:45 am	60	41
11:00 am	70	44

1.2 இயக்கத்தின் வீதத்தை அளத்தல்



(a)

(b)

படம் *1.2*

NCERT

Look at the situations given in Fig. 1.2. If the bowling speed is 143 km h^{-1} in Fig. 1.2(a) what does it mean? What do you understand from the signboard in Fig. 1.2(b)?

Different objects may take different amounts of time to cover a given distance. Some of them move fast and some move slowly. The rate at which objects move can be different. Also, different objects can move at the same rate. One of the ways of measuring the rate of motion of an object is to find out the distance travelled by the object in unit time. This quantity is referred to as speed. The SI unit of speed is metre per second. This is represented by the symbol m s^{-1} or m/s. The other units of speed include centimetre per second (cm s^{-1}) and kilometre per hour (km h^{-1}). To specify the speed of an object, we require only its magnitude. The speed of an object need not be constant. In most cases, objects will be in non-uniform motion. Therefore, we describe the rate of motion of such objects in terms of their average speed. The average speed of an object is obtained by dividing the total distance travelled by the total time taken. That is,

$$\text{average speed} = \frac{\text{Total distance travelled}}{\text{Total time taken}}$$

If an object travels a distance s in time t then its speed v is,

$$v = \frac{s}{t} \qquad (1.1)$$

Let us understand this by an example. A car travels a distance of 100 km in 2 h. Its average speed is 50 km h^{-1}. The car might not have travelled at 50 km h^{-1} all the time. Sometimes it might have travelled faster and sometimes slower than this.

Example 1.1 An object travels 16 m in 4 s and then another 16 m in 2 s. What is the average speed of the object?

Solution:

Total distance travelled by the object = 16 m + 16 m = 32 m

Total time taken = 4 s + 2 s = 6 s

$$\text{Average speed} = \frac{\text{Total distance travelled}}{\text{Total time taken}}$$

$$= \frac{32\text{ m}}{6\text{ s}} = 5.33\text{ m s}^{-1}$$

Therefore, the average speed of the object is 5.33 m s^{-1}.

1.2.1 Speed with direction

The rate of motion of an object can be more comprehensive if we specify its direction of motion along with its speed. The quantity that specifies both these aspects is called velocity. Velocity is the speed of an object moving in a definite direction. The velocity of an object can be uniform or variable. It can be changed by changing the object's speed, direction of motion or both. When an object is moving along a straight line at a variable speed, we can express the magnitude of its rate of motion in terms of average velocity. It is calculated in the same way as we calculate average speed.

In case the velocity of the object is changing at a uniform rate, then average velocity is given by the arithmetic mean of initial velocity and final velocity for a given period of time. That is,

$$\text{average velocity} = \frac{\text{initial velocity} + \text{final velocity}}{2}$$

Mathematically, $$v_{av} = \frac{u + v}{2} \qquad (1.2)$$

where v_{av} is the average velocity, u is the initial velocity and v is the final velocity of the object.

Speed and velocity have the same units, that is, m s^{-1} or m/s.

Activity _______________ 1.6

- Measure the time it takes you to walk from your house to your bus stop or the school. If you consider that your average walking speed is 4 km h^{-1}, estimate the distance of the bus stop or school from your house.

AP – SCERT

படம் 1.2ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள சூழ்நிலைகளை பார்க்கவும். படம் 1.2 (a)ல் பந்து வீச்சின் வேகம் 143 கி.மீ/மணி எனில் இது எதைக் குறிக்கும்? படம் 1.2 (b)ல் உள்ள குறிப்பு பலகையிலிருந்து நீ என்ன புரிந்து கொண்டாய்?

வெவ்வேறு பொருட்கள் கொடுக்கப்பட்ட தொலைவை கடப்பதற்கு வெவ்வேறு கால அளவுகளை எடுத்துக் கொள்ளும். சில பொருட்கள் வேகமாகவும் சில பொருட்கள் மெதுவாகவும் நகரும். பொருட்கள் இயங்கும் வீதம் வெவ்வேறாக இருக்கும். வெவ்வேறு பொருட்கள் சமமான வீதத்தில் இயங்கும். ஒரு பொருளின் இயக்கத்தின் வீதத்தை அளக்க அப்பொருள் ஓரலகு காலத்தில் பயணப்பட்ட தொலைவை கண்டறிவது ஒரு முறையாகும். இந்த அளவை நாம் வேகம் என்கிறோம். வேகத்தின் SI அலகு மீட்டர் / வினாடி ஆகும். இதனை குறியீட்டு வடிவில் மீ வி$^{-1}$ (அ) மீ/வி என குறிப்பர். வேகத்தின் மற்ற அலகுகள் சென்டிமீட்டர்/வினாடி (செமீ வி$^{-1}$) மற்றும் கிலோமீட்டர்/மணிக்கு (கி மீ ம$^{-1}$) பொருளின் வேகத்தைத் தெரிவிக்க அதன் எண் மதிப்பு மட்டும் தேவை பொருளின் வேகம் நிலையானதல்ல. பொதுவாக பொருட்கள் சீரற்ற இயக்கத்தில் இருக்கும். ஆதலால் சீரற்ற இயக்கத்தில் உள்ள பொருட்களின் இயக்கத்தின் வீதத்தை அவற்றின் சராசரி வேதகத்தைக் கொண்டு விவரிப்பர். ஒரு பொருளின் சராசரி வேகம் அப்பொருள் கடந்த மொத்த தொலைவை அப்பொருள் கடக்க எடுத்துக்கொண்ட மொத்த நேரத்தைக் கொண்டு வகுப்பதினால் கிடைக்கும் அதாவது

$$\text{சராசரி வேகம்} = \frac{\text{பயணப்பட்ட மொத்த தொலைவு}}{\text{எடுத்துக்கொண்ட மொத்த காலம்}}$$

ஒரு பொருள் s தொலைவை t காலத்தில் கடந்தால் அதன் வேகம் v என்பது

$$v = \frac{s}{t} \qquad (1.1)$$

ஓர் எடுத்துக்காட்டின் மூலம் நாம் இதை புரிந்துக் கொள்ளலாம். ஒரு கார் 100 கி.மீ தொலைவை 2 மணி நேரத்தில் கடக்கிறது. அதன் சராசரி வேகம் 50கி.மீ/ம. கார் தொடர்ந்து 50கி.மீ/ம வேகத்தில் பயணிக்கவில்லை. சில சமயங்களில் இதைவிட வேகமாவும் சில சமயங்களில் இதைவிட மெதுவாகவும் பயணிக்கிறது.

எ.க. 1.1 ஒரு பொருள் 16 மீட்டரை 4 வினாடிகளில் பயணிக்கிறது. மேலும் அடுத்த 16 மீட்டரை 2 வினாடிகளில் பயணிக்கிறது. பொருளின் சராசரி வேகம் எவ்வளவு?

தீர்வு : பொருள் பயணித்த மொத்த தொலைவு = 16மீ + 16மீ = 32 மீ

எடுத்துக்கொண்ட மொத்த காலம்=4வி+2வி=6வி

$$\text{சராசரி வேகம்} = \frac{\text{பயணப்பட்ட மொத்த தொலைவு}}{\text{எடுத்துக்கொண்ட மொத்த காலம்}}$$

$$= \frac{32\text{ மீ}}{6\text{ வி}} = 5.33\text{ மீ. வி}^{-1}$$

ஆதலால் பொருளின் சராசரி வேகம் 5.33 மீ.வி$^{-1}$

1.2.1 திசையுடன் கூடிய வேகம்

ஒரு பொருளின் இயக்கத்தின் வீதம் அந்த பொருளின் இயக்கத்தின் வேகத்தை திசையுடன் குறிப்பிடுவதன் மூலம் விவரமாக பெறலாம். திசை மற்றும் வேகம் இந்த இரண்டையும் குறிக்கும் அளவை திசைவேகம் என்கிறோம். திசைவேகம் என்பது குறிப்பிட்ட திசையில் நகரும் பொருளின் வேகம் ஆகும். ஒரு பொருளின் திசைவேகம் சீரானதாக இருக்கலாம் அல்லது மாறுபடுவதாக இருக்கலாம். ஒரு பொருளின் திசைவேகத்தை அப்பொருளின் வேகம், பயணிக்கும் திசை அல்லது இரண்டையும் மாற்றுவதன் மூலம் மாற்றலாம். ஒரு பொருள் நேர்கோட்டில் நிலையற்ற வேகத்தில் நகரும் போது அதன் இயக்கத்தின் மாற்றத்தின் வீத மதிப்பை அதன் சராசரி திசைவேகத்தில் குறிப்பர். சராசரி வேகத்தைக் கணக்கிடுவது போலவே சராசரி திசைவேகத்தையும் கணக்கிடுவர்.

ஒரு பொருளின் திசைவேகம் சீரான வீதத்தில் மாற்ற மடைந்தால் அதன் சராசரி திசைவேகம் கொடுக்கப்பட்ட காலத்தில் அப்பொருளின் தொடக்க மற்றும் இறுதி திசைவேகத்தின் கூட்டு சராசரிக்கு சமமாகும்.

$$\text{சராசரிதிசைவேகம்} = \frac{\text{தொடக்கதிசைவேகம்+இறுதிதிசைவேகம்}}{2}$$

$$v_{av} = \frac{u+v}{2} \qquad (1.2)$$

இதில் v_{av} சராசரி என்பது சராசரி திசைவேகம், u என்பது பொருளின் தொடக்க திசைவேகம் v என்பது பொருளின் இறுதி திசைவேகம்.

வேகம் மற்றும் திசைவேகம் இரண்டும் ஒரே அலகுகளைப் பெற்றிருக்கும் மீ/வி (அ) மீ.வி.$^{-1}$

செயல் 1.6

- உங்கள் வீட்டிலிருந்து உங்கள் பேருந்து நிறுத்தம் அல்லது உங்கள் பள்ளிக்கு நடந்து செல்ல எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தை குறித்துக்கொள். உங்கள் சராசரி நடையின் வேகம் 4 கி.மீ 51 எனில் பேருந்து நிறுத்தம் (அ) பள்ளியிலிருந்து உங்கள் வீட்டிற்கான தொலைவை கணக்கிடு.

Activity _______________ 1.7

- At a time when it is cloudy, there may be frequent thunder and lightning. The sound of thunder takes some time to reach you after you see the lightning.
- Can you answer why this happens?
- Measure this time interval using a digital wrist watch or a stop watch.
- Calculate the distance of the nearest point of lightning. (Speed of sound in air = 346 m s^{-1}.)

Questions

1. *Distinguish between speed and velocity.*
2. *Under what condition(s) is the magnitude of average velocity of an object equal to its average speed?*
3. *What does the odometer of an automobile measure?*
4. *What does the path of an object look like when it is in uniform motion?*
5. *During an experiment, a signal from a spaceship reached the ground station in five minutes. What was the distance of the spaceship from the ground station? The signal travels at the speed of light, that is, 3×10^8 m s^{-1}.*

Example 1.2 The odometer of a car reads 2000 km at the start of a trip and 2400 km at the end of the trip. If the trip took 8 h, calculate the average speed of the car in km h^{-1} and m s^{-1}.

Solution:

Distance covered by the car,
s = 2400 km – 2000 km = 400 km
Time elapsed, t = 8 h
Average speed of the car is,

$$v_{av} = \frac{s}{t} = \frac{400 \text{ km}}{8 \text{ h}}$$

$$= 50 \text{ km h}^{-1}$$

$$= 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$= 13.9 \text{ m s}^{-1}$$

The average speed of the car is 50 km h^{-1} or 13.9 m s^{-1}.

Example 1.3 Usha swims in a 90 m long pool. She covers 180 m in one minute by swimming from one end to the other and back along the same straight path. Find the average speed and average velocity of Usha.

Solution:

Total distance covered by Usha in 1 min is 180 m.
Displacement of Usha in 1 min = 0 m

$$\text{Average speed} = \frac{\text{Total distance covered}}{\text{Total time taken}}$$

$$= \frac{180 \text{ m}}{1 \text{ min}} = \frac{180 \text{ m}}{1 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$= 3 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Average velocity} = \frac{\text{Displacement}}{\text{Total time taken}}$$

$$= \frac{0 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

$$= 0 \text{ m s}^{-1}$$

The average speed of Usha is 3 m s^{-1} and her average velocity is 0 m s^{-1}.

1.3 Rate of Change of Velocity

During uniform motion of an object along a straight line, the velocity remains constant with time. In this case, the change in velocity of the object for any time interval is zero. However, in non-uniform motion, velocity varies with time. It has different values at different instants and at different points of the path. Thus, the change in velocity of the object during any time interval is not zero. Can we now express the change in velocity of an object?

AP SCERT

செயல்---1.7

- வானம் மேகமூட்டத்துடன் காணப்படும் போது சில சமயங்களில் இடி மற்றும் மின்னல் தோன்றுகிறது. நீங்கள் மின்னல் பார்த்த சிறிது நேரத்திற்கு பிறகு உங்களால் இடியின் ஒலியைக் கேட்க முடியும்.
- ஏன் அவ்வாறு நடைபெறுகிறது என உங்களால் விடையளிக்க முடியுமா?
- கை கடிகாரம் அல்லது நிறுத்து கடிகாரத்தைப் பயன்படுத்தி அந்த கால இடைவெளியை அளந்து கொள்ளவும்.
- மின்னலின் குறுகிய புள்ளிக்கான தொலைவை கணக்கிடு. காற்றில் ஒலியின் வேகம்=346 மீ.வி$^{-1}$

வினாக்கள்

1. வேகம் மற்றும் திசைவேகம் ஆகியவற்றிற்கு இடையிலான வேறுபாடுகளைத் தெரிவி.
2. *ஒரு பொருளின் சராசரி திசை. வேகத்தின் அளவு எப்போது அதன் சராசரி வேகத்திற்கு சமமாகும்?*
3. *வாகனத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் ஓடோமீட்டர் எதை அளக்கப் பயன்படுகிறது?*
4. *ஒரு பொருள் சீரான இயக்கத்தில் உள்ளபோது அதன் பாதை எவ்வாறு தோன்றும்?*
5. *ஒரு பரிசோதனையின் போது விண்கலத்திலிருந்து வரும் சமிக்ஞைகள் தரை நிலையத்தை அடைய 5 நிமிடங்கள் எடுத்துக் கொள்கிறது. விண்வெளி தரை நிலையத்திலிருந்து விண் கலத்திற்கு இடையிலான தொலைவு எவ்வளவு? சமிக்ஞைகள் ஒளியின் வேகத்தில் 3×10^8 மீ.வி-1 பயணப்படுகிறது.*

எ.கா. 1.2 காரில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் ஓடோமீட்டர் பயணத்தின் தொடக்கத்தில் 2000 கி.மீ அளவை காட்டுகிறது. பயணத்தின் முடிவில் 2400 கி.மீ அளவைக் காட்டுகிறது. பயணம் முடிய எடுத்துக்கொண்ட நேரம் 8 மணி எனில் காரின் சராசரி வேகத்தை கி.மீ. ம$^{-1}$ மற்றும் மீ.வி$^{-1}$ – ல் கணக்கிடு?

தீர்வு: காரினால் கடக்கப்பட்ட தொலைவு

$s = 2400$ கி.மீ–2000 கி.மீ = 400கி.மீ

எடுத்துக்கொண்டகாலம் $t = 8$ மணிகள்

காரின் சராசரி வேகம்

$$v_{\text{சராசரி}} = \frac{s}{t} = \frac{400 \text{ கி.மீ}}{8 \text{ ம}}$$

$$= 50 \text{ கி.மீ. ம.}^{-1}$$

$$= 50 \frac{\text{கி.மீ}}{\text{ம}} \times \frac{1000 \text{ மீ.}}{1 \text{கி.மீ}} \times \frac{1 \text{ ம}}{3600 \text{ வி}}$$

$$= 13.9 \text{ மீ. வி}^{-1}$$

காரின் சராசரி வேகம்

50 கி.மீ. ம.$^{-1}$ அல்லது 13.9 மீ. வி$^{-1}$.

எடுத்துக்காட்டு 1.3 : உஷா 90 மீ. நீளமுள்ள நீச்சல் குளத்தில் நீந்துகிறாள். உஷா நீச்சல் குளத்தின் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்கு நேர்கோட்டில் நீந்தி, திரும்பவும் அதே பாதையில் நீந்தி தொடக்க புள்ளியை 1 நிமிடத்தில் 180 மீ. கடக்கிறாள், உஷாவின் சராசரி வேகம் மற்றும் சராசரி திசைவேகத்தை கணக்கிடு.

தீர்வு:

1 நிமிடத்தில் உஷா கடந்த மொத்த தொலைவு =180 மீ.

1 நிமிடத்தில் உஷாவின் இடப்பெயர்ச்சி=0 மீ.

$$\text{சராசரி வேகம்} = \frac{\text{கடந்த மொத்த தொலைவு}}{\text{எடுத்துக்கொண்ட நேரம்}}$$

$$= \frac{180 \text{மீ}}{1 \text{நி}} = \frac{180 \text{மீ}}{1 \text{நி}} \times \frac{1 \text{நி}}{60 \text{வி}}$$

$$= 3 \text{ மீ. வி}^{-1}$$

$$\text{சராசரி திசைவேகம்} = \frac{\text{இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{மொத்தநேரம்}}$$

$$= \frac{0 \text{நி}}{60 \text{வி}}$$

$$= 0 \text{ மீ. வி}^{-1}$$

உஷாவின் சராசரி வேகம். 3 மீ. வி$^{-1}$ அவளின் சராசரி திசைவேகம் 0 மீ. வி$^{-1}$.

1.3 திசைவேகத்தின் மாற்றத்தின் வீதம்

ஒரு பொருள் சீரான இயக்கத்தில் நேர்கோட்டில் இயங்கும்போது காலத்தைப் பொருத்து அதன் திசைவேகம் நிலையாக இருக்கும். சீரான இயக்கத்தில் பொருளின் திசைவேகத்தின் மாற்றம் பூஜ்ஜியம். ஆனால் காலத்தை பொருத்து சீரற்ற இயக்கத்தில் திசைவேகம் மாற்றமடையும். இது வெவ்வேறு காலங்களில் பாதையின் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் மாறுபட்ட மதிப்புகளைப் பெற்றிருக்கும் ஆதலால் பொருளின் திசைவேகத்தின் மாற்றம் பூஜ்ஜியமாகாது. ஒரு பொருளின் திசைவேகத்தின் மாற்றத்தை நம்மால் தெரிவிக்க முடியுமா?

AP SCERT

To answer such a question, we have to introduce another physical quantity called acceleration, which is a measure of the change in the velocity of an object per unit time. That is,

$$\text{acceleration} = \frac{\text{change in velocity}}{\text{time taken}}$$

If the velocity of an object changes from an initial value u to the final value v in time t, the acceleration a is,

$$a = \frac{v - u}{t} \quad (1.3)$$

This kind of motion is known as accelerated motion. The acceleration is taken to be positive if it is in the direction of velocity and negative when it is opposite to the direction of velocity. The SI unit of acceleration is m s^{-2}.

If an object travels in a straight line and its velocity increases or decreases by equal amounts in equal intervals of time, then the acceleration of the object is said to be uniform. The motion of a freely falling body is an example of uniformly accelerated motion. On the other hand, an object can travel with non-uniform acceleration if its velocity changes at a non-uniform rate. For example, if a car travelling along a straight road increases its speed by unequal amounts in equal intervals of time, then the car is said to be moving with non-uniform acceleration.

Activity _______________ 1.8

- In your everyday life you come across a range of motions in which
  - (a) acceleration is in the direction of motion,
  - (b) acceleration is against the direction of motion,
  - (c) acceleration is uniform,
  - (d) acceleration is non-uniform.
- Can you identify one example each for the above type of motion?

Example 1.4 Starting from a stationary position, Rahul paddles his bicycle to attain a velocity of 6 m s^{-1} in 30 s. Then he applies brakes such that the velocity of the bicycle comes down to 4 m s^{-1} in the next 5 s. Calculate the acceleration of the bicycle in both the cases.

Solution:

In the first case:
initial velocity, $u = 0$;
final velocity, $v = 6$ m s^{-1} ;
time, $t = 30$ s .
From Eq. (7.3), we have

$$a = \frac{v - u}{t}$$

Substituting the given values of u, v and t in the above equation, we get

$$a = \frac{(6\,\text{m s}^{-1} - 0\,\text{m s}^{-1})}{30\,\text{s}}$$

$$= 0.2\ \text{m s}^{-2}$$

In the second case:
initial velocity, $u = 6$ m s^{-1};
final velocity, $v = 4$ m s^{-1};
time, $t = 5$ s.

$$\text{Then, } a = \frac{(4\,\text{m s}^{-1} - 6\,\text{m s}^{-1})}{5\,\text{s}}$$

$$= -0.4\ \text{m s}^{-2}.$$

The acceleration of the bicycle in the first case is 0.2 m s^{-2} and in the second case, it is –0.4 m s^{-2}.

Questions

1. *When will you say a body is in (i) uniform acceleration? (ii) non-uniform acceleration?*
2. *A bus decreases its speed from 80 km h^{-1} to 60 km h^{-1} in 5 s. Find the acceleration of the bus.*
3. *A train starting from a railway station and moving with uniform acceleration attains a speed 40 km h^{-1} in 10 minutes. Find its acceleration.*

AP SCERT

இந்த கேள்விக்கான விடையை கண்டறிய நாம் முடுக்கம் எனும் மற்றொரு இயற்பியல் அளவை அறிமுகப்படுத்த வேண்டும். முடுக்கம் என்பது ஓர் அலகு காலத்தில் பொருளின் திசைவேகத்தின் மாற்றத்தின் அளவு ஆகும்.

$$\text{முடுக்கம்} = \frac{\text{திசைவேகத்தின் மாற்றம்}}{\text{எடுத்துக்கொண்ட காலம்}}$$

ஒரு பொருளின் திசைவேகம் அதன் தொடக்க மதிப்பு u விலிருந்து இறுதி மதிப்பு v க்கு t காலத்தில் மாற்றமடைந்தால் அதன் முடுக்கம் a என்பது

$$a = \frac{v-u}{t} \qquad (1.3)$$

இவ்வகை இயக்கத்தை நாம் முடுக்கப்பட்ட இயக்கம் என்கிறோம். ஒரு பொருளின் முடுக்கம் திசைவேகத்தின் திசையில் அமைந்தால் அதன் மதிப்பு நேர் மதிப்பாகவும், திசைவேகத்தின் திசைக்கு எதிர்திசையில் அமைந்தால் எதிர் மதிப்பாகவும் எடுத்துக்கொள்ளப்படும்.முடுக்கத்தின் அலகு மீ.வி$^{-2}$

ஒரு பொருள் நேர்கோட்டில் பயணப்படும் போது அதன் திசைவேகத்தில் சமமான கால இடைவெளியில் சமமான அளவு அதிகரித்தால் (அ) குறைந்தால் அந்தப் பொருள் சீரான முடுக்கத்தில் உள்ளது எனலாம். தன்னிச்சையாக விழும் பொருளின் இயக்கம் சீரான முடுக்கத்துடன் கூடிய இயக்கத்திற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டு. ஒரு பொருளின் திசைவேகத்தின் மாற்றம் சீரற்று இருந்தால் அந்த பொருள் சீரற்ற முடுக்கத்தில் இயங்குகிறது எனலாம். ஒரு கார் நேரான பாதையில் பயணப்படும்போது சமமான கால இடைவெளியில் அதன் வேகம் சமமற்ற அளவுகளில் அதிகரித்தால் அந்த கார் சீரற்ற முடுக்கத்தில் இயங்குகிறது எனலாம்.

செயல் ----------------------- 1.8

- உங்கள் அன்றாட வாழ்வில் நீங்கள் பலவிதமான இயக்கங்களைப் பார்த்திருப்பீர்கள் அவற்றுள் எவை
  (அ)முடுக்கம் இயக்கத்தின் திசையில் உள்ளது.
  (ஆ) முடுக்கம் இயக்கத்தின் எதிர் திசையில் உள்ளது.
  (இ) சீரான முடுக்கம்
  (ஈ) சீரற்ற முடுக்கம்
- மேல்கூறிய இயக்கத்தின் வகையில் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு எடுத்துக்காட்டை உங்களால் கூறமுடியுமா?

எ.கா 1.4 ராகுல் தனது மிதிவண்டியை ஓய்வு நிலையிலிருந்து மிதிக்கத் தொடங்கி 30 வினாடிகளில் 6 மீ.வி$^{-1}$ வேகத்தை அடைந்தான். பிறகு பிரேக்குகளை செலுத்துவதன் மூலம் மிதிவண்டியின் திசைவேகம் அடுத்த 5 வினாடிகளில் 4 மீ.வி$^{-1}$ குறைத்தான். இவ்விரு நிகழ்வுகளிலும் மிதிவண்டியின் முடுக்கத்தை கணக்கிடு.

தீர்வு :

முதல் நிகழ்வில்:

தொடக்க திசைவேகம் = 0

இறுதி திசைவேகம் v = 6 மீ.வி$^{-1}$

காலம் t = 30 வி

சமன்பாடு (1.3)ல் $a = \dfrac{v-u}{t}$

u , v மற்றும் t மதிப்புகளை மேற்கூறிய சமன்பாட்டில் பிரதியிட்டால்

$$a = \frac{(6\text{மீ.வி}^{-1} - 0\text{மீ.வி}^{-1})}{30\text{வி}}$$

$$= 0.2 \text{ மீ.வி}^{-2}$$

இரண்டாம் நிகழ்வில்:

தொடக்க திசைவேகம் u = 6 மீ.வி$^{-1}$

இறுதி திசைவேகம் v = 4 மீ.வி$^{-1}$

காலம் t = 5 வி. எனில்

$$a = \frac{(4\text{மீ.வி}^{-1} - 6\text{மீ.வி}^{-1})}{5\text{ வி}}$$

$$= -0.4 \text{ மீ.வி}^{-2}.$$

முதல்நிகழ்வில் மிதிவண்டியின் முடுக்கம்0.2மீ.வி$^{-2}$ இரண்டாம் நிகழ்வில் மிதிவண்டியின் முடுக்கம் -0.4 மீ.வி.$^{-2}$

வினாக்கள்

1. (i) ஒரு பொருள் எப்போது சீரான முடுக்கத்தில் (ii) சீரற்ற முடுக்கத்தில் உள்ளது என உங்களால் கூற முடியும்?
2. ஒரு பேருந்தின் வேகம் 5 வினாடிகளில் 80 கி.மீ /மணிலிருந்து 60 கி.மீ /மணிக்கு குறைகிறது. பேருந்து அடைந்த முடுக்கத்தை கண்டுபிடி.
3. *இரயில் நிலையத்திலிருந்து இரயில் வண்டி சீரான முடுக்கத்தில் நகரத் தொடங்கி 10 நிமிடங்களில் 40 கி.மீ மணி-1 வேகத்தை அடைகிறது எனில் அதன் முடுக்கத்தைக் கண்டுபிடி.*

AP-SCERT

1.4 Graphical Representation of Motion

Graphs provide a convenient method to present basic information about a variety of events. For example, in the telecast of a one-day cricket match, vertical bar graphs show the run rate of a team in each over. As you have studied in mathematics, a straight line graph helps in solving a linear equation having two variables.

To describe the motion of an object, we can use line graphs. In this case, line graphs show dependence of one physical quantity, such as distance or velocity, on another quantity, such as time.

1.4.1 Distance–time graphs

The change in the position of an object with time can be represented on the distance-time graph adopting a convenient scale of choice. In this graph, time is taken along the *x*–axis and distance is taken along the *y*-axis. Distance-time graphs can be employed under various conditions where objects move with uniform speed, non-uniform speed, remain at rest etc.

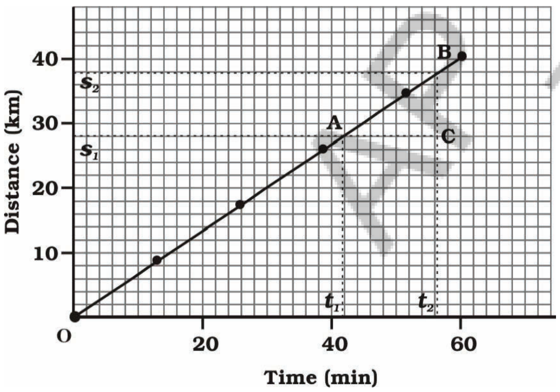


Fig. 1.3: *Distance-time graph of an object moving with uniform speed*

We know that when an object travels equal distances in equal intervals of time, it moves with uniform speed. This shows that the distance travelled by the object is directly proportional to time taken. Thus, for uniform speed, a graph of distance travelled against time is a straight line, as shown in Fig. 1.3. The portion OB of the graph shows that the distance is increasing at a uniform rate. Note that, you can also use the term uniform velocity in place of uniform speed if you take the magnitude of displacement equal to the distance travelled by the object along the *y*-axis.

We can use the distance-time graph to determine the speed of an object. To do so, consider a small part AB of the distance-time graph shown in Fig 1.3. Draw a line parallel to the *x*-axis from point A and another line parallel to the *y*-axis from point B. These two lines meet each other at point C to form a triangle ABC. Now, on the graph, AC denotes the time interval $(t_2 - t_1)$ while BC corresponds to the distance $(s_2 - s_1)$. We can see from the graph that as the object moves from the point A to B, it covers a distance $(s_2 - s_1)$ in time $(t_2 - t_1)$. The speed, v of the object, therefore can be represented as

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad (1.4)$$

We can also plot the distance-time graph for accelerated motion. Table 1.2 shows the distance travelled by a car in a time interval of two seconds.

Table 1.2: Distance travelled by a car at regular time intervals

Time in seconds	Distance in metres
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36

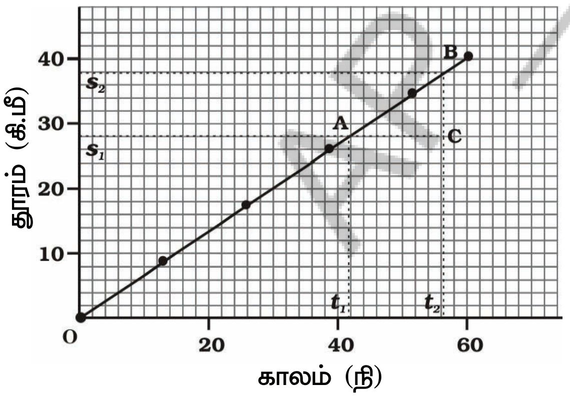
AP SCERT

1.4 இயக்கத்தின் வரைபட விளக்கம்

பல நிகழ்வுகளைப் பற்றிய அடிப்படை கருத்துக்களை தெரிவிக்க பயன்படும் எளிய முறை வரைபடங்கள் ஆகும். ஒரு நாள் கிரிக்கெட் போட்டியின் நேரடி ஒளிபரப்பில் ஒவ்வொரு ஓவரில் இரண்டு அணிகள் எடுத்த ஓட்டங்களின் வீதத்தை செங்குத்து பார் வரைபடங்களில் காட்டப்படும். இரண்டு மாறிகளை உடைய ஒருபடிச் சமன்பாட்டை தீர்க்க நாம் நேர்கோட்டு வரைபடத்தை பயன்படுத்துவதைப் பற்றி கணிதத்தில் படித்துள்ளோம். பொருளின் இயக்கத்தை விவரிக்க நாம் நேர்கோட்டு வரைபடங்களை பயன்படுத்தலாம். இவ்வகை நேர்கோட்டு வரைபடங்கள் தொலைவு (அ) திசைவேகம் எனும் ஒரு இயற்பியல் அளவு காலம் எனும் மற்றொரு இயற்பியல் அளவின் மீது ஆதாரப்பட்டிருப்பதை தெரிவிக்கிறது.

1.4.1 தொலைவு-காலம் வரைபடங்கள்

காலத்தைப் பொருத்து ஒரு பொருளின் நிலையில் ஏற்படும் மாற்றத்தை தொலைவு-காலம் வரைபடத்தில் நமக்கு தேவையான அளவுகோலை பயன்படுத்தி குறித்துக்கொள்ளலாம். இந்த வரைபடத்தில் காலத்தை x – அச்சிலும், தொலைவை y – அச்சிலும் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். சீரான வேகம், சீரற்ற வேகம், ஓய்வு நிலை போன்ற வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் பொருளின் நகர்வை தெரிவிக்க தொலைவு – காலம் வரைபடங்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.



படம் 1.3 : சீரான வேகத்தில் நகரும் பொருளின் தொலைவு-காலம் வரைபடம்.

ஒரு பொருள் சமமான கால இடைவெளியில் சமமான தொலைவுகளை கடந்தால் அப்பொருள் சீரான வேகத்தில் நகர்கிறது எனலாம்.

ஒரு பொருளினால் பயணப்பட்ட தொலைவு அப்பொருள் பயணப்பட எடுத்துக் கொண்ட காலத்திற்கு நேர் தகவில் இருக்கும் என்பதைக் காட்டுகிறது. படம் 1.3ல் காட்டியபடி சீரான வேகத்தில் பயணப்பட்ட பொருளுக்கு வரையபட்ட தொலைவு கால வரைபடம் ஒரு நேர்கோடாகும். வரைபடத்தின் OB பகுதி சீரான வீதத்தில் தொலைவில் ஏற்பட்ட அதிகரிப்பைக் காட்டுகிறது. y – அச்சில் பொருள் பயணிக்க தொலைவிற்கு சமமான அளவுடைய இடப்பெயர்ச்சியை எடுத்துக் கொண்டால் சீரான வேகத்திற்கு பதிலாக சீரான திசைவேகம் எனும் செல்லை நாம் பயன்படுத்தலாம்.

ஒரு பொருளின் வேகத்தை கண்டறிய தொலைவு-கால வரைபடத்தை நாம் பயன்படுத்தலாம். அவ்வாறு கண்டறிய படம் 1.3ல் காட்டியபடி தொலைவு – கால வரைபடத்தின் சிறிய பகுதியான AB யை எடுத்துக் கொள்ளவும். A புள்ளியிலிருந்து x – அச்சுக்கு இணையாக ஒரு கோடு வரையவும். B புள்ளியிலிருந்து y - அச்சுக்கு இணையாக மற்றொரு கோடு வரையவும். இவ்விரு கோடுகளும் C புள்ளியில் ஒன்றை ஒன்று சந்தித்து முக்கோணம் ABC யை உருவாக்கும். வரைபடத்தில் AC கால இடைவெளி $(t_2 - t_1)$ யை குறிக்கும், BC தொலைவு $(s_2 - s_1)$ யைக் குறிக்கும். ஒரு பொருள் A புள்ளியிலிருந்து B புள்ளிக்கு நகர்வதை நம்மால் வரைபடத்தில் காண முடியும். அப்பொருள் $(t_2 - t_1)$ காலத்தில் $(s_2 - s_1)$ தொலைவைக் கடக்கிறது. பொருளின் வேகத்தை கீழ்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad (1.4)$$

முடுக்கப்பட்ட இயக்கத்திற்கும் நம்மால் தொலைவு-கால வரைபடம் வரைய முடியும். இரண்டு வினாடிகள் கால இடைவெளியில் ஒரு கார் பயணித்த தொலைவை அட்டவணை 1.2 காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.2 சமமான கால இடைவெளியில் கார் பயணித்த தொலைவு

காலம் வினாடிகளில்	தொலைவு மீட்டர்களில்
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36

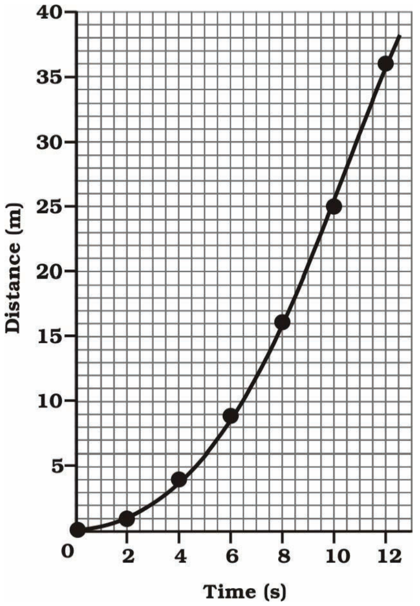


Fig. 1.4: *Distance-time graph for a car moving with non-uniform speed*

The distance-time graph for the motion of the car is shown in Fig. 1.4. Note that the shape of this graph is different from the earlier distance-time graph (Fig. 1.3) for uniform motion. The nature of this graph shows non-linear variation of the distance travelled by the car with time. Thus, the graph shown in Fig 1.4 represents motion with non-uniform speed.

1.4.2 Velocity-time graphs

The variation in velocity with time for an object moving in a straight line can be represented by a velocity-time graph. In this graph, time is represented along the x-axis and the velocity is represented along the y-axis. If the object moves at uniform velocity, the height of its velocity-time graph will not change with time (Fig. 1.5). It will be a straight line parallel to the x-axis. Fig. 1.5 shows the velocity-time graph for a car moving with uniform velocity of 40 km h^{-1}.

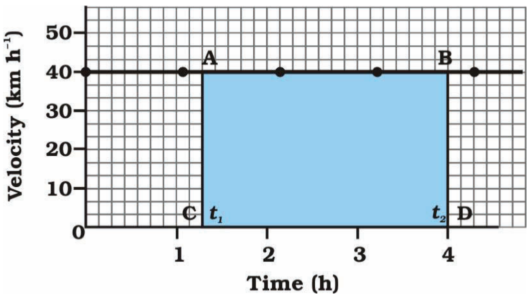


Fig. 1.5: *Velocity-time graph for uniform motion of a car*

We know that the product of velocity and time give displacement of an object moving with uniform velocity. The area enclosed by velocity-time graph and the time axis will be equal to the magnitude of the displacement.

To know the distance moved by the car between time t_1 and t_2 using Fig. 1.5, draw perpendiculars from the points corresponding to the time t_1 and t_2 on the graph. The velocity of 40 km h^{-1} is represented by the height AC or BD and the time $(t_2 - t_1)$ is represented by the length AB.

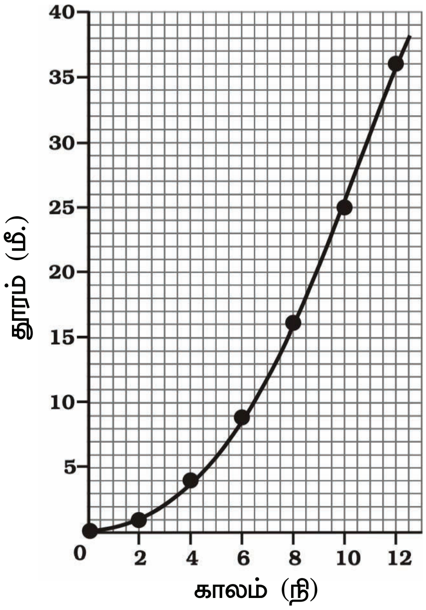
So, the distance s moved by the car in time $(t_2 - t_1)$ can be expressed as

s = AC × CD
= [(40 km h^{-1}) × $(t_2 - t_1)$ h]
= 40 $(t_2 - t_1)$ km
= area of the rectangle ABDC (shaded in Fig. 1.5).

We can also study about uniformly accelerated motion by plotting its velocity–time graph. Consider a car being driven along a straight road for testing its engine. Suppose a person sitting next to the driver records its velocity after every 5 seconds by noting the reading of the speedometer of the car. The velocity of the car, in km h^{-1} as well as in m s^{-1}, at different instants of time is shown in table 1.3.

Table 1.3: Velocity of a car at regular instants of time

Time (s)	Velocity of the car (m s^{-1})	(km h^{-1})
0	0	0
5	2.5	9
10	5.0	18
15	7.5	27
20	10.0	36
25	12.5	45
30	15.0	54

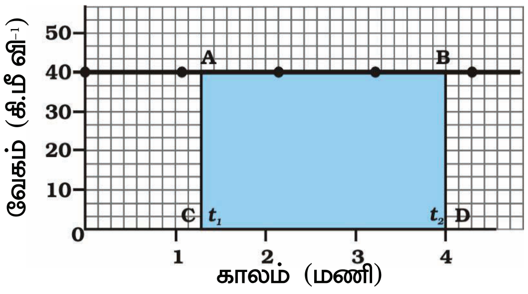


படம் 1.4 சீரற்ற வேகத்தில் இயங்கும் காரின் தொலைவு-கால வரைபடம்.

படம் 1.4ல் காரின் இயக்கத்திற்கான தொலைவு-காலம் வரைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது. சீரான இயக்கத்திற்கு படம் 1.3ல் காட்டப்பட்டுள்ள வரைபடத்திலிருந்து இந்த வரைபடத்தின் வடிவம் மாறுபட்டிருப்பதை கவனியுங்கள். படம் 1.4ல் சீரற்ற வேகத்தில் இயங்கும் பொருளின் வரைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

1.4.2. திசைவேகம் - காலம் வரைபடங்கள்

நேர்கோட்டில் இயங்கும் பொருளின் திசைவேகம் காலத்தை பொருத்து எவ்வாறு மாற்றமடைகிறது என்பதை திசைவேகம்-காலம் வரைபடத்தில் குறிக்கப்படுகிறது. இவ்வரைபடத்தில் காலம் x-அச்சிலும், திசைவேகம் y-அச்சிலும் குறிப்பிடப்படுகிறது.



படம் 1.5 சீரான இயக்கத்திலுள்ள காரின் திசைவேகம் -காலம் வரைபடம்.

ஒரு பொருள் சீரான திசைவேகத்தில் இயங்கும்போது காலத்தைப் பொருத்து திசைவேகம்-காலம் வரைபடத்தில் அதன் உயரத்தில் எவ்வித மாற்றமும் இருக்காது. இது x - அச்சுக்கு இணையான நேர்கோடாகும். 40 கி.மீ.ம$^{-1}$ சீரான திசைவேகத்தில் இயங்கும் காரின் திசைவேகம்-காலம் வரைபடம் படம் 1.5ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

சீரான திசைவேகத்தில் இயங்கும் பொருளின் இடப்பெயர்ச்சி அதன் திசைவேகம் மற்றும் காலத்தின் பெருக்கல்பலனுக்கு சமம் என்பதை நாம் அறிவோம். திசைவேகம்-காலம் வரைபடம் மற்றும் கால அச்சு ஆகியவற்றினால் அடைபடும் பரப்பளவு இடப்பெயர்ச்சியின் எண்மதிப்பிற்கு சமமாக இருக்கும்.

t_1 மற்றும் t_2 கால இடைவெளியில் கார் நகர்ந்த தொலைவை தெரிந்துக் கொள்ள படம் 1.5 வரைபடத்தில் t_1 மற்றும் t_2 காலத்திற்கு தொடர்புடைய புள்ளிகளிலிருந்து செங்குத்து கோடுகளை வரைவதன் மூலம் தெரிந்துகொள்ளலாம். 40 கி.மீ.ம-1 காரின் திசைவேகம் AC (அ) BD உயரத்தாலும் மற்றும் காலம் $(t_2 - t_1)$, AB நீளத்தாலும் குறிக்கப்படும். ஆதலால் $(t_2 - t_1)$ காலத்தில் கார் நகர்ந்த தொலைவு.

$$s = AC \times CD$$

$$= [(40 \text{ கி.மீ. ம}^{-1}) \times (t_2 - t_1) \text{ மணி}]$$

$$= 40\,(t_2 - t_1) \text{ கி.மீ.}$$

= ABDC செவ்வகத்தின் பரப்பளவு (படம் 1.5ல் நிழலிடப்பட்ட பகுதி

திசைவேகம்-காலம் வரைபடத்தை வரைவதன் மூலம் சீரான முடுக்கமுடைய இயக்கத்தைப் பற்றியும் நாம் கற்றுக் கொள்ளலாம். கார் இன்ஜினைப் பரிசோதிக்க நேரான சாலையில் இயக்கப்படுகிறது. ஓட்டுநர் அருகில் உட்கார்ந்து இருக்கும் மற்றொரு நபர் காரில் உள்ள வேகமானியைப் பார்த்து ஒவ்வொரு 5 வினாடிகளுக்கு ஒருமுறை அதன் திசைவேகத்தை குறித்துக் கொள்கிறார். வெவ்வேறு கால நேரங்களில் காரின்திசைவேகம் கி.மீ.மணி$^{-1}$ மற்றும் மீ.வினாடி$^{-1}$ யில் அட்டவணை 1.3ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.3-சமமான காலஇடைவெளிகளில் காரின் திசைவேகம்

காலம்(s)	காரின் திசைவேகம் (மீ.வி$^{-1}$)	(கி.மீ.ம$^{-1}$)
0	0	0
5	2.5	9
10	5.0	18
15	7.5	27
20	10.0	36
25	12.5	45
30	15.0	54

AP SCERT

In this case, the velocity-time graph for the motion of the car is shown in Fig. 7.6. The nature of the graph shows that velocity changes by equal amounts in equal intervals of time. Thus, for all uniformly accelerated motion, the velocity-time graph is a straight line.

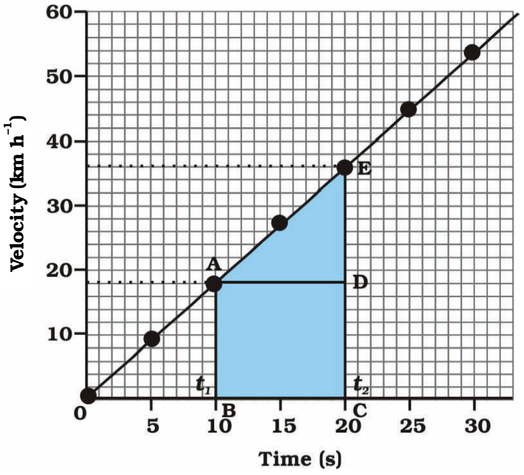


Fig. 1.6: *Velocity-time graph for a car moving with uniform accelerations.*

You can also determine the distance moved by the car from its velocity-time graph. The area under the velocity-time graph gives the distance (magnitude of displacement) moved by the car in a given interval of time. If the car would have been moving with uniform velocity, the distance travelled by it would be represented by the area ABCD under the graph (Fig. 1.6). Since the magnitude of the velocity of the car is changing due to acceleration, the distance *s* travelled by the car will be given by the area ABCDE under the velocity-time graph (Fig. 1.6).

That is,

s = area ABCDE

= area of the rectangle ABCD + area of the triangle ADE

$$= \text{AB} \times \text{BC} + \frac{1}{2}(\text{AD} \times \text{DE})$$

In the case of non-uniformly accelerated motion, velocity-time graphs can have any shape.

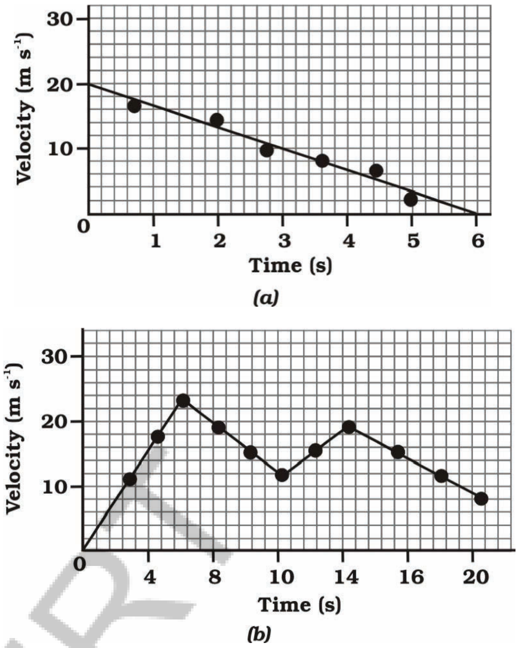


Fig. 1.7: *Velocity-time graphs of an object in non-uniformly accelerated motion.*

Fig. 1.7(a) shows a velocity-time graph that represents the motion of an object whose velocity is decreasing with time while Fig. 1.7 (b) shows the velocity-time graph representing the non-uniform variation of velocity of the object with time. Try to interpret these graphs.

Activity _______________ *1.9*

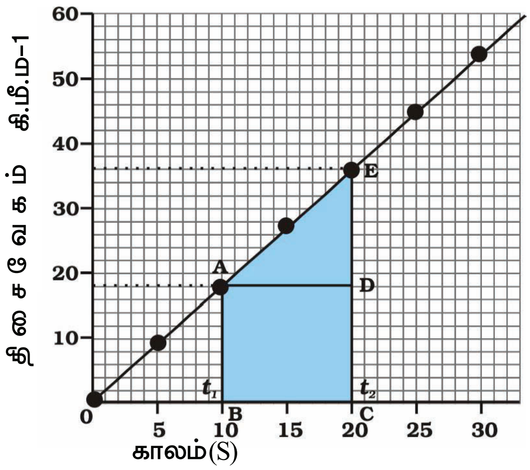
- The times of arrival and departure of a train at three stations A, B and C and the distance of stations B and C from station A are given in Table 7.4.

Table 1.4: Distances of stations B and C from A and times of arrival and departure of the train

Station	Distance from A (km)	Time of arrival (hours)	Time of departure (hours)
A	0	08:00	08:15
B	120	11:15	11:30
C	180	13:00	13:15

- Plot and interpret the distance-time graph for the train assuming that its motion between any two stations is uniform.

படம் 1.6ல் காரின் இயக்கத்திற்கான திசைவேகம்–காலம் வரைபடம் காட்டப்பட்டுள்ளது. சமமான கால இடைவெளிகளில் காரின் திசைவேகம் சமமான அளவு மாற்றமடைவதை வரைபடம் காட்டுகிறது. ஆதலால் சீரான முடுக்கப்பட்ட இயக்கங்கள் அனைத்தும் திசைவேகம்–காலம் வரைபடத்தில் ஒரு நேர்கோடு ஆகும்.



படம் 1.6 சீரான முடுக்கத்தில் இயங்கும் காரின் திசைவேகம்–காலம் வரைபடம்.

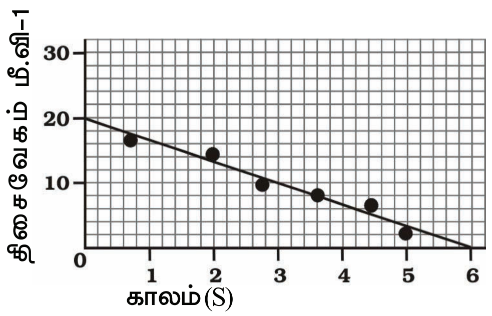
திசைவேகம்–காலம் வரைபடத்திலிருந்து கார் நகர்ந்த தொலைவை நீங்கள் கண்டறியலாம். அவ்வரைபடத்தில் உள்ள பரப்பளவு கொடுக்கப்பட்ட கால இடைவெளியில் கார் நகர்ந்த தொலைவை (இடப்பெயர்ச்சியின் எண் மதிப்பு) குறிக்கிறது. கார் சீரான திசைவேகத்தில் இயங்கினால் அது பயணப்பட்ட தொலைவு வரைபடத்தில் உள்ள ABCD பரப்பளவினால் தெரிவிக்கப்படுகிறது (படம் 1.6). காரின் திசைவேகத்தின் எண் மதிப்பு அதன் முடுக்கத்தினால் மாற்றமடைவதால் கார் பயணித்த தொலைவானது திசைவேகம்–காலம் வரைபடத்தில் உள்ள பரப்பளவு ABCDE மூலம் தெரிவிக்கப்படுகிறது.

S = பரப்பளவு ABCDE

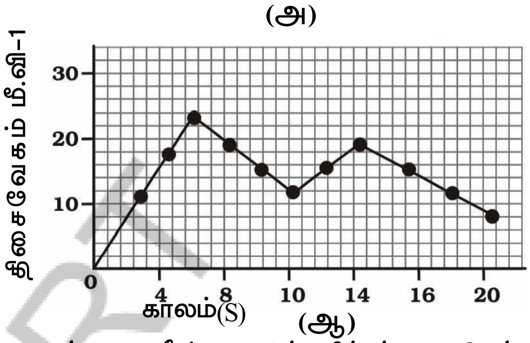
செவ்வகத்தின் பரப்பளவு ABCD + முக்கோணத்தின் பரப்பளவு ADE

$$= AB \times BC + \frac{1}{2}(AD \times DE)$$

சீரற்ற முடுக்கவிக்கப்பட்ட இயக்கத்தில் திசைவேகம்–காலம் வரைபடங்கள் எந்த ஒரு வடிவத்தையும் கொண்டிருக்கும்.



(அ)



(ஆ)

படம் 1.7 சீரற்ற முடுக்குவிக்கப்பட்ட இயக்கத்தில் உள்ள பொருளின் திசைவேகம்–காலம் வரைபடங்கள்.

படம் 1.7 (அ) திசைவேகம்–காலம் வரைபடம் காலத்தைப் பொருத்து திசைவேகம் குறையும் ஒரு பொருளின் இயக்கத்தைக் காட்டுகிறது.

படம் 1.7 (ஆ) திசைவேகம்–காலம் வரைபடம் காலத்தைப் பொருத்து பொருளின் திசைவேகத்தில் ஏற்படும் சீரற்ற மாற்றங்களைக் காட்டுகிறது. இவ்வரைபடங்களை விளக்க முயற்சிக்கவும்.

செயல் ---------------------- 1.9

- A, B மற்றும் C எனும் மூன்று இரயில் நிலையங்களில் இரயிலின் வருகை மற்றும் புறப்படும் நேரங்கள் மற்றும் A இரயில் நிலையத்திலிருந்து B மற்றும் C இரயில் நிலையங்களின் தொலைவு அட்டவணை 1.4ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.4 **A** என்ற இரயில் நிலையத்திலிருந்து **B** மற்றும் **C** நிலையங்களின் தொலைவு மற்றும் இரயிலின் வருகை மற்றும் புறப்படும் நேரங்கள்.

இரயில் நிலையம்	**A** விலிருந்து தொலைவு (கி.மீ)	வருகை நேரம் (மணிகள்)	புறப்படும் நேரம் (மணிகள்
A	0	08:00	08:15
B	120	11:15	11:30
C	180	13:00	13:15

- ஏதேனும் இரண்டு இரயில் நிலையங்களுக்கு இடையிலான இரயிலின் இயக்கம் சீரான இயக்கம் என ஊகித்துக் கொண்டு தொலைவு–காலம் வரைபடம் வரைந்து விளக்கவும்.

Activity 1.10

- Feroz and his sister Sania go to school on their bicycles. Both of them start at the same time from their home but take different times to reach the school although they follow the same route. Table 7.5 shows the distance travelled by them in different times

Table 1.5: Distance covered by Feroz and Sania at different times on their bicycles

Time	Distance travelled by Feroz (km)	Distance travelled by Sania (km)
8:00 am	0	0
8:05 am	1.0	0.8
8:10 am	1.9	1.6
8:15 am	2.8	2.3
8:20 am	3.6	3.0
8:25 am	–	3.6

- Plot the distance-time graph for their motions on the same scale and interpret.

Questions

1. *What is the nature of the distance-time graphs for uniform and non-uniform motion of an object?*
2. *What can you say about the motion of an object whose distance-time graph is a straight line parallel to the time axis?*
3. *What can you say about the motion of an object if its speed-time graph is a straight line parallel to the time axis?*
4. *What is the quantity which is measured by the area occupied below the velocity-time graph?*

1.5 Equations of Motion

When an object moves along a straight line with uniform acceleration, it is possible to relate its velocity, acceleration during motion and the distance covered by it in a certain time interval by a set of equations known as the equations of motion. For convenience, a set of three such equations are given below:

$$v = u + at \quad (1.5)$$

$$s = ut + ½ at^2 \quad (1.6)$$

$$2as = v^2 - u^2 \quad (1.7)$$

where u is the initial velocity of the object which moves with uniform acceleration a for time t, v is the final velocity, and s is the distance travelled by the object in time t. Eq. (1.5) describes the velocity-time relation and Eq. (1.6) represents the position-time relation. Eq. (1.7), which represents the relation between the position and the velocity, can be obtained from Eqs. (1.5) and (1.6) by eliminating t. These three equations can be derived by graphical method.

Example 1.5 A train starting from rest attains a velocity of 72 km h^{-1} in 5 minutes. Assuming that the acceleration is uniform, find (i) the acceleration and (ii) the distance travelled by the train for attaining this velocity.

Solution:

We have been given
$u = 0$; $v = 72$ km h^{-1} = 20 m s^{-1} and
t = 5 minutes = 300 s.

(i) From Eq. (7.5) we know that

$$a = \frac{(v-u)}{t}$$

$$= \frac{20 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1}}{300 \text{ s}}$$

$$= \frac{1}{15} \text{ m s}^{-2}$$

AP – SCERT

செயல்----------------------1.10

- பெரோஸ் மற்றும் அவன் தங்கை சானியா இருவரும் பள்ளிக்கு அவர்கள் மிதிவண்டியில் செல்கின்றனர். இருவரும் அவர்களின் வீட்டிலிருந்து ஒரே நேரத்திற்கு புறப்பட்டு ஒரே பாதையில் சென்றாலும் பள்ளிக்கு வெவ்வேறு நேரங்களில் சென்றடைந்தனர். வெவ்வேறு நேரங்களில் அவர்கள் பயணப்பட்ட தொலைவு அட்டவணை 1.5ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.5 : வெவ்வேறு நேரங்களில் பெரோஸ் மற்றும் சானியா அவர்களின் மதிவண்டியால் கடந்த தொலைவு.

நேரம்	பெரோஸ் பயணித்த தொலைவு (கி.மீ)	சானியா பயணித்த தொலைவு (கி.மீ)
8:00 am	0	0
8:05 am	1.0	0.8
8:10 am	1.9	1.6
8:15 am	2.8	2.3
8:20 am	3.6	3.0
8:25 am	–	3.6

- ஒரே அளவுகோலில் அவர்களின் இயக்கங்களை தொலைவு-காலம் வரைபடத்தில் வரைந்து விளக்கவும்.

வினாக்கள்

1. *ஒரு பொருளின் சீரான மற்றும் சீரற்ற இயக்கத்திற்கான தொலைவு-காலம் வரைபடங்களின் தன்மை என்ன?*
2. *தொலைவு-காலம் வரைபடத்தில் ஒரு பொருளின் இயக்கம், காலம் அச்சிற்கு இணையாக நேர் கோடாக இருந்தால் பொருளின் இயக்கத்தைப் பற்றி என்ன கூறுவீர்கள்?*
3. *வேகம் - காலம் வரைபடத்தில் ஒரு பொருளின் இயக்கம் காலம் அச்சிற்கு இணையான நேர் கோடாக இருந்தால் இப்பொருளின் இயக்கத்தைப் பற்றி நீங்கள் என்ன கூறுவீர்கள்?*
4. *திசைவேகம்-காலம் வரைபடத்தில் காட்டப்பட்ட கீழ்பகுதியில் உள்ள பரப்பளவு எந்த இயற்பியல் அளவை அளக்கப் பயன்படுகிறது?*

1.5 இயக்கச் சமன்பாடுகள்

சீரான முடுக்கத்துடன் நேர்கோட்டில் இயங்கும் ஒரு பொருளின் திசைவேகம், முடுக்கம், கொடுக்கப்பட்ட கால இடைவெளியில் பொருள் பயணப்பட்ட தொலைவு ஆகிய அனைத்தையும் தொடர்பு படுத்தக்கூடிய சமன்பாடுகளின் தொகுதியை இயக்கச் சமன்பாடுகள் என்கிறோம். மூன்று இயக்கச் சமன்பாடுகளின் தொகுதி கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$v = u + at \quad (1.5)$$

$$s = ut + \tfrac{1}{2} at^2 \quad (1.6)$$

$$2as = v^2 - u^2 \quad (1.7)$$

t காலத்தில் a எனும் சீரான முடுக்கத்தில் இயங்கும் பொருளின் தொடக்க திசைவேகம் u, v என்பது இறுதி திசைவேகம், மற்றும் t காலத்தில் பொருள் பயணித்த தொலைவு s சமன்பாடு 1.5 திசைவேகம்-காலம் பற்றிய தொடர்பை விவரிக்கிறது. சமன்பாடு 1.6 பொருளின் நிலை-காலம் பற்றிய தொடர்பை தெரிவிக்கிறது. மேலும் சமன்பாடு 1.5 மற்றும் 1.6ல் t யை நீக்குவதன் மூலம் நாம் சமன்பாடு 1.7 யை பெறலாம். இம்மூன்று சமன்பாடுகளை வரைபடம் முறையில் பெற முடியும்.

எடுத்துக்காட்டு 1.5

ஓய்வு நிலையில் இருக்கும் இரயில் வண்டி புறப்பட்டு 5 நிமிடங்களில் 72 கி.மீ மணி$^{-1}$ திசைவேகத்தை அடைகிறது. இரயில் வண்டி சீரான முடுக்கத்தில் இயங்குகின்றது என எடுத்துக்கொண்டால் (அ) இரயில் வண்டியின் முடுக்கம் மற்றும் (ஆ) மேற்கூறிய திசைவேகத்தை அடைய இரயில் பயணித்த தொலைவு ஆகிய இரண்டையும் கண்டுபிடி.

தீர்வு : நமக்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை

$u = 0$, $v = 72$ கி.மீ ம$^{-1}$ 20 மீ.வி$^{-1}$

மற்றும் $t =$ 5 நிமிடங்கள் 300 வினாடி

சமன்பாடு 1.5 லிருந்து,

(i) $a = \dfrac{(v-u)}{t}$ என்பது நமக்குத் தெரியும்

$$= \frac{20 \text{ மீ.}/\text{வி} - 0 \text{ மீ.}/\text{வி}}{300 \text{ வி}}$$

$$= \frac{1}{15} \text{ மீ.}/\text{வி}^2$$

(ii) From Eq. (1.7) we have

$2\,a\,s = v^2 - u^2 = v^2 - 0$

Thus,

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$= \frac{(20\ \text{m s}^{-1})^2}{2 \times (1/15)\ \text{m s}^{-2}}$$

$$= 3000\ \text{m}$$

$$= 3\ \text{km}$$

The acceleration of the train is $\frac{1}{15}$ m s^{-2} and the distance travelled is 3 km.

Example 1.6 A car accelerates uniformly from 18 km h^{-1} to 36 km h^{-1} in 5 s. Calculate (i) the acceleration and (ii) the distance covered by the car in that time.

Solution:

We are given that

u = 18 km h^{-1} = 5 m s^{-1}

v = 36 km h^{-1} = 10 m s^{-1} and

t = 5 s.

(i) From Eq. (1.5) we have

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$= \frac{10\ \text{m s}^{-1} - 5\ \text{m s}^{-1}}{5\ \text{s}}$$

$$= 1\ \text{m s}^{-2}$$

(ii) From Eq. (1.6) we have

$$s = u\,t + \frac{1}{2}a\,t^2$$

$$= 5\ \text{m s}^{-1} \times 5\ \text{s} + \frac{1}{2} \times 1\ \text{m s}^{-2} \times (5\ \text{s})^2$$

$$= 25\ \text{m} + 12.5\ \text{m}$$

$$= 37.5\ \text{m}$$

The acceleration of the car is 1 m s^{-2} and the distance covered is 37.5 m.

Example 1.7 The brakes applied to a car produce an acceleration of 6 m s^{-2} in the opposite direction to the motion. If the car takes 2 s to stop after the application of brakes, calculate the distance it travels during this time.

Solution:

We have been given

$a = -6$ m s^{-2} ; $t = 2$ s and $v = 0$ m s^{-1}.

From Eq. (1.5) we know that

$$v = u + at$$

$$0 = u + (-6\ \text{m s}^{-2}) \times 2\ \text{s}$$

or $u = 12$ m s^{-1}.

From Eq. (1.6) we get

$$s = u\,t + \frac{1}{2}\,a\,t^2$$

$$= (12\ \text{m s}^{-1}) \times (2\ \text{s}) + \frac{1}{2}\ (-6\ \text{m s}^{-2})\ (2\ \text{s})^2$$

$$= 24\ \text{m} - 12\ \text{m}$$

$$= 12\ \text{m}$$

Thus, the car will move 12 m before it stops after the application of brakes. Can you now appreciate why drivers are cautioned to maintain some distance between vehicles while travelling on the road?

Questions

1. *A bus starting from rest moves with a uniform acceleration of 0.1* m s^{-2} *for 2 minutes. Find (a) the speed acquired, (b) the distance travelled.*
2. *A train is travelling at a speed of 90* km h^{-1}*. Brakes are applied so as to produce a uniform acceleration of – 0.5* m s^{-2}*. Find how far the train will go before it is brought to rest.*
3. *A trolley, while going down an inclined plane, has an acceleration of 2* cm s^{-2}*. What will be its velocity 3* s *after the start?*

AP – SCERT

(ii) சமன்பாடு (1.7) லிருந்து

$2as = v^2 - u^2 = v^2 - 0$

ஆதலால்,

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$= \frac{(20 \text{ மீ./வி})^2}{2(1/15) \text{ மீ./வி}^2}$$

= 3000 மீ.

= 3 கி.மீ

இரயில் வண்டியின் முடுக்கம் $\frac{1}{15}$ மீ.வி$^{-2}$ மற்றும் இரயில் பயணித்த தொலைவு = 3 கி.மீ

எடுத்துக்காட்டு 1.6 : சீரான முடுக்கத்தில் இயங்கும் காரின் திசைவேகம் 5 வினாடிகளில் 18 கி.மீ ம$^{-1}$ யிலிருந்து 36 கி.மீ ம$^{-1}$ க்கு மாற்றமடைகிறது. (i) காரின் முடுக்கம் மற்றும் (ii) கொடுக்கப்பட்ட காலத்தில் கார் கடந்த தொலைவு ஆகிய இரண்டையும் கணக்கிடு.

தீர்வு : நமக்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

u = 18 கி.மீ ம$^{-1}$ = 5 மீ. வி$^{-1}$

v = 36 கி.மீ ம$^{-1}$= 10 மீ.வி$^{-1}$ மற்றும்

t = 5 வினாடிகள்

(i) சமன்பாடு (1.5)ல்

$$a = \frac{v-u}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ மீ /வி} - 5 \text{ மீ /வி}}{5 \text{ வி}}$$

= 1 மீ.வி$^{-2}$

(ii) சமன்பாடு (7.6)ல்

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= (5 \text{ மீ.வி}^{-1} \times 5 \text{ வி}) + (\frac{1}{2} \times 1 \text{மீ.வி}^{-2} \times (5 \text{வி})^2$$

= 25 மீ + 12.5 மீ

= 37.5 மீ

காரின் முடுக்கம் 1 மீ.வி$^{-2}$ மற்றும் கார் பயணித்த தொலைவு 37.5 மீ.

எ.கா. 1.7 காரில் வேகத்தடையைப் பயன்படுத்தும் போது 6 மீ வி$^{-2}$ முடுக்கத்தை அது செல்லும் திசைக்கு எதிர்திசையில் ஏற்படுத்துகிறது. நிறுத்தக் கருவி (brake) பயன்படுத்திய பிறகு 2 விநாடி கழித்து கார் நின்றது. இக்கால இடைவெளியில் அது கடந்த தொலைவைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு : நமக்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை முடுக்கம்

a =-6 மீ.விநாடி^{2}; t =2 விநாடி v = 0 மீ.வி$^{-1}$

சமன்பாடு 1.5ல்

$v = u + at$

0 = u + (– 6 மீ.வி$^{-2}$) × 2 வி

அல்லது u = 12 மீ. வி$^{-1}$

சமன்பாடு 7.6 லிருந்து நமக்கு கிடைப்பது,

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= (12 \text{ மீ.வி}^{-1}) \times (2 \text{ வி}) + \frac{1}{2}(-6\text{மீ.வி}^{-2}) (2 \text{ வி})^2$$

= 24 மீ – 12 மீ

= 12 மீ

நிறுத்தக் கருவியைப் (brake) பயன்படுத்திய பின்னர் கார் நிற்பதற்குள் 12 மீ தொலைவைக் கடந்திருக்கும். சாலைகளில் வாகனங்கள் பயணப்படும்போது ஓட்டுநர்கள் ஏன் வாகனங்களுக்கிடையே குறிப்பிட்ட தொலைவை பராமரிக்கின்றனர் என்பதை இப்போது நீங்கள் அறிந்திருப்பீர்கள்?

வினாக்கள்

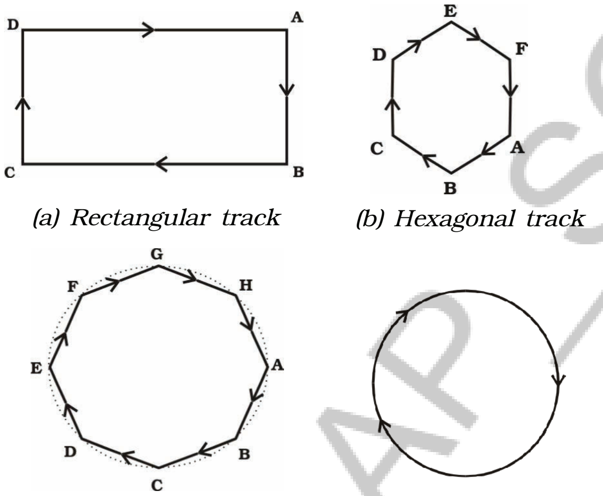
1. *ஓய்வு நிலையிலிருந்து இயங்கும் பேருந்து 2 நிமிடங்களில் 0.1மீ.வி.$^{-2}$ சீரான முடுக்கத்தில் இயங்கினால் (அ)பேருந்து பெற்ற வேகம் (ஆ) பேருந்து பயணித்த தொலைவு ஆகிய இரண்டையும் கண்டுபிடி.*
2. *90 கி.மீ. ம$^{-1}$ வேகத்தில் ஒரு இரயில் பயணிக்கிறது. -0.5மீ வி$^{-2}$ சீரான முடுக்கத்தை உண்டாக்க நிறுத்தக்கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஓய்வு நிலையை அடைவதற்கு முன் இரயில் எவ்வளவு தொலைவு பயணிக்கும்?*
3. *சாய்தளத்தின் மீது கீழ்நோக்கி இயங்கும் ஒரு ட்ராலியின் (trolley) முடுக்கம் 2 செ.மீ வி$^{-2}$ எனில் அது புறப்பட்ட 3 விநாடிகள் கழித்து அதன் திசைவேகம் என்ன?*

AP – SCERT

4. *A racing car has a uniform acceleration of 4 m s^{-2}. What distance will it cover in 10 s after start?*
5. *A stone is thrown in a vertically upward direction with a velocity of 5 m s^{-1}. If the acceleration of the stone during its motion is 10 m s^{-2} in the downward direction, what will be the height attained by the stone and how much time will it take to reach there?*

1.6 Uniform Circular Motion

When the velocity of an object changes, we say that the object is accelerating. The change in the velocity could be due to change in its magnitude or the direction of the motion or both. Can you think of an example when an object does not change its magnitude of velocity but only its direction of motion?



(a) Rectangular track *(b) Hexagonal track*

(c) Octagonal shaped track *(d) A circular track*

Fig. 1.8: *The motion of an athlete along closed tracks of different shapes.*

Let us consider an example of the motion of a body along a closed path. Fig 1.9 (a) shows the path of an athlete along a rectangular track ABCD. Let us assume that the athlete runs at a uniform speed on the straight parts AB, BC, CD and DA of the track. In order to keep himself on track, he quickly changes his speed at the corners. How many times will the athlete have to change his direction of motion, while he completes one round? It is clear that to move in a rectangular track once, he has to change his direction of motion four times.

Now, suppose instead of a rectangular track, the athlete is running along a hexagonal shaped path ABCDEF, as shown in Fig. 1.8(b). In this situation, the athlete will have to change his direction six times while he completes one round. What if the track was not a hexagon but a regular octagon, with eight equal sides as shown by ABCDEFGH in Fig. 1.8(c)? It is observed that as the number of sides of the track increases the athelete has to take turns more and more often. What would happen to the shape of the track as we go on increasing the number of sides indefinitely? If you do this you will notice that the shape of the track approaches the shape of a circle and the length of each of the sides will decrease to a point. If the athlete moves with a velocity of constant magnitude along the circular path, the only change in his velocity is due to the change in the direction of motion. The motion of the athlete moving along a circular path is, therefore, an example of an accelerated motion.

We know that the circumference of a circle of radius r is given by $2\pi r$. If the athlete takes t seconds to go once around the circular path of radius r, the speed v is given by

$$v = \frac{2\pi r}{t} \quad (1.8)$$

When an object moves in a circular path with uniform speed, its motion is called uniform circular motion.

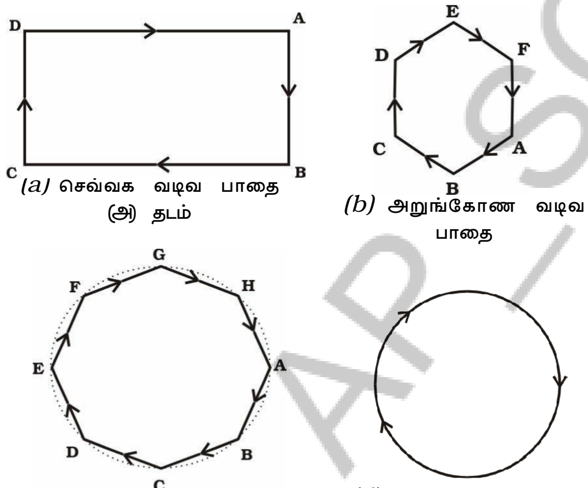
AP SCERT

4. *ஒரு பந்தய கார் (racing car) 4 மீ வினாடி$^{-2}$ சீரான முடுக்கத்தை கொண்டிருக்கிறது. அது புறப்பட்ட 10 வினாடிகள் கழித்து அது கடந்த தொலைவு எவ்வளவு?*

5. *ஒரு கல் 5 மீ வினாடி$^{-1}$ திசைவேகத்தில் செங்குத்தாக மேல்நோக்கி எரியப்பட்டது கல் தனது இயக்கத்தின் போது கீழ்நோக்கித் திசையில் அதன் முடுக்கம் 10 மீ வினாடி$^{-2}$ எனில் அக்கல் அடைந்த உயரம் எவ்வளவு மற்றும் அவ்வுயரத்தை அடைய எவ்வளவு நேரம் எடுத்துக்கொள்ளும்?*

1.6 சீரான வட்ட இயக்கம்

ஒரு பொருளின் திசைவேகம் மாற்றமடைந்தால் அப்பொருள் முடுக்கத்தில் உள்ளது என்கிறோம். திசைவேகத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் அதன் எண்மதிப்பு அல்லது இயக்கத்தின் திசை அல்லது இரண்டிலும் ஏற்படும் மாற்றத்தினால் உண்டாகலாம். ஒரு பொருளின் திசைவேகத்தின் அளவில் மாற்றமின்றி இயக்கத்தின் திசையில் மட்டும் மாற்றம் உள்ளபடி உங்களால் ஒரு எடுத்துக்காட்டை சிந்திக்க முடியுமா?



(a) செவ்வக வடிவ பாதை (அ) தடம்

(b) அறுங்கோண வடிவ பாதை

(c) எணகோண் வடிவ பாதை

(d) வட்ட வடிவ பாதை

படம் 1.8 வெவ்வேறு வடிவங்களில் மூடிய பாதைகளின் வழியாக செல்லும் விளையாட்டு வீரர்களின் இயக்கம். மூடிய பாதையின் வழியாக ஒரு பொருளின் இயக்கத்தை எடுத்துக்காட்டாக கருதுவோம். படம் 1.9 (அ) செவ்வக வடிவ பாதையின் வழியாக விளையாட்டு வீரரின் இயக்கத்தைக் காட்டுகிறது. விளையாட்டு வீரர் AB, BC, CD மற்றும் DA நேர் பாதையில் சீரான வேகத்தில் ஓடுவதாக எண்ணிக் கொள்வோம்.

விளையாட்டு வீரர் தன்னைப் பாதையில் நிலைநிறுத்திக் கொள்ள மூலைகளில் ஓடும்போது தன் வேகத்தை உடனடியாக மாற்றிக் கொள்கிறார். அவர் ஒரு சுற்றை முடிக்க எத்தனை முறை தனது இயக்க திசையை மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும்? அவர் செவ்வக வடிவ பாதையில் ஓடும் போது ஒரு சுற்றை முடிக்க தன் இயக்க திசையை நான்கு முறை மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும் என்பது தெளிவாக தெரிகிறது. விளையாட்டு வீரர் செவ்வக வடிவ பாதைக்கு பதிலாக படம் 1.8 (ஆ) ல் காட்டியபடி அறுங்கோண வடிவ பாதை ABCDEF ல் ஓடுவதாக எடுத்துக் கொள்ளவோம். இச்சூழ்நிலையில் விளையாட்டு வீரர் ஒரு சுற்றை முடிக்க ஆறுமுறை தனது திசையை மாற்றிக் கொள்ள வேண்டும். அறுங்கோண பாதைக்கு பதிலாக படம் 1.8 (இ) ABCDEFGH ல் காட்டியபடி எட்டு சமபக்கங்களுடைய எண்கோண வடிவ பாதையில் என்ன நிகழும்? ஓடும் பாதையின் பக்கங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தால் விளையாட்டு வீரர் அடிக்கடி அதிக எண்ணிக்கையில் திசையை மாற்ற வேண்டியதாகிறது. ஓடும் பாதையின் பக்கங்களை எண்ணிலடங்காதவாறு அதிகரித்துச் சென்றால் ஓடும் பாதையின் வடிவம் என்னவாகும்? இவ்வாறு ஓடும் பாதையின் பக்கங்களை அதிகரித்துச் சென்றால் பாதையின் வடிவம் வட்டவடிவமாக அமையும் மற்றும் ஒவ்வொரு பக்கத்தின் நீளமும் ஒரு புள்ளி அளவுக்கு குறைக்கப்படும். விளையாட்டு வீரர் நிலையான எண்மதிப்புடைய திசைவேகத்தில் வட்டப்பாதையில் ஓடும்போது அவரின் திசைவேகத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் இயக்கத்தின் திசையில் ஏற்படும் மாற்றத்தால் மட்டுமே நிகழ்கின்றது. வட்டப்பாதையில் இயங்கும் விளையாட்டு வீரரின் இயக்கம் முடுக்கப்பட்ட இயக்கத்திற்கான ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும். r ஆரம் உடைய ஒரு வட்டத்தின் சுற்றளவு $2\pi r$ என்பதை நாம் அறிவோம். r ஆரம் உடைய வட்டப்பாதையை ஒரு விளையாட்டு வீரர் ஒரு முறை சுற்றி வர t விநாடிகள் எடுத்துக் கொண்டால் அவரின் வேகம் இவ்வாறு கணக்கிடப்படுகிறது.

$$v = \frac{2\pi r}{t} \qquad (1.8)$$

ஒரு பொருள் சீரான வேகத்தில் வட்டப்பாதையில் இயங்கினால் அந்த இயக்கத்தை சீரான வட்ட இயக்கம் என்கிறோம்.

AP – SCERT

Activity _____________ 1.11

- Take a piece of thread and tie a small piece of stone at one of its ends. Move the stone to describe a circular path with constant speed by holding the thread at the other end, as shown in Fig. 1.9.

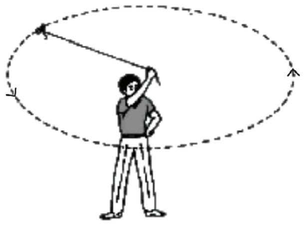


Fig. 1.9: *A stone describing a circular path with a velocity of constant magnitude.*

- Now, let the stone go by releasing the thread.
- Can you tell the direction in which the stone moves after it is released?
- By repeating the activity for a few times and releasing the stone at different positions of the circular path, check whether the direction in which the stone moves remains the same or not.

If you carefully note, on being released the stone moves along a straight line tangential to the circular path. This is because once the stone is released, it continues to move along the direction it has been moving at that instant. This shows that the direction of motion changed at every point when the stone was moving along the circular path.

When an athlete throws a hammer or a discus in a sports meet, he/she holds the hammer or the discus in his/her hand and gives it a circular motion by rotating his/her own body. Once released in the desired direction, the hammer or discus moves in the direction in which it was moving at the time it was released, just like the piece of stone in the activity described above. There are many more familiar examples of objects moving under uniform circular motion, such as the motion of the moon and the earth, a satellite in a circular orbit around the earth, a cyclist on a circular track at constant speed and so on.

AP – SCERT

What you have learnt

- Motion is a change of position; it can be described in terms of the distance moved or the displacement.
- The motion of an object could be uniform or non-uniform depending on whether its velocity is constant or changing.
- The speed of an object is the distance covered per unit time, and velocity is the displacement per unit time.
- The acceleration of an object is the change in velocity per unit time.
- Uniform and non-uniform motions of objects can be shown through graphs.
- The motion of an object moving at uniform acceleration can be described with the help of the following equations, namely

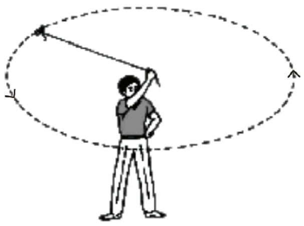
$$v = u + at$$

$$s = ut + \tfrac{1}{2} at^2$$

$$2as = v^2 - u^2$$

செயல்---------------------1.11

- ஒரு நூலை எடுத்துக்கொண்டு அதன் ஒரு முனையில் சிறிய கல் ஒன்றைக் கட்டவும், படம் 1.9ல் காட்டியபடி அக்கல்லானது வட்டப்பாதையில் மாறாத வேகத்தில் சுற்றுமாறு கயிற்றின் மற்றொரு முனையைக் கொண்டு சுற்றவும்.



படம்1.9 நிலையான எண்மதிப்புடைய திசைவேகத்தின் வட்டப்பாதையை விவரிக்கும் ஒரு கல்.

- நூலைக் கையிலிருந்து விடுவிக்கும் போது கல்லானது விலகிச் செல்கிறது.
- கயிற்றை விடுவித்த பின்பு கல்லானது எந்தத் திசையில் செல்லும் என்பதை உங்களால் சொல்ல முடியுமா?
- இந்த செயலை சிலமுறை திரும்பச் செய்து வட்டப்பாதையின் வெவ்வேறு நிலைகளில் கல்லை விடுவித்தால், கல் இயங்கும் திசை ஒரே மாதிரியாக இருக்குமா அல்லது மாறுபடுமா

நீங்கள் உன்னிப்பாக நோக்கினால் கயிற்றை விடுவிக்கும் போது கல்லானது வட்டப்பாதையின் தொடு கோட்டின் வழியே நேர்கோட்டில் இயங்குவதைக் காணலாம். ஏனெனில் கல்லை விடுவிக்கும் போது அதை எத்திசையில் விடுவித்தோமோ அதே திசையில் சென்று கொண்டிருக்கும். இது ஒரு பொருள் வட்டப் பாதையில் செல்லும் போது அதன் திசை ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் மாறிக் கொண்டே இருக்கும் என்பதைக் காட்டுகிறது.

விளையாட்டு வீரர் விளையாட்டுப் போட்டியில் சுத்தி அல்லது வட்டு எறியும்போது அவன் /அவள் தன் கையில் சுத்தி அல்லது வட்டை பற்றிக் கொண்டு தன் முழு உடலையும் சுழற்றுவதின் மூலம் வட்ட இயக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறார். ஒரு முறை விருப்பப்பட்ட திசையில் விடுவித்தப் பின்னர் சுத்தி அல்லது வட்டு மேல் விவரிக்கப்பட்ட செயலில் கல்லின் இயக்கத்தைப் போலவே அவை விடுவிக்கப்பட்ட நேரத்தில் எந்த திசையில் இயங்கி கொண்டிருந்தனவோ அதே திசையில் இயங்கும் சந்திரன் மற்றும் பூமியின் இயக்கம், பூமியைச் சுற்றி வட்டப்பாதையில் செயற்கைகோளின் இயக்கம், மாறா வேகத்தில் வட்டபாதையில் சுழலும் மிதிவண்டியின் இயக்கம் போன்ற அனைத்தும் சீரான வட்டப்பாதையில் இயங்கும் பொருட்களுக்கான எடுத்துக்காட்டுகள்.

நாம் கற்றவை

- பொருளின் நிலையில் ஏற்படும் மாற்றம் இயக்கம் : இதை பொருள் நகர்ந்த தொலைவு அல்லது இடப்பெயர்ச்சியினால் விவரிக்கலாம்.
- திசைவேகத்தைப் பொறுத்து ஒரு பொருளின் இயக்கம் சீரானதாகவோ அல்லது சீரற்றதாகவோ இருக்கும்.
- ஒரு பொருளின் வேகம் என்பது ஓரலகு காலத்தில் கடக்கப்பட்ட தொலைவு ஆகும். பொருளின் திசைவேகம் என்பது ஓரலகு காலத்தில் கடக்கப்பட்ட இடப்பெயர்ச்சி ஆகும்.
- ஒரு பொருளின் முடுக்கம் என்பது ஓரலகு காலத்தில் நிகழும் திவைவேகத்தின் மாறுபாடு ஆகும்.
- பொருட்களின் சீரான மற்றும் சீரற்ற இயக்கங்களை வரைபடத்தின் மூலம் காட்டலாம்.
- சீரான முடுக்கத்தில் செல்லும் ஒரு பொருளின் இயக்கத்தை கீழ்கண்ட மூன்று சமன்பாடுகளைக் கொண்டு விளக்கலாம்.

  அவை

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$2as = v^2 - u^2$$

- ஒரு பொருள் சீரான வேகத்தில் வட்டப்பாதையில் இயங்கினால் அந்த இயக்கத்தை சீரான வட்ட இயக்கம் என்கிறோம்.

AP SCERT

where u is initial velocity of the object, which moves with uniform acceleration a for time t, v is its final velocity and s is the distance it travelled in time t.

- *If an object moves in a circular path with uniform speed, its motion is called uniform circular motion.*

Exercises

1. *An athlete completes one round of a circular track of diameter 200 m in 40 s. What will be the distance covered and the displacement at the end of 2 minutes 20 s?*
2. *What is the nature of the distance-time graphs for uniform and non-uniform motion of an object?*
3. *Assertion (A): The area under a velocity-time graph represents the displacement of the body.*

   Reason (R): Displacement is equal to velocity multiplied by time.

   Choose the correct option.

   A) Both A and R are true and R is the correct explanation of A.

   B) Both A and R are true but R is not the correct explanation of A.

   C) A is true but R is false.

   D) A is false but R is true.
4. *Create a distance-time graph to represent the following situation:*

   A person

   1. *Walks with uniform speed initially,*
   2. *Stops for some time due to tiredness, and*
   3. *Finally walks faster with increasing speed to reach the destination quickly.*

   Explain how the graph represents each stage of motion.
5. *A driver of a car travelling at 52 km h^{-1} applies the brakes.*

   (a) Shade the area on the graph that represents the distance travelled by the car during the period.

   (b) Which part of the graph represents uniform motion of the car?
6. *An artificial satellite is moving in a circular orbit of radius 42250 km. Calculate its speed if it takes 24 hours to revolve around the earth.*

AP SCERT

t காலத்தில் a எனும் சீரான முடுக்கத்தில் இயங்கும் பொருளின் தொடக்க திசைவேகம் u, v என்பது இறுதி திசைவேகம் t காலத்தில் பொருள் பயணித்த தொலைவு s

- ஒரு பொருள் சீரான வேகத்தில் வட்டப்பாதையில் இயங்கினால் அந்த இயக்கத்தை சீரான வட்ட இயக்கம் என்கிறோம்.

பயிற்சிகள்

1. ஒரு விளையாட்டு வீரர் 200 மீட்டர் விட்டம் உடைய வட்டப் பாதையை 40 வினாடியில் கடக்கிறார். 2 நிமிடம் 20 வினாடிக்குப் பிறகு அவர் கடந்த தொலைவு மற்றும் இடப்பெயர்ச்சி எவ்வளவு?

2. ஒரு பொருளின் சீரான மற்றும் சீரற்ற இயக்கத்திற்கான தொலைவு-நேர வரைபடங்களின் தன்மை என்ன?

3. கூற்று (A): திசைவேகம்- நேரம் வரைபடத்தின் கீழுள்ள பரப்பானது பொருளின் இடப்பெயர்ச்சியைக் குறிக்கிறது.

   காரணம் (R) : இடப்பெயர்வு என்பது திவேகத்தின் பெருக்கலுக்கு சமம் நேரம்

   A) A மற்றும் R இரண்டும் சரி. R என்பது A க்கு சரியான விளக்கம்.

   B) A மற்றும் R இரண்டும் சரி. R என்பது A க்கு சரியான விளக்கமல்ல.

   C) A சரி, ஆனால் R தவறு.

   D) A தவறு, ஆனால் R சரி

4. பின்வரும் சூழ்நிலையை விளக்கும் வகையில் ஒரு தொலைவு-நேர வரைபடத்தை உருவாக்கவும்.

   ஒரு நபர்

   1. ஆரம்பத்தில் சீரான வேகத்தில் நடக்கிறார்.
   2. சோர்வின் காரணமாக சிறிது நேரம் நின்றுவிடுகிறது
   3. இறுதியாக, இலக்கை விரைவாகச் சென்றடைவதற்கானான, வேகத்தை அதிகரித்து மேலும் வேகமாக நடக்கிறார். இயக்கத்தின் ஒவ்வொரு கட்டத்தையும் வரைபடம் எவ்வாறு குறிக்கிறது என்பதை விளக்குங்கள்.

5. 52 கி.மீ ம$^{-1}$ வேகத்தில் பயணப்படும் காருக்கு அதன் ஓட்டுநர் நிறுத்தக் கருவியை செலுத்தினார்.

   (a) இந்த காலத்தில் கார் பயணித்த தொலைவைக் காட்டும் வரைபடத்தில் அதன் பரப்பளவை நிழலிட்டு காட்டவும்.

   (b) வரைபடத்தின் எந்த பகுதி காரின் சீரான இயக்கத்தைக் காட்டுகிறது.

6. ஒரு செயற்கை துணைகோள் 42250 கி.மீ ஆரமுடைய ஒரு வட்ட பாதையில் இயங்குகிறது. அது பூமியை சுழல 24 மணி எடுத்துக்கொண்டால் அதன் வேகத்தை கணக்கிடு.

AP SCERT

7. Fig 1.10 shows the distance-time graph of three objects A,B and C. Study the graph and answer the following questions:

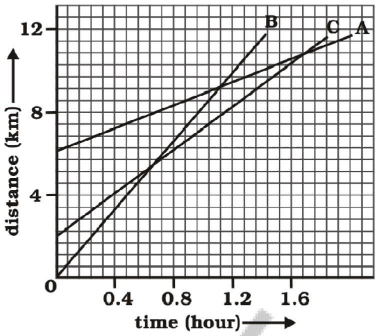


Fig. 1.10

(a) Which of the three is travelling the fastest?

(b) Are all three ever at the same point on the road?

(c) How far has C travelled when B passes A?

(d) How far has B travelled by the time it passes C?

8. A ball is gently dropped from a height of 20 m. If its velocity increases uniformly at the rate of 10 m s^{2}, with what velocity will it strike the ground? After what time will it strike the ground?

9. The speed-time graph for a car is shown is Fig. 1.11.

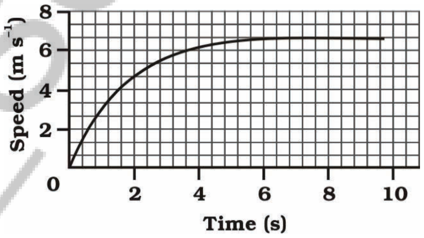


Fig. 1.11

(a) Find how far does the car travel in the first 4 seconds. Shade the area on the graph that represents the distance travelled by the car during the period.

(b) Which part of the graph represents uniform motion of the car?

10. State which of the following situations are possible and give an example for each of these:

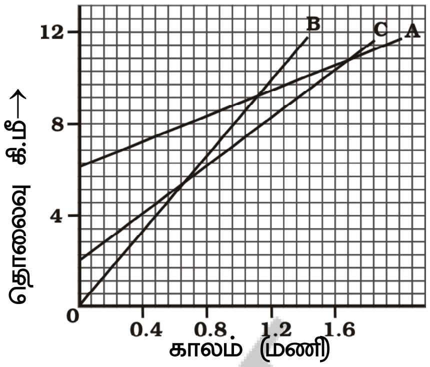
(a) an object with a constant acceleration but with zero velocity

(b) an object moving with an acceleration but with uniform speed.

(c) an object moving in a certain direction with an acceleration in the perpendicular direction.

AP – SCERT

7. A, B மற்றும் C எனும் மூன்று பொருட்களின் தொலைவு–காலம் வரைபடம் படம் 1.10 காட்டுகிறது. வரைபடத்தை பரிசீலித்து கீழ்கொடுக்கப்பட்டுள்ள வினாக்களுக்கு விடையளி.



படம் 1.10

(a) மூன்றில் எது வேகமாக பயணிக்கிறது?

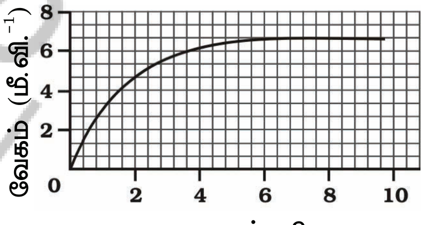
(b) சாலையின் மீது ஒரே புள்ளியில் எப்போதாவது இந்த மூன்று பொருட்கள் ஒன்றாக இருக்குமா?

(c) *B*,*A* வைக் கடக்கும்போது *C* எவ்வளவு தொலைவு பயணித்தது?

(d) *B*,*C* யைக் கடக்கும் நேரத்தில் *A* எவ்வளவு தொலைவு பயணித்திருக்கும்.

8. ஒரு பந்து 20 மீட்டர் உயரத்தில் இருந்து மெதுவாக கீழே விடப்பட்டது அதன் திசைவேக மாறுபாட்டு வீதம் 10 மீ வினாடி$^{-2}$ சீராக அதிகரிக்கும்போது அது எந்த திசைவேகத்தில் தரையைத் தொடும்? தரையைத் தொடுவதற்கு ஆகும் காலம் எவ்வளவு?

9. ஒரு காரின் வேகம்–காலம் வரைபடம் படம் 1.11ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.11

(a) முதல் 4 விநாடிகளில் கார் எவ்வளவு தொலைவு பயணிக்கிறது என்பதை கண்டுபிடி? இந்த காலத்தில் கார் பயணித்த தூரத்தை காட்டும் பகுதியை வரைபடத்தில் நிழலிடவும்.

(b) வரைபடத்தின் எந்த பகுதி காரின் சீரான இயக்கத்தை குறிக்கிறது?

10. கீழ்கொடுக்கப்பட்டுள்ள சூழ்நிலைகளில் எவை சாத்தியம் எனக் கூறுக மற்றும் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு எடுத்துக்காட்டு கூறவும்.

(a) பூஜ்ஜிய திசைவேகம் ஆனால் சீரான முடுக்கத்தில் உள்ள பொருள்.

(b) சீரான வேகம் ஆனால் முடுக்கத்துடன் இயங்கும் பொருள்

(c) பொருள் நகரும் திசைக்கு செங்குத்து திசையில் முடுக்கம் ஏற்படும்.

AP SCERT

W8F5L3

Chapter 2

MATTER IN OUR SURROUNDINGS

AP-SCERT

As we look at our surroundings, we see a large variety of things with different shapes, sizes and textures. Everything in this universe is made up of material which scientists have named "matter". The air we breathe, the food we eat, stones, clouds, stars, plants and animals, even a small drop of water or a particle of sand — every thing is matter. We can also see as we look around that all the things mentioned above occupy space and have mass. In other words, they have both mass* and volume**.

Since early times, human beings have been trying to understand their surroundings. Early Indian philosophers classified matter in the form of five basic elements — the *"Panch Tatva"* — air, earth, fire, sky and water. According to them everything, living or non-living, was made up of these five basic elements. Ancient Greek philosophers had arrived at a similar classification of matter.

Modern day scientists have evolved two types of classification of matter based on their physical properties and chemical nature.

In this chapter we shall learn about matter based on its physical properties. Chemical aspects of matter will be taken up in subsequent chapters.

2.1 Physical Nature of Matter

2.1.1 MATTER IS MADE UP OF PARTICLES

For a long time, two schools of thought prevailed regarding the nature of matter. One school believed matter to be continuous like a block of wood, whereas, the other thought that matter was made up of particles like sand. Let us perform an activity to decide about the nature of matter — is it continuous or particulate?

Activity _______________ 2.1

- Take a 100 mL beaker.
- Fill half the beaker with water and mark the level of water.
- Dissolve some salt/ sugar with the help of a glass rod.
- Observe any change in water level.
- What do you think has happened to the salt?
- Where does it disappear?
- Does the level of water change?

In order to answer these questions we need to use the idea that matter is made up of particles. What was there in the spoon, salt or sugar, has now spread throughout water. This is illustrated in Fig. 2.1.

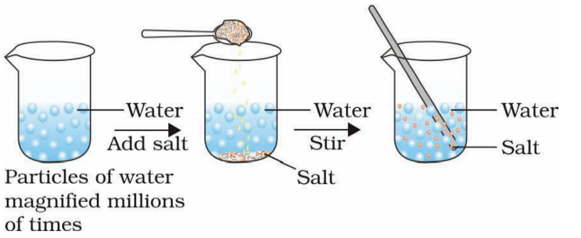


Fig. 2.1: *When we dissolve salt in water, the particles of salt get into the spaces between particles of water.*

2.1.2 HOW SMALL ARE THESE PARTICLES OF MATTER?

Activity _______________ 2.2

- Take 2–3 crystals of potassium permanganate and dissolve them in 100 mL of water.

* The SI unit of mass is kilogram (kg).

** The SI unit of volume is cubic metre (m^3). The common unit of measuring volume is litre (L) such that 1L = 1 dm^3, 1L = 1000 mL, 1 mL = 1 cm^3.

அலகு 2

I4V4B3

நம்மை சுற்றியுள்ள பருப்பொருட்கள்

நாம், நமது சுற்றுப்புறத்தை காணும்போது, வெவ்வேறு வடிவங்கள், அளவுகள் மற்றும் அமைப்புகளுடைய மாறுபட்ட பொருட்களை காண்கிறோம். இந்த உலகில் உள்ள ஒவ்வொரு பொருளும் "பருப்பொருளால்" ஆக்கப்பட்டுள்ளது என அறிவியலாளர்கள் கூறுகின்றனர். நாம் சுவாசிக்கும் காற்று, உண்ணும் உணவு, கற்கள், மேகங்கள், நட்சத்திரங்கள், செடிகள், விலங்குகள், ஒரு சிறிய நீர்த்துளி அல்லது மணல் துகள் கூட பருப்பொருளே ஆகும். நமது சுற்றுப்புறத்தை காணும்போது, மேற்கண்ட அனைத்து பொருட்களும் இடத்தை ஆக்கிரமித்து கொள்ளும் எனவும், நிறையை கொண்டிருக்கும் எனவும் அறிவோம். வேறு வகையில் கூற வேண்டுமெனில் அவை நிறை* மற்றும் கனஅளவு** ஆகிய இரண்டையும் பெற்றிருக்கும்.

பழங்காலத்திலிருந்தே, மனிதர்கள் சுற்றுப்புறத்தை புரிந்துகொள்ள முயற்சி செய்து வருகின்றனர். முன்காலத்து இந்திய தத்துவ அறிஞர்கள் பருப்பொருட்களை ஐந்து அடிப்படை அம்சங்களான காற்று, நிலம், நெருப்பு, ஆகாயம் மற்றும் நீர் எனும் ஐம்பூதங்களாக வகைப்படுத்தினர். அவர்களின் கருத்துப்படி, உயிரற்ற அல்லது உயிருள்ள ஒவ்வொன்றும் ஐந்து அடிப்படை அம்சங்களால் உருவானது ஆகும். பழங்கால கிரேக்க தத்துவ மேதைகளும் பருபொருட்களை இதே முறையில் வகைப்படுத்தினர்.

நவீன அறிவியலாளர்கள் பருப்பொருட்களை இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் பண்புகளின் அடிப்படையில் இரண்டு வகைகளாக வகைப்படுத்தினர்.

இந்த அலகில் இயற்பியல் பண்புகளின் அடிப்படையில் பருப்பொருட்களைப் பற்றி தெரிந்து கொள்வோம். பின் அலகுகளில் பருப்பொருட்களின் வேதியியல் பண்புகளை பற்றி தெரிந்து கொள்வோம்.

2.1 பருப்பொருட்களின் இயற்பியல் தன்மை

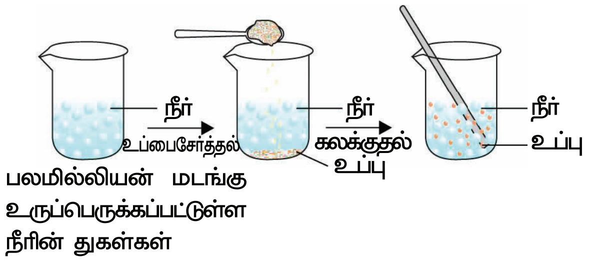
2.1.1 பருப்பொருட்கள் துகள்களால் ஆனது.

நீண்ட காலமாக, பருப்பொருளின் தன்மை தொடர்பாக இரண்டு வகையான கருத்துகள் இருந்தன. ஒரு வகையினர் பருப்பொருட்கள் மரக்கட்டை போல் தொடர்ச்சியாக இருக்கும் எனவும், மற்றொரு வகையினர் பருப்பொருட்கள் மணல் போன்ற துகள்களால் ஆனது எனவும் நம்பினர். பருப்பொருளின் தன்மையை அறிய ஒரு செயலை செய்வோம். பருப்பொருள் தொடர்ச்சியானதா அல்லது துகள்களால் ஆனதா?

செயல் 2.1

- 100 மி.லி. கனஅளவு கொண்ட பீக்கரை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- பாதியளவு நீரை நிரப்பவும் மற்றும் நீரின் மட்டத்தை குறித்துக் கொள்ளவும்.
- நீரில் சிறிதளவு உப்பு / சர்க்கரையை சேர்த்து, கண்ணாடி தண்டின் உதவியால் கரைக்கவும்.
- நீரின் மட்டத்தில் ஏதேனும் மாற்றம் ஏற்பட்டதா என கவனி.
- கரைந்த உப்பு என்னவானது?
- அது எங்கு மறைந்தது?
- நீர் மட்டத்தில் மாற்றம் ஏற்பட்டதா?

இவ்வினாக்களுக்கு விடையளிக்க, துகள்கள் பருப்பொருட்களால் ஆனது எனும் கருத்தை பயன்படுத்த வேண்டிய அவசியம் உள்ளது. தேக்கரண்டியில் இருந்த உப்பு அல்லது சர்க்கரை, நீர் முழுவதும் பரவியுள்ளது. படம் 2.1 ல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 2.1: நீரில் உப்பை கரைக்கும்போது, உப்பு துகள்கள், நீர் துகள்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியை ஆக்கிரமித்து கொள்கின்றன.

2.1.2 பருப்பொருட்களின் துகள்கள் எவ்வளவு சிறியவை?

செயல் 2.2

- 2 அல்லது 3 பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் படிகங்களை எடுத்துக் கொண்டு, 100 மி.லி. நீரில் கரைக்கவும்.

* நிறையின் SI அலகு கிலோகிராம் (கி.கி.).

** கனஅளவின் SI அலகு கன மீட்டர் (மீ^{3}). கன அளவை அளக்க பயன்படும் பொதுவான அலகு லிட்டர் (லி). அதாவது 1 லிட்டர் = 1 டெசி.மீ.^{3}, 1 லி = 1000 மி.லி.= 1 செ.மீ.^{3}.

- Take out approximately 10 mL of this solution and put it into 90 mL of clear water.
- Take out 10 mL of this solution and put it into another 90 mL of clear water.
- Keep diluting the solution like this 5 to 8 times.
- Is the water still coloured ?

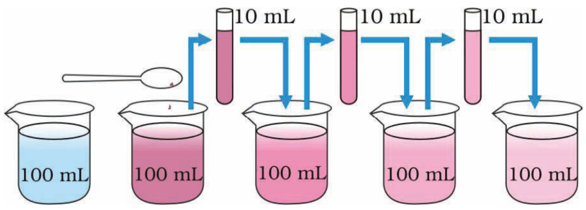


Fig. 2.2: *Estimating how small are the particles of matter. With every dilution, though the colour becomes light, it is still visible.*

This experiment shows that just a few crystals of potassium permanganate can colour a large volume of water (about 1000 L). So we conclude that there must be millions of tiny particles in just one crystal of potassium permanganate, which keep on dividing themselves into smaller and smaller particles.

The same activity can be done using 2 ml of Dettol instead of potassium permanganate. The smell can be detected even on repeated dilution.

> The particles of matter are very small – they are small beyond our imagination!!!!

2.2 Characteristics of Particles of Matter

2.2.1 Particles of matter have space between them

In activities 2.1 and 2.2 we saw that particles of sugar, salt, Dettol, or potassium permanganate got evenly distributed in water. Similarly, when we make tea, coffee or lemonade (*nimbu paani*), particles of one type of matter get into the spaces between particles of the other. This shows that there is enough space between particles of matter.

2.2.2 Particles of matter are continuously moving

Activity _______________ 2.3

- Put an unlit incense stick in a corner of your class. How close do you have to go near it so as to get its smell?
- Now light the incense stick. What happens? Do you get the smell sitting at a distance?
- Record your observations.

Activity _______________ 2.4

- Take two glasses/beakers filled with water.
- Put a drop of blue or red ink slowly and carefully along the sides of the first beaker and honey in the same way in the second beaker.
- Leave them undisturbed in your house or in a corner of the class.
- Record your observations.
- What do you observe immediately after adding the ink drop?
- What do you observe immediately after adding a drop of honey?
- How many hours or days does it take for the colour of ink to spread evenly throughout the water?

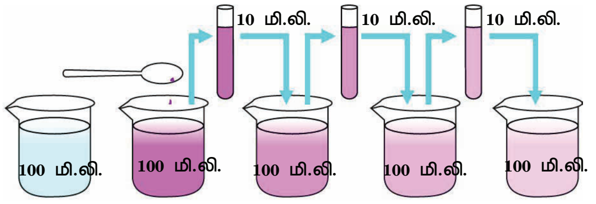
Activity _______________ 2.5

- Drop a crystal of copper sulphate or potassium permanganate into a glass of hot water and another containing cold water. Do not stir the solution. Allow the crystals to settle at the bottom.
- What do you observe just above the solid crystal in the glass?
- What happens as time passes?
- What does this suggest about the particles of solid and liquid?
- Does the rate of mixing change with temperature? Why and how?

From the above three activities (2.3, 2.4 and 2.5), we can conclude the following:

AP SCERT

- இக்கரைசலிலிருந்து 10 மி.லி. கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு, மற்றொரு பீக்கரில் உள்ள 90 மி.லி. நீருடன் கலக்கவும்.
- இக்கரைசலிலிருந்து 10 மி.லி. கரைசலை எடுத்துக் கொண்டு, மற்றொரு பீக்கரில் உள்ள 90 மி.லி. நீருடன் கலக்கவும்.
- இதுபோன்று கரைசலை 5 லிருந்து 8 முறை நீர்க்க செய்ய வேண்டும்.



படம் 2.2: பருப்பொருளின் துகள்கள் எவ்வளவு சிறியதாக இருக்கும் என்பதை ஊகித்தல். ஒவ்வொரு முறை நீர்க்கும் போதும் நிறத்தின் செறிவு குறைந்தாலும், நிறம் காணப்படுகிறது.

- இப்பொழுதும், நீர் நிறத்துடன் காணப்படுகிறதா ?

இச்செயலில், ஒருசில பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் படிகங்கள் அதிக கனஅளவுள்ள (1000 லி) நீருக்கு நிறத்தை அளிக்கின்றன. ஆகவே பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டின் ஒரு படிகத்தில் மில்லியன் கணக்கில் நுண்துகள்கள் உள்ளன என உறுதியாக கூறலாம். இவை தமக்குத்தாமே சிறுசிறு துகள்களாக பிரிவடைந்து கொண்டே இருக்கும்.

பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டுக்கு மாற்றாக 2 மி.லி. டெட்டாலை பயன்படுத்தி மேற்கண்ட சோதனையை செய்யவும். மீண்டும் மீண்டும் நீர்க்க செய்தாலும் மணத்தை உணரலாம்.

> பருப்பொருளின் துகள்கள் மிகச்சிறியவை. அவை நமது கற்பனைக்கு எட்டாத அளவிற்கு மிகச்சிறியவை.

2.2 பருப்பொருள் துகள்களின் பண்புகள்

2.2.1 பருப்பொருள் துகள்களுக்கிடையே இடைவெளி இருக்கும்

2.1 மற்றும் 2.2 செயல்களில் சர்க்கரை, உப்பு, டெட்டால் அல்லது பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் நீரில் சீராக பரவியிருந்ததை கண்டோம். நாம் தேநீர், காபி அல்லது எலுமிச்சை சாறு தயாரிக்கும் போது, ஒரு பருப்பொருளின் துகள்கள் மற்றொரு பருப்பொருளின் துகள்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியில் நுழைகின்றன. இது பருப்பொருளின் துகள்களுக்கு இடையே இடைவெளி இருப்பதை காட்டுகிறது.

2.2.2 பருப்பொருளின் துகள்கள் தொடர்ச்சியாக இயங்கிக் கொண்டே இருக்கும்.

செயல் 2.3

- உங்கள் வகுப்பறையில் பற்றவைக்காத ஊதுபத்தியை ஒரு மூலையில் வைக்கவும். ஊதுபத்திக்கு எவ்வளவு அருகில் செல்லும் போது, மணத்தை உணர முடிகிறது?
- இப்போது ஊதுபத்தியை பற்ற வைக்கவும். என்ன நிகழ்ந்தது? தூரத்தில் இருக்கும் போதும் மணத்தை உணர முடிந்ததா?
- உங்கள் உற்றுநோக்கலை பதிவு செய்யவும்.

செயல் 2.4

- இரண்டு குவளைகள்/ பீக்கர்களை நீரால் நிரப்பவும்.
- முதல் பீக்கரில் (முகவை) மெதுவாகவும், எச்சரிக்கையுடனும் பீக்கரின் சுவற்றின் வழியே ஒரு துளி நீலம் அல்லது சிவப்பு மையையும், இரண்டாவது பீக்கரில் தேனையும் சேர்க்கவும்.
- இவற்றை வீட்டின் அல்லது வகுப்பறையின் ஒரு மூலையில் அசைக்காமல் வைக்கவும்.
- உங்கள் உற்றுநோக்கல்களை பதிவு செய்யவும்.
- மைத்துளியை சேர்த்த உடனே என்ன கவனித்தீர்கள்?
- தேனை சேர்த்த உடனே என்ன கவனித்தீர்கள்?
- நீரில் மையின் நிறம் சீராக பரவ (விரவ) எத்தனை மணிநேரம் அல்லது எத்தனை நாட்கள் தேவைப்பட்டது ?

செயல் 2.5

- சூடான மற்றும் குளிர்ந்த நீர் கொண்ட குவளைகளில் காப்பர் சல்பேட் அல்லது பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் படிகத்தை போடவும். கரைசலை அசைக்காமல் வைக்கவும்.படிகங்களை குவளையின் அடியில் படிய விடவும்.
- கண்ணாடி குவளையில் படிகத்திற்கு சற்று மேல், நீங்கள் என்ன கவனித்தீர்கள்?
- சிறிது நேரம் கழித்து என்ன நிகழும்?
- இது திண்ம, திரவப் பொருட்களின் துகள்களை பற்றி உங்களுக்கு எதை தெரிவிக்கிறது?
- வெப்பநிலையோடு, கலப்பு வீதமும் மாறுபடுகிறதா ? ஏன் ? எவ்வாறு ?

மேற்கண்ட மூன்று செயல்களிலிருந்து (2.3, 2.4 மற்றும் 2.5) பின்வருமாறு உறுதி செய்யலாம்.

APSCERT

Particles of matter are continuously moving, that is, they possess what we call the kinetic energy. As the temperature rises, particles move faster. So, we can say that with increase in temperature the kinetic energy of the particles also increases.

In the above three activities we observe that particles of matter intermix on their own with each other. They do so by getting into the spaces between the particles. **This intermixing of particles of two different types of matter on their own is called diffusion**. We also observe that on heating, diffusion becomes faster. Why does this happen?

2.2.3 Particles of matter attract each other

Activity _______________ 2.6

- Play this game in the field— make four groups and form human chains as suggested:
- The first group should hold each other from the back and lock arms like Idu-Mishmi dancers (Fig. 2.3).

Fig. 2.3

- The second group should hold hands to form a human chain.
- The third group should form a chain by touching each other with only their finger tips.
- Now, the fourth group of students should run around and try to break the three human chains one by one into as many small groups as possible.
- Which group was the easiest to break? Why?
- If we consider each student as a particle of matter, then in which group the particles held each other with the maximum force?

Activity _______________ 2.7

- Take an iron nail, a piece of chalk and a rubber band.
- Try breaking them by hammering, cutting or stretching.
- In which of the above three substances do you think the particles are held together with greater force?

Activity _______________ 2.8

- Take some water in a container, try cutting the surface of water with your fingers.
- Were you able to cut the surface of water?
- What could be the reason behind the surface of water remaining together?

The above three activities (2.6, 2.7 and 2.8) suggest that particles of matter have force acting between them. This force keeps the particles together. The strength of this force of attraction varies from one kind of matter to another.

Questions

1. *Which of the following are matter?*
   Chair, air, love, smell, hate, almonds, thought, cold, lemon water, smell of perfume.
2. *Give reasons for the following observation:*
   The smell of hot sizzling food reaches you several metres away, but to get the smell from cold food you have to go close.
3. *A diver is able to cut through water in a swimming pool. Which property of matter does this observation show?*
4. *What are the characteristics of the particles of matter?*

பருப்பொருளின் துகள்கள் தொடர்ச்சியாக இயங்கிக் கொண்டே இருக்கும். ஏனெனில் அவை இயக்க ஆற்றலை பெற்றிருக்கும். வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது, துகள்கள் வேகமாக இயங்கும். ஆகவே வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, துகள்களின் இயக்க ஆற்றலும் அதிகரிக்கும்.

மேற்கண்ட மூன்று செயல்களில், பருப்பொருளின் துகள்கள் தமக்குத்தாமே ஒன்றோடொன்று கலப்பதை நாம் கவனிக்கலாம். அவை துகள்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியில் நுழைவதால் இவ்வாறு நடைபெறுகிறது. **வெவ்வேறு வகையான பருப்பொருள்களின் துகள்கள் தமக்குத்தாமே ஒன்றோடொன்று கலப்பதை விரவுதல் என்பர்.** மேலும், வெப்பப்படுத்தும்போது விரவுதல் வேகமாக நடைபெறும் என்பதையும் அறியலாம். ஏன் இவ்வாறு நிகழ்கிறது ?

2.2.3 பருப்பொருளின் துகள்கள் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன

செயல் ------------------ 2.6

- இந்த விளையாட்டை வகுப்பறைக்கு வெளியே விளையாடவும். மாணவர்களை நான்கு குழுக்களாக பிரிக்கவும். கீழே குறிப்பிட்டவாறு மனித சங்கிலியாக ஏற்படவும்.
- முதல் குழு இடு-மிஸ்மி (Idu-Mishmi) நடன கலைஞர்கள் போல் பின்புறத்திலிருந்து கைகளால் ஒருவரையொருவர் நன்றாக பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும், (படம் 2.3).

படம் ***2.3***

- இரண்டாவது குழு மனித சங்கிலியை போன்று கைகளை பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும்.
- மூன்றாவது குழு ஒருவருக்கொருவர் விரல் நுனிகளை தொட்டுக் கொள்வதன் மூலம் மனித சங்கிலியாக ஏற்பட வேண்டும்.
- இப்போது நான்காம் குழு மாணவர்கள் வேகமாக ஓட்டம் எடுத்து மூன்று குழுக்களின் மனித சங்கிலி அமைப்புகளை சிறுசிறு குழுக்களாக பிரிக்க முற்சிக்க வேண்டும்.
- எந்தக் குழுவை உருக்குலைவு செய்வது எளிது? ஏன்?

- ஒவ்வொரு மாணவனையும் ஒரு துகளாக கருதும் போது எந்த குழுவில் துகள்கள் அதிகபட்ச விசையுடன் ஒன்றோடொன்று இணைந்துள்ளன ?

செயல் ------------------ 2.7

- இரும்பு ஆணி, சுண்ணக்கட்டி துண்டு மற்றும் இரப்பர் பட்டையை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- அவற்றை சுத்தியால் அடித்தோ அல்லது கத்தரித்தோ அல்லது நீட்சித்தோ உடைக்க முயலவும்.
- மேற்கண்ட பொருட்களில், எந்த பொருளின் துகள்கள் அதிக விசையை கொண்டுள்ளன?

செயல் ------------------ 2.8

- ஒரு கொள்கலனில் நீரை எடுத்துக்கொண்டு, உங்கள் கை விரல்களால் நீரின் புறப்பரப்பை வெட்டவும்.
- நீரின் புறப்பரப்பை வெட்ட முடிந்ததா?
- நீரின் புறப்பரப்பு இணைந்தே இருப்பதற்கு காரணம் என்ன?

மேற்கண்ட மூன்று செயல்கள் (2.6, 2.7 மற்றும் 2.8) பொருட்களின் துகள்களுக்கிடையே விசை இருக்கும் என்பதை காட்டுகிறது. இந்த விசை துகள்களை இணைத்து வைக்கின்றன. ஒரு பருப்பொருளுக்கும் மற்றொரு வகை பருப்பொருளுக்கும் ஈர்ப்பு விசையின் வலிமை மாறுபட்டு இருக்கும்.

வினாக்கள்

1. *கீழ்க்கண்டவற்றில் பருப்பொருள் எது?*
   நாற்காலி, காற்று, அன்பு, மணம், வெறுப்பு, கவலை, சிந்தனை, குளிர்ச்சி, குளிர்ந்த எலுமிச்சை பழரசம், நறுமணம்.
2. *கீழ்க்கண்ட உற்றுநோக்கல்களுக்கு காரணங்களை தெரிவிக்கவும்.*
   சூடான உணவு பொருட்களின் மணத்தை தூரத்திலிருக்கும் போதும் உணர முடியும். ஆனால் குளிர்ச்சியான உணவு பொருட்களின் மணத்தை உணர அருகில் செல்ல வேண்டும்.
3. *ஒரு நீச்சல் வீரர், நீச்சல் குளத்தில் உள்ள நீரை பிளக்க முடியும். இந்த உற்றுநோக்கல், பருப்பொருளின் எந்த பண்பை தெரிவிக்கிறது?*
4. *பருப்பொருளின் துகள்களின் பண்புகள் யாவை?*

2.3 States of Matter

Observe different types of matter around you. What are its different states? We can see that **matter around us exists in three different states– solid, liquid and gas**. These states of matter arise due to the variation in the characteristics of the particles of matter.

Now, let us study about the properties of these three states of matter in detail.

2.3.1 The solid state

Activity _______________ *2.9*

- Collect the following articles — a pen, a book, a needle and a piece of wooden stick.
- Sketch the shape of the above articles in your notebook by moving a pencil around them.
- Do all these have a definite shape, distinct boundaries and a fixed volume?
- What happens if they are hammered, pulled or dropped?
- Are these capable of diffusing into each other?
- Try compressing them by applying force. Are you able to compress them?

All the above are examples of solids. We can observe that all these have a definite shape, distinct boundaries and fixed volumes, that is, have negligible compressibility. Solids have a tendency to maintain their shape when subjected to outside force. Solids may break under force but it is difficult to change their shape, so they are rigid.

Consider the following:

(a) What about a rubber band, can it change its shape on stretching? Is it a solid?

(b) What about sugar and salt? When kept in different jars these take the shape of the jar. Are they solid?

(c) What about a sponge? It is a solid yet we are able to compress it. Why?

All the above are solids as:

- A rubber band changes shape under force and regains the same shape when the force is removed. If excessive force is applied, it breaks.
- The shape of each individual sugar or salt crystal remains fixed, whether we take it in our hand, put it in a plate or in a jar.
- A sponge has minute holes, in which air is trapped, when we press it, the air is expelled out and we are able to compress it.

2.3.2 The liquid state

Activity _______________ *2.10*

- Collect the following:
  (a) water, cooking oil, milk, juice, a cold drink.
  (b) containers of different shapes. Put a 50 mL mark on these containers using a measuring cylinder from the laboratory.
- What will happen if these liquids are spilt on the floor?
- Measure 50 mL of any one liquid and transfer it into different containers one by one. Does the volume remain the same?
- Does the shape of the liquid remain the same ?
- When you pour the liquid from one container into another, does it flow easily?

We observe that liquids have no fixed shape but have a fixed volume. They take up the shape of the container in which they are kept. Liquids flow and change shape, so they are not rigid but can be called fluid.

Refer to activities 2.4 and 2.5 where we saw that solids and liquids can diffuse into liquids. The gases from the atmosphere diffuse and dissolve in water. These gases, especially oxygen and carbon dioxide, are essential for the survival of aquatic animals and plants.

All living creatures need to breathe for survival. The aquatic animals can breathe under water due to the presence of dissolved oxygen in water. Thus, we may conclude that solids, liquids and gases can diffuse into liquids. The rate of diffusion of liquids is

AP SCERT

2.3 . பருப்பொருளின் நிலைகள்

உங்களை சுற்றியுள்ள வெவ்வேறு வகையான பருப்பொருட்களை கவனிக்கவும். **பருப்பொருட்கள் திண்ம (திட), திரவ மற்றும் வாயு நிலைகளில் காணப்படுகின்றன.** இந்நிலைகள், பருப்பொருள் துகள்களின் பண்புகளின் மாறுபாடுகளால் ஏற்படுகின்றன.

இப்போது பருப்பொருளின் மூன்று நிலைகளின் பண்புகளை பற்றி படிப்போம்.

2.3.1. திண்ம நிலை (திட நிலை)

செயல் ------------------ 2.9

- எழுதுகோல், புத்தகம், ஊசி மற்றும் மரக்கொம்பு போன்ற பொருட்களை சேகரிக்கவும்.
- பொருட்களை சுற்றி பென்சிலால் கோடு வரைந்து பொருட்களின் வடிவங்களை வரையவும்.
- இவற்றிற்கு வரையறுக்கப்பட்ட வடிவம், எல்லைகள், நிலையான கனஅளவு உள்ளனவா?
- அவற்றை சுத்தியால் அடித்தால், இழுத்தால் அல்லது கீழே விழுந்தால் என்னவாகும்?
- இவை ஒன்றோடொன்று விரவுமா?
- விசையை செலுத்தி இறுக்கவும் (அழுத்தவும்). உங்களால் இறுக்க முடிந்ததா?

மேற்கண்ட அனைத்தும் திண்மங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இவை வரையறுக்கப்பட்ட வடிவம், வேறுபட்ட எல்லைகள் மற்றும் நிலையான கனஅளவை கொண்டிருக்கும். மிகவும் குறைவான இறுகும் தன்மையை கொண்டிருக்கும். வெளிவிசை செயல்படும்போது, தங்கள் வடிவத்தை நிலைநிறுத்திக் கொள்ளும் பண்பை பெற்றிருக்கும். திண்மங்கள் விசைகளால் உடைந்து விடலாம். ஆனால் அவற்றின் வடிவங்களை மாற்றுவது கடினம் ஆகும். ஆகவே திண்மங்கள் விறைப்பாக இருக்கும். கீழ்க்கண்டவற்றை கவனிக்கவும்.

(a) இரப்பர் பட்டையை பற்றி தெரிந்துக் கொள்வோம். இரப்பரை நீட்சிக்கும்போது, அதன் வடிவம் மாறுகிறதா?அது ஒரு திண்மப் பொருளா?

(b) சர்க்கரை மற்றும் உப்பு திண்மப் பொருளா? இதை வெவ்வேறு கலன்களில் சேமித்து வைக்கும் போது, கலன்களின் வடிவத்தை பெறுகின்றன. இவை திண்மங்களா?

(c) ஸ்பாஞ்ச் பண்பு என்ன? இவற்றை இறுக்க முடிந்தாலும் திண்மங்களே ஆகும். ஏன்?

மேற்கண்ட அனைத்தும் திண்மங்கள் ஆகும். ஏனெனில்,

- இரப்பரின் மீது விசை செலுத்தும் போது வடிவம் மாறுகிறது. விசையை நீக்கும் போது மீண்டும் பழைய வடிவத்தை பெறும். அதிக விசையை செலுத்து ம்போது, அறுந்து விடுகிறது.
- உப்பு அல்லது சர்க்கரையை கையில் அல்லது தட்டில் எடுத்துக் கொண்டாலும் ஒவ்வொரு தனி சர்க்கரை அல்லது உப்பு படிகமும் குறிப்பிட்ட வடிவத்தை கொண்டிருக்கும்.
- ஸ்பாஞ்ச் சிறுதுளைகளை கொண்டிருக்கும். இத்துளைகளில் காற்று நிரம்பி இருக்கும். அதை இறுக்கும் போது, காற்று வெளியேறுகிறது. ஆகவே அதை இறுக்க முடிகிறது.

2.3.2 திரவ நிலை

செயல் ------------------ 2.10

- கீழ்க்கண்டவற்றை சேகரிக்கவும்.
  (a) நீர், சமையல் எண்ணெய், பால், பழரசம், குளிர்பானம்.
  (b) வெவ்வேறு வடிவங்களை உடைய கொள்கலன்களை எடுத்துக் கொள்ளவும். அனைத்து கொள்கலன்களிலும், அளவை உருளை உதவியுடன் 50 மி.லி. அளவை குறித்து கொள்ளவும்.
- இத்திரவங்கள் தரையின் மீது விழுந்தால் என்னவாகிறது?
- ஏதாவது ஒரு திரவத்தை 50 மி.லி. வரை அளவிடவும். அதை ஒவ்வொரு கொள்கலனிலும் மாற்றவும். ஒரே அளவாக திரவத்தின் கனஅளவு இருந்ததா?
- திரவங்களின் வடிவம் ஒரே மாதிரியாக இருந்ததா?
- நீங்கள் திரவத்தை ஒரு கொள்கலனிலிருந்து மற்றொரு கொள்கலனிற்கு மாற்றும்போது எளிதாக பாய்ந்ததா?

திரவங்களுக்கு நிலையான வடிவம் இருக்காது, நிலையான கனஅளவு இருக்கும் என்பதை கவனிக்கலாம். அவை கொள்கலனின் வடிவத்தை பெறுகின்றன. திரவங்கள் பாயும்; அவை வடிவத்தை மாற்றிக் கொள்கின்றன. ஆகவே அவை விறைப்புத்தன்மையை பெற்றிருக்காது. எனவே அவற்றை பாய்மங்கள் என அழைக்கலாம்.

செயல் 2.4 மற்றும் 2.5 மூலம் திண்மப் பொருட்கள் மற்றும் திரவ பொருட்கள் திரவங்களில் விரவும் என பார்த்தோம். வளிமண்டலத்தில் உள்ள வாயுக்கள் நீரில் விரவி கரைந்துவிடுகின்றன. முக்கியமாக ஆக்சிஜன் மற்றும் கார்பன் டை ஆக்சைடு நீர்வாழ் விலங்குகள் மற்றும் தாவரங்களுக்கு மிகவும் அவசியம்.

எல்லா உயிரிகளும் உயிர்வாழ சுவாசிக்க வேண்டும். நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனை நீர்வாழ் உயிரிகள் சுவாசிக்கின்றன. எனவே திண்ம, திரவ மற்றும் வாயு பொருட்கள் திரவங்களில் விரவும் என உறுதியாக கூறலாம். திரவங்களின் விரவும் வீதம்

AP SCERT

higher than that of solids. This is due to the fact that in the liquid state, particles move freely and have greater space between each other as compared to particles in the solid state.

2.3.3 The gaseous state

Have you ever observed a balloon seller filling a large number of balloons from a single cylinder of gas? Enquire from him how many balloons is he able to fill from one cylinder. Ask him which gas does he have in the cylinder.

Activity _____________ *2.11*

- Take three 100 mL syringes and close their nozzles by rubber corks, as shown in Fig.2.4.
- Remove the pistons from all the syringes.
- Leaving one syringe untouched, fill water in the second and pieces of chalk in the third.
- Insert the pistons back into the syringes. You may apply some vaseline on the pistons before inserting them into the syringes for their smooth movement.
- Now, try to compress the content by pushing the piston in each syringe.

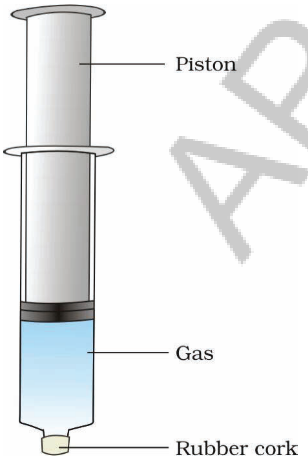


Fig. 2.4

- What do you observe? In which case was the piston easily pushed in?
- What do you infer from your observations?

We have observed that gases are highly compressible as compared to solids and liquids. **The liquefied petroleum gas (LPG) cylinder that we get in our home for cooking or the oxygen supplied to hospitals in cylinders is compressed gas. Compressed natural gas (CNG) is used as fuel these days in vehicles.** Due to its high compressibility, large volumes of a gas can be compressed into a small cylinder and transported easily.

We come to know of what is being cooked in the kitchen without even entering there, by the smell that reaches our nostrils. How does this smell reach us? The particles of the aroma of food mix with the particles of air spread from the kitchen, reach us and even farther away. The smell of hot cooked food reaches us in seconds; compare this with the rate of diffusion of solids and liquids. Due to high speed of particles and large space between them, gases show the property of diffusing very fast into other gases.

In the gaseous state, the particles move about randomly at high speed. Due to this random movement, the particles hit each other and also the walls of the container. The pressure exerted by the gas is because of this force exerted by gas particles per unit area on the walls of the container.

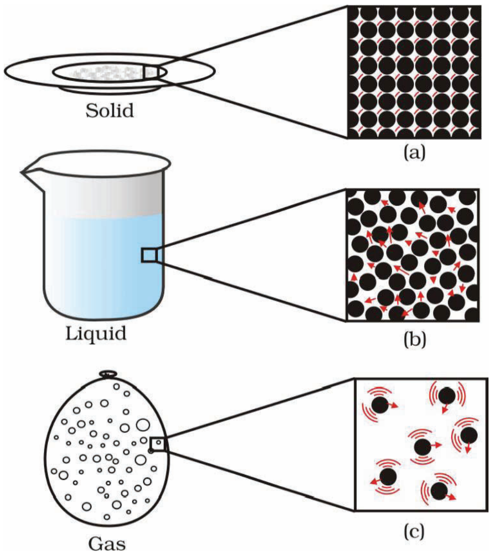


Fig.2.5: *a, b and c show the magnified schematic pictures of the three states of matter. The motion of the particles can be seen and compared in the three states of matter.*

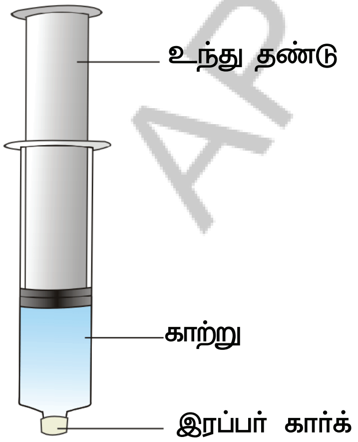
திண்மங்களை விட அதிகம். ஏனெனில் திரவங்களில் உள்ள துகள்கள், திண்மங்களில் உள்ள துகள்களை விட தன்னிச்சையாக இயங்கும் மற்றும் துகள்களுக்கிடையே அதிக இடைவெளி காணப்படும்.

2.3.3 வாயு நிலை

ஒரு பலூன் விற்பவர், ஒரு சிலிண்டரில் உள்ள காற்றை, அதிக எண்ணிக்கையில் பலூன்களில் நிரப்புவதை கவனித்தீர்களா? அவர் ஒரு சிலிண்டர் மூலம் எத்தனை பலூன்களை நிரப்புவார் என்பதை தெரிந்து கொள்ளுங்கள். சிலிண்டரில் உள்ள வாயுவின் பெயரை தெரிந்து கொள்ளுங்கள்.

செயல் 2.11

- மூன்று 100 மி.லி. பீச்சுக்குழல்களை எடுத்துக் கொள்ளவும். படம் 1.4 ல் காட்டியபடி அவற்றின் முகப்புக் குழாயை இரப்பர் கார்க்கால் மூடவும்.
- எல்லா பீச்சுக்குழல்களிலிருந்து உந்து தண்டை எடுத்து விடவும்.
- ஒரு பீச்சுக்குழலை அப்படியே விட்டுவிடுங்கள். இரண்டாவது பீச்சுக்குழலில் நீரையும், மூன்றாவது பீச்சுக்குழலில் சுண்ணக்கட்டிகளையும் நிரப்பவும்.
- பீச்சுக்குழல்களில் மீண்டும் உந்து தண்டுகளை நுழைக்கவும். நுழைக்கும் முன், உந்து தண்டு எளிதாக இயங்க வேசலின் பூசவும்.
- இப்போது ஒவ்வொரு பீச்சுக்குழலில் உள்ள பொருட்களை இறுக்க, உந்து தண்டை உள்நோக்கி தள்ளவும்.



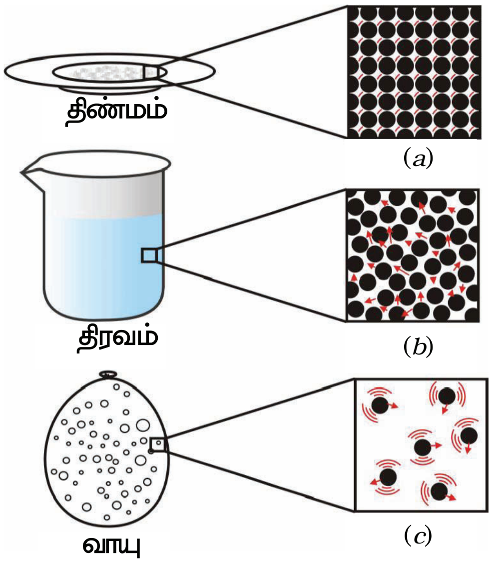
படம் *2.4*

- நீங்கள் கவனித்தது என்ன? எந்த நிகழ்வில் உந்து தண்டை எளிதாக உள்ளே தள்ள முடிந்தது?
- இதன் மூலம் நீ அறிந்தது என்ன?

இதன் மூலம் திரவங்கள் மற்றும் திண்மங்களைவிட வாயுக்கள் அதிக இறுகும் தன்மை கொண்டது என அறியலாம். **சமையலுக்காக வீட்டில் பயன்படுத்தப்படும் திரவமாக்கப்பட்ட பெட்ரோலிய வாயு(LPG)சிலிண்டர், மருத்துவமனைகளுக்கு அளிக்கப்படும் ஆக்சிஜன் சிலிண்டர்கள் இறுக்கப்பட்ட வாயுக்களை கொண்டிருக்கும். வாகனங்களில் இறுக்கப்பட்ட இயற்கை எரிவாயு (CNG) எரிபொருளாக பயன்படுகிறது.** வாயுக்களின் அதிக இறுகும் தன்மையினால், அதிக கனஅளவு வாயுக்களை, குறைந்த கனஅளவு கொண்ட சிலிண்டர்களில் இறுக்க முடியும் மற்றும் எளிதாக எடுத்து செல்ல முடியும்.

சமையலறையில் சமைக்கும் உணவை, சமையலறைக்கு செல்லாமலே மூக்கின் மூலம் மணத்தால் தெரிந்து கொள்ளலாம். இந்த மணம் நம்மை எவ்வாறு வந்தடைகிறது? சமையலறையில் பரவியிருக்கும் காற்று துகள்களுடன், உணவின் மணம் கலந்து, தூரத்திலிருக்கும் நம்மை வந்தடைகிறது. சூடான உணவின் மணம் சில நொடிகளில் நம்மை வந்தடையும். திண்ம, திரவ பொருட்களின் விரவும் வீதம் வாயுவின் விரவும் வீதத்துடன் ஒப்பிடவும். வாயுக்களின் துகள்கள் அதிக வேகம் மற்றும் அவற்றிற்கிடையே அதிக இடைவெளியை கொண்டிருப்பதால், அவை மற்ற வாயுக்களில் வேகமாக விரவும் பண்பை கொண்டுள்ளன.

வாயுநிலையில், துகள்கள் மிக வேகமாக சீரற்று இயங்கும். இந்த சீரற்ற இயக்கத்தினால், துகள்கள் ஒன்றோடொன்றும், கொள்கலனின் சுவர்கள் மீதும் மோதும். கொள்கலன் சுவற்றின் ஒரு அலகு பரப்பளவு மீது, வாயுக்களின் துகள்கள் செலுத்தும் விசையால் அழுத்தம் உண்டாகிறது.



படம் *2.5* படங்கள் *a, b* மற்றும் *c* என்பவை பருப்பொருளின் மூன்று நிலைகளின் உருப்பெருக்கப்பட்ட மாதிரிகளை காட்டுகிறது. மூன்று நிலைகளிலும் துகள்களின் இயக்கத்தை காணலாம் மற்றும் ஒப்பிடலாம்.

Questions

1. *The mass per unit volume of a substance is called density. (density = mass/volume). Arrange the following in order of increasing density – air, exhaust from chimneys, honey, water, chalk, cotton and iron.*
2. *(a) Tabulate the differences in the characterisitcs of states of matter.*
   (b) Comment upon the following: rigidity, compressibility, fluidity, filling a gas container, shape, kinetic energy and density.
3. *Give reasons*
   (a) A gas fills completely the vessel in which it is kept.
   (b) A gas exerts pressure on the walls of the container.
   (c) A wooden table should be called a solid.
   (d) We can easily move our hand in air but to do the same through a solid block of wood we need a karate expert.
4. *Liquids generally have lower density as compared to solids. But you must have observed that ice floats on water. Find out why.*

2.4 Can Matter Change its State?

We all know from our observation that water can exist in three states of matter–

- solid, as ice,
- liquid, as the familiar water, and
- gas, as water vapour.

What happens inside the matter during this change of state? What happens to the particles of matter during the change of states? How does this change of state take place? We need answers to these questions, isn't it?

2.4.1 Effect of Change of Temperature

Activity ______________ *2.12*

- Take about 150 g of ice in a beaker and suspend a laboratory thermometer so that its bulb is in contact with the ice, as in Fig. 1.6.

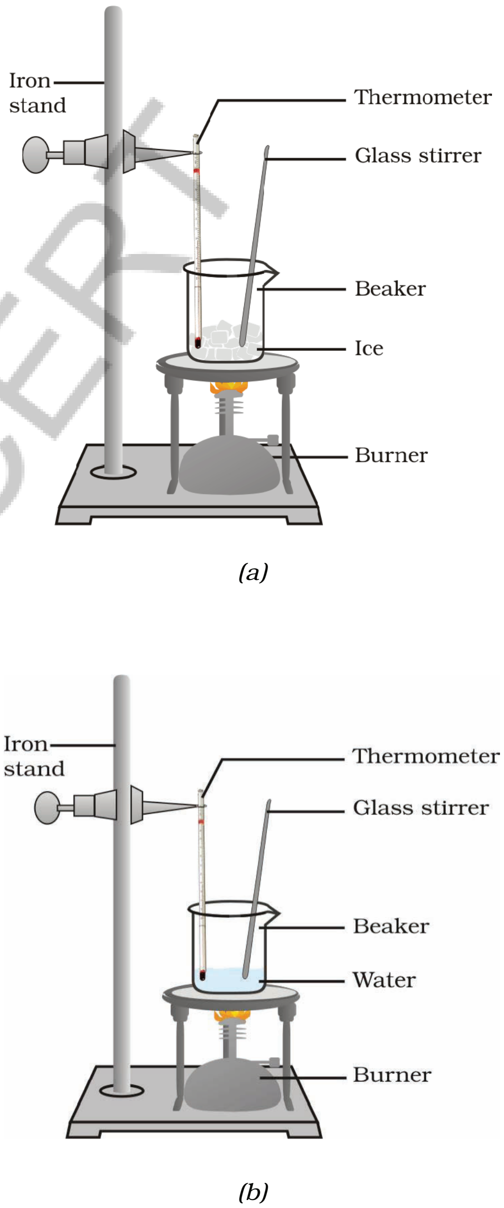


Fig. 2.6: *(a) Conversion of ice to water, (b) conversion of water to water vapour*

வினாக்கள்

1. ஒரு அலகு கனஅளவு உடைய பொருளின் நிறையை அடர்த்தி என்பர். (அடர்த்தி = நிறை /கனஅளவு) கீழ்க்கண்டவற்றை அடர்த்தியின் அடிப்படையில் ஏறுவரிசையில் அமைக்கவும். காற்று, புகைபோக்கியிலிருந்து வெளியேறுபவை, தேன், நீர், சுண்ணாம்பு, பருத்தி மற்றும் இரும்பு.

2. (a) பருப்பொருளின் நிலைகளின் பண்புகளில் உள்ள வேற்றுமைகளை அட்டவணைப்படுத்துக.

(b) கீழ்க்கண்டவற்றின் மீது கருத்து கூறவும்: விறைப்பு தன்மை, இறுகும் தன்மை, பாய்மத்தன்மை, வாயு கொள்கலனை நிரப்புதல், வடிவம், இயக்க ஆற்றல் மற்றும் அடர்த்தி.

3. காரணங்களை கூறுக.

a) ஒரு வாயு, அது அடைக்கப்பட்டுள்ள கொள்கலனை முழுமையாக நிரப்பும்.

b) ஒரு வாயு கொள்கலன் சுவர்களின் மீது அழுத்தத்தை செலுத்தும்.

c) ஒரு மர மேசையை திண்மம் எனக் கூறலாம்.

d) நமது கைகளை காற்றில் எளிதாக அசைக்க முடியும் ஆனால் இதே போன்று, திண்ம மரக்கட்டையில் செய்வதற்கு கராத்தே நிபுணரின் உதவி அவசியம் தேவை.

4. திண்மப்பொருட்களுடன் ஒப்பிடும்போது, பொதுவாக திரவங்கள் குறைந்த அடர்த்தியை கொண்டிருக்கும். ஆனால் பனிக்கட்டி நீரில் மிதப்பதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். ஏன் என தெரிந்து கொள்ளுங்கள்.

2.4 பருப்பொருட்கள் நிலையை மாற்றிக் கொள்ளுமா?

நீர் மூன்று நிலைகளிலும் இருக்கும் என்பதை அறிவோம்.

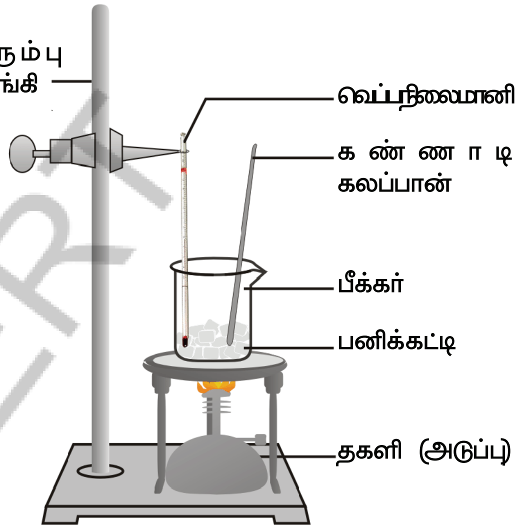
- பனிக்கட்டி திண்ம நிலை
- நாம் அறிந்த நீர் திரவநிலை மற்றும்
- நீராவி வாயு நிலை

நிலைமாற்றத்தின் போது பருப்பொருளினுள் என்ன நிகழ்கிறது? நிலை மாற்றத்தின்போது, பருப்பொருளின் துகள்கள் என்னவாகிறது? இந்த நிலைமாற்றம் எவ்வாறு நடைபெறுகிறது? இவ்வினாக்களுக்கான விடைகளை காண்போம்.

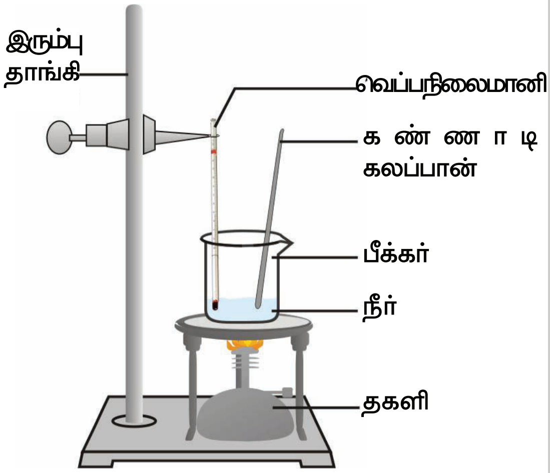
2.4.1 வெப்ப மாற்றத்தின் விளைவுகள்

செயல் 2.12

- ஒரு பீக்கரில் 150 கி. பனிக்கட்டியை எடுத்துக் கொள்ளவும். ஒரு ஆய்வக வெப்பநிலைமானியை எடுத்துக் கொண்டு, அதன் கண்ணாடி குமிழ் பனிக்கட்டியை தொடுமாறு படம் 1.6 ல் காட்டியபடி அமைக்கவும்.



(a)



(b)

படம் 2.6 (a) பனிக்கட்டியை நீராக மாற்றுதல் (b) நீரை நீராவியாக மாற்றுதல்

AP SCERT

- Start heating the beaker on a low flame.
- Note the temperature when the ice starts melting.
- Note the temperature when all the ice has converted into water.
- Record your observations for this conversion of solid to liquid state.
- Now, put a glass rod in the beaker and heat while stirring till the water starts boiling.
- Keep a careful eye on the thermometer reading till most of the water has vaporised.
- Record your observations for the conversion of water in the liquid state to the gaseous state.

On increasing the temperature of solids, the kinetic energy of the particles increases. Due to the increase in kinetic energy, the particles start vibrating with greater speed. The energy supplied by heat overcomes the forces of attraction between the particles. The particles leave their fixed positions and start moving more freely. A stage is reached when the solid melts and is converted to a liquid. The minimum temperature at which a solid melts to become a liquid at the atmospheric pressure is called its melting point.

> The melting point of a solid is an indication of the strength of the force of attraction between its particles.

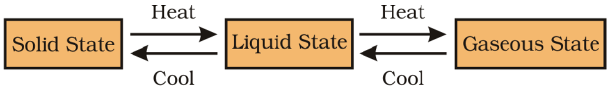
The melting point of ice is 273.15 K*. The process of melting, that is, change of solid state into liquid state is also known as fusion. **When a solid melts, its temperature remains the same, so where does the heat energy go?**

You must have observed, during the experiment of melting, that the temperature of the system does not change after the melting point is reached, till all the ice melts. This happens even though we continue to heat the beaker, that is, we continue to supply heat. This heat gets used up in changing the state by overcoming the forces of attraction between the particles. As this heat energy is absorbed by ice without showing any rise in temperature, it is considered that it gets hidden into the contents of the beaker and is known as the latent heat. The word latent means hidden. **The amount of heat energy that is required to change 1 kg of a solid into liquid at atmospheric pressure at its melting point is known as the latent heat of fusion.** So, particles in water at 0^{o}C (273 K) have more energy as compared to particles in ice at the same temperature.

When we supply heat energy to water, particles start moving even faster. At a certain temperature, a point is reached when the particles have enough energy to break free from the forces of attraction of each other. At this temperature the liquid starts changing into gas. **The temperature at which a liquid starts boiling at the atmospheric pressure is known as its boiling point.** Boiling is a bulk phenomenon. Particles from the bulk of the liquid gain enough energy to change into the vapour state.

For water this temperature is 373 K (100^{o}C = 273 + 100 = 373 K).

Can you define the latent heat of vaporisation? Do it in the same way as we have defined the latent heat of fusion. Particles in steam, that is, water vapour at 373 K (100^{0} C) have more energy than water at the same temperature. This is because particles in steam have absorbed extra energy in the form of latent heat of vaporisation.



So, we infer that the state of matter can be changed into another state by changing the temperature.

We have learnt that substances around us change state from solid to liquid and from liquid to gas on application of heat. But there

*__Note:__ *Kelvin* is the SI unit of temperature, 0^{o} C =273.15 K. For convenience, we take 0^{o} C = 273 K after rounding off the decimal. To change a temperature on the Kelvin scale to the Celsius scale you have to subtract 273 from the given temperature, and to convert a temperature on the Celsius scale to the Kelvin scale you have to add 273 to the given temperature.

- குறைந்த தீயில் பீக்கரை வெப்பப்படுத்தவும்.
- பனிக்கட்டி உருகத் தொடங்கும்போது வெப்பநிலையை பதிவு செய்துக் கொள்ளவும்.
- அனைத்து பனிக்கட்டிகளும் நீராக மாறும்போது வெப்பநிலையை பதிவு செய்துக் கொள்ளவும்.
- இந்த திண்ம நிலையிலிருந்து, திரவ நிலைக்கான மாற்றத்தின் போது, உங்கள் உற்றுநோக்கல்களை பதிவு செய்யவும்.
- இப்போது கண்ணாடி தண்டை பீக்கரில் வைத்து, நீர் கொதிக்கும் வரை தொடர்ந்து கலக்கி கொண்டே இருக்கவும்.
- பீக்கரில் உள்ள நீர் முழுவதும் ஆவியாகும் வரை, வெப்பநிலை மானியில் காட்டும் வெப்பநிலையை கவனிக்கவும்.
- திரவ நிலையிலுள்ள நீர், வாயு நிலைக்கு மாறும் வரை உற்று நோக்கல்களை பதிவு செய்து கொண்டே இருக்கவும்.

திண்மப்பொருட்களின் வெப்பநிலையை உயர்த்தும் போது, துகள்களின் இயக்க ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது. இயக்க ஆற்றல் அதிகரிப்பதால், துகள்கள் அதிவேகத்தில் அதிர்வுறுகின்றன. வெப்பத்தின் மூலம் அளிக்கப்பட்ட ஆற்றல், துகள்களுக்கு இடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசையை முறித்துவிடும். துகள்கள் தங்களின் நிலையான இடத்தைவிட்டு தன்னிச்சையாக இயங்க தொடங்குகின்றன. திடப்பொருள் உருகி, திரவ நிலையை அடைகின்றன. வளிமண்டல அழுத்தத்தில், எந்த வெப்பநிலையில் ஒரு திடப்பொருள் திரவப்பொருளாக மாறுகிறதோ அந்த வெப்பநிலையை 'உருகுநிலைப் புள்ளி' என்பர்.

> ஒரு திடப்பொருளின் உருகுநிலை புள்ளி, அப்பொருளின் துகள்களுக்கு இடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசையின் வலிமையை தெரிவிக்கிறது.

பனிக்கட்டியின் உருகுநிலைப் புள்ளி 273.15 கெல்வின்*. ஒரு பொருள் திட நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு மாறும் நிகழ்வு உருகுதல் ஆகும். திடப்பொருள் உருகும்போது, அதன் வெப்பநிலை நிலையாக இருப்பது ஏன்? அளிக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல் என்னவானது?

உருகுதல் சோதனையின் போது, உருகுநிலைப் புள்ளியை அடைந்த பிறகு, பனிக்கட்டிகள் அனைத்தும் உருகும் வரை அமைப்பின் வெப்பநிலை மாறாது என்பதை நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள். பீக்கரை தொடர்ந்து வெப்பப்படுத்தினாலும், வெப்பநிலை மாறாது. துகள்களுக்கு இடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசையை முறித்து நிலையை மாற்ற இவ்வாற்றல் பயன்படுகிறது. வெப்பநிலையில் எந்த உயர்வையும் காண்பிக்காமல் பனிக்கட்டிகள் வெப்பத்தை உட்கவர்கின்றன. இந்த வெப்ப ஆற்றல் பீக்கரிலுள்ள பொருட்களில் மறைந்து இருக்கும். ஆகவே இதை "உள்ளுறை வெப்பம்" (Latent Heat) என்பர். உள்ளுறை வெப்பம் எனில் மறைந்திருப்பது என பொருள்படும். **வளிமண்டல அழுத்தம் மற்றும் உருகுநிலை புள்ளியில், 1 கி.கி. திடப்பொருளை முழுமையாக திரவப்பொருளாக மாற்ற தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலை உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் என்பர்.** ஆகவே $0^{\circ}C$ (273 K) வெப்பநிலையில் நீரிலுள்ள துகள்களின் ஆற்றலானது, அதே வெப்பநிலையில் பனிக்கட்டி துகள்களில் உள்ள ஆற்றலைவிட அதிகம்.

நீருக்கு வெப்ப ஆற்றலை அளிக்கும்போது, துகள்கள் வேகமாக இயக்கம் அடைகின்றன. குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், துகள்கள் அவற்றிற்கிடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசையை முறிக்க தேவையான ஆற்றலை பெற்று தன்னிச்சையாக பிரிந்து விடுகின்றன. இந்த வெப்பநிலையில் திரவம் வாயுவாக மாறத் தொடங்குகின்றன. **சாதாரண வளிமண்டல அழுத்தத்தில் திரவம் வாயுவாக மாறும் வெப்பநிலையை கொதிநிலை புள்ளி என்பர்.** கொதித்தல் என்பது ஒரு பரும நிகழ்வாகும். மொத்த திரவத்தில் உள்ள துகள்கள் போதுமான ஆற்றலை பெற்று வாயுநிலைக்கு மாறுகின்றன.

நீரின் கொதிநிலைப்புள்ளி 373 K ($100^{\circ}C = 273 + 100 = 373$ K)

நீங்கள் ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பத்தை வரையறுக்க முடியுமா? இதை நீங்கள் உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பத்தை வரையறுத்தது போன்றே இதையும் வரையறுக்கவும். 373 K ($100^{\circ}C$) வெப்பநிலையில், நீராவியில் உள்ள துகள்கள் நீரில் உள்ள துகள்களைவிட அதிக ஆற்றலை பெற்றிருக்கும். இதற்கு காரணம் நீராவி துகள்கள், ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பத்தின் வடிவில் கூடுதல் ஆற்றலை பெறுவதே ஆகும்.

ஆகவே வெப்பநிலையை மாற்றுவதால், பொருட்கள் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறுகிறது என முடிவு செய்யலாம்.

நம்மை சுற்றியுள்ள பொருட்கள், வெப்ப ஆற்றலை உட்கவர்ந்து திண்மங்கள் திரவங்களாகவும் மற்றும் திரவங்கள் வாயுக்களாகவும் மாறுகின்றன.

*குறிப்பு: வெப்பநிலையின் SI அலகு கெல்வின், $0^{\circ}C = 273.15$ K. பொதுவாக, திருத்தப்பட்ட அளவாக தசம இலக்கங்களை நீக்கி $0^{\circ}C = 273$ K என எடுத்துக் கொள்கிறோம். கெல்வின் அலகிலிருந்து, செல்சியஸ் அலகிற்கு வெப்பநிலையை மாற்ற, கொடுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையிலிருந்து 273 ஐ கழிக்க வேண்டும். செல்சியஸ் அலகிலிருந்து கெல்வின் அலகிற்கு மாற்ற கொடுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையுடன் 273 ஐ கூட்ட வேண்டும்.

are some that change directly from solid state to gaseous state and vice versa without changing into the liquid state.

Activity _____________ 2.13

- Take some camphor or ammonium chloride. Crush it and put it in a china dish.
- Put an inverted funnel over the china dish.
- Put a cotton plug on the stem of the funnel, as shown in Fig. 2.7.

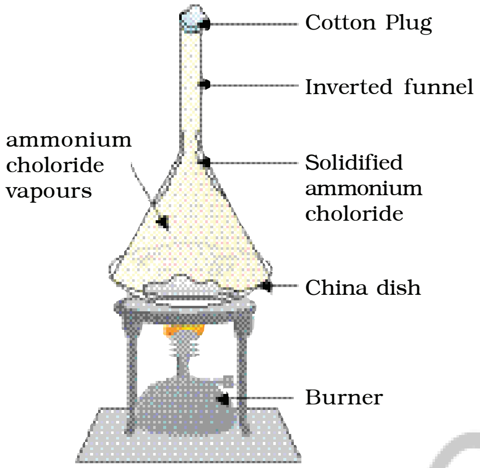


Fig. 2.7: *Sublimation of ammonium chloride*

- Now, heat slowly and observe.
- What do you infer from the above activity?

A change of state directly from solid to gas without changing into liquid state is called sublimation and the direct change of gas to solid without changing into liquid is called deposition.

2.4.2 Effect of change of pressure

We have already learnt that the difference in various states of matter is due to the difference in the distances between the constituent particles. What will happen when we start putting pressure and compress a gas enclosed in a cylinder? Will the particles come closer? Do you think that increasing or decreasing the pressure can change the state of matter?

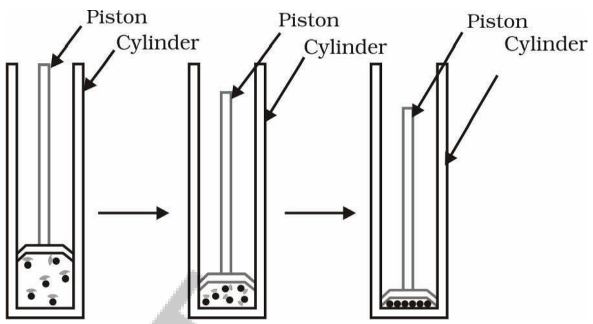


Fig. 2.8: *By applying pressure, particles of matter can be brought close together*

Applying pressure and reducing temperature can liquefy gases.

Have you heard of solid carbon dioxide (CO_2)? It is stored under high pressure. Solid CO_2 gets converted directly into gaseous state on decrease of pressure to 1 atmosphere* without coming into liquid state. This is the reason that solid carbon dioxide is also known as dry ice.

Thus, we can say that pressure and temperature determine the state of a substance, whether it will be solid, liquid or gas.

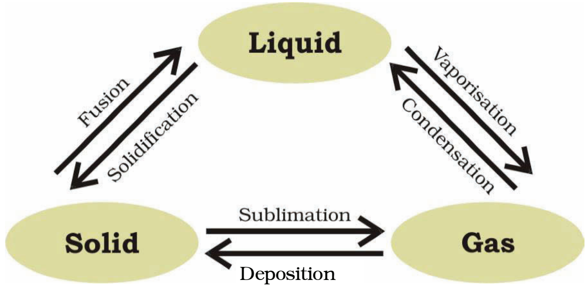


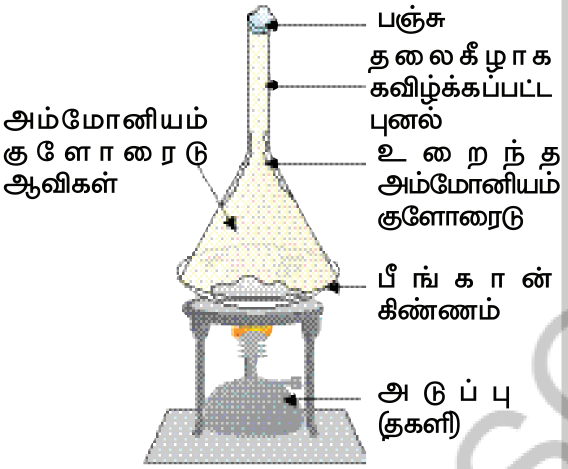
Fig. 2.9: *Interconversion of the three states of matter*

* *atmosphere (atm)* is a unit of measuring pressure exerted by a gas. The unit of pressure is Pascal (Pa): 1 atmosphere = 1.01×10^5 Pa. The pressure of air in atmosphere is called atmospheric pressure. The atmospheric pressure at sea level is 1 atmosphere, and is taken as the normal atmospheric pressure.

ஆனால், சில பொருட்கள் திட நிலையிலிருந்து நேரடியாக வாயு நிலைக்கும், வாயு நிலையிலிருந்து திட நிலைக்கும் மாறும்.

செயல் ------------------ 2.13

- சிறிது கற்பூரம் அல்லது அம்மோனியம் குளோரைடு எடுத்துக் கொள்ளவும். இதை தூளாக்கி பீங்கான் கிண்ணத்தில் வைக்கவும்.
- பீங்கான் கிண்ணத்தின் மேல் புனலை தலைகீழாக கவிழ்க்கவும்.
- படம் 2.7 ல் கண்டவாறு பஞ்சை புனல் தண்டின் மேற்பகுதியில் வைக்கவும்.



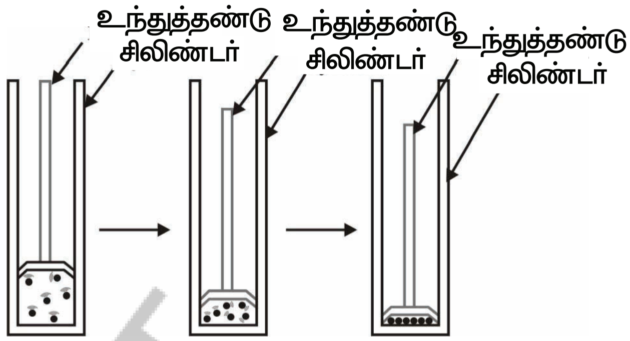
படம் *2.7* அம்மோனியம் குளோரைடு பதங்கமாதல்

- இப்போது மெதுவாக வெப்பப்படுத்தவும் மற்றும் கவனிக்கவும்.
- மேற்கண்ட செயல் மூலம் நீங்கள் கண்டறிந்தது என்ன?

திரவநிலைக்கு மாறாமல், திட நிலையிலிருந்து நேரடியாக வாயு நிலைக்கு மாறுவதை "பதங்கமாதல்" என்பர். திரவ நிலைக்கு மாறாமல், வாயு நிலையிலிருந்து நேரடியாக திட நிலைக்கு மாறுவதை "படிதல்" என்பர்.

2.4.2 அழுத்த மாற்றத்தின் விளைவு

பருப்பொருட்களில் துகள்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி வேறுபாடுகள் காரணமாக, வெவ்வேறு நிலைகள் ஏற்படும் என நாம் அறிந்தோம். ஒரு சிலிண்டரில் உள்ள வாயுவின் மீது அழுத்தத்தை செலுத்தி இறுக்கும்போது என்ன நிகழ்கிறது? சிலிண்டரில் உள்ள துகள்கள் அருகருகே வருமா? அழுத்தத்தை உயர்த்துவதால் அல்லது குறைப்பதால், பொருளின் நிலையில் மாற்றம் ஏற்படும் என நீங்கள் நினைக்கிறீர்களா?

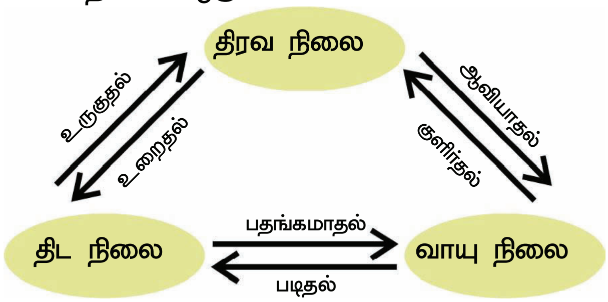


படம் *2.8* அழுத்தத்தை செலுத்துவதால் பருப்பொருளின் துகள்களை அருகே கொண்டு வரலாம்

அழுத்தத்தை அதிகரித்தல் மற்றும் வெப்பநிலையை குறைத்தல் மூலம் வாயுக்களை திரவ நிலைக்கு மாற்ற முடியும்.

திண்ம கார்பன் டை ஆக்சைடு பற்றி நீங்கள் கேள்விப்பட்டிருக்கிறீர்களா? இது அதிக அழுத்தத்தில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. அழுத்தத்தை ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்திற்கு* குறைத்தால், திட நிலையிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடு திரவ நிலைக்கு மாறாமல் நேரடியாக வாயு நிலைக்கு மாறிவிடும். ஆகவே திட கார்பன் டை ஆக்சைடை "உலர் பனிக்கட்டி" (Dry Ice) என்பர்.

பருப்பொருட்கள் திட, திரவ அல்லது வாயு நிலைகளில் இருப்பினும், பருப்பொருட்களின் நிலையை நிர்ணயிப்பவை அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலை ஆகும்.



படம் *2.9:* பருப்பொருளின் மூன்று நிலைகளின் ஒன்றுக்கொன்று மாற்றம்

*வாயு செலுத்தும் அழுத்தத்தை அளக்க பயன்படும் அலகு வளிமண்டல அழுத்தம் (அட்மாஸ்பியர்) ஆகும். அழுத்தத்தின் அலகு பாஸ்கல் (Pa) ஆகும். 1 வளிமண்டல அழுத்தம் = 1.01×10^5 பாஸ்கல். வளிமண்டலத்தில் உள்ள காற்றின் அழுத்தத்தை வளிமண்டல அழுத்தம் என்பர். கடல்மட்டத்தில் வளிமண்டலத்தின் அழுத்தம் 1 வளிமண்டல அழுத்தமாக (1 அட்மாஸ்பியர்) எடுத்துக்கொள்ளப்படும். மற்றும் இதை சாதாரண அழுத்தமாக எடுத்துக் கொள்வர்.

AP - SCERT

Questions

1. *Convert the following temperature to celsius scale:*
   a. 300 K   b. 573 K
2. *What is the physical state of water at:*
   a. $250^{\circ}C$ b. $100^{\circ}C$?
3. *For any substance, why does the temperature remain constant during the change of state?*
4. *Suggest a method to liquefy atmospheric gases.*

2.5 Evaporation

Do we always need to heat or change pressure for changing the state of matter? Can you quote some examples from everyday life where change of state from liquid to vapour takes place without the liquid reaching the boiling point? Water, when left uncovered, slowly changes into vapour. Wet clothes dry up. What happens to water in the above two examples?

We know that particles of matter are always moving and are never at rest. At a given temperature in any gas, liquid or solid, there are particles with different amounts of kinetic energy. In the case of liquids, a small fraction of particles at the surface, having higher kinetic energy, is able to break away from the forces of attraction of other particles and gets converted into vapour. This **phenomenon of change of liquid into vapours at any temperature below its boiling point is called evaporation.**

2.5.1 Factors affecting evaporation

Let us understand this with an activity.

Activity ______________ 2.14

- Take 5 mL of water in a test tube and keep it near a window or under a fan.
- Take 5 mL of water in an open china dish and keep it near a window or under a fan.
- Take 5 mL of water in an open china dish and keep it inside a cupboard or on a shelf in your class.
- Record the room temperature.
- Record the time or days taken for the evaporation process in the above cases.
- Repeat the above three steps of activity on a rainy day and record your observations.
- What do you infer about the effect of temperature, surface area and wind velocity (speed) on evaporation?

You must have observed that the rate of evaporation increases with–

- an increase of surface area:
  We know that evaporation is a surface phenomenon. If the surface area is increased, the rate of evaporation increases. For example, while putting clothes for drying up we spread them out.
- an increase of temperature:
  With the increase of temperature, more number of particles get enough kinetic energy to go into the vapour state.
- a decrease in humidity:
  Humidity is the amount of water vapour present in air. The air around us cannot hold more than a definite amount of water vapour at a given temperature. If the amount of water in air is already high, the rate of evaporation decreases.
- an increase in wind speed:
  It is a common observation that clothes dry faster on a windy day. With the increase in wind speed, the particles of water vapour move away with the wind, decreasing the amount of water vapour in the surrounding.

2.5.2 How does evaporation cause cooling?

In an open vessel, the liquid keeps on evaporating. The particles of liquid absorb energy from the surrounding to regain the energy lost during evaporation. This absorption of energy from the surroundings make the surroundings cold.

AP SCERT

வினாக்கள்

1. *கீழ்க்கண்ட வெப்பநிலைகளை செல்சியஸ் அளவீட்டில் மாற்றவும்.*
   a) 300 K b) 573 K
2. *கீழ்க்கண்ட வெப்பநிலைகளில் நீரின் இயற்பியல் நிலை என்ன?*
   a) 250 °C b) 100 °C
3. *ஒரு பருப்பொருளின் நிலை மாறும்போது, வெப்பநிலை நிலையாக இருப்பது ஏன்?*
4. *வளிமண்டல வாயுக்களை திரவமாக்க ஒரு முறையை குறிப்பிடவும்?*

2.5 ஆவியாதல்

நாம் பருப்பொருளின் நிலையை மாற்ற வெப்பநிலையை அல்லது அழுத்தத்தை மாற்ற வேண்டுமா? கொதிநிலைப் புள்ளியை அடையாமலேயே, திரவ நிலையிலிருந்து வாயு நிலைக்கு மாறும் அன்றாட நிகழ்வுகள் சிலவற்றை கூற முடியுமா? மூடியில்லாத போது, நீர் மெதுவாக ஆவியாக மாறுகிறது. ஈரத்துணிகள் உலர்கின்றன. மேற்கண்ட எடுத்துக்காட்டுகளில் நீருக்கு என்ன நேர்ந்தது?

பருப்பொருளின் துகள்கள் எப்போதும் இயங்கிக் கொண்டே இருக்கும் என்றும், ஓய்வு நிலையில் இருக்காது என்றும் அறிவோம். கொடுக்கப்பட்ட வெப்பநிலையில் வாயு, திரவம் அல்லது திண்மப்பொருளில் உள்ள துகள்கள் வெவ்வேறு இயக்க ஆற்றலை பெற்றிருக்கும். திரவத்தின் மேற்பரப்பில் உள்ள சில துகள்கள் அதிக இயக்க ஆற்றலை பெற்றிருக்கும். இவை பிற துகள்களின் ஈர்ப்பு விசையிலிருந்து விடுபட்டு ஆவியாக மாறுகின்றன. **கொதிநிலைப் புள்ளியை விட குறைந்த வெப்பநிலையில், திரவங்கள் வாயுவாக மாறும் நிகழ்வை “ஆவியாதல்“ என்பர்.**

2.5.1 ஆவியாதலை பாதிக்கும் காரணிகள்

ஒரு செயல் மூலம் புரிந்துகொள்வோம்.

செயல் 2.14

- ஒரு சோதனைக் குழாயில் 5 மி.லி. நீரை எடுத்துக் கொண்டு சன்னல் அருகே அல்லது மின்விசிறி கீழே வைக்கவும்.
- பீங்கான் கிண்ணத்தில் 5 மி.லி. நீரை எடுத்துக் கொண்டு, சன்னல் அருகே அல்லது மின்விசிறி கீழே வைக்கவும்.
- பீங்கான் கிண்ணத்தில் 5 மி.லி. நீரை எடுத்துக்கொண்டு, வகுப்பறையில் உள்ள அலமாரியினுள் வைக்கவும்.
- வகுப்பறை வெப்பநிலையை அளவிட்டு, பதிவு செய்யவும்.
- மேற்கண்டவற்றில் ஆவியாதலுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட நேரம் அல்லது நாட்களை குறித்துக் கொள்ளவும்.
- மழை பொழியும் நாட்களில், மேலே குறிப்பிட்ட மூன்று நிலைகளை மீண்டும் செய்து உற்றுநோக்கலை பதிவு செய்யவும்.
- ஆவியாதல் மீது வெப்பநிலை, புறப்பரப்பு மற்றும் காற்றின் வேகம் ஆகியவற்றின் விளைவைப் பற்றி நீங்கள் என்ன நினைத்தீர்கள்?

ஆவியாதலின் வீதத்தின் உயர்வினை நீங்கள் கீழ்கண்டவாறு கவனித்திருப்பீர்கள்.

- புறப்பரப்பு அதிகரித்தல் :
  ஆவியாதல் என்பது ஒரு புறப்பரப்பு நிகழ்வு என அறிவோம். புறப்பரப்பு அதிகரிக்கும் போது, ஆவியாதலின் வீதம் அதிகரிக்கும். எடுத்துக்காட்டாக துணிகளை உலர்த்தும் போது, அவற்றை பிரித்து உலர்த்துவோம்.
- வெப்பநிலை அதிகரித்தல் :
  வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, அதிக எண்ணிக்கையில் மூலக்கூறுகள் தேவையான ஆற்றலை பெற்று வாயு நிலைக்கு மாறுகின்றன.
- ஈரப்பதம் குறைதல் :
  காற்றில் உள்ள நீராவியின் அளவை ஈரப்பதம் என்பர். நம்மைச் சுற்றியுள்ள காற்று குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், குறிப்பிட்ட அளவை விட அதிக நீராவியை நிலைநிறுத்திக் கொள்ளாது. காற்றில் நீராவியின் அளவு அதிகமாக இருக்கும் போது, ஆவியாதலின் வீதம் குறைகிறது.
- காற்றின் வேகம் அதிகரித்தல் :
  பொதுவாக காற்றின் வேகம் அதிகமாக இருக்கும் போது, துணிகள் விரைவாக உலர்ந்து விடும். காற்றின் வேகம் அதிகரிக்கும் போது, நீராவி துகள்கள் காற்றுடன் தூரமாக சென்றுவிடும். அப்போது சுற்றுப்புறத்தில் நீராவியின் அளவு குறைகிறது.

2.5.2 ஆவியாதல் குளிர்வித்தலுக்கு எவ்வாறு காரணமாகின்றது?

திறந்த கிண்ணத்தில் உள்ள திரவம் தொடர்ந்து ஆவியாகின்றது. ஆவியாகும் போது திரவத் துகள்கள் இழந்த ஆற்றலை மீண்டும் பெற, சுற்றிலும் உள்ளவற்றிடமிருந்து ஆற்றலை உட்கவர்கின்றன. இவ்வாறு சுற்றுப்புறத்திலிருந்து வெப்பத்தை உட்கவர்ந்து கொள்வதால், சுற்றுப்புறம் குளிர்ச்சியாக மாறுகிறது.

What happens when you pour some acetone (nail polish remover) on your palm? The particles gain energy from your palm or surroundings and evaporate causing the palm to feel cool.

After a hot sunny day, people sprinkle water on the roof or open ground because the large latent heat of vaporisation of water helps to cool the hot surface.

Can you cite some more examples from daily life where we can feel the effect of cooling due to evaporation?

Why should we wear cotton clothes in summer?

During summer, we perspire more because of the mechanism of our body which keeps us cool. We know that during evaporation, the particles at the surface of the liquid gain energy from the surroundings or body surface and change into vapour. The heat energy equal to the latent heat of vaporisation is absorbed from the body leaving the body cool. Cotton, being a good absorber of water helps in absorbing the sweat and exposing it to the atmosphere for easy evaporation.

Why do we see water droplets on the outer surface of a glass containing ice-cold water?

Let us take some ice-cold water in a tumbler. Soon we will see water droplets on the outer surface of the tumbler. The water vapour present in air, on coming in contact with the cold glass of water, loses energy and gets converted to liquid state, which we see as water droplets.

Questions

1. *Why does a desert cooler cool better on a hot dry day?*
2. *How does the water kept in an earthen pot (matka) become cool during summer?*
3. *Why does our palm feel cold when we put some acetone or petrol or perfume on it?*
4. *Why are we able to sip hot tea or milk faster from a saucer rather than a cup?*
5. *What type of clothes should we wear in summer?*

What you have learnt

- Matter is made up of small particles.
- The matter around us exists in three states—solid, liquid and gas.
- The forces of attraction between the particles are maximum in solids, intermediate in liquids and minimum in gases.
- The spaces in between the constituent particles and kinetic energy of the particles are minimum in the case of solids, intermediate in liquids and maximum in gases.

AP – SCERT

உங்கள் உள்ளங்கையில் அசிடோன் (நகப் பூச்சு நீக்கி) ஊற்றும் போது என்ன நிகழ்கிறது? துகள்களானது, உங்கள் உள்ளங்கை அல்லது சுற்றுப்புறத்திலிருந்து ஆற்றலை பெற்று ஆவியாவதால் உள்ளங்கையை குளிர்ச்சியாக உணர்கிறோம்.

வெப்பமான நாட்களில், மக்கள் வீட்டின் மேற்கூரை அல்லது மைதானங்களில் நீரை தெளிப்பர். ஏனெனில் நீரின் அதிக ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம், வெம்மையாக உள்ள புறப்பரப்பை குளிர்விக்க பயன்படுகிறது.

அன்றாட வாழ்வில் ஆவியாதலின் காரணமாக, குளிர்ச்சியை உணரும் சில எடுத்துக்காட்டுகளை கூற முடியுமா?

கோடை காலத்தில் பருத்தி ஆடைகளை அணிகிறோம். ஏன்?

கோடை காலத்தில், நம்மை குளிர்விக்க உடல் அதிக வியர்வையை வெளியேற்றுகிறது. ஆவியாதலின் போது திரவத்தின் புறப்பரப்பில் உள்ள துகள்கள், சுற்றுப்புறத்தில் இருந்து அல்லது உடலின் புறப்பரப்பிலிருந்து ஆற்றலை உட்கவர்ந்து நீராவியாக மாறுகிறது என்பதை அறிவோம். ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பத்திற்கு சமமான ஆற்றலை உட்கவர்ந்து கொண்டு உடலை குளிர்விக்கிறது. பருத்திக்கு நீரை உட்கவர்ந்து கொள்ளும் பண்பு இருப்பதால், வியர்வையை உட்கவர்ந்து வளிமண்டலத்தில் எளிதாக ஆவியாக உதவுகிறது.

குளிர்ந்த நீரை கொண்ட கண்ணாடி குவளையின், வெளிப்பரப்பின் மீது நீர்த்துளிகளை காண்கிறோம். ஏன்?

ஒரு கண்ணாடி குவளையில் நன்கு குளிர்ந்த நீரை எடுத்துக் கொள்வோம். சிறிது நேரத்திலேயே, கண்ணாடி குவளையின் வெளிப்பரப்பின் மீது நீர்த்துளிகளை பார்ப்போம். காற்றில் உள்ள நீராவி, குளிர்ந்த குவளையின் புறப்பரப்பை தொடும் போது ஆற்றலை இழந்து திரவ நிலைக்கு மாறுகின்றன. இதை நீர் துளிகளாக காண்கிறோம்.

வினாக்கள்

1. *வெம்மையான உலர் நாட்களில், குளிர்விப்பான்கள் நன்கு குளிர்விக்கின்றன. ஏன் ?*
2. *கோடை காலத்தில், மண் பானையில் உள்ள நீர் எவ்வாறு குளிர்ச்சி அடைகிறது?*
3. *நமது உள்ளங்கையில் சிறிது அசிடோன் அல்லது பெட்ரோல் அல்லது வாசனை திரவியம் எடுத்துக் கொள்ளும் போது, உள்ளங்கை குளிர்ச்சி அடைவதை உணர்கிறோம். ஏன்?*
4. *நாம் சூடான பால் அல்லது தேநீரை கோப்பையைவிட தட்டில் வேகமாக குடிக்க முடிகிறது. ஏன்?*
5. *கோடை காலத்தில் எவ்வகையான ஆடைகளை அணிய வேண்டும்?*

நாம் கற்றவை

- பருப்பொருட்கள் சிறிய துகள்களால் ஆனவை.
- நம்மை சுற்றியுள்ள பருப்பொருட்கள் திட, திரவ மற்றும் வாயு ஆகிய மூன்று நிலைகளில் உள்ளன.
- துகள்களுக்கிடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசை திடப்பொருட்களில் அதிகபட்சமாகவும், திரவங்களில் இடைப்பட்ட நிலையிலும்(அ) இடைநிலையிலும், வாயுக்களில் குறைந்தபட்சமாகவும் உள்ளன.
- துகள்களுக்கிடையே இடைவெளி மற்றும் துகள்களின் இயக்க ஆற்றல் திடப்பொருட்களில் குறைவாகவும், திரவங்களில் இடை நிலையிலும், வாயுக்களில் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

AP – SCERT

- The arrangement of particles is most ordered in the case of solids, in the case of liquids layers of particles can slip and slide over each other while for gases, there is no order, particles just move about randomly.
- The states of matter are inter-convertible. The state of matter can be changed by changing temperature or pressure.
- Sublimation is the change of solid state directly to gaseous state without going through liquid state.
- Deposition is the change of gaseous state directly to solid state without going through liquid state.
- Boiling is a bulk phenomenon. Particles from the bulk (whole) of the liquid change into vapour state.
- Evaporation is a surface phenomenon. Particles from the surface gain enough energy to overcome the forces of attraction present in the liquid and change into the vapour state.
- The rate of evaporation depends upon the surface area exposed to the atmosphere, the temperature, the humidity and the wind speed.
- Evaporation causes cooling.
- Latent heat of vaporisation is the heat energy required to change 1 kg of a liquid to gas at atmospheric pressure at its boiling point.
- Latent heat of fusion is the amount of heat energy required to change 1 kg of solid into liquid at its melting point.
- Some measurable quantities and their units to remember:

Quantity	Unit	Symbol
Temperature	kelvin	K
Length	metre	m
Mass	kilogram	kg
Weight	newton	N
Volume	cubic metre	m^3
Density	kilogram per cubic metre	$kg\ m^{-3}$
Pressure	pascal	Pa

AP SCERT

- திடப்பொருட்களில் துகள் சீரான வரிசையில் அமைந்திருக்கும். திரவங்களில் துகள்களின் அடுக்குகள் ஒன்றின் மீது ஒன்று நழுவிக் கொண்டிருக்கும். வாயுக்களில் துகள்கள் சீரின்றி அமைந்திருக்கும். மேலும் தன்னிச்சையாக இயங்கிக் கொண்டிருக்கும்.
- பருப்பொருளின் நிலைகள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபவை. வெப்பநிலை அல்லது அழுத்தத்தை மாற்றுவதினால், பொருளின் நிலைகளை மாற்றலாம்.
- திரவ நிலைக்கு மாறாமல், திட நிலையிலிருந்து நேரடியாக வாயு நிலைக்கு மாறும் நிகழ்வை பதங்கமாதல் என்பர்.
- திரவ நிலைக்கு மாறாமல், வாயு நிலையிலிருந்து நேரடியாக திட நிலைக்கு மாறும் நிகழ்வை படிதல் என்பர்.
- கொதித்தல் என்பது ஒரு பரும நிகழ்வு ஆகும். திரவத்தின் அனைத்து பகுதிகளிலிருந்தும் துகள்கள் வாயு நிலைக்கு மாறுகின்றன.
- ஆவியாதல் ஒரு புறப்பரப்பு நிகழ்வாகும். திரவத்தின் புறப்பரப்பில் உள்ள துகள்கள் திரவத்திலுள்ள ஈர்ப்பு விசையை முறித்துக் கொள்ள போதுமான ஆற்றலை பெற்று, வாயு நிலைக்கு மாறுகின்றன.
- ஆவியாதலின் வீதம் புறப்பரப்பு, வெப்பநிலை, ஈரப்பதம் மற்றும் காற்றின் வேகம் ஆகியவற்றின் மீது ஆதாரப்பட்டுள்ளது.
- ஆவியாதல் குளிர்விக்கிறது.
- வளிமண்டல அழுத்தம் மற்றும் கொதிநிலைப் புள்ளியில், 1 கி.கி. திரவத்தை வாயுவாக மாற்ற தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலை ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம் என்பர்.
- உருகுநிலைப் புள்ளியில், 1 கி.கி. திடப்பொருளை திரவமாக மாற்ற தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றலை உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் என்பர்.
- அளவைகள் மற்றும் அவற்றின் அலகுகள்

அளவைகள்	அலகு	குறியீடு
வெப்பநிலை	கெல்வின்	K
நீளம்	மீட்டர்	m
நிறை	கிலோகிராம்	kg
எடை	நியூட்டன்	N
கனஅளவு	கன மீட்டர்	m^3
அடர்த்தி	கிலோகிராம் / கன மீட்டர்	$kg\ m^{-3}$
அழுத்தம்	பாஸ்கல்	Pa

AP SCERT

Exercises

1. Convert the following temperatures to the celsius scale.

   (a) 293 K (b) 470 K

2. Convert the following temperatures to the kelvin scale.

   (a) 25°C (b) 373°C

3. Give reason for the following observations.

   (a) Naphthalene balls disappear with time without leaving any solid.

   (b) We can get the smell of perfume sitting several metres away.

4. Arrange the following substances in increasing order of forces of attraction between the particles— water, sugar, oxygen.

5. What is the physical state of water at—

   (a) 25°°C (b) 0°°C (c) 100°C ?

6. Give two reasons to justify—

   (a) water at room temperature is a liquid.

   (b) an iron almirah is a solid at room temperature.

7. Why is ice at 273 K more effective in cooling than water at the same temperature?

8. What produces more severe burns, boiling water or steam?

9. Imagine you are a tiny particle inside a block of ice. Now imagine the ice melts into water. Explain what changes happen in your movement and arrangement in the liquid state.

10. Statement : "I am the reverse process of sublimation".

    Which of the following situations best represents me?

    A) Ice changing into water on heating

    B) Water vapour changing directly into ice crystals on a cold surface

    C) Solid camphor changing directly into vapour.

    D) Water changing into steam on boiling rate.

AP SCERT

பயிற்சிகள்

1. கீழ்க்கண்ட வெப்பநிலைகளை செல்சியஸ் அளவீட்டில் மாற்றுக.

   a) 293 *K* *b)* 470 *K*

2. கீழ்க்கண்ட வெப்பநிலைகளை கெல்வின் அளவீட்டில் மாற்றுக.

   a) 25^oC *b)* 373^oC

3. கீழ்க்கண்ட உற்றுநோக்கல்களுக்கு காரணங்களை கொடுக்கவும்.

   a) நாப்தலீன் உருண்டைகள் நாட்கள் செல்ல செல்ல திட வடிவத்தில் மீதமில்லாமல் மறைந்து விடுகின்றன.

   b) பல மீட்டர்கள் தூரத்தில் அமர்ந்திருந்தாலும், நறுமண பொருட்களின் மணத்தை நுகர முடியும்.

4. கீழ்க்கண்டவற்றை துகள்களுக்கிடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசையின் அடிப்படையில் ஏறுவரிசையில் அமைக்கவும். – நீர், சர்க்கரை, ஆக்சிஜன்

5. கீழ்க்கண்ட வெப்பநிலைகளில் நீரின் இயற்பியல் நிலை என்ன?

   a) 25^oC *b)* 0^oC *c)* 100^oC

6. இரண்டு காரணங்களை கூறுக.

   a) அறை வெப்பநிலையில், நீர் ஒரு திரவம் ஆகும்.

   b) அறை வெப்பநிலையில் இரும்பு அலமாரி ஒரு திடப்பொருள் ஆகும்.

7. 273 *K* வெப்பநிலையில் உள்ள பனிக்கட்டி, அதே வெப்பநிலையில் உள்ள நீரைவிட அதிகமாக குளிர்விக்கும். ஏன்?

8. கொதிக்கும் நீர், நீராவி ஆகியவற்றில் அதிக தீக்காயங்களை ஏற்படுத்துவது எது?

9. நீங்கள் ஒரு பனிக்கட்டித் தொகுதிக்குள் இருக்கும் ஒரு மிகச்சிறிய துகள் என்று கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். இப்போது அந்த பனிக்கட்டி உருகி நீராக மாறுவதற்குக் கற்பனை செய்யுங்கள். திரவ நிலையில் உங்கள் இயக்கத்திலும், அமைப்பிலும் என்னென்ன மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன என்பதை விளக்குங்கள்.

10. கூற்று : "நான் பதங்கமாதலின் தலைகீழ் செயல்முறை"

    பின்வரும் சூழ்நிலைகளில் எது என்னை மிகச்சரியாகப் பிரதிபலிக்கிறது?

    A) வெப்பப்படுத்தும்போது பனிக்கட்டி நீராக மாறுதல்

    B) குளிர்ந்த மேற்பரப்பில் நீராவி நேரடியாக பனிக்கட்டிகளாக மாறுதல்

    C) திட கற்பூரம் நேரடியாக ஆவியாக மாறுதல்

    D) கொதிநிலையின் போது நீர் நீராவியாக மாறுதல்

AP SCERT

Group Activity

Prepare a model to demonstrate movement of particles in solids, liquids and gases.

For making this model you will need

- A transparent jar
- A big rubber balloon or piece of stretchable rubber sheet
- A string
- Few chickpeas or black gram or dry green peas.

How to make?

- Put the seeds in the jar.
- Sew the string to the centre of the rubber sheet and put some tape to keep it tied securely.
- Stretch and tie the rubber sheet on the mouth of the jar.
- Your model is ready. Now run your fingers up and down the string by first tugging at it slowly and then rapidly.

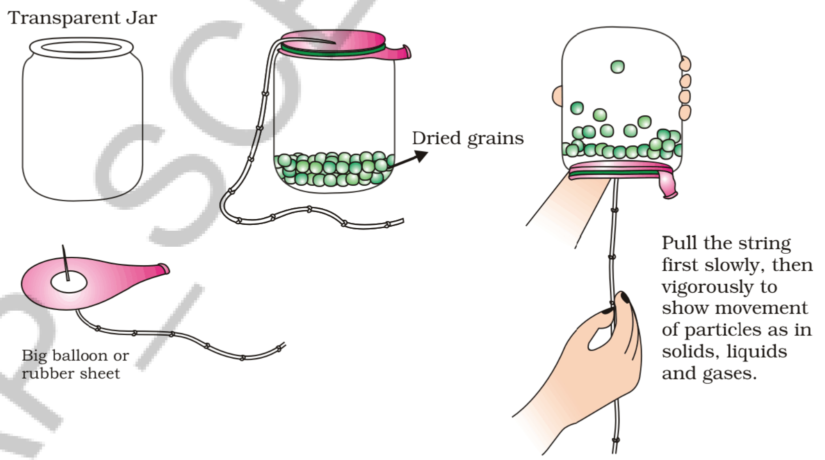


Fig. 2.10: *A model for converting of solid to liquid and liquid to gas.*

AP SCERT

குழு செயல்

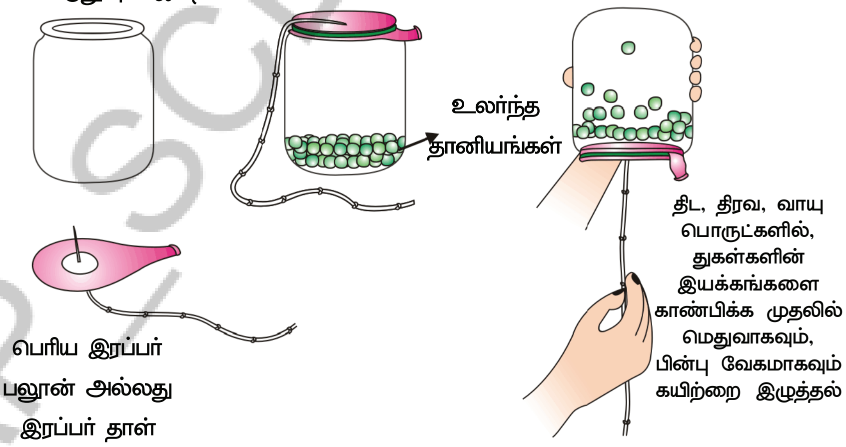
திட, திரவ மற்றும் வாயுப் பொருட்களில் துகள்களின் இயக்கத்தை காட்சிப்படுத்த ஒரு மாதிரியை தயார் செய்யவும்.

மாதிரியை தயார் செய்ய தேவையான பொருட்கள்

- ஒளி ஊடுருவும் ஜாடி
- இரப்பர் பலூன் அல்லது நீட்சிக்கக்கூடிய இரப்பர் தகடு தாள்
- கயிறு
- சில கொண்டைக்கடலை அல்லது உளுந்து பருப்பு அல்லது உலர்ந்த பச்சைப் பட்டாணி.

எவ்வாறு தயார் செய்வது?

- விதைகளை ஜாடியில் வைக்கவும்.
- கயிற்றை இரப்பர் தாளின் மையத்தில் தைக்கவும். கயிறு இறுக்கமாக இருக்க, அதை டேப்பினால் ஒட்டவும்.
- இரப்பர் தாளை இழுத்து ஜாடியின் வாய்ப்பகுதிக்கு கட்டவும்.
- உங்கள் மாதிரி தயாராகி விட்டது. இப்போது உங்கள் கைகளால் கயிற்றை பிடித்துக் கொண்டு, முதலில் மெதுவாகவும், பின் வேகமாகவும் மேலும் கீழுமாக இழுக்கவும்.



படம் *2.10* திடபொருள்கள் திரவமாகவும், திரவங்கள் வாயுவாகவும் மாறுவதை காட்டும் மாதிரி

AP SCERT

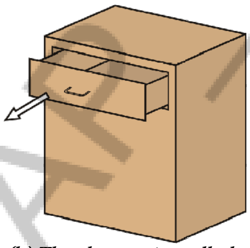
Chapter 3

Force and Laws of Motion

In the previous chapter, we described the motion of an object along a straight line in terms of its position, velocity and acceleration. We saw that such a motion can be uniform or non-uniform. We have not yet discovered what causes the motion. Why does the speed of an object change with time? Do all motions require a cause? If so, what is the nature of this cause? In this chapter we shall make an attempt to quench all such curiosities.

For many centuries, the problem of motion and its causes had puzzled scientists and philosophers. A ball on the ground, when given a small hit, does not move forever. Such observations suggest that rest is the "natural state" of an object. This remained the belief until Galileo Galilei and Isaac Newton developed an entirely different approach to understand motion.

(a) The trolley moves along the direction we push it.



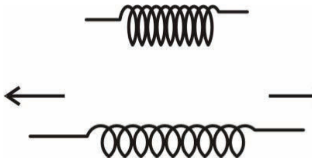
(b) The drawer is pulled.

(c) The hockey stick hits the ball forward

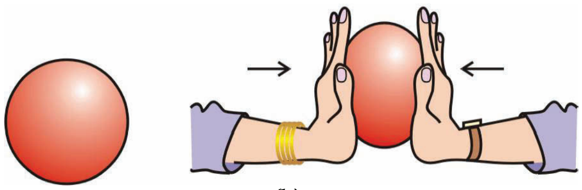
Fig. 3.1: *Pushing, pulling, or hitting objects change their state of motion.*

In our everyday life we observe that some effort is required to put a stationary object into motion or to stop a moving object. We ordinarily experience this as a muscular effort and say that we must push or hit or pull on an object to change its state of motion. The concept of force is based on this push, hit or pull. Let us now ponder about a 'force'. What is it? In fact, no one has seen, tasted or felt a force. However, we always see or feel the effect of a force. It can only be explained by describing what happens when a force is applied to an object. Pushing, hitting and pulling of objects are all ways of bringing objects in motion (Fig. 3.1). They move because we make a force act on them.

From your studies in earlier classes, you are also familiar with the fact that a force can be used to change the magnitude of velocity of an object (that is, to make the object move faster or slower) or to change its direction of motion. We also know that a force can change the shape and size of objects (Fig. 3.2).



(a)



(b)

Fig. 3.2: (a) *A spring expands on application of force;* *(b) A spherical rubber ball becomes oblong as we apply force on it.*

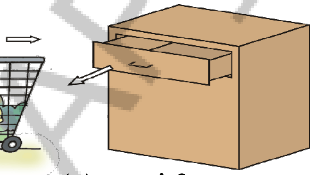
அலகு 3

விசை மற்றும் இயக்க விதிகள்

நேர்கோட்டில் இயங்கும் பொருளின் இயக்கத்தை அதன் நிலை, திசைவேகம் மற்றும் முடுக்கத்தை கொண்டு நாம் முந்தைய அலகில் கற்றோம். இவ்வகை இயக்கம் சீரான இயக்கம் அல்லது சீரற்ற இயக்கமாக இருப்பதை நாம் பார்த்தோம், இயக்கம் ஏன் எதனால் உண்டாகிறது என்பதை நாம் இன்று வரை கண்டறிய வில்லை. காலத்தைப் பொருத்து பொருளின் வேகம் ஏன் மாறுபடுகிறது? அனைத்து இயக்கங்களும் உண்டாக காரணம் தேவையா? அவ்வாறு எனில் காரணத்தின் தன்மைஎன்ன? இந்த அலகில் இக்கேள்வி களுக்கான விடைகளை கண்டறிய முயற்சிப்போம்.

பல நூற்றாண்டுகளாக இயக்கம் மற்றும் அது உண்டாவதற்கான காரணங்களைப் பற்றிய பிரச்சனை அறிவியலறிஞர்கள் மற்றும் தத்துவ மேதைகளுக்கு ஒரு புதிராகவே உள்ளது. விளையாட்டு மைதானத்தில் உள்ள பந்தை உதைக்கும் போது அது தொடர்ந்து இயங்குவ தில்லை. இப்பரிசீலனைகள் பொருளின் இயற்கை நிலை ஓய்வு நிலை என்பதை பரிந்துரைக்கிறது. கலிலியோ கலிலி மற்றும் ஐசக் நியூட்டன் இயக்கத்தை புரிந்துகொள்ள முற்றிலும் வேறுபட்ட ஒரு கருத்தை உருவாக்கும் வரை இது ஒரு நம்பிக்கையாக இருந்து விட்டது.

(a) நாம் தள்ளும் திசையில் ட்ராலி



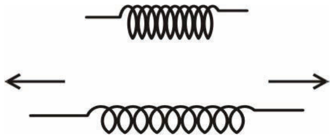
(b) ஹாக்கி மட்டை

(c) ஹாக்கிமட்டையால் பந்தை முன்நோக்கி அடிக்கும்போது

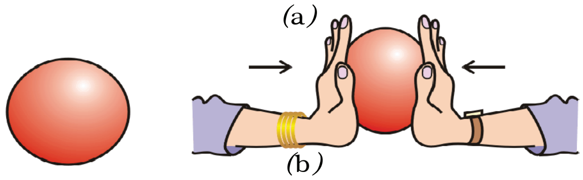
படம் : 3.1 தள்ளுதல், இழுத்தல் அல்லது பொருட்களை தாக்குவதின் மூலம் அவற்றின் இயக்க நிலையில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துதல்.

நம் அன்றாட வாழ்வில் ஓய்வு நிலையில் உள்ள ஒரு பொருளை இயக்குவதற்கு அல்லது இயக்க நிலையில் உள்ள ஒரு பொருளை நிறுத்த சிறிது முயற்சி தேவைப்படுவதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். பொதுவாக இதை நாம் தசையியக்க விசை என்கிறோம். ஒரு பொருளின் இயக்க நிலையில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்த அப்பொருளை நாம் தள்ளவோ அல்லது இழுக்கவோ அல்லது தாக்கவோ வேண்டும். இவ்வகை தள்ளுதல் (அ) இழுத்தல் (அ)தாக்குதலின் மீது விசை என்பதன் கருத்து ஆதாரப்பட்டுள்ளது. இப்போது நாம் விசையைப் பற்றி தெரிந்து கொள்வோம். விசையை யாரும் பார்த்ததில்லை. சுவைத்ததில்லை (அ) உணர்ந்ததில்லை. ஆனால் விசையினால் ஏற்படும் விளைவை நாம் பார்த்திருக்கிறோம் (அ) உணர்ந்திருக்கிறோம். பொருட்களை தள்ளுதல், தாக்குதல் மற்றும் இழுத்தல் ஆகிய அனைத்தும் பொருட்களை இயக்கத்திற்கு கொண்டு வருவதற்கான வழிகளாகும்.(படம் 3.1) விசையை நாம் அவற்றின் மீது செயல்படச் செய்வதால் அவை இயங்குகின்றன.

முன் வகுப்புகளில் நீங்கள் படித்ததிலிருந்து, ஒரு பொருளின் வேகத்தின் அளவை மாற்றுவதற்கு(அதாவது, ஒரு பொருளை வேகமாக அல்லது மெதுவாக நகர்த்துவதற்கு) அல்லது அதன் இயக்கத்தின் திசையை மாற்றுவதற்கு ஒரு விசையை பயன்படுத்தலாம் என்பதை நீங்கள் நன்கு அறிந்திருக்கிறீர்கள். ஒரு விசையானது பொருட்களின் வடிவத்தையும் அளவையும் மாற்ற முடியும் என்பதையும் நாம் அறிவோம். (படம் 3.2)



(a)



(b)

படம் 3.2 (a) விசையை செலுத்துவதன் மூலம் சுருள் விரிவடைகிறது.
(b) ரப்பர் பந்தின் மீது நாம் விசையை செலுத்தும்போது பந்து நீள்வட்டமாக மாறுகிறது.

3.1 Balanced and Unbalanced Forces

Fig. 3.3 shows a wooden block on a horizontal table. Two strings X and Y are tied to the two opposite faces of the block as shown. If we apply a force by pulling the string X, the block begins to move to the right. Similarly, if we pull the string Y, the block moves to the left. But, if the block is pulled from both the sides with equal forces, the block will not move. Such forces are called balanced forces and do not change the state of rest or of motion of an object. Now, let us consider a situation in which two opposite forces of different magnitudes pull the block. In this case, the block would begin to move in the direction of the greater force. Thus, the two forces are not balanced and the unbalanced force acts in the direction the block moves. This suggests that an unbalanced force acting on an object brings it in motion.

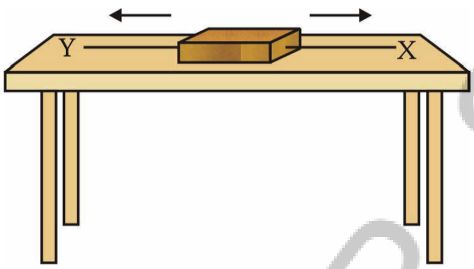
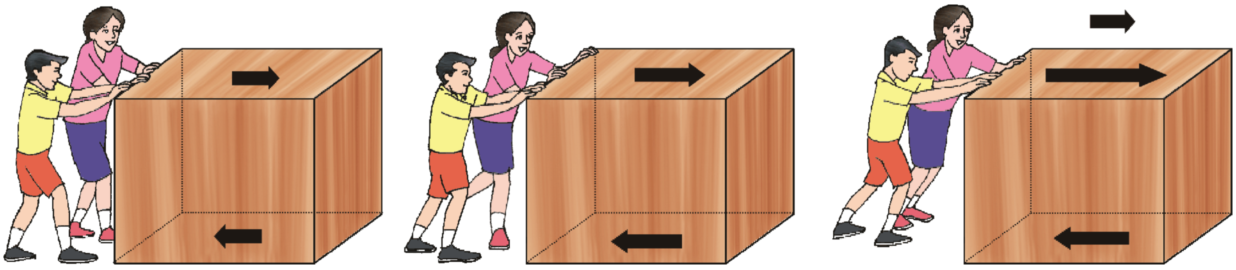


Fig. 3.3: *Two forces acting on a wooden block*

What happens when some children try to push a box on a rough floor? If they push the box with a small force, the box does not move because of friction acting in a direction opposite to the push [Fig. 3.4(a)]. This friction force arises between two surfaces in contact; in this case, between the bottom of the box and floor's rough surface. It balances the pushing force and therefore the box does not move. In Fig. 3.4(b), the children push the box harder but the box still does not move. This is because the friction force still balances the pushing force. If the children push the box harder still, the pushing force becomes bigger than the friction force [Fig. 3.4(c)]. There is an unbalanced force. So the box starts moving.

What happens when we ride a bicycle? When we stop pedalling, the bicycle begins to slow down. This is again because of the friction forces acting opposite to the direction of motion. In order to keep the bicycle moving, we have to start pedalling again. It thus appears that an object maintains its motion under the continuous application of an unbalanced force. However, it is quite incorrect. An object moves with a uniform velocity when the forces (pushing force and frictional force) acting on the object are balanced and there is no net external force on it. If an unbalanced force is applied on the object, there will be a change either in its speed or in the direction of its motion. Thus, to accelerate the motion of an object, an unbalanced force is required. And the change in its speed (or in the direction of motion) would continue as long as this unbalanced force is applied. However, if this force is removed



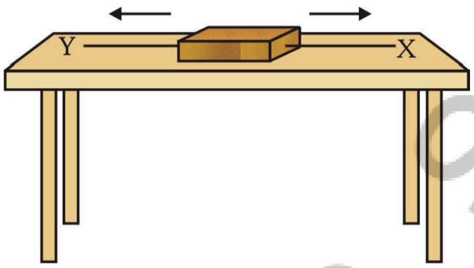
(*a*) (*b*) (*c*)

Fig. 3.4

AP – SCERT

சமன் செய்யப்பட்ட மற்றும் சமன்படுத்தப்படாத விசைகள் :

மேசையின் மீது ஒரு மரத்துண்டு வைக்கப்பட்டிருப்பதை படம் 3.3 காட்டுகிறது. மரத்துண்டின் இரு எதிர் முனைகளுக்கு X மற்றும் Y எனும் இரண்டு கயிறுகள் கட்டப்பட்டிருப்பதை நாம் படத்தில் காணலாம். கயிறு X ன் மீது விசையைச் செலுத்தி இழுக்கும் போது மரத்துண்டு வலது பக்கம் நகரத் தொடங்குகிறது. அவ்வாறு Y கயிற்றை இழுக்கும்போது மரத்துண்டு இடது பக்கம் நகரத்தொடங்குகிறது. மரத்துண்டின் இரு பக்கமும் சமமான விசைகளை செலுத்தும் போது மரத்துண்டு நகருவதில்லை. இவ்விசைகளை நாம் சமன்படுத்தப்பட்ட விசைகள் என்கிறோம். இவை பொருளின் இயக்க நிலையையோ அல்லது ஓய்வு நிலையையோ மாற்றாது. வெவ்வேறு அளவுகளுடைய இரண்டு எதிரெதிர் விசைகள் மரத்துண்டை இழுப்பதாக கருதுவோம். இந்நிகழ்வில் அதிக விசை செயல்படும் திசையில் மரத்துண்டு நகர்கிறது. இவ்விரண்டு விசைகள்

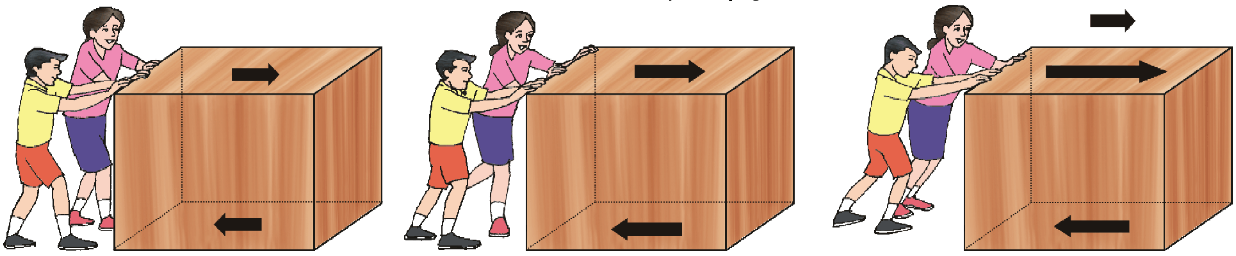


படம் 3.3 மரத்துண்டின் மீது செயல்படும்

சமன்படுத்தவில்லை மற்றும் மரத்துண்டு இயங்கும் திசையில் சமன்படுத்தப்படாத விசை செயல்படுகிறது. சமன்படுத்தப்படாத விசை பொருளின் மீது செயல்படும் போது அப்பொருள் இயங்குகிறது. சில குழந்தைகள் கரடுமுரடான தரையின் மீது பெட்டியை நகர்த்த முயற்சித்தால் என்ன நிகழும்? அப்பெட்டியை குறைந்த அளவு விசையைக் கொண்டு தள்ளினால், தள்ளுவதற்கு எதிர்திசையில் உராய்வு விசை செயல்படுவதால் அப்பெட்டி நகராது. [படம் 3.4(a)] இரண்டு தொடும் பரப்புகளுக்கிடையே உராய்வு விசை ஏற்படுகிறது. இந்தநிகழ்வில் உராய்வு விசை பெட்டியின் அடிப்பக்கத்திற்கும் தரையின் கடின பரப்பிற்கும் இடையில் ஏற்படுகிறது. தள்ளும் விசையை உராய்வு விசை சமன்படுத்துவதால் பெட்டி நகருவதில்லை. படம் 3.4(b) குழந்தைகள் பெட்டியை அதிக விசை கொண்டு தள்ளுகிறார்கள் இருப்பினும் பெட்டி நகரவில்லை. ஏனெனில் உராய்வு விசை தள்ளும் விசையை சமன்செய்கிறது. [படம் 3.4(c) உராய்வு விசையை விட அதிக அளவு தள்ளும் விசையை குழந்தைகள் பெட்டியின் மீது செலுத்தினால் சமன்படுத்தப்படாத விசை உருவாகிறது.

நாம் மிதிவண்டியை ஓட்டும்போது என்ன நிகழ்கிறது? மிதிவண்டி மிதிப்பதை நிறுத்திவிட்டால் மிதிவண்டியின் வேகம் குறைந்து விடுகிறது. இயக்க திசைக்கு எதிர்திசையில் உராய்வு விசை செயல்படுவதினால் அதன் வேகம் குறைந்து விடுகிறது. மிதிவண்டியை நகர்த்துவதற்கு நாம் திரும்பவும் மிதிக்க வேண்டும். சமன்படுத்தப்படாத விசையின் பயன்பாட்டின் கீழ் பொருளின் இயக்கம் தொடர்ந்து செயல்பட்டு கொண்டிருக்கும். ஆனால் இது சரியல்ல. ஒரு பொருள் சீரான திசைவேகத்தில் இயங்கும்போது அதன் மீது செயல்படும் விசைகள் (தள்ளும் விசை மற்றும் உராய்வு விசை) சமன்படுத்தப்பட்டிருக்கும் மற்றும் அதன் மீது எவ்வித வெளிப்புறவிசையும் செயல்படுவதில்லை.

ஒரு பொருளின் மீது சமன்படுத்தப்படாத விசை செலுத்தும்போது அதன் வேகம் அல்லது இயக்கத்தின் திசையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. ஒரு பொருளின் இயக்கத்தை முடுக்குவிக்க சமன்படுத்தப்படாத விசை தேவைப்படுகிறது. பொருளின் வேகத்தில் அல்லது பொருளின் திசையில் ஏற்படும் மாற்றம் அந்த பொருளின் மீது சமன்படுத்தப்படாத விசை செயல்படும் வரை தொடர்ந்து இருக்கும்.



(a) (b) (c)

படம் 3.4

completely, the object would continue to move with the velocity it has acquired till then.

3.2 First Law of Motion

By observing the motion of objects on an inclined plane Galileo deduced that objects move with a constant speed when no force acts on them. He observed that when a marble rolls down an inclined plane, its velocity increases [Fig. 8.5(a)]. In the next chapter, you will learn that the marble falls under the unbalanced force of gravity as it rolls down and attains a definite velocity by the time it reaches the bottom. Its velocity decreases when it climbs up as shown in Fig. 3.5(b). Fig. 3.5(c) shows a marble resting on an ideal frictionless plane inclined on both sides. Galileo argued that when the marble is released from left, it would roll down the slope and go up on the opposite side to the same height from which it was released. If the inclinations of the planes on both sides are equal then the marble will climb the same distance that it covered while rolling down. If the angle of inclination of the right-side plane were gradually decreased, then the marble would travel further distances till it reaches the original height. If the right-side plane were ultimately made horizontal (that is, the slope is reduced to zero), the marble would continue to travel forever trying to reach the same height that it was released from. The unbalanced forces on the marble in this case are zero. It thus suggests that an unbalanced (external) force is required to change the motion of the marble but no net force is needed to sustain the uniform motion of the marble. In practical situations it is difficult to achieve a zero unbalanced force. This is because of the presence of the frictional force acting opposite to the direction of motion. Thus, in practice the marble stops after travelling some distance. The effect of the frictional force may be minimised by using a smooth marble and a smooth plane and providing a lubricant on top of the planes.

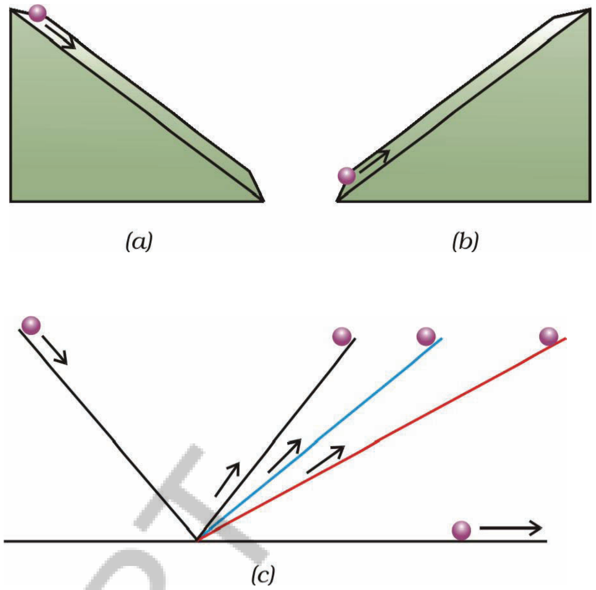


Fig. 3.5: *(a) the downward motion; (b) the upward motion of a marble on an inclined plane; and (c) on a double inclined plane.*

Newton further studied Galileo's ideas on force and motion and presented three fundamental laws that govern the motion of objects. These three laws are known as Newton's laws of motion. The first law of motion is stated as:

An object remains in a state of rest or of uniform motion in a straight line unless compelled to change that state by an applied force.

In other words, all objects resist a change in their *state of motion*. In a qualitative way, the tendency of undisturbed objects to stay at rest or to keep moving with the same velocity is called inertia. This is why, the first law of motion is also known as the law of inertia.

Certain experiences that we come across while travelling in a motorcar can be explained on the basis of the law of inertia. We tend to remain at rest with respect to the seat until the driver applies a braking force to stop the motorcar. With the application of brakes, the car slows down but our body tends to continue in the same state of motion because of its inertia. A sudden application of brakes may thus cause injury to us by impact or collision with the panels in front. Safety belts are worn

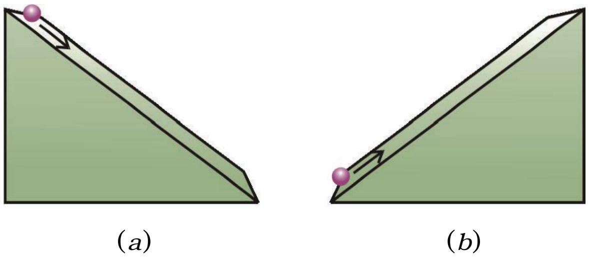
இவ்விசையை முழுவதுமாக நீக்கினாலும் பொருள் தான் பெற்ற திசைவேகத்தின் காரணமாக தொடர்ந்து இயங்கும்.

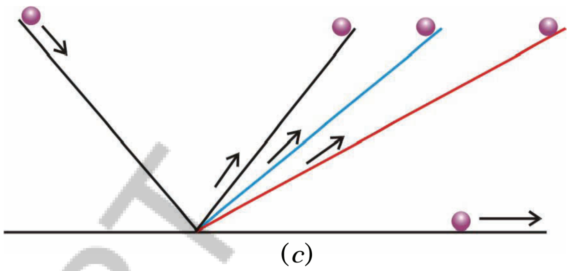
3.2 இயக்கத்தின் முதல் விதி :

சாய்தளத்தின் மீது பொருட்களின் இயக்கத்தை பரிசீலித்த கலிலியோ இயக்கத்தில் உள்ள ஒரு பொருளின் மீது புறவிசை செயல்படாதவரை அது தொடர்ந்து இயக்கநிலையிலேயே இருக்கும் என கண்டறிந்தார். சாய்தளத்தின் மேலிருந்து கோலியை உருட்டும் போதுதான் திசைவேகம் அதிகரிப்பதை கவனித்தார்[படம் 3.5(a)]. கோலி சாய்தளத்தின் மேலிருந்து கீழ் உருளும்போது சமன்படுத்தப்படாத புவியீர்ப்பு விசையின் காரணமாக அடிப்பக்கத்தை அடையும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட திசைவேகத்தை பெறும் படம் 3.5(b) ல் காட்டியபடி கோலி கீழ் இருந்து மேல் நோக்கி நகரும் போது அதன் திசைவேகம் குறைகிறது. படம் 3.5(c) ஒரு உராய்வற்ற இரண்டு பக்கம் சாய்வுடைய பரப்பின் மீது ஓய்வு நிலையில் உள்ள கோலியை காட்டுகிறது. கலிலியோ இடது பக்கம் விடுவிக்கப்பட்ட கோலி சாய்வின் கீழ் நோக்கி உருண்ட பிறகு சாய்வின் எதிர் பக்கத்தில் அதன் விடுவிக்கப்பட்ட அதே உயரத்தை அடையும் வரை நகரும் போது அதன் திசைவேகம் குறைகிறது. படம் 3.5(c) ஒருஉராய்வற்ற இரண்டு பக்கம் சாய்வுடையப் பரப்பின் மீது ஓய்வு நிலையில் உள்ள கோலியை காட்டுகிறது. கலிலியோ இடது பக்கம் விடுவிக்கப்பட்ட கோலி சாய்வின் கீழ் நோக்கி உருண்டு பிறகு சாய்வின் எதிர் பக்கத்தில் அதன் விடுவிக்கப்பட்ட அதே உயரத்தை அடையும் வரை நகரும் என வாதிட்டார். இரண்டு பக்கம் உள்ள பரப்பின் சாய்வு சமம் எனில் கோலி கீழ் நோக்கி இயங்குவதற்கு எவ்வளவு தொலைவு பயணித்ததோ மேல் நோக்கி இயங்குவதற்கும் அதே தொலைவு பயணிக்கும்.

வலது பக்க சாய்தளத்தின் கோணத்தை படிப்படியாக குறைத்தால், கோலி அதன் தொடக்க உயரத்தை அடைய அதிக தொலைவு பயணிக்க வேண்டும். வலது பக்க சாய்தளத்தை கிடைமட்டமாக மாற்றினால் (சாய்தள கோணம் பூஜ்ஜியமாக குறைத்தால்) கோலியானது அது விடுவிக்கப்பட்ட உயரத்தை அடைய தொடர்ந்து பயணப்பட்டு கொண்டிருக்கும். இந்நிகழ்வில் கோலியின் மீது செயல்படும் சமன்படுத்தப்படாத விசை தேவைப்படுகிறது. ஆனால் அதன் சீரான இயக்கத்தை தொடர எவ்வித விசையும் தேவையில்லை நடைமுறையில் பூஜ்ஜிய சமன்படுத்தப்படாத விசையை அடைவது மிகக்கடினம்.

ஏனெனில் இயக்கத்திசையின் எதிர்திசையில் உராய்வு விசை செயல்படுகிறது. நடைமுறையில் கோலி சிறிது தொலைவு பயணித்த பின் நின்றுவிடும். உராய்வு விசையின் விளைவை குறைக்க மென்மையான கோலி மென்மையான பரப்பு மற்றும் சமதளங்களின் மீது உயவு பொருட்களை பயன்படுத்தலாம்.





படம் 3.5: *(a)* சாய்தளத்தின் மீது கோலியின் கீழ்நோக்கு இயக்கம்
(b) மேல் நோக்கு இயக்கம் மற்றும்
(c) இருபக்க சாய்தளம்.

கலிலியோவின் கருத்துக்களை அடிப்படையாக கொண்டு நியூட்டன் விசை மற்றும் இயக்கத்தின் தொடர்பை தெரிவிக்கும் மூன்று அடிப்படை விதிகளை தெரிவித்தார். இம்மூன்று விதிகளையும் நியூட்டனின் இயக்க விதிகள் என்கிறோம்.

நியூட்டனின் இயக்க விதிகள்

முதல் இயக்க விதிப்படி, மொத்த விசையொன்று செயல்பட்டு அதன் நிலையை மாற்றும் வரை தனது ஓய்வு நிலை அல்லது சீரான இயக்கத்தில் உள்ள ஒரு பொருள் தொடர்ந்து அதே நிலையில் இருக்கும். அனைத்து பொருட்களும் அவற்றின் இயக்க நிலையில் ஏற்படும் மாற்றத்தை எதிர்க்கும். ஓய்வு நிலையிலோ, சீரான இயக்க நிலையிலோ உள்ள ஒரு பொருள் அதன் நிலையில் மாற்றத்தை அனுமதிக்காத (அ) எதிர்க்கும் பண்பை நிலைமம் என்கிறோம். ஆதலால் நியூட்டன் முதல் இயக்க விதியை நிலைம விதி எனவும் அழைக்கிறோம்.

நிலைம விதியை அடிப்படையாகக் கொண்டு நாம் காரில் பயணிக்கும்போது எதிர்கொள்ளும் சில அனுபவங்களை விவரிக்கலாம். காரை, ஓட்டுநர் வேகத்தடையை பயன்படுத்தி நிறுத்தும் வரை நாம் உட்கார்ந்திருக்கும் இருக்கையைப் பொருத்து நாம் ஓய்வு நிலையில் உள்ளோம். வேகத்தடையை பயன்படுத்தியதால் காரின் வேகம் குறைகிறது. ஆனால் நாம் இயக்கத்தின் அதே நிலையில் நிலைமத்தின் காரணமாக தொடர்கிறோம்.

திடீரென வேகத்தடையைப் (break) பயன்படுத்தும்போது நம்முன் உள்ள பொருட்களின் மீது மோதுகிறோம். இதனால் காயங்கள் ஏற்படக்கூடும்.

Galileo Galilei was born on 15 February 1564 in Pisa, Italy. Galileo, right from his childhood, had interest in mathematics and natural philosophy. But his father Vincenzo Galilei wanted him to become a medical doctor. Accordingly, Galileo enrolled himself for a medical degree at the University of Pisa in 1581 which he never completed because of his real interest in mathematics. In 1586, he wrote his first scientific book *'The Little Balance* [*La Balancitta*]', in which he described Archimedes' method of finding the relative densities (or specific gravities) of substances using a balance. In 1589, in his series of essays – *De Motu*, he presented his theories about falling objects using an inclined plane to slow down the rate of descent.

Galileo Galilei (1564 – 1642)

In 1592, he was appointed professor of mathematics at the University of Padua in the Republic of Venice. Here he continued his observations on the theory of motion and through his study of inclined planes and the pendulum, formulated the correct law for uniformly accelerated objects that the distance the object moves is proportional to the square of the time taken.

Galileo was also a remarkable craftsman. He developed a series of telescopes whose optical performance was much better than that of other telescopes available during those days. Around 1640, he designed the first pendulum clock. In his book *'Starry Messenger'* on his astronomical discoveries, Galileo claimed to have seen mountains on the moon, the milky way made up of tiny stars, and four small bodies orbiting Jupiter. In his books *'Discourse on Floating Bodies'* and *'Letters on the Sunspots'*, he disclosed his observations of sunspots.

Using his own telescopes and through his observations on Saturn and Venus, Galileo argued that all the planets must orbit the Sun and not the earth, contrary to what was believed at that time.

to prevent such accidents. Safety belts exert a force on our body to make the forward motion slower. An opposite experience is encountered when we are standing in a bus and the bus begins to move suddenly. Now we tend to fall backwards. This is because the sudden start of the bus brings motion to the bus as well as to our feet in contact with the floor of the bus. But the rest of our body opposes this motion because of its inertia.

When a motorcar makes a sharp turn at a high speed, we tend to get thrown to one side. This can again be explained on the basis of the law of inertia. We tend to continue in our straight-line motion. When an unbalanced force is applied by the engine to change the direction of motion of the motorcar, we slip to one side of the seat due to the inertia of our body.

The fact that a body will remain at rest unless acted upon by an unbalanced force can be illustrated through the following activities:

Activity _______________ 3.1

- Make a pile of similar carom coins on a table, as shown in Fig. 8.6.
- Attempt a sharp horizontal hit at the bottom of the pile using another carom coin or the striker. If the hit is strong enough, the bottom coin moves out quickly. Once the lowest coin is removed, the inertia of the other coins makes them 'fall' vertically on the table.

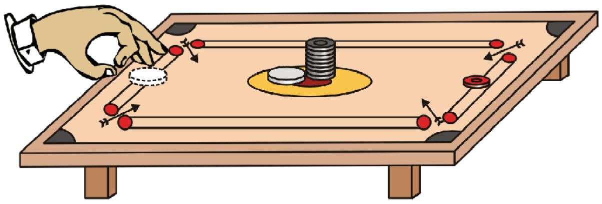


Fig. 3.6: *Only the carom coin at the bottom of a pile is removed when a fast moving carom coin (or striker) hits it.*

கலிலியோ கலிலி இத்தாலி நாட்டில் உள்ள பைசா நகரத்தில் 1564ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரி 15ஆம் நாள் பிறந்தார். சிறுவயதிலிருந்தே கணிதம் மற்றும் தத்துவத்தில் மிகுந்த ஆர்வம் உடையவராக இருந்தார். ஆனால் தந்தை வின்சென்ஜோ கலிலி அவரை மருத்துவராக்க விரும்பினார். 1581ஆம் ஆண்டு பைசா மருத்துவ பல்கலைகழகத்தில் சேர்ந்து மருத்துவம் படித்தார். ஆனால் கணிதத்தின் மீது உள்ள ஆர்வத்தினால் அவரால் மருத்துவம் படிக்க முடியவில்லை.

கலிலியோ கலிலி
(1564 – 1642)

1586ஆம் ஆண்டில் அவர் தனது முதல் புத்தகம் **தி லிட்டில் பேலன்ஸ்** (The Little Balance) எழுதினார், அதில் அவர் தராசைப் பயன்படுத்தி பொருட்களின் ஒப்படர்த்தியை கண்டறியும் ஆர்கிமிடிஸ் முறையை பற்றி விவரித்துள்ளார், 1589ல் அவரின் தொடர் கட்டுரைகளான டி மோட்டு வில் கீழே விழும் பொருட்களைப் பற்றியும் சாய் தளத்தைப் பயன்படுத்தி அவற்றின் வேகத்தைக் குறைப்பதைப் பற்றியும் விவரித்திருந்தார்.

வெனிஸ் குடியரசில் உள்ள பதுவா பல்கலைகழகத்தில் 1592ல் கணித பேராசிரியராக பணி அமர்த்தப்பட்டார். இங்கு அவர் இயக்கத்தைப் பற்றிய கோட்பாடுகளை பரிசீலித்தார். மேலும் அவர் சாய்தளங்கள் மற்றும் ஊசல் குண்டு பற்றிய தனது ஆராய்ச்சியில் சீரான முடுக்கமுடைய பொருட்களுக்கு சரியான விதியை உருவாக்கி சீரான முடுக்கத்தில் இயங்கும் பொருட்களின் தொலைவு அவை பயணிக்க எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும் என்றார். கலிலியோ சிறந்த செயல்திறனாளி. அக்காலத்தில் இருந்த தொலைநோக்கிகளை அவர் தொடர்ந்து மேம்படுத்தினார். இவர் தயாரித்த தொலை நோக்கிகள் பார்வைத்திறன் மிக்கவையாக இருந்தன.

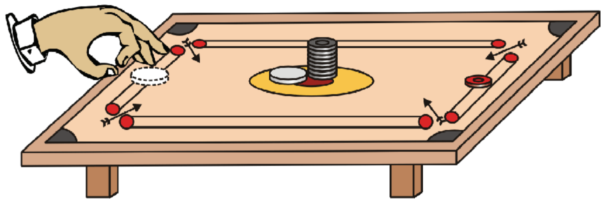
சுமார் 1640ஆம் ஆண்டு அவர் முதல் ஊசல் கடிகாரத்தை தயாரித்தார். தனது **ஸ்டோரி மெசென்ஜர்** (Story Messenger) எனும் புத்தகத்தில் வானவியல் கண்டுபிடிப்புகள் பற்றிய சந்திரனில் காணப்படும் மலைகள், சிறு விண்மீன்களால் உருவான பால்தட வான்கங்கை மற்றும் வியாழனை சுற்றும் நான்கு சிறுபொருள்கள் போன்றவற்றைப் பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளார். அவரின் லெட்டர்ஸ் ஆன் தி சன்ஸ்பாட்ஸ் (Letters on the sunsport) மற்றும் டிஸ்கோர்ஸ் ஆன் புளோடிங் பாடீஸ் (Discourse on heating bodies) போன்றவற்றில் சூரியன் மீது காணப்படும் புள்ளிகளைப் பற்றிய ஆய்வை வெளியிட்டுள்ளார். தன்னுடைய தொலைநோக்கிகளைப் பயன்படுத்தி சனி மற்றும் வெள்ளி கோள்களின் மேல் நடத்திய ஆய்வின் மூலம் அக்காலத்தில் நிலவியிருந்த கருத்திற்கு மாறாக எல்லா கோள்களும் சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றன பூமியை அல்ல என கலிலியோ விவரித்தார்.

இவ்வகை விபத்துக்களைத் தடுக்க நாம் பாதுகாப்பு பெல்டை (Safety belt) அணிய வேண்டும். பாதுகாப்பு பெல்ட் நம் உடலின் மீது விசையை செலுத்தி நம்முடைய முன்னோக்கு இயக்கத்தை குறைக்கிறது. நாம் பேருந்தில் நின்று கொண்டிருக்கும்போது திடீரென பேருந்து நகர்ந்தால் நாம் பின்நோக்கி விழுகிறோம். ஏனெனில் பேருந்து இயங்கும்போது, பேருந்தின் தரையை தொட்டு கொண்டிருக்கும் நம் பாதங்களும், நமது உடலின் மற்ற பாகங்களும் அந்த இயக்கத்தை எதிர்க்கிறது.

அதிக வேகத்தில் ஒரு கார் குறுகிய வளைவில் திரும்பும் போது அதில் பயணிக்கும் நாம் ஒரு பக்கத்திற்கு தள்ளபடுகிறோம். நிலைம விதியை அடிப்படையாக கொண்டு இதனை விளக்கலாம். நாம் நேர்கோட்டு பாதையில் இயங்க முனைகிறோம். காரின் இயக்க திசையை மாற்ற காரின் எஞ்சின் அதன் மீது சமன்படுத்தப்படாத விசையை செலுத்துகிறது. நம் உடலின் நிலைமத்தால் இருக்கையின் ஒரு பக்கத்திற்கு நாம் தள்ளப்படுகிறோம்.

செயல் 3.1

- படம் 8.6ல் காட்டியபடி கேரம் பலகையின் மீது சில கேரம் காய்களை அடுக்கவும்.
- அடுக்கப்பட்டுள்ள காய்களின் அடிப்பகுதியில் அடிப்பானைக் கொண்டு கிடைமட்டமாக அடிக்கவும். நாம் பலமாக அடித்தால் அடியில் உள்ள கேரம் காய் மட்டும் வேகமாக நகரும். மற்ற காய்கள் நிலைமத்தின் காரணமாக செங்குத்தாக பலகையின் மீது விழாமல் நிற்கும்.



படம் 3.6 : அடிப்பானைக் கொண்டு அடிக்கும் போது அடிப்பகுதியில் உள்ள கேரம் காய் மட்டும் நகருகிறது.

Activity _______________ 3.2

- Set a five-rupee coin on a stiff card covering an empty glass tumbler standing on a table as shown in Fig. 3.7.
- Give the card a sharp horizontal flick with a finger. If we do it fast then the card shoots away, allowing the coin to fall vertically into the glass tumbler due to its inertia.
- The inertia of the coin tries to maintain its state of rest even when the card flows off.

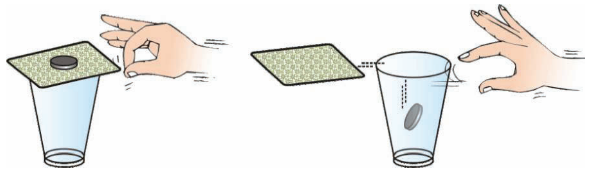


Fig. 3.7: *When the card is flicked with the finger the coin placed over it falls in the tumbler.*

Activity _______________ 3.3

- Place a water-filled tumbler on a tray.
- Hold the tray and turn around as fast as you can.
- We observe that the water spills. Why?

Observe that a groove is provided in a saucer for placing the tea cup. It prevents the cup from toppling over in case of sudden jerks.

3.3 Inertia and Mass

All the examples and activities given so far illustrate that there is a resistance offered by an object to change its state of motion. If it is at rest it tends to remain at rest; if it is moving it tends to keep moving. This property of an object is called its inertia. Do all bodies have the same inertia? We know that it is easier to push an empty box than a box full of books. Similarly, if we kick a football it flies away. But if we kick a stone of the same size with equal force, it hardly moves. We may, in fact, get an injury in our foot while doing so! Similarly, in activity 3.2, instead of a five-rupees coin if we use a one-rupee coin, we find that a lesser force is required to perform the activity. A force that is just enough to cause a small cart to pick up a large velocity will produce a negligible change in the motion of a train. This is because, in comparison to the cart the train has a much lesser tendency to change its state of motion. Accordingly, we say that the train has more inertia than the cart. Clearly, heavier or more massive objects offer larger inertia. Quantitatively, the inertia of an object is measured by its mass. We may thus relate inertia and mass as follows: Inertia is the natural tendency of an object to resist a change in its state of motion or of rest. The mass of an object is a measure of its inertia.

Questions

1. *Which of the following has more inertia: (a) a rubber ball and a stone of the same size? (b) a bicycle and a train? (c) a five-rupees coin and a one-rupee coin?*
2. *In the following example, try to identify the number of times the velocity of the ball changes:*
   "A football player kicks a football to another player of his team who kicks the football towards the goal. The goalkeeper of the opposite team collects the football and kicks it towards a player of his own team".
   Also identify the agent supplying the force in each case.
3. *Explain why some of the leaves may get detached from a tree if we vigorously shake its branch.*
4. *Why do you fall in the forward direction when a moving bus brakes to a stop and fall backwards when it accelerates from rest?*

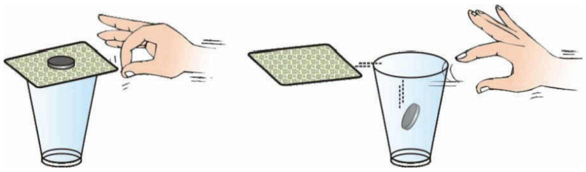
3.4 Second Law of Motion

The first law of motion indicates that when an unbalanced external force acts on an

AP SCERT

செயல் ------------------------- 3.2

- படம் 3.7ல் காட்டியபடி மேசையின் மீது காலியான கண்ணாடி டம்பளரை வைக்கவும். அதன் மீது தடிமனான அட்டையைக் கொண்டு மூடி அதன் மீது ஐந்து ரூபாய் நாணயத்தை வைக்கவும்.
- உங்கள் விரலால் அட்டையை சுண்டி விடவும். நீங்கள் வேகமாக சுண்டியிருந்தால் நாணயம் கண்ணாடி டம்பளரில் செங்குத்தாக, நிலைமத்தின் காரணமாக உள்ளே விழும்.
- அட்டை நகர்ந்த பின்பும் நாணயம் நிலைமத்தின் காரணமாக ஓய்வு நிலையில் இருக்க முயற்சிக்கும்.



படம் 3.7 : அட்டையை சுண்டிவிடும் போதே டம்பளரின் மீது உள்ள நாணயம் உள்ளே விழும்.

செயல் ---------------------- 3.3

- ஒரு தட்டில் நீரால் நிரப்பப்பட்ட டம்பளரை வைக்கவும்
- தட்டை கையில் பிடித்துக்கொண்டு உங்களால் முடிந்தவரை வேகமாக சுற்றவும்.
- நீர் டம்பளரிலிருந்து கீழே சிந்துவதை நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள் ஏன்? தேநீர் கோப்பையை வைக்க அதன் தட்டில் (Saucer) பள்ளம் (Grove) ஒன்று அமைக்கப்பட்டிருப்பதை கவனியுங்கள். திடீரென ஏற்படும் குலுங்களின் (Jerk) போது கோப்பை கவிழ்ந்து விடாமல் இந்த பள்ளம் தடுக்கிறது.

3.3 நிலைமம் மற்றும் நிறை :

மேற்கூறிய அனைத்து எடுத்துக்காட்டுகளும் செயல்களும் ஒரு பொருளின் இயக்க நிலையில் ஏற்படும் மாற்றத்தை அப்பொருள் எதிர்க்கிறது என்பதை காட்டுகிறது. ஒரு பொருள் ஓய்வு நிலையில் இருந்தால் தொடர்ந்து ஓய்வு நிலையில் இருக்கும், ஒரு பொருள் இயங்கிக் கொண்டிருந்தால் தொடர்ந்து இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் பொருளின் இந்த பண்பை நிலைமம் என்கிறோம்.

அனைத்து பொருட்களும் சமமான நிலைமத்தை பெற்றிருக்குமா? புத்தகங்களால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு பெட்டியை நகர்த்துவதை விட காலியான ஒரு பெட்டியை நகர்த்துவது எளிது. நாம் கால்பந்தை உதைக்கும்போது அது தொலைவாக பறந்து செல்லும். ஆனால் அதே அளவுடைய ஒரு கல்லை அதே விசையுடன் உதைத்தால் அது நகராது. அவ்வாறு உதைத்தால் நம் கால் காயமடையும் செயல் 3.2ல் ஐந்து ரூபாய் நாணயத்திற்கு பதிலாக ஒரு ரூபாய் நாணயத்தை சுண்டுவதற்கு குறைந்த அளவு விசையை செலுத்தினால் போதுமானதாகும். சிறிய வண்டியை நகர்த்த குறைந்த அளவு விசை செலுத்தப்படுகிறது

அதே அளவு விசையினால் ரயில் வண்டியின் இயக்கத்தில் எவ்வித மாற்றமும் ஏற்படுத்த முடியாது. ஏனெனில் சிறிய வண்டியுடன் ஒப்பிடும்போது ரயில் வண்டி தன் இயக்க நிலையை மாற்றிக் கொள்வதற்கு முற்படாது. ரயில் வண்டியின் நிலைமம் வண்டியின் நிலைமத்தை விட அதிகம். கனமான அல்லது நிறை அதிகம் உள்ள பொருட்கள் அதிக நிலைமத்தை பெற்றிருக்கும். ஒரு பொருளின் நிலைமம் அதன் நிறையால் அளக்கப்படும்.

நிலைமத்தையும், நிறையையும் கீழ்கண்டவாறு தொடர்புபடுத்தலாம். நிலைமம் என்பது ஒரு பொருளின் இயக்க நிலை அல்லது ஓய்வு நிலையின் மாற்றங்களை எதிர்க்கும் பண்பு.

ஒரு பொருளின் நிறையைப் பொருத்து நிலைமம் அமையும்.

வினாக்கள்

1. *கீழ்கொடுக்கப்பட்டுள்ளவற்றில் எது அதிக நிலைமத்தைப் பெற்றிருக்கிறது.*
   அ) சம அளவுடைய ரப்பர் பந்து மற்றும் கல்.
   ஆ) மிதிவண்டி மற்றும் ரயில்வண்டி
   இ ஐந்து ரூபாய் நாணயம் மற்றும் ஒரு ரூபாய் நாணயம்.
2. *கீழ்கொடுக்கப்பட்டுள்ள எடுத்துக்காட்டில் பந்தின் திசைவேகம் எத்தனை முறை மாற்றமடைகிறது என்பதை கணக்கிடவும். ஒரு கால்பந்து வீரர் தனது அணியின் மற்றொரு வீரருக்கு பந்தை உதைத்தார். அவர் கால்பந்தை இலக்கை நோக்கி உதைத்தார்.*
3. *எதிர் அணியின் கோல்கீப்பர் பந்தை பிடித்து, தனது அணியின் விளையாட்டு வீரரை நோக்கி உதைத்தார். ஒவ்வொரு நிகழ்விலும் விசையை செலுத்துவது யார் என்பதை கண்டறியவும்.*
4. *இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் பேருந்து வேகத்தடை செலுத்தி, நிறுத்தும் போது நாம் ஏன் முன்நோக்கி சாய்கிறோம்? மற்றும் ஓய்வு நிலையிலிருந்து பேருந்து முடுக்கம் கொள்ளும் போது நாம் ஏன் பின்நோக்கி சாய்கிறோம்?*

3.4 இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதி

சமன்படுத்தப்படாத புறவிசை ஒன்று பொருளின் மீது செயல்படும் போது அதன் திசைவேகம் மாற்றமடைந்தது. பொருள் முடுக்கமடைகிறது என்பதை இயக்கத்தின் முதல் விதி குறிப்பிடுகிறது.

object, its velocity changes, that is, the object gets an acceleration. We would now like to study how the acceleration of an object depends on the force applied to it and how we measure a force. Let us recount some observations from our everyday life. During the game of table tennis if the ball hits a player it does not hurt him. On the other hand, when a fast moving cricket ball hits a spectator, it may hurt him. A truck at rest does not require any attention when parked along a roadside. But a moving truck, even at speeds as low as 5 m s^{-1}, may kill a person standing in its path. A small mass, such as a bullet may kill a person when fired from a gun. These observations suggest that the impact produced by the objects depends on their mass and velocity. Similarly, if an object is to be accelerated, we know that a greater force is required to give a greater velocity. In other words, there appears to exist some quantity of importance that combines the object's mass and its velocity. One such property called momentum was introduced by Newton. The momentum, p of an object is defined as the product of its mass, m and velocity, v. That is,

$$p = mv \qquad (3.1)$$

Momentum has both direction and magnitude. Its direction is the same as that of velocity, v. The SI unit of momentum is kilogram-metre per second (kg m s^{-1}). Since the application of an unbalanced force brings a change in the velocity of the object, it is therefore clear that a force also produces a change of momentum.

Let us consider a situation in which a car with a dead battery is to be pushed along a straight road to give it a speed of 1 m s^{-1}, which is sufficient to start its engine. If one or two persons give a sudden push (unbalanced force) to it, it hardly starts. But a continuous push over some time results in a gradual acceleration of the car to this speed. It means that the change of momentum of the car is not only determined by the magnitude of the force but also by the time during which the force is exerted. It may then also be concluded that the force necessary to change the momentum of an object depends on the time rate at which the momentum is changed.

The second law of motion states that the rate of change of momentum of an object is proportional to the applied unbalanced force in the direction of force.

3.4.1 Mathematical formulation of second law of motion

Suppose an object of mass, m is moving along a straight line with an initial velocity, u. It is uniformly accelerated to velocity, v in time, t by the application of a constant force, F throughout the time, t. The initial and final momentum of the object will be, $p_1 = mu$ and $p_2 = mv$ respectively.

The change in momentum $\propto p_2 - p_1$
$\propto mv - mu$
$\propto m \times (v - u)$.

The rate of change of momentum $\propto \dfrac{m \times (v-u)}{t}$

Or, the applied force,

$$F \propto \frac{m \times (v-u)}{t}$$

$$F = \frac{km \times (v-u)}{t} \qquad (3.2)$$

$$= kma \qquad (3.3)$$

Here a [= $(v - u)/t$] is the acceleration, which is the rate of change of velocity. The quantity, k is a constant of proportionality. The SI units of mass and acceleration are kg and m s^{-2} respectively. The unit of force is so chosen that the value of the constant, k becomes one. For this, one unit of force is defined as the amount that produces an acceleration of 1 ms^{-2} in an object of 1 kg mass. That is,

1 unit of force = $k \times$ (1 kg) $\times$ (1 m s^{-2}).

Thus, the value of k becomes 1. From Eq.(3.3)

$$F = ma \qquad (3.4)$$

The unit of force is kg m s^{-2} or newton, which has the symbol N. The second law of

AP SCERT

பொருளின் முடுக்கம் அதன் மீது செலுத்தப்படும் விசை மீது எவ்வாறு சார்ந்துள்ளது? விசையை எவ்வாறு அளவிட முடியும் என்பதைப் பற்றி நாம் கற்றறிவோம். டேபில் டென்னிஸ் விளையாடும் போது விளையாடுபவரை அந்த பந்து தாக்கினால் காயம் எதுவும் ஏற்படாது. ஆனால் கிரிகெட் விளையாட்டின் போது வேகமாக இயங்கும் கிரிக்கெட் பந்து பார்வையாளரைத் தாக்கினால் அது அவரை காயப்படுத்தும் சாலை ஓரம் நிறுத்தப்பட்டிருக்கம் ஒரு வண்டி யாருடைய கவனத்தையும் ஈர்க்காது. ஆனால் ஒரு வண்டி 5 மீ. வி$^{-1}$ குறைந்த வேகத்தில் இயங்கினாலும் அதன் பாதையில் நின்று கொண்டிருக்கும் நபரைக் கொன்றுவிடலாம். துப்பாக்கியிலிருந்து சுடப்பட்ட சிறிய நிறையுடைய தோட்டா ஒரு நபரைக் கொன்றுவிடலாம். இவ்வனைத்து பரிசீலனைகளும் பொருட்களினால் ஏற்படுத்தப்படும் தாக்கம் அதன் நிறை மற்றும் திசை வேகத்தின் மீது ஆதாரப்பட்டிருக்கும் என்பதை பரிந்துரைக்கிறது. ஒரு பொருள் முடுக்கமடைய வேண்டுமெனில் அதிக திசைவேகத்தைக் கொடுக்க அதிக விசை தேவைப்படுகிறது. ஒரு பொருளின் நிறை மற்றும் அதன் திசை வேகத்தை இணைக்கும் ஒரு முக்கிய அளவு ஒன்று உள்ளது அந்த பண்பே உந்தம் என நியூட்டனால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. ஒரு பொருளின் உந்தம் (P) என்பது அப்பொருளின் நிறை (m) மற்றும் திசைவேகம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலனுக்கு சமம். அதாவது,

$$p = mv \qquad (3.1)$$

உந்தம் திசை மற்றும் எண் மதிப்பு இரண்டையும் பெற்றிருக்கும் உந்தத்தின் தசை திசைவேகத்தின் v திசையில் அமையும். உந்தத்தின் S.I. அலகு கிலோகிராம்.மீட்டர்/வினாடி (கி.கி.மீ/வி) (Kgms^{-1}) சமன்படுத்தப்படாத விசை பொருளின் திசை வேகத்தில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவதால், விசையானது உந்தத்தையும் மாற்றும் என்பது தெளிவாகிறது.

செயலிழந்த பேட்டரி உடைய கார் நேர்கோட்டு பாதையில் 1 மீ வி$^{-1}$ வேகத்தில் நகருவதற்கு அதை தள்ளும் சூழ்நிலை ஒன்றை எடுத்துக் கொள்வோம். இவ்வேகம், காரின் எஞ்சின் வேலை செய்ய போதுமானதாகும். ஒருவர் அல்லது இருவர் திடீரென காரை தள்ளினால் (சமன்படுத்தப்படாத விசை) அது வேலை செய்வது கடினம். ஆனால் தொடர்ந்து சிறிது நேரம் தள்ளினால் இந்த வேகத்திற்கு படிப்படியாக கார் முடுக்கம் அடையும். காரின் உந்த மாறுபாடு அதன் மீது செலுத்தப்படும் விசையின் அளவால் மட்டும் தீர்மானிக்கப்படுவதில்லை. விசை செலுத்தப்படும் காலத்தின் மீதும் தீர்மானிக்கப்படும். ஒரு பொருளின் உந்த மாறுபாட்டிற்கு தேவையான விசை அந்த பொருள் அடையும் உந்த மாறுபாடு காலத்தின் வீதத்தின் மீது ஆதாரப்பட்டிருக்கும்.

இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதியின் படி, ஒரு பொருளின் உந்த மாறுபாட்டு வீதம் அப்பொருளின் மீது செலுத்தப்படும் மொத்த விசைக்கு (அ) சமன்படுத்தப்படாத விசைக்கு நேர்விகிதத்தில் அவ்விசையின் திசையிலேயே அமையும்.

3.4.1 இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதியின் கணித உருவாக்கம்

m நியையுடைய ஒரு பொருள் u தொடக்க திசைவேகத்தில் நேர்கோட்டில் இயங்குவதாகக் கொள்வோம். t காலத்தில் நிலையான விசையை செலுத்துவதன் மூலம் அதன் திசைவேகம் v க்கு முடுக்கமடைகிறது.

பொருளின் தொடக்க உந்தம் $p_1 = mu$ மற்றும் பொருளின் இறுதி உந்தம் $p_2 = mv$.

உந்த மாறுபாடு $\propto p_2 - p_1$

$\propto mv - mu$

$\propto m \times (v - u)$.

$$\text{உந்த மாறுபாடு வீதம்} \propto \frac{m \times (v-u)}{t}$$

அல்லது செலுத்திய விசை

$$F \propto \frac{m \times (v-u)}{t}$$

$$F = \frac{km \times (v-u)}{t} \qquad (3.2)$$

$$= kma \qquad (3.3)$$

a [= $(v - u)/t$] என்பது முடுக்கம். இது திசைவேகத்தின் மாறுபாட்டின் வீதம் எனப்படும். இங்கு k விகித மாறிலி. நிறை மற்றும் முடுக்கத்தின் S.I. அலகுகள் முறையே கி.கி. *(kg)* மற்றும் மீ/வினாடி$^{-2}$ K மதிப்பு 1 உள்ளவாறு விசையின் அலகைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

விசையின் 1 அலகு = k x1கி.கி.x1மீ.வி$^{-2}$)

K=1 சமன்பாடு 8.3ல்

$$F = ma \qquad (3.4)$$

விசையின் அலகு கி.கி.மீவி$^{-2}$ *(Kgms^{-2})* அல்லது நியூட்டன் அதன் குறியீடு N

AP SCERT

motion gives us a method to measure the force acting on an object as a product of its mass and acceleration.

The second law of motion is often seen in action in our everyday life. Have you noticed that while catching a fast moving cricket ball, a fielder in the ground gradually pulls his hands backwards with the moving ball? In doing so, the fielder increases the time during which the high velocity of the moving ball decreases to zero. Thus, the acceleration of the ball is decreased and therefore the impact of catching the fast moving ball (Fig. 3.8) is also reduced. If the ball is stopped suddenly then its high velocity decreases to zero in a very short interval of time. Thus, the rate of change of momentum of the ball will be large. Therefore, a large force would have to be applied for holding the catch that may hurt the palm of the fielder. In a high jump athletic event, the athletes are made to fall either on a cushioned bed or on a sand bed. This is to increase the time of the athlete's fall to stop after making the jump. This decreases the rate of change of momentum and hence the force. Try to ponder how a karate player breaks a slab of ice with a single blow.

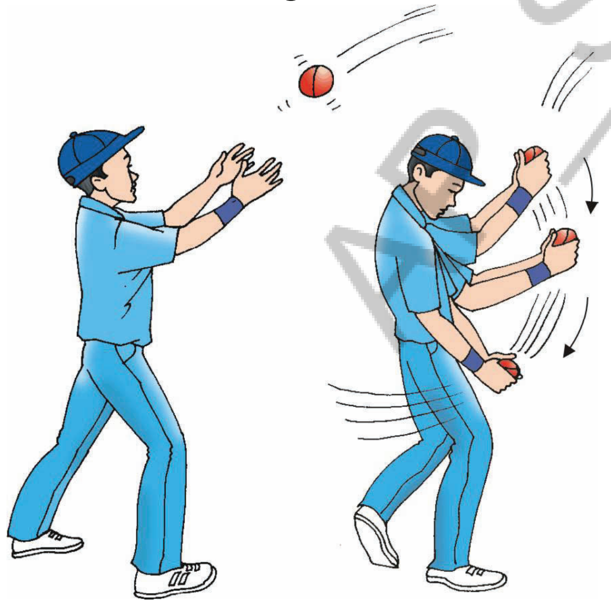


Fig. 3.8: *A fielder pulls his hands gradually with the moving ball while holding a catch.*

The first law of motion can be mathematically stated from the mathematical expression for the second law of motion. Eq. (3.4) is

$$F = ma$$

$$\text{or} \quad F = \frac{m(v-u)}{t} \qquad (3.5)$$

$$\text{or} \quad Ft = mv - mu$$

That is, when $F = 0$, $v = u$ for whatever time, t is taken. This means that the object will continue moving with uniform velocity, u throughout the time, t. If u is zero then v will also be zero. That is, the object will remain at rest.

Example 3.1 A constant force acts on an object of mass 5 kg for a duration of 2 s. It increases the object's velocity from 3 m s^{-1} to 7 m s^{-1}. Find the magnitude of the applied force. Now, if the force was applied for a duration of 5 s, what would be the final velocity of the object?

Solution:

We have been given that $u = 3$ m s^{-1} and $v = 7$ m s^{-1}, $t = 2$ s and $m = 5$ kg. From Eq. (3.5) we have,

$$F = \frac{m(v-u)}{t}$$

Substitution of values in this relation gives

F = 5 kg (7 m s^{-1} – 3 m s^{-1})/2 s = 10 N.

Now, if this force is applied for a duration of 5 s (t = 5 s), then the final velocity can be calculated by rewriting Eq. (8.5) as

$$v = u + \frac{Ft}{m}$$

On substituting the values of u, F, m and t, we get the final velocity,

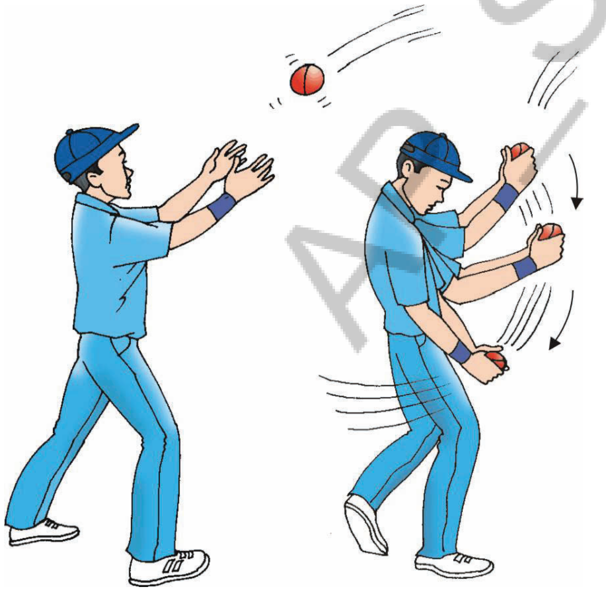
v = 13 m s^{-1}.

Example 3.2 Which would require a greater force — accelerating a 2 kg mass at 5 m s^{-2} or a 4 kg mass at 2 m s^{-2}?

பொருளின் மீது செயல்படும் விசையானது, அதன் நிறை மற்றும் முடுக்கத்தின் பெருக்கல் பலனிற்கு சமம் என்பதை இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதி விளக்குகிறது.

நமது அன்றாட வாழ்வின் பல செயல்களில் நாம் இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதியைப் பார்க்கிறோம். வேகமாக இயங்கும் கிரிக்கெட் பந்தை பிடிக்கும் போது அதை பிடிப்பவர் தன் கைகளை பின்நோக்கி நகர்த்துவதை நீங்கள் பார்த்ததுண்டா? அவ்வாறு செய்வதன் மூலம் அந்த வீரர் காலத்தை அதிகரித்து அதிக திசைவேகத்துடன் பயணிக்கும் பந்தை பூஜ்ஜியத்திற்கு குறைக்கிறார். இவ்வாறு பந்தின் முடுக்கம் குறைகிறது. மேலும் வேகமாக இயங்கும் பந்தை பிடிப்பதினால் ஏற்படும் தாக்கம் குறைகிறது. படம் 3.8 அதிக திசைவேகத்தில் இயங்கும் பந்தினை குறைந்த கால இடைவெளியில் பூஜ்ஜியத்திற்கு குறைத்து, பந்தை நிறுத்தலாம். அதனால் பந்தின் உந்தமாறுபாடு வீதம் மிக அதிகமாக இருக்கும். அப்போது பந்தை பிடிப்பதற்கு அதிக விசையை செலுத்த வேண்டும். அவ்வாறு பிடிக்கும் போது வீரரின் கை காயமடையலாம்.

உயரம் தாண்டுதல் போட்டியில் உயரம் தாண்டுபவரை மணல் படுக்கை அல்லது மென்மையான மெத்தையின் மீது விழச்செய்வர். உயரம் தாண்டிய பின் இவ்வாறு செய்வதன் மூலம் அவர் கீழே விழும் காலம் அதிகரிக்கப்படுகிறது. இதன் காரணமாக உந்த மாறுபாடு வீதம் மற்றும் விசை இரண்டும் குறைகிறது. கராத்தே வீரர் ஒரே அடியில் எப்படி பனிகட்டி பலகையை உடைக்கிறார் என்பதை கண்டுபிடியுங்கள்.



படம் 3.8 இயங்கும் பந்தை பிடிக்கும்போது பீல்டர் தன் கைகளை பந்துடன் சேர்த்து படிப்படியாக சீராக கீழ்நோக்கி இழுத்துக் கொள்ளுதல்.

இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதிக்கான கணித உருவாக்கத்திலிருந்து முதல் இயக்க விதி கூறப்படுகிறது. சமன்பாடு 3.4ல்

$F = ma$

அல்லது $$F = \frac{m(v-u)}{t} \qquad (3.5)$$

அல்லது $Ft = mv - mu$

$F = 0$ எனில் t ன் மதிப்பு எதுவாயினும் $v=u$ என்பது பொருள். அதாவது u சீரான திசைவேகத்தில் t காலம் முழுவதும் பொருள் தொடர்ந்து இயங்கி கொண்டிருக்கிறது. "u" ன் மதிப்பு, v ன் மதிப்பு பூஜ்ஜியமானால் பூஜ்ஜியமாகும். அதாவது பொருள் ஓய்வு நிலையில் இருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டு 3.1 5 கி.கி. நிறை உடைய பொருளின் மீது 2 விநாடிகள் நிலையான விசை ஒன்று செயல்படுகிறது. இவ்விசை பொருளின் திசைவேகத்தை 3மீவி$^{-2}$ லிருந்து 7மீவி$^{-2}$ க்கு அதிகரிக்கிறது எனில் செலுத்தப்பட்ட விசையின் அளவை கண்டுபிடி. இப்போது 5 விநாடிகளுக்கு விசை செலுத்தப்பட்டால் அப்பொருளின் இறுதி திசைவேகம் எவ்வளவு?

தீர்வு : கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை,

$U=3$ மீ.வி$^{-2}$ மற்றும் $U=7$ மீ.வி$^{-2}$

$t=2$ விநாடிகள் மற்றும் $m=5$ கி.கி.

சமன்பாடு 3.5 லிருந்து,

$$F = \frac{m(v-u)}{t}$$

மதிப்புகளை இச்சமன்பாட்டில் பிரதியிடவும்.

F = 5 கி.கி. (7மீ வி$^{-1}$ – 3 மீ வி$^{-1}$) /2 வி = 10 N.

5 வினாடிகளுக்கு 10N விசை செலுத்தப் பட்டால், சமன்பாடு 8.5யை மாற்றி அமைப்பதன் மூலம் இறுதி திசைவேகத்தை கணக்கிடலாம்.

$$v = u + \frac{Ft}{m}$$

u, F, m மற்றும் t, மதிப்புகளை பிரதியிடும்போது,

இறுதி திசைவேகம்

v = 13 மீ. வி$^{-1}$.

எடுத்துக்காட்டு 3.2: 5மீ.வி$^{-2}$ல் 2கி.கி. நிறையுடைய பொருளை முடுக்கம் அடையச் செய்தல் அல்லது 2மீ.வி$^{-2}$ல் 4கி.கி. நிறையுடைய பொருளை முடுக்கம் அடையச் செய்தல் – இவற்றில் எதற்கு அதிக விசை தேவைப்படுகிறது?

Solution:

From Eq. (3.4), we have $F = ma$.
Here we have m_1 = 2 kg; a_1 = 5 m s^2 and m_2 = 4 kg; a_2 = 2 m s^2.
Thus, $F_1 = m_1 a_1$ = 2 kg × 5 m s^2 = 10N;
and $F_2 = m_2 a_2$ = 4 kg × 2 m s^2 = 8 N.
$\Rightarrow F_1 > F_2$.
Thus, accelerating a 2 kg mass at 5 m s^2 would require a greater force.

Example 3.3 A motorcar is moving with a velocity of 108 km/h and it takes 4 s to stop after the brakes are applied. Calculate the force exerted by the brakes on the motorcar if its mass along with the passengers is 1000 kg.

Solution:

The initial velocity of the motorcar
u = 108 km/h
= 108 × 1000 m/(60 × 60 s)
= 30 m s^{-1}
and the final velocity of the motorcar
v = 0 m s^{-1}.
The total mass of the motorcar along with its passengers = 1000 kg and the time taken to stop the motorcar, t = 4 s.
From Eq. (3.5) we have the magnitude of the force (F) applied by the brakes as $m(v - u)/t$.
On substituting the values, we get
F = 1000 kg × (0 – 30) m s^{-1}/4 s
= – 7500 kg m s^2 or – 7500 N.
The negative sign tells us that the force exerted by the brakes is opposite to the direction of motion of the motorcar.

Example 3.4 A force of 5 N gives a mass m_1, an acceleration of 10 m s^{-2} and a mass m_2, an acceleration of 20 m s^2. What acceleration would it give if both the masses were tied together?

Solution:

From Eq. (3.4) we have $m_1 = F/a_1$; and $m_2 = F/a_2$. Here, a_1 = 10 m s^2;
a_2 = 20 m s^2 and F = 5 N.
Thus, m_1 = 5 N/10 m s^2 = 0.50 kg; and
m_2 = 5 N/20 m s^2 = 0.25 kg.
If the two masses were tied together, the total mass, m would be
m = 0.50 kg + 0.25 kg = 0.75 kg.
The acceleration, a produced in the combined mass by the 5 N force would be, $a = F/m$ = 5 N/0.75 kg = 6.67 m s^2.

Example 3.5 The velocity-time graph of a ball of mass 20 g moving along a straight line on a long table is given in Fig. 3.9.

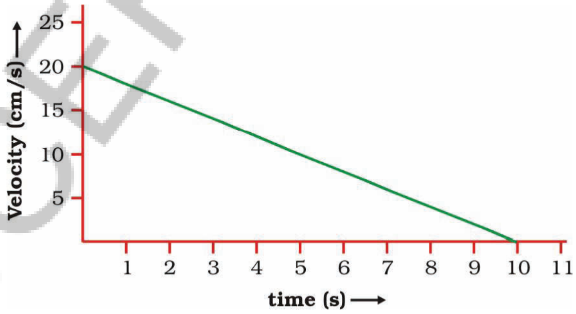


Fig. 3.9

How much force does the table exert on the ball to bring it to rest?

Solution:

The initial velocity of the ball is 20 cm s^{-1}. Due to the frictional force exerted by the table, the velocity of the ball decreases down to zero in 10 s. Thus, u = 20 cm s^{-1}; v = 0 cm s^{-1} and t = 10 s. Since the velocity-time graph is a straight line, it is clear that the ball moves with a constant acceleration. The acceleration a is

$$a = \frac{v - u}{t}$$

= (0 cm s^{-1} – 20 cm s^{-1})/10 s
= –2 cm s^2 = –0.02 m s^2.
The force exerted on the ball F is,
$F = ma$ = (20/1000) kg × (– 0.02 m s^2)

தீர்வு : சமன்பாடு 3.4ல் F=ma

m_1 = 2 கி.கி. ; a_1 = 5 மீ.வி$^{-2}$ மற்றும்

m_2 = 4 கி.கி.; a_2 = 2 மீவி$^{-2}$.

$F_1 = m_1a_1$ = 2 கி.கி. × 5 மீ.வி$^{-2}$ = 10 N;

$F_2 = m_2a_2$ = 4 கி.கி. × 2 மீ.வி$^{-2}$ = 8 N.

$F_1 > F_2$.

5மீ.வி$^{-2}$ 2 கி.கி. நிறையுடைய பொருள் முடுக்கமடைய அதிக விசை தேவைப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 3.3

108 கி.மீ/ம திசைவேகத்தில் இயங்கும் ஒரு காரின் மீது வேகத்தடை செலுத்தினால் அது நிற்பதற்கு 4 விநாடிகள் எடுத்துக் கொள்கிறது. கார் மற்றும் அதில் உள்ள பயணிகளின் நிறை 1000கி.கி. எனில் வேகத்தடையினால் காரின் மீது செலுத்தப்பட்ட விசையை கணக்கிடு.

தீர்வு : காரின் தொடக்க திசைவேகம்

u = 108 கி.மீ/ம

= 108 × 1000 மீ/(60 x 60வி)

= 30மீ.வி$^{-1}$

காரின் இறுதி திசைவேகம் V =0 மீ.வி$^{-1}$

கார் மற்றும் அதிலுள்ள பயணிகள் =1000 கி.கி.

காரை நிற்க எடுத்துக் கொண்ட காலம் t = 4வி. சமன்பாடு 8.5 ல் வேகத்தடையினால் செலுத்தப்பட்ட விசையின் அளவு $F=m(v-u)/t$.

இச்சமன்பாட்டில் மதிப்புகளை பிரதியிட்டால்

F = 1000 கி.கி. (0-30மீ.வி)$^{-1}$/4 வி

= -7500 கி.கி.மீவி$^{-2}$ அல்லது -7500 N

வேகத்தடையினால் காரின் மீது செலுத்தப்படும் விசை, காரின் இயக்க திசைக்கு எதிர் திசையில் இருக்கும் என்பதை எதிர் குறி நமக்கு தெரிவிக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 3.4

5N விசை m_1 நிறையுடைய பொருளின் 10மீ.வி$^{-2}$ முடுக்கத்தையும் மற்றும் m_2 நிறையுடைய பொருளின் 20 மீ.வி$^{-2}$ முடுக்கத்தையும் உண்டாக்குகிறது. இவ்விரண்டு நிறைகளும் இணைந்து அமைப்பின் மீது ஏற்படுத்தும் முடுக்கம் எவ்வளவு?

தீர்வு :

சமன்பாடு 3.4 ல், $m_1 = F/a_1$ $m_2 = F/a_2$ மற்றும் a_1 = 10 மீ.வி$^{-2}$; a_2 = 20 மற்றும் F = 5 N.

ஆதலால் m_1 = 5 N/10 மீவி$^{-2}$ = 0.50 கி.கி.

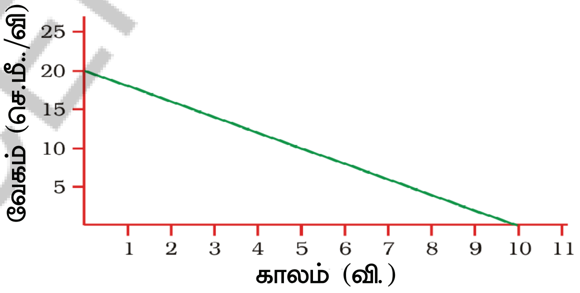
m_2 = 5 N/20 மீ.வி$^{-2}$ = 0.25 கி.கி.

இரண்டு நிறைகளையும் ஒன்றாக இணைத்தால் மொத்த நிறை m = 0.5 கி.கி. + 0.25 கி.கி. = 0.75 கி.கி. 5 N விசையினால் இணைக்கப்பட்ட நிறையில் உண்டாக்கப்படும் முடுக்கம்

$a = F/m$ = 5 N/0.75 கி.கி.= 6.67 மீ.வி$^{-2}$.

எடுத்துக்காட்டு 3.5

20கி நிறையுடைய ஒரு பந்து நீளமான மேசையின் மீது நேர்கோட்டில் இயங்குவதை திசைவேகம் காலம் வரைபடத்தில் படம் 8.9ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



பந்தை ஓய்வு நிலைக்கு கொண்டு வருவதற்கு மேசை பந்தின் மீது எவ்வளவு விசையை செலுத்துகிறது?

தீர்வு :

பந்தின் தொடக்க திசைவேகம் 20 செ.மீவி$^{-1}$ மேசையினால் செலுத்தப்படும் உராய்வு விசையினால் பந்தின் வேகம் 10 வினாடிகளில் பூஜ்ஜியமாக குறைந்து விடுகிறது. u = 20செ.மீ.வி$^{-1}$ v = 0 செ.மீ.வி$^{-1}$ மற்றும் t = 10 வி. திசைவேகம்-காலம் வரைபடம் ஒரு நேர்கோடு என்பது பந்து நிலையான முடுக்கத்தில் இயங்குகிறது என்பது தெளிவாகிறது.

முடுக்கம் $a = \dfrac{v-u}{t}$

= (0 செ.மீ வி$^{-1}$ −20 செ.மீ.வி$^{-1}$)/10வி

=−2 செ.மீ வி$^{-2}$ = −0.02 மீ.வி$^{-2}$.

பந்தின் மீது செலுத்தப்படும் விசை F எனில்,

$F = ma$ =(20/1000) கி.கி.×(− 0.02 மீ வி$^{-2}$)

AP SCERT

= – 0.0004 N.

The negative sign implies that the frictional force exerted by the table is opposite to the direction of motion of the ball.

3.5 Third Law of Motion

The first two laws of motion tell us how an applied force changes the motion and provide us with a method of determining the force. The third law of motion states that when one object exerts a force on another object, the second object instantaneously exerts a force back on the first. **These two forces are always equal in magnitude but opposite in direction**. These forces act on different objects and never on the same object. In the game of football sometimes we, while looking at the football and trying to kick it with a greater force, collide with a player of the opposite team. Both feel hurt because each applies a force to the other. In other words, there is a pair of forces and not just one force. **The two opposing forces are also known as action and reaction forces.**

Let us consider two spring balances connected together as shown in Fig. 3.10. The fixed end of balance B is attached with a rigid support, like a wall. When a force is applied through the free end of spring balance A, it is observed that both the spring balances show the same readings on their scales. It means that the force exerted by spring balance A on balance B is equal but opposite in direction to the force exerted by the balance B on balance A. Any of these two forces can be called as *action* and the other as *reaction*. This gives us an alternative statement of the third law of motion i.e., to every action there is an equal and opposite reaction. However, it must be remembered that the action and reaction always act on two different objects, simultaneously.

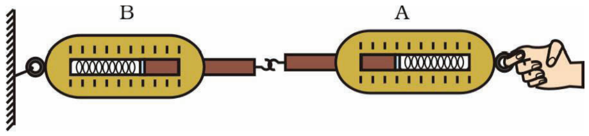


Fig. 3.10: *Action and reaction forces are equal and opposite.*

Suppose you are standing at rest and intend to start walking on a road. You must accelerate, and this requires a force in accordance with the second law of motion. Which is this force? Is it the muscular effort you exert on the road? Is it in the direction we intend to move? No, you push the road below backwards. The road exerts an equal and opposite force on your feet to make you move forward.

It is important to note that even though the action and reaction forces are always equal in magnitude, these forces may not produce accelerations of equal magnitudes. This is because each force acts on a different object that may have a different mass.

When a gun is fired, it exerts a forward force on the bullet. The bullet exerts an equal and opposite force on the gun. This results in the recoil of the gun (Fig. 3.11). Since the gun has a much greater mass than the bullet, the acceleration of the gun is much less than the acceleration of the bullet. The third law of motion can also be illustrated when a sailor jumps out of a rowing boat. As the sailor jumps forward, the force on the boat moves it backwards (Fig. 3.12).

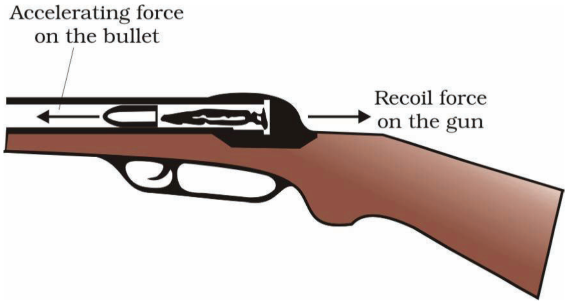


Fig. 3.11: *A forward force on the bullet and recoil of the gun.*

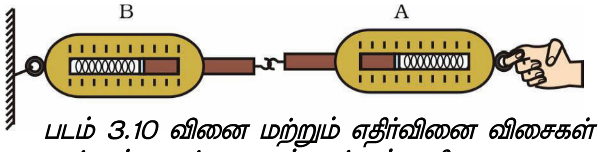
$= -0.0004$ N

மேசையினால் செலுத்தப்படும் உராய்வு விசை பந்து இயங்கும் திசைக்கு எதிர் திசையில் இருக்கும் என்பதை எதிர்குறி தெரிவிக்கிறது.

3.5 இயக்கத்தின் மூன்றாம் விதி :

இயக்கத்தின் முதல் இரண்டு விதிகள் நாம் செலுத்தும் விசை இயக்கத்தை எவ்வாறு மாற்றுகிறது என்பதையும் விசையை கண்டறியும் முறையையும் நமக்கு தெரிவிக்கிறது. ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளின் மீது அதே அளவு விசையை எதிர் திசையில் செலுத்தும் என்பது இயக்கத்தின் மூன்றாம் விதி. **இவ்விரு விசைகளின் எண் மதிப்பு சமம். ஆனால் எதிரெதிர் திசையில் செயல்படும்.** இவ்விசைகள் இரண்டு வெவ்வேறு பொருட்களின் மீது செயல்படும். ஆனால் ஒரே பொருளின் மீது செயல்படாது. கால்பந்து விளையாட்டில் சில சமயம் நாம் கால்பந்தை அதிக வேகத்துடன் உதைக்க முயற்சிப்போம். ஆனால் எதிர்பாராதவிதமாக எதிரணி வீரரைச் சென்று மோதிக்கொள்வோம். இருவரும் காயமடைவர். ஏனெனில் ஒருவரின் மீது ஒருவர் விசையை செலுத்திக் கொள்கின்றனர். இங்கு இரு விசைகள் செயல்படுகின்றன, ஒரு விசை அல்ல, ஒன்றை ஒன்று எதிர்க்கும் **இந்த இரண்டு விசைகளும் வினை மற்றும் எதிர்வினை எனப்படும்.**

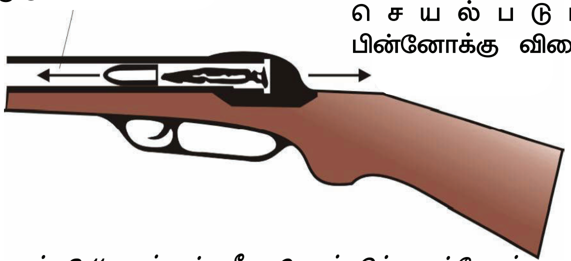
படம் 3.10ல் காட்டியபடி இரண்டு சுருள் வில் தராசுகளை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கவும். B தராசின் ஒரு முனையை சுவற்றுடன் இணைக்கவும். சுருள்வில் தராசுகளும் அவற்றின் அளவுகோள்களும் ஒரே அளவுகளை காட்டுகிறது. சுருள் வில் A என்பது B ன் மீது செலுத்தும் விசை சுருள்வில் B என்பது A ன் மீது செலுத்தும் விசைக்கு சமமாகவும் எதிர் திசையிலும் அமையும். இவ்விரு விசைகளை வினை மற்றும் எதிர்வினை என்கிறோம். இயக்கத்தின் மூன்றாம் விதியின் படி, ஒவ்வொரு வினைக்கும் சமமான எதிர்வினை ஒன்று செயல்படும். வினை மற்றும் எதிர்வினை ஆகிய இரண்டும் இரு வெவ்வேறு பொருட்களின் மீது செயல்படும்.



படம் 3.10 வினை மற்றும் எதிர்வினை விசைகள் ஒன்றுக்கொன்று சமம் மற்றும் எதிரானது.

நீங்கள் சாலையின் மீது ஓய்வு நிலையில் நின்றுக் கொண்டிருந்து, நடக்க தொடங்குகிறீர்கள் என எண்ணிக் கொள்வோம். இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதிப்படி நீங்கள் வேகத்தை அதிகரிக்க விசை தேவைப்படுகிறது. இது எந்த விசை? சாலையின் மீது நீங்கள் செலுத்துவது தசையியக்க விசையா? நீங்கள் இயங்கும் திசையில் இவ்விசை செயல்படுகிறதா? இல்லை, நீங்கள் நடக்கும்போது சாலையை கீழ்நோக்கியும் பின்புறம் தள்ளுகிறோம். சாலையும் உங்கள் பாதத்தின் மீது சமமான மற்றும் எதிர் விசையை செலுத்தி உங்களை முன்னோக்கி நகரச் செய்கிறது. வினை மற்றும் எதிர்வினை விசைகள் சமமான எண் மதிப்பை பெற்றிருந்தாலும், அவற்றினால் உருவாகும் முடுக்கங்கள் சமமான எண் மதிப்பை பெற்றிருக்காது. ஏனெனில் ஒவ்வொரு விசையும் இரு வேறு பொருட்களின் மீது செயல்படுவதால் அவற்றின் நிறைகள் வெவ்வேறாக இருக்கும்.

துப்பாக்கி சுடும்போது, துப்பாக்கி குண்டின் மீது முன்னோக்கி விசையை செலுத்துகிறது. குண்டும் துப்பாக்கியின் மீது சமமான எதிர்விசையை செலுத்துக்கிறது. இதனால் துப்பாக்கி பின்நோக்கி செல்ல முற்படுகிறது. (படம் 3.11) குண்டின் நிறையை விட துப்பாக்கியின் நிறை அதிகம் ஆதலால் குண்டு அடைந்த முடுக்கத்தைவிட துப்பாக்கி அடைந்த முடுக்கம் மிகக் குறைவு. படகு ஓட்டுபவர் படகிலிருந்து குதிப்பதின் மூலமாகவும் நாம் இயக்கத்தின் மூன்றாம் விதி விளக்கலாம். படகு ஓட்டுபவர் முன்னோக்கி குதித்தால், படகு பின்னோக்கி நகரும் (படம் 3.12).



படம் 3.11 குண்டின் மீது செயல்படும் முன்னோக்கு விசை மற்றும் துப்பாக்கியின் பின்னோக்கு விசை.

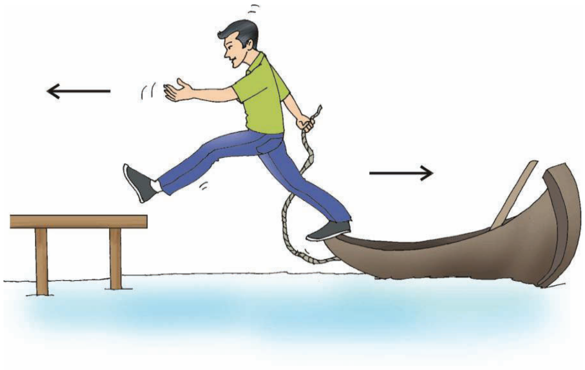


Fig. 3.12: *As the sailor jumps in forward direction, the boat moves backwards.*

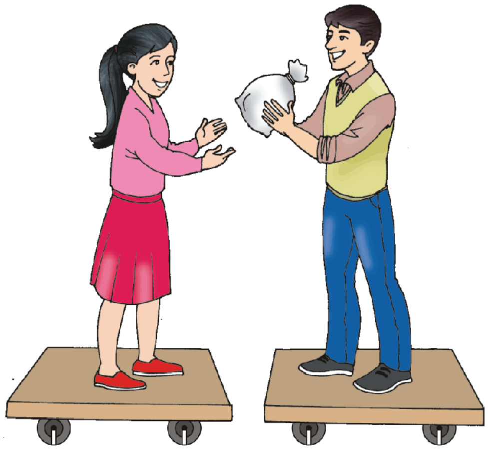


Fig. 3.13

Activity ______________ 3.4

- Request two children to stand on two separate carts as shown in Fig. 3.13.
- Give them a bag full of sand or some other heavy object. Ask them to play a game of catch with the bag.
- Does each of them experience an instantaneous force as a result of throwing the sand bag?
- You can paint a white line on cartwheels to observe the motion of the two carts when the children throw the bag towards each other.

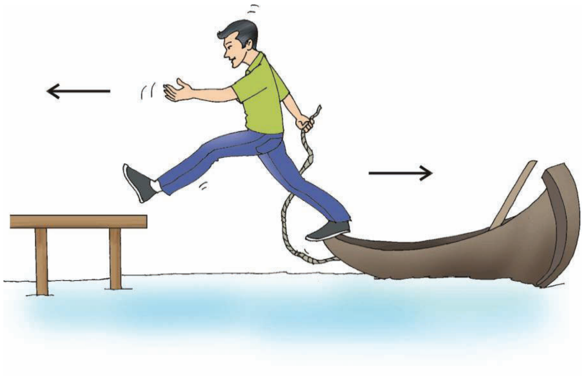
Now, place two children on one cart and one on another cart. The second law of motion can be seen, as this arrangement would show different accelerations for the same force.

The cart shown in this activity can be constructed by using a 12 mm or 18 mm thick plywood board of about 50 cm × 100 cm with two pairs of hard ball-bearing wheels (skate wheels are good to use). Skateboards are not as effective because it is difficult to maintain straight-line motion.

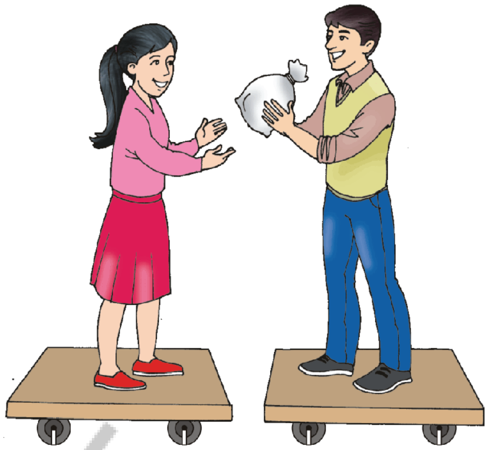
AP – SCERT

What you have learnt

- First law of motion: An object continues to be in a state of rest or of uniform motion along a straight line unless acted upon by an unbalanced force.
- The natural tendency of objects to resist a change in their state of rest or of uniform motion is called inertia.
- The mass of an object is a measure of its inertia. Its SI unit is kilogram (kg).
- Force of friction always opposes motion of objects.
- Second law of motion: The rate of change of momentum of an object is proportional to the applied unbalanced force in the direction of the force.



படம் : 3.12 படகோட்டி முன்னோக்கி குதித்தால் படகு பின்னோக்கி நகர்கிறது.



படம் *3.13*

செயல் ------------------------ 3.4

- படம் 3.13ல் காட்டியபடி இரண்டு வெவ்வேறு வண்டிகளின் மீது இரண்டு சிறுவர்களை நிற்க வைக்கவும்.
- அவர்களிடம் மணலால் நிரப்பப்பட்ட அல்லது அதிக எடையுள்ள பொருளைக் கொண்ட பையைக் கொடுக்கவும். அதனை தூக்கிபோட்டு பிடிக்கும் விளையாட்டை விளையாடச் சொல்லவும்.
- மணல் பையை தூக்கி எரியும்போது அவர்களால் உடனடி விசையை உணர முடிகிறதா?
- சிறுவர்கள் ஒருவருக்கொருவர் பையை வீசிஎறிந்து விளையாடும் போது இருவண்டிகளின் இயக்கத்தை பரிசீலிக்க வண்டி சக்கரங்களுக்கு வெள்ளை வண்ணம் தீட்டலாம்.

தற்போது இருவரையும் ஒவ்வொரு வண்டியின் மீது நிற்க வையுங்கள். இந்த அமைப்பு ஒரே விசை வெவ்வேறு முடுக்கங்களை உண்டாக்குகிறது. இங்கு இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதியை நாம் காணலாம்.

இச்செயலில் காட்டப்பட்டுள்ள வண்டியை 12மி.மீ அல்லது 18மி.மீ தடிமன், 50 செ.மீ.× 100 செ.மீ. அளவுகளுடைய ப்ளைவுட் மரப்பலகைக்கு இரண்டு ஜோடி கடினமான பந்து தாங்கிகளுடைய சக்கரங்களை (சறுக்கு விளையாட்டிற்கு பயன்படுத்தலாம்) பொருத்தி செய்யலாம். சறுக்கு பலகைகளை பயன்படுத்துவது உகந்ததல்ல. ஏனெனில் அதில் நேர்-கோட்டு இயக்கத்தைப் பெறுவது கடினம்.

நாம் கற்றவை

- இயக்கத்தின் முதல் விதி : ஒவ்வொரு பொருளும் சமன்செய்யப்படாத விசை செயல்படாத வரையில், தமது ஓய்வு நிலையிலோ அல்லது சீராக இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் நேர்கோட்டு நிலையிலோ தொடர்ந்து இருக்கும்.
- ஓய்வு நிலையிலோ, சீரான இயக்க நிலையிலோ உள்ள பொருள் அதன் இயக்க நிலையில் மாற்றத்தை எதிர்க்கும் இயற்கையான பண்பை நிலைமம் என்பர்.
- பொருளின் நிறை நிலைமத்தின் அளவீடு எனப்படுகிறது. நிறையின் S.I.அலகு கிலோகிராம்.
- உராய்வு விசை எப்போதும் பொருட்களின் இயக்கத்தை எதிர்க்கும்.
- இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதி : ஒரு பொருளின் உந்த மாறுபாட்டு வீதம் அப்பொருளின் மீது செலுத்தப்படும் சமன்செய்யப்படாத விசைக்கு நேர்விகிதத்தில் விசையின் திசையிலேயே அமையும்.

- The SI unit of force is kg m s^{-2}. This is also known as newton and represented by the symbol N. A force of one newton produces an acceleration of 1 m s^{-2} on an object of mass 1 kg.
- The momentum of an object is the product of its mass and velocity and has the same direction as that of the velocity. Its SI unit is kg m s^{-1}.
- Third law of motion: To every action, there is an equal and opposite reaction and they act on two different bodies.

Exercises

1. An object experiences a net zero external unbalanced force. Is it possible for the object to be travelling with a non-zero velocity? If yes, state the conditions that must be placed on
2. When a carpet is beaten with a stick, dust comes out of it, Explain.
3. Why is it advised to tie any luggage kept on the roof of a bus with a rope?
4. A batsman hits a cricket ball which then rolls on a level ground. After covering a short distance, the ball comes to rest. The ball slows to a stop because
   (a) the batsman did not hit the ball hard enough.
   (b) velocity is proportional to the force exerted on the ball.
   (c) there is a force on the ball opposing the motion.
   (d) there is no unbalanced force on the ball, so the ball would want to come to rest.
5. A truck starts from rest and rolls down a hill with a constant acceleration. It travels a distance of 400 m in 20 s. Find its acceleration. Find the force acting on it if its mass is 7 tonnes (*Hint*: 1 tonne = 1000 kg.)
6. A stone of 1 kg is thrown with a velocity of 20 m s^{-1} across the frozen surface of a lake and comes to rest after travelling a distance of 50 m. What is the force of friction between the stone and the ice?
7. A 8000 kg engine pulls a train of 5 wagons, each of 2000 kg, along a horizontal track. If the engine exerts a force of 40000 N and the track offers a friction force of 5000 N, then calculate:
   (a) the net accelerating force and
   (b) the acceleration of the train.
8. An automobile vehicle has a mass of 1500 kg. What must be

AP SCERT

- விசையின் S.I. அலகு கி.கி. மீ.வி$^{-2}$. இதனை நியூட்டன் எனவும் கூறுவர் இதை N எனும் குறியீட்டால் குறிப்பர். 1 கிலோ கிராம் நிறையுடைய பொருளில் 1மீ/வி$^{-2}$ முடுக்கத்தை தோற்றுவிக்கும் விசையை நியூட்டன் என்பர்.
- ஒரு பொருளின் உந்தம் என்பது அதன் நிறை மற்றும் திசை வேகத்தின் பெருக்கல்பலனுக்கு சமம் மேலும் திசைவேகத்தின் அதே திசையில் அது அமையும். உந்தத்தின் S.I. அலகு கி.கி.மீ.வி$^{-1}$.
- இயக்கத்தின் மூன்றாம் விதி : ஒவ்வொரு வினைக்கும் சமமான எதிர்வினை ஒன்று செயல்படும். இரண்டு வெவ்வேறு பொருட்களின் மீது இவ்விசைகள் செயல்படும்.

பயிற்சிகள்

1. ஒரு பொருளின் மீது பூஜ்ஜிய சமன் செய்யப்படாத புறவிசை ஒன்று செயல்படுகிறது. அப்பொருள் பூஜ்ஜியமற்ற திசைவேகத்தில் பயணிப்பது சாத்தியமா? ஆம் எனில் இது போன்ற ஒரு சூழ்நிலையை கூறு.
2. ஒரு தரைவிரிப்பை கழியால் அடிக்கும் போது அதிலிருந்து தூசி வெளியேறுகிறது. விவரி.
3. பேருந்தின் மீது வைக்கப்பட்ட பொருட்களை கயிற்றால் கட்டும்படி அறிவுறுத்தப்படுகிறது. ஏன்?
4. ஒரு கிரிக்கெட் வீரர் பந்தை அடிக்கும்போது சமமான மைதானத்தில் உருண்டு ஓடுகிறது. ஆனால் சிறிது தொலைவு சென்றவுடன் நின்று விடுகிறது. பந்து நிற்பதற்கான காரணம்.
   (அ) கிரிக்கெட் வீரர் பந்தை வேகமாக அடிக்கவில்லை.
   (ஆ) பந்தின் மீது செலுத்தப்படும் விசை அதன் திசைவேகத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.
   (இ) பந்தின் இயக்கத்தை எதிர்க்கும் விசை ஒன்று உள்ளது.
   (ஈ) பந்தின் மீது சமன்செய்யப்படாத விசை இல்லை. ஆதலால் பந்து ஓய்வு நிலையை அடைகிறது.
5. ஒரு சரக்கு வண்டி ஓய்வு நிலையிலிருந்து நிலையான முடுக்கத்தில் மலையிலிருந்து கீழ்நோக்கி இயங்குகிறது. 20 வினாடிகளில் 400 மீ தொலைவை கடக்கிறது. அதன் முடுக்கத்தை கண்டுபிடி. சரக்கு வண்டியின் நிறை 7 டன்கள் எனில் அதன் மீது செயல்படும் விசையை கணக்கிடு. (குறிப்பு 1 டன் =1000 கி.கி.)
6. 1 கி.கி. நிறையுடைய ஒரு கல்லை 20மீ.வி திசைவேகத்தில் உறைந்த பனிகட்டி ஏரியின் பரப்பின் மீது வீசப்படுகிறது. 50மீ தொலைவு பயணித்த பிறகு அக்கல்லானது ஓய்வு நிலையை அடைகிறது. கல் மற்றும் பனிகட்டிக்கு இடையிலான உராய்வு விசை எவ்வளவு?
7. 8000கி.கி. நிறையுள்ள ரயில்எஞ்சின் 5 பெட்டிகளை தண்டவாளத்தின் மீது இழுத்துச் செல்கிறது. ரயில் எஞ்சின் தண்டவாளத்தின் மீது 40000N விசையை செலுத்தினால் தண்டவாளம் ரயிலின் மீது 5000N உராய்வு விசையை செலுத்துகிறது எனில் இவற்றை கணக்கிடு.
   (a) மொத்த முடுக்க விசை
   (b) ரயில் வண்டியின் முடுக்கம்
8. ஒரு வாகனத்தின் நிறை 1500 கி.கி. வாகனம் 1.7 மீ.வி$^{-2}$ எதிர் முடுக்கத்தில் நிறுத்தப்படுகிறது. வாகனத்திற்கும் சாலைக்கும் இடையிலான விசை என்னவாக இருக்கும்?

the force between the vehicle and road if the vehicle is to be stopped with a negative acceleration of 1.7 m s^{-2}?

9. What is the momentum of an object of mass *m*, moving with a velocity *v*?

   (a) $(mv)^2$ (b) mv^2 (c) ½ mv^2 (d) mv

10. Using a horizontal force of 200 N, we intend to move a wooden cabinet across a floor at a constant velocity. What is the friction force that will be exerted on the cabinet?

11. According to the third law of motion when we push on an object, the object pushes back on us with an equal and opposite force. If the object is a massive truck parked along the roadside, it will probably not move. A student justifies this by answering that the two opposite and equal forces cancel each other. Comment on this logic and explain why the truck does not move.

12. A hockey ball of mass 200 g travelling at 10 m s^{-1} is struck by a hockey stick so as to return it along its original path with a velocity at 5 m s^{-1}. Calculate the magnitude of change of momentum occurred in the motion of the hockey ball by the force applied by the hockey stick.

13. A bullet of mass 10 g travelling horizontally with a velocity of 150 m s^{-1} strikes a stationary wooden block and comes to rest in 0.03 s. Calculate the distance of penetration of the bullet into the block. Also calculate the magnitude of the force exerted by the wooden block on the bullet.

14. An object of mass 1 kg travelling in a straight line with a velocity of 10 m s^{-1} collides with, and sticks to, a stationary wooden block of mass 5 kg. Then they both move off together in the same straight line. Calculate the total momentum just before the impact and just after the impact. Also, calculate the velocity of the combined object.

15. An object of mass 100 kg is accelerated uniformly from a velocity of 5 m s^{-1} to 8 m s^{-1} in 6 s. Calculate the initial and final momentum of the object. Also, find the magnitude of the force exerted on the object.

16. Akhtar, Kiran and Rahul were riding in a motorcar that was moving with a high velocity on an expressway when an insect hit the windshield and got stuck on the windscreen. Akhtar and Kiran started pondering over the situation. Kiran suggested that the insect suffered a greater change in momentum as compared to the change in momentum of the motorcar (because the change in the velocity of the insect was much more than that of the motorcar). Akhtar said that since the motorcar was moving with a larger velocity, it exerted a larger force on the insect. And as a result the insect died. Rahul while putting an entirely new

AP SCERT

9. m நிறையுடைய ஒரு பொருள் v திசைவேகத்தில் இயங்கினால் அப்பொருளின் உந்தம் என்ன?
(a) $(mv)^2$ (b) mv^2 (c) ½ mv^2 (d) mv

10. 200N கிடைமட்ட விசையைப் பயன்படுத்தி சீரான திசைவேகத்தில் தரையின் மீது மரப்பெட்டி ஒன்று நகர்த்தப்படுகிறது. மரப்பெட்டியின் மீது தரைசெலுத்தும் உராய்வு விசையை கண்டுபிடி?

11. இயக்கத்தின் மூன்றாம் விதிப்படி ஒரு பொருளை நாம் தள்ளினால் அப்பொருள் திரும்ப நம் மீது அதே அளவு விசையை செலுத்தி எதிர்திசையில் தள்ளும். ஒரு கனரக வாகனம் சாலையோரம் நிறுத்தப்பட்டிருந்தால் அது நகராது. இரண்டு சமமான மற்றும் எதிர் விசைகள் ஒன்றை ஒன்று ரத்து செய்து கொள்ளும் என மாணவன் விடையளித்தான். இந்த தர்க்கத்தின் மீது உங்கள் கருத்தை கூறி, கனரக வாகனம் ஏன் நகரவில்லை என்பதை விவரி

12. 10 மீ.வி$^{-1}$வேகத்தில் 200 கி நியைுடைய ஒரு ஹாக்கி பந்து 10மீவி$^{-1}$ வேகத்தில் பயணப்படும். அப்போது அதை ஹாக்கி மட்டையை வைத்து அடித்தால் அது தன் பாதையில் 5மீவி$^{-1}$ திசைவேகத்தில் திரும்பிச் செல்கிறது. ஹாக்கி மட்டையினால் செலுத்தப்பட்ட விசை காரணமாக ஹாக்கி பந்தின் இயக்கத்தில் ஏற்படும் உந்த மாறுபாட்டின் அளவைக் கணக்கிடு

13. 10 கி. நிறையுடைய புல்லட் (அ) தோட்டா 150 மீ.வி$^{-1}$ திசைவேகத்தில் கிடைமட்டமாக பயணப்பட்டு நிலையான மரத்துண்டு ஒன்றை மோதி, 0.03 விநாடிகளில் ஓய்வு நிலையை அடைந்தது. புல்லட் மரத்துனுள் ஊடுருவிய தொலைவை கணக்கிடு. புல்லட்டின் மீது மரத்துண்டு செலுத்திய விசையின் அளவை கணக்கிடு.

14. 1 கி.கி நிறையுடைய ஒரு பொருள் 10 மீ வி$^{-1}$ திசைவேகத்தில் நேர்கோட்டில் பயணிக்கும்போது 5கி.கி. நிறையுடைய நிலையான மரத்துண்டை மோதி அதற்கு ஒட்டிக்கொள்கிறது. பின்னர் அவை இரண்டும் இணைந்து அதே நேர்க்கோட்டில் இயங்குகிறது. தாக்கத்திற்கு சற்று முன்பும், தாக்கத்திற்கு சற்று பின்பும் உள்ள மொத்த உந்தத்தை கணக்கிடு. மேலும் இவ்விரு பொருட்களின் திசைவேகத்தை கணக்கிடு.

15. 100 கி.கி. நிறையுடைய ஒரு பொருள் 6 விநாடிகளில் 5 மீ வி$^{-1}$ லிருந்து 8 மீ வி$^{-1}$ திசைவேகத்திற்கு சீராக முடுக்கமடைகிறது. பொருளின் தொடக்க மற்றும் இறுதி உந்தத்தை கணக்கிடு. பொருளின் மீது செலுத்தப்படும் விசையின் அளவை கணக்கிடு.

16. அக்தர், கிரண் மற்றும் ராகுல் நெடுஞ்சாலை மீது அதிக திசைவேகத்தில் ஒரு காரை ஓட்டிச்சென்றபோது காற்று கவசத்தை ஒரு பூச்சி மோதி காற்றுதிரையில் சிக்கிக்கொண்டது. அக்தரும் கிரனும் இச்சூழ்நிலையைப் பற்றி சிந்தித்தனர். காரின் உந்தமாறுபாட்டை ஒப்பிடும்போது பூச்சியின் அதிக உந்தமாறுபாடு காரணமாக பூச்சி பாதிப்பு அடைந்தது என கிரண் கருதினான். (காரின் திசைவேகத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தை விட பூச்சியின் திசைவேகத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் மிக அதிகம்) கார் அதிக திசைவேகத்தில் இயங்கியதால் பூச்சியின் மீது கார் அதிக விசையை செலுத்தியது என அக்தர் கூறினான். இதன் விளைவாக பூச்சி இறந்துவிட்டது. கார் மற்றும் பூச்சி இரண்டும் சமமான விசை மற்றும் உந்தமாறுபாட்டை ஒன்றின் மீது ஒன்று செலுத்தும் என ராகுல் முற்றிலும் ஒரு புதிய விளக்கத்தை கூறினான். இப்பரிந்துரைகளின் மீது உங்கள் கருத்தைக் கூறவும்.

explanation said that both the motorcar and the insect experienced the same force and a change in their momentum. Comment on these suggestions.

17. How much momentum will a dumb-bell of mass 10 kg transfer to the floor if it falls from a height of 80 cm? Take its downward acceleration to be 10 m s^{-2}.

Additional Exercises

A1. The following is the distance-time table of an object in motion:

Time in seconds	Distance in metres
0	0
1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216
7	343

(a) What conclusion can you draw about the acceleration? Is it constant, increasing, decreasing, or zero?

(b) What do you infer about the forces acting on the object?

A2. Two persons manage to push a motorcar of mass 1200 kg at a uniform velocity along a level road. The same motorcar can be pushed by three persons to produce an acceleration of 0.2 m s^{-2}. With what force does each person push the motorcar? (Assume that all persons push the motorcar with the same muscular effort.)

A3. A hammer of mass 500 g, moving at 50 m s^{-1}, strikes a nail. The nail stops the hammer in a very short time of 0.01 s. What is the force of the nail on the hammer?

A4. A motorcar of mass 1200 kg is moving along a straight line with a uniform velocity of 90 km/h. Its velocity is slowed down to 18 km/h in 4 s by an unbalanced external force. Calculate the acceleration and change in momentum. Also calculate the magnitude of the force required.

AP SCERT

17. 10 கி.கி. நிறையுடைய ஒரு டம்பல் 80 செ.மீ. உயரத்திலிருந்து தரையில் விழுந்தால், டம்பல் தரைக்கு எவ்வளவு உந்தத்தை ஏற்படுத்தியிருக்கும்.? டம்பல்லின் கீழ்நோக்கு முடுக்கம். 10மீவி$^{-2}$ என எடுத்தக்கொள்ளவும்.

மேலும் சில பயிற்சிகள்

A1. ஒரு பொருளின் இயக்கத்திற்கான தொலைவு-காலம் அட்டவணை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

காலம் – விநாடிகளில்	தொலைவு – மீட்டரில்
0	0
1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216
7	343

AP SCERT

(a) இந்த அட்டவணையிலிருந்து முடுக்கத்தைப் பற்றி நீங்கள் எந்த முடிவை பெறுவீர்கள்? முடுக்கம் அதிகரிக்குமா? குறையுமா (அ) பூஜ்ஜியமாகுமா?

(b) பொருட்களின் மீது செயல்படும் விசையைப் பற்றி நீங்கள் என்ன தெரிந்துக் கொள்வீர்கள்?

A2. 1200கி.கி. நிறையுடைய ஒரு காரை சமமான சாலையில் சீரான திசைவேகத்தில் இரண்டு நபர்கள் தள்ளினர். அதே காரை 0.2 மீ.வி$^{-2}$. முடுக்கத்துடன் மூன்று நபர்கள் தள்ளினர். ஒவ்வொரு நபரும் அந்த காரின் மீது எவ்வளவு விசையை செலுத்தி நகர்த்தினர். (அனைவரும் சமமான அளவு தசையியக்க விசையை செலுத்தி தள்ளியதாக நினைத்துக்கொள்ளவும்)

A3. 500 கி நிறையுடைய ஒரு சுத்தி 50மிவி.$^{-1}$, வேகத்தில் இயங்கி ஒரு ஆணியை அடித்தது. ஆணி சுத்தியை 0.01 வி மிகக் குறைந்த காலத்தில் நிறுத்தியது. சுத்தியின் மீது ஆணி எவ்வளவு விசையை செலுத்தியது?

A4. 1200 கி.கி. நிறையுடைய ஒரு கார் 90கி.மீ/ம சீரான திசைவேகத்தில் நேர்கோட்டில் இயங்குகிறது. சமன் செய்யப்படாத புறவிசையினால் 4 விநாடிகளில் அதன் திசைவேகம் 18கி.மீ/ம குறைக்கப்படுகிறது. உந்த மாறுபாடு மற்றும் முடுக்கத்தை கணக்கிடு. திசைவேகத்தை குறைக்க தேவையான விசையின் அளவையும் கணக்கிடு.

Chapter 4

IS MATTER AROUND US PURE?

How do we judge whether milk, ghee, butter, salt, spices, mineral water or juice that we buy from the market are pure?

Fig. 4.1: *Some consumable items*

Have you ever noticed the word 'pure' written on the packs of these consumables? For a common person pure means having no adulteration. But, for a scientist all these things are actually mixtures of different substances and hence not pure. For example, milk is actually a mixture of water, fat, proteins, etc. When a scientist says that something is pure, it means that all the constituent particles of that substance are the same in their chemical nature. A pure substance consists of a single type of particle. In other words, a substance is a pure single form of matter.

As we look around, we can see that most of the matter around us exists as mixtures of two or more pure components, for example, sea water, minerals, soil, etc., are all mixtures.

4.1 What is a Mixture?

Mixtures are constituted by more than one kind of pure form of matter. We know that dissolved sodium chloride can be separated from water by the physical process of evaporation. However, sodium chloride is itself a pure substance and cannot be separated by physical process into its chemical constituents. Similarly, sugar is a substance which contains only one kind of pure matter and its composition is the same throughout.

Soft drink and soil are not single pure substances. Whatever the source of a pure substance may be, it will always have the same characteristic properties.

Therefore, we can say that a mixture contains more than one pure substance.

4.1.1 TYPES OF MIXTURES

Depending upon the nature of the components that form a mixture, we can have different types of mixtures.

Activity ______________ *4.1*

- Let us divide the class into groups A, B, C and D.
- Group A takes a beaker containing 50 mL of water and one spatula full of copper sulphate powder. Group B takes 50 mL of water and two spatula full of copper sulphate powder in a beaker.
- Groups C and D can take different amounts of copper sulphate and potassium permanganate or common salt (sodium chloride) and mix the given components to form a mixture.
- Report the observations on the uniformity in colour and texture.
- Groups A and B have obtained a mixture which has a uniform composition throughout. Such mixtures are called homogeneous mixtures or solutions. Some other examples of such mixtures are: (i) salt dissolved in water and (ii) sugar dissolved in water. Compare the

AP SCERT

அலகு 4

S1J3P2

நம்மைச் சூழ்ந்துள்ள பருப்பொருட்கள் தூய்மையானவையா?

நாம் சந்தையில் வாங்கும் பால், நெய், வெண்ணெய், உப்பு, நறுமணப் பொருட்கள், நீர் அல்லது பழச்சாறு ஆகியவை தூயப் பொருட்கள் என எவ்வாறு நிர்ணயிக்க முடியும்?

படம் *4.1:* சில நுகர்ப்பொருட்கள்

இந்த நுகர்ப்பொருட்களின் மீது தூய்மையானவை எனும் சொல்லை கவனித்துள்ளீர்களா? பொதுமக்கள் தூயப்பொருட்கள் என்பது கலப்படமற்ற பொருட்கள் எனப் பொருள் கொள்கின்றனர். ஆனால், இவை பல பொருட்களின் கலவை மற்றும் தூய பொருட்கள் அல்ல என அறிவியலாளர்கள் அறிவர். எடுத்துக்காட்டாக, பால் என்பது நீர், கொழுப்பு, புரதங்கள் போன்றவற்றின் கலவையாகும். அறிவியலாளர்களின் நோக்கில், ஒரு பொருள் தூய்மையானது எனில், அப்பொருட்களின் ஆக்கக்கூறு துகள்கள் அனைத்தும் ஒரே வேதியியல் தன்மையை கொண்டிருக்கும். தூய பொருள் ஒரே வகையான துகள்களால் ஆனது. அதாவது ஒரு தூய பொருள், ஒரே வகையான பருப்பொருளால் ஆனது.

நம்மை சுற்றியுள்ள பெரும்பாலான பருப்பொருட்கள் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தூய பகுதிப்பொருட்களால் ஆன கலவையாக காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக கடல் நீர், தாதுப்பொருட்கள், மண் போன்றவை கலவைகள் ஆகும்.

4.1 கலவை என்றால் என்ன?

கலவைகள் என்பவை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தூயப் பருப்பொருட்களால் ஆனவை.நீரில் கரைந்துள்ள சோடியம் குளோரைடை ஆவியாதல் எனும் இயற்பியல் முறை மூலம் பிரித்தெடுக்கலாம் என்பதை அறிவோம். எனினும் சோடியம் குளோரைடு என்பது தூய பொருள் ஆகும். மேலும் இதை இயற்பியல் முறை மூலம், அதனுடைய வேதி ஆக்கக் கூறுகளாக பிரிக்க முடியாது. இதேபோல், சர்க்கரை ஒரே வகையான தூய பருப்பொருளால் ஆனது. மேலும் சர்க்கரை முழுதும் ஒரே இயைபு இருக்கும்.

மென்பானங்கள் மற்றும் மண் ஆகியவை ஒரே வகையான தூய பொருட்களை கொண்டிருப்பவை அல்ல. ஒரு தூய பொருளின் மூலம் (வளம்) எதுவெனினும், அது ஒரே மாதிரியான (தன்மையான) பண்புகளை கொண்டிருக்கும்.

ஆகவே, கலவை என்பது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தூய பொருட்களை கொண்டிருக்கும் என கூறலாம்.

4.1.1 கலவைகளின் வகைகள்

கலவையில் உள்ள பொருட்களின் தன்மையை ஆதாரமாக கொண்டு பல வகையான கலவைகள் உள்ளன.

***செயல்* 4.1**

- வகுப்பு மாணவர்களை A, B, C மற்றும் D குழுக்களாக பிரிக்கவும்.
- குழு A, 50 மி.லி. நீர் உள்ள பீக்கர் மற்றும் ஒரு துடுப்பு கரண்டி அளவு காப்பர் சல்பேட் தூளை எடுத்துக் கொள்ளவும். குழு B, 50 மி.லி. நீர் மற்றும் இரண்டு துடுப்பு கரண்டி காப்பர் சல்பேட் தூளை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- குழு C, D வெவ்வேறு அளவில் காப்பர் சல்பேட் மற்றும் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் அல்லது சாதாரண உப்பை (சோடியம் குளோரைடு) எடுத்துக் கொள்ளவும். கொடுக்கப்பட்ட பகுதிப்பொருட்களை கலந்து கலவையாக செய்துக் கொள்ளவும்.
- கலவையின் அமைப்பு மற்றும் நிறத்தின் சீர்மையை பற்றி கவனித்ததை கூறவும்.
- குழு A, B கலவை முழுவதும் சீரான இயைபு (கலப்பளவு) பெற்றிருக்கும். இக்கலவைகளை ஒருபடித்தான கலவைகள் அல்லது கரைசல்கள் என்பர். இதுபோன்ற கலவைகளுக்கு மேலும் சில எடுத்துக்காட்டுகள் i) நீரில் கரைந்த உப்பு ii) நீரில் கரைந்த சர்க்கரை.

colour of the solutions of the two groups. Though both the groups have obtained copper sulphate solution but the intensity of colour of the solutions is different. This shows that a homogeneous mixture can have a variable composition.

- Groups C and D have obtained mixtures, which contain physically distinct parts and have non-uniform compositions. Such mixtures are called heterogeneous mixtures. Mixtures of sodium chloride and iron filings, salt and sulphur, and oil and water are examples of heterogeneous mixtures.

Activity _______________ 4.2

- Let us again divide the class into four groups— A, B, C and D.
- Distribute the following samples to each group:
  - Few crystals of copper sulphate to group A.
  - One spatula full of copper sulphate to group B.
  - Chalk powder or wheat flour to group C.
  - Few drops of milk or ink to group D.
- Each group should add the given sample in water and stir properly using a glass rod. Are the particles in the mixture visible?
- Direct a beam of light from a torch through the beaker containing the mixture and observe from the front. Was the path of the beam of light visible?
- Leave the mixtures undisturbed for a few minutes (and set up the filtration apparatus in the meantime). Is the mixture stable or do the particles begin to settle after some time?
- Filter the mixture. Is there any residue on the filter paper?

- Discuss the results and form an opinion.

Groups A and B have got a solution.
Group C has got a suspension.
Group D has got a colloidal solution.

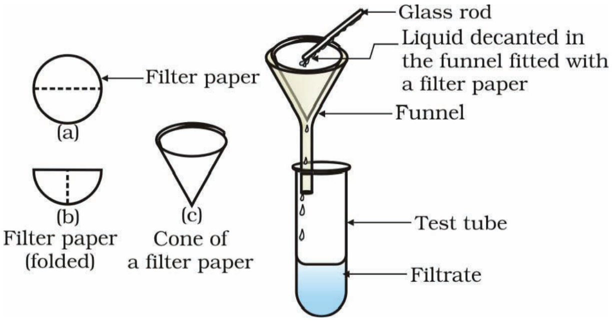


Fig. 4.2: *Filtration*

Now, we shall learn about solutions, suspensions and colloidal solutions in the following sections.

Questions

1. What is meant by a substance?
2. List the points of differences between homogeneous and heterogeneous mixtures.

4.2 What is a Solution?

A solution is a homogeneous mixture of two or more substances. You come across various types of solutions in your daily life. Lemonade, soda water, etc., are all examples of solutions. Usually we think of a solution as a liquid that contains either a solid, liquid or a gas dissolved in it. But, we can also have solid solutions (alloys) and gaseous solutions (air). In a solution there is homogeneity at the particle level. For example, lemonade tastes the same throughout. This shows that particles of sugar or salt are evenly distributed in the solution.

More to know

Alloys: Alloys are mixtures of two or more metals or a metal and a non-metal and cannot be separated into their components by physical methods. But still, an alloy is considered as a mixture because it shows the properties of its constituents and can have variable composition. For example, brass is a mixture of approximately 30% zinc and 70% copper.

AP SCERT

இரண்டு குழுக்களின் கரைசல்களின் நிறங்களை ஒப்பிடவும். இரண்டு குழுக்களும் காப்பர் சல்பேட் கரைசலை பெற்றாலும், கரைசல்களின் நிறச்செறிவு மாறுபட்டிருக்கும். இது ஒருபடித்தான கலவைகள், மாறுபட்ட இயைபு பெற்றிருக்கும் என்பதை காட்டுகிறது.

- குழு C மற்றும் D வேறுபட்ட இயல் பகுதிகள் மற்றும் சீரற்ற இயைபு கொண்டிருக்கும் கலவைகளை பெறும். இக்கலவைகளை பலபடித்தான கலவைகள் எனலாம். சோடியம் குளோரைடு மற்றும் இரும்பு துருவல்கள் கலவை, உப்பு மற்றும் சல்பர், எண்ணெய் மற்றும் நீர் போன்றவை பலபடித்தான கலவைகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்

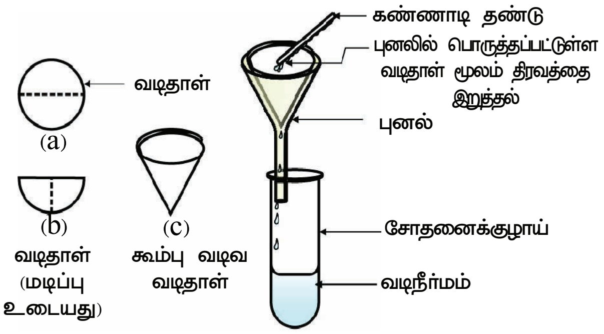
செயல் -------------------------- 4.2

- மீண்டும் மாணவர்களை A, B, C மற்றும் D எனும் நான்கு குழுக்களாக பிரிக்கவும்.
- ஒவ்வொரு குழுவிற்கும் கீழ்க்கண்ட மாதிரிகளை அளிக்கவும்.
  - A குழுவிற்கு சில காப்பர் சல்பேட் படிகங்கள்
  - B குழுவிற்கு ஒரு துடுப்பு கரண்டி நிறைய காப்பர் சல்பேட்
  - C குழுவிற்கு சுண்ணாம்பு தூள் அல்லது கோதுமை மாவு
  - D குழுவிற்கு சில துளிகள் பால் அல்லது மை
- ஒவ்வொரு குழுவும் கொடுத்த மாதிரிகளை நீரில் சேர்த்து, கண்ணாடி தண்டினால் நன்றாக கலக்கவும். கலவையில் உள்ள துகள்களை உங்களால் காண முடிகிறதா?
- பீக்கரில் உள்ள கலவையின் வழியே ஒளிக்கற்றையை செலுத்தவும். பீக்கரின் முன்பக்கத்திலிருந்து கவனிக்கவும். ஒளிக்கற்றையின் பாதையை காண முடிகிறதா?
- கலவையை சிறிதுநேரம் அசைக்காமல் வைக்கவும். (இந்நேரத்தில் வடிகட்டுதல் அமைப்பை பொருத்தி கொள்ளவும்). கலவை நிலையாக உள்ளதா? அல்லது சிறிதுநேரம் கழித்து, துகள்கள் படிந்து விடுகின்றனவா?
- கலவையை வடிகட்டவும். வடிதாள் மீது ஏதேனும் கசடு இருந்ததா?
- விளைவுகளை பற்றி கலந்துரையாடி, கருத்தை உருவாக்கவும்.

A மற்றும் B குழுக்கள் கரைசலைப் பெற்றன.

C குழு தொங்கலைப் பெற்றது.

D குழு கூழ்ம கரைசலைப் பெற்றது.



படம் *4.2.:* வடிகட்டுதல்

இப்போது கரைசல்கள், தொங்கல்கள் மற்றும் கூழ்மங்கள் பற்றி கற்போம்.

வினாக்கள்

1. *பொருள் என்றால் என்ன?*
2. *ஒருபடித்தான மற்றும் பலபடித்தான கலவைகளுக்கு இடையே வேறுபாடுகளை கூறுக.*

4.2 கரைசல் என்றால் என்ன?

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பொருள்களை கொண்ட ஒருபடித்தான கலவையை கரைசல் என்பர். அன்றாட வாழ்வில் பல்வேறு வகையான கரைசல்களை பயன்படுத்துகிறோம். எலுமிச்சை பழச்சாறு, சோடா நீர் போன்றவை கரைசல்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். பொதுவாக கரைசல் என்பது திடப்பொருள், திரவப்பொருள் அல்லது வாயுப்பொருட்கள் போன்றவை கரைந்திருக்கும் திரவத்தை கரைசல் என்போம். ஆனால் திடக்கரைசல்கள் (உலோகக் கலவைகள்) மற்றும் வாயுக்கரைசல்கள் (காற்று) போன்றவைகளும் உள்ளன. கரைசல்கள் துகள் அளவிலேயே ஒருபடித்தானவையாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, எலுமிச்சை சாறின் முழுவதும் ஒரே சுவை இருக்கும். இது சர்க்கரை அல்லது உப்பு துகள்கள் கரைசல் முழுவதும் சீராக பரவியுள்ளன என்பதை காட்டுகிறது

மேலும் தெரிந்துகொள்வோம்

உலோகக் கலவைகள் : உலோகக் கலவைகள் இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட உலோகங்கள் அல்லது உலோகம் மற்றும் அலோகங்களின் கலவையாகும். உலோகக் கலவைகளின் பகுதிப் பொருட்களை இயற்பியல் முறைகள் மூலம் பிரித்தெடுக்க முடியாது. இருப்பினும் உலோகக் கலவையை கலவை என்கிறோம். ஏனெனில் இவை, அவற்றின் ஆக்கக் கூறுகளின் (பகுதிப் பொருட்களின்) பண்புகளை பெற்றிருக்கும். மேலும் ஆக்கக்கூறுகள் மாறுபட்ட இயைபில் (கலப்பளவு) காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக பித்தளை என்பது 30% ஜிங்க் மற்றும் 70% காப்பர் கலவையாகும்.

A solution has a solvent and a solute as its components. The component of the solution that dissolves the other component in it (usually the component present in larger amount) is called the solvent. The component of the solution that is dissolved in the solvent (usually present in lesser quantity) is called the solute.

Examples:

(i) A solution of sugar in water is a solid in liquid solution. In this solution, sugar is the solute and water is the solvent.

(ii) A solution of iodine in alcohol known as 'tincture of iodine', has iodine (solid) as the solute and alcohol (liquid) as the solvent.

(iii) Aerated drinks like soda water, etc., are gas in liquid solutions. These contain carbon dioxide (gas) as solute and water (liquid) as solvent.

(iv) Air is a mixture of gas in gas. Air is a homogeneous mixture of a number of gases. Its two main constituents are: oxygen (21%) and nitrogen (78%). The other gases are present in very small quantities.

Properties of a Solution

- A solution is a homogeneous mixture.
- The particles of a solution are smaller than 1 nm (10^{-9} metre) in diameter. So, they cannot be seen by naked eyes.
- Because of very small particle size, they do not scatter a beam of light passing through the solution. So, the path of light is not visible in a solution.
- The solute particles cannot be separated from the mixture by the process of filtration. The solute particles do not settle down when left undisturbed, that is, a solution is stable.

4.2.1 Concentration of a solution

In activity 4.2, we observed that groups A and B obtained different shades of solutions. So, we understand that in a solution the relative proportion of the solute and solvent can be varied. Depending upon the amount of solute present in a solution, it can be called dilute, concentrated or saturated solution. Dilute and concentrated are comparative terms. In activity 4.2, the solution obtained by group A is dilute as compared to that obtained by group B.

Activity ______________ *4.3*

- Take approximately 50 mL of water each in two separate beakers.
- Add salt in one beaker and sugar or barium chloride in the second beaker with continuous stirring.
- When no more solute can be dissolved, heat the contents of the beaker to raise the temperature by about 5°C.°
- Start adding the solute again.

Is the amount of salt and sugar or barium chloride, that can be dissolved in water at a given temperature, the same?

At any particular temperature, a solution that has dissolved as much solute as it is capable of dissolving, is said to be a saturated solution. In other words, when no more solute can be dissolved in a solution at a given temperature, it is called a saturated solution. The amount of the solute present in the saturated solution at this temperature is called its solubility.

If the amount of solute contained in a solution is less than the saturation level, it is called an unsaturated solution.

What would happen if you were to take a saturated solution at a certain temperature and cool it slowly.

We can infer from the above activity that different substances in a given solvent have different solubilities at the same temperature.

The concentration of a solution is the amount (mass or volume) of solute present in a given amount (mass or volume) of solution.

There are various ways of expressing the concentration of a solution, but here we will learn only three methods.

(i) Mass by mass percentage of a solution

$$= \frac{\text{Mass of solute}}{\text{Mass of solution}} \times 100$$

AP SCERT

கரைசலின் பகுதிப்பொருட்கள் கரைபொருள் மற்றும் கரைப்பான் ஆகும். ஒரு பகுதிப்பொருளை தன்னுள் கரைத்துக் கொள்ளும் மற்றொரு பகுதிப்பொருளை கரைப்பான் (பொதுவாக அதிகளவில் காணப்படும்) என்பர். கரைப்பானில் கரையும் கரைசலின் பகுதிப்பொருளை கரைபொருள் (பொதுவாக குறைந்தளவில் காணப்படும்) என்பர்.

எடுத்துக்காட்டுகள்:

(i) சர்க்கரை நீர் கரைசலானது திரவத்தில் திடப்பொருள் கரைசல் ஆகும். இக்கரைசலில் சர்க்கரை கரைபொருள் மற்றும் நீர் கரைப்பான் ஆகும்.

(ii) ஆல்கஹால் ஐயோடின் கரைசலில் (ஐயோடின் டின்சர்) ஐயோடின் (திடப்பொருள்) கரைபொருள் மற்றும் ஆல்கஹால் (திரவப்பொருள்) கரைப்பான் ஆகும்.

(iii) சோடாநீர் போன்ற காற்றூட்டப்பட்ட பானங்கள் திரவத்தில் வாயு கரைசல் ஆகும். இதில் கார்பன்டைஆக்சைஸடு (வாயு) கரைபொருளாகவும், நீர் (திரவம்) கரைப்பானாகவும் உள்ளது.

(iv) காற்று என்பது வாயுவில் வாயு வகை கலவையாகும். காற்று என்பது பல வாயுக்களின் ஒருபடித்தான கலவையாகும். இவற்றின் இரண்டு முக்கிய ஆக்கக்கூறுகள் ஆக்சிஜன் (21%) மற்றும் நைட்ரஜன் (78%) ஆகும். பிற வாயுக்கள் மிக குறைந்தளவில் உள்ளன.

கரைசலின் பண்புகள்

- கரைசல் என்பது ஒருபடித்தான கலவையாகும்.
- கரைசலில் துகள்களின் அளவு 1nm (10^{-9}மீட்டர்) விட்டத்தைவிட குறைவு. ஆகவே இத்துகள்களை நேரடியாக வெறும் கண்களால் பார்க்க முடியாது.
- துகளின் அளவு மிகச்சிறியதாக இருப்பதால், கரைசலின் வழியே செலுத்தப்படும் ஒளிக்கற்றை சிதறல் அடையாது. ஆகவே ஒளி பயணம் செய்யும் பாதை கண்களுக்கு புலப்படாது.
- வடிகட்டுதலின் மூலம் கலவையில் உள்ள கரைபொருள் துகள்களை பிரித்தெடுக்க முடியாது. கரைசலை அசைக்காமல் வைக்கும்போது கரைபொருள் துகள்கள் அடியில் படியாது.

4.2.1 கரைசலின் செறிவு

செயல் 4.2 ல், குழு A, B வெவ்வேறு நிறச் செறிவுடைய கரைசல்கள் பெற்றதை கவனித்தோம். ஆகவே, ஒரு கரைசலில் கரைபொருள் மற்றும் கரைப்பானின் சார்பு விகிதம் வேறுபட்டு இருக்கும் என்பதை புரிந்துக் கொள்ளலாம். கரைசலில் உள்ள கரைபொருளின் அளவை பொருத்து, கரைசலை நீர்த்த கரைசல் மற்றும் அடர் கரைசல் அல்லது நிறைவுற்ற கரைசல் என அழைக்கலாம்.நீர்த்த மற்றும் அடர் ஆகியவை ஒப்பிட பயன்படும் சொற்கள் ஆகும். செயல் 4.2 ல், குழு A பெற்ற கரைசல், குழு B பெற்ற கரைசலை விட நீர்த்த கரைசல் ஆகும்.

***செயல்* 4.3**

- இரண்டு வெவ்வேறு பீக்கர்களில் 50 மி.லி. நீரை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- முதல் பீக்கரில் உப்பு மற்றும் இரண்டாவது பீக்கரில் சர்க்கரை அல்லது பேரியம் குளோரைடு எடுத்துக் கொண்டு நன்றாக கலக்கவும்.
- கரைபொருள் நன்றாக கரையாத போது, பீக்கரில் உள்ளதை $5^{\circ}C$ வெப்பம் உயருமாறு வெப்பப்படுத்தவும்.
- கரைபொருளை மீண்டும் சேர்க்கவும்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள வெப்பநிலையில், நீரில் கரைந்த உப்பு மற்றும் சர்க்கரை அல்லது பேரியம் குளோரைடு அளவு சமமாக இருந்தனவா?

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், ஒரு கரைசல் எவ்வளவு கரைபொருளை கரைத்துக் கொள்ளுமோ, அதே அளவு கரைபொருள் கரைந்து இருந்தால் அக்கரைசலை நிறைவுற்ற கரைசல் என்பர். அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், கரைசலில் மேலும் கரைபொருள் கரையாமல் இருந்தால், அக்கரைசல் நிறைவுற்ற கரைசல் என்பர். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் நிறைவுற்ற கரைசலில் கரைந்துள்ள கரைபொருளின் அளவு அக்கரைசலின் கரைதிறன் என்பர்.

கரைசலில் உள்ள கரைபொருளின் அளவு, நிறைவுற்ற நிலையை விட குறைவாக இருந்தால், அக்கரைசல் நிறைவுறா கரைசல் என்பர்.

இப்பொழுது, குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் உள்ள நிறைவுற்ற கரைசலை, மெதுவாக குளிரச் செய்தால் என்ன நிகழும்?

மேற்கண்ட செயல் மூலம் ஒரே வெப்பநிலையில், கொடுக்கப்பட்ட கரைப்பானில் வெவ்வேறு பொருட்கள் வெவ்வேறு கரைதிறனை கொண்டுள்ளன என்பதை அறியலாம்.

கரைசலின் செறிவு என்பது கொடுக்கப்பட்ட அளவுள்ள (நிறை அல்லது கனஅளவு) கரைசலில் உள்ள கரைபொருளின் அளவு ஆகும். கரைசலின் செறிவை தெரிவிக்க பல வழிகள் உள்ளன. இங்கு நாம் மூன்று முறைகளை மட்டும் கற்போம்.

$$\text{நிறை-நிறை கரைசலின் சதவீதம்} = \frac{\text{கரைபொருளின் நிறை}}{\text{கரைசலின் நிறை}} \times 100$$

(ii) Mass by volume percentage of a solution

$$= \frac{\text{Mass of solute}}{\text{Volume of solution}} \times 100$$

(iii) Volume by volume percentage of a solution

$$= \frac{\text{Volume of solute}}{\text{Volume of solution}} \times 100$$

Example 4.1 A solution contains 40 g of common salt in 320 g of water. Calculate the concentration in terms of mass by mass percentage of the solution.

Solution:

Mass of solute (salt) = 40 g
Mass of solvent (water) = 320 g

We know,

Mass of solution = Mass of solute + Mass of solvent
= 40 g + 320 g
= 360 g

Mass percentage of solution

$$= \frac{\text{Mass of solute}}{\text{Mass of solution}} \times 100$$

$$= \frac{40}{360} \times 100 = 11.1\%$$

4.2.2 What is a suspension?

Non-homogeneous systems, like those obtained by group C in activity 4.2, in which solids are dispersed in liquids, are called suspensions. A suspension is a heterogeneous mixture in which the solute particles do not dissolve but remain suspended throughout the bulk of the medium. Particles of a suspension are visible to the naked eye.

Properties of a Suspension

- Suspension is a heterogeneous mixture.
- The particles of a suspension can be seen by the naked eye.
- The particles of a suspension scatter a beam of light passing through it and make its path visible.
- The solute particles settle down when a suspension is left undisturbed, that is, a suspension is unstable. They can be separated from the mixture by the process of filtration. When the particles settle down, the suspension breaks and it does not scatter light any more.

4.2.3 What is a colloidal solution?

The mixture obtained by group D in activity 4.2 is called a colloid or a colloidal solution. The particles of a colloid are uniformly spread throughout the solution. Due to the relatively smaller size of particles, as compared to that of a suspension, the mixture appears to be homogeneous. But actually, a colloidal solution is a heterogeneous mixture, for example, milk.

Because of the small size of colloidal particles, we cannot see them with naked eyes. But, these particles can easily scatter a beam of visible light as observed in activity 4.2. This scattering of a beam of light is called the Tyndall effect after the name of the scientist who discovered this effect.

Tyndall effect can also be observed when a fine beam of light enters a room through a small hole. This happens due to the scattering of light by the particles of dust and smoke in the air.

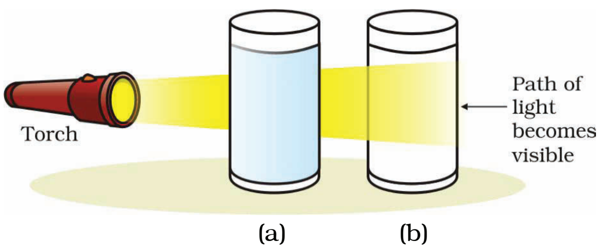


Fig. 4.3: (a) Solution of copper sulphate does not show Tyndall effect, (b) mixture of water and milk shows Tyndall effect.

AP – SCERT

(ii) கரைசலின் நிறை-கனஅளவு சதவீதம்

$$= \frac{\text{கரைபொருளின் நிறை}}{\text{கரைசலின் கனஅளவு}} \times 100$$

(iii) கரைசலின்கனஅளவு-கனஅளவு சதவீதம்

$$= \frac{\text{கரைபொருளின் கனஅளவு}}{\text{கரைசலின் கனஅளவு}} \times 100$$

எடுத்துக்காட்டு 4.1 ஒரு கரைசல் 40 கிராம் உப்பை 320 கிராம் நீரில் கொண்டுள்ளது. கரைசலின் செறிவை நிறை-நிறை சதவீதத்தில் கணக்கிடவும்.

தீர்வு:

கரைபொருளின் நிறை(உப்பு) = 40 கிராம்

கரைப்பானின் நிறை (நீர்) = 320 கிராம்

நாம் அறிந்தது, கரைசலின் நிறை = கரைபொருளின் நிறை + கரைப்பானின் நிறை

= 40 கிராம் + 320 கிராம்

= 360 கிராம்

கரைசலின் நிறை சதவீதம்

$$= \frac{\text{(கரைபொருளின் நிறை)}}{\text{(கரைசலின் நிறை)}} \times 100$$

$$= \frac{40}{360} \times 100 = 11.1\%$$

4.2.2 தொங்கல்கள் என்றால் என்ன?

செயல் 4.2 ல், குழு C பெற்ற திரவங்களில் திடப்பொருட்கள் பரவியுள்ள (விரவியுள்ள) பலபடித்தான அமைப்பை தொங்கல்கள் என்பர். தொங்கல் எனும் பலபடித்தான கலவையில் கரைபொருட்கள் கரையாது. ஆனால் ஊடகம் முழுவதும் கரைபொருள் மிதந்து (தொங்கும்) கொண்டிருக்கும். தொங்கலில் உள்ள துகள்களை கண்களால் காண முடியும்.

தொங்கலின் பண்புகள்

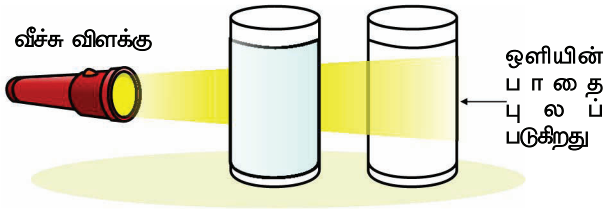
- தொங்கல்கள் என்பது பலபடித்தான கலவையாகும்.
- தொங்கலில் உள்ள துகள்களை வெறும் கண்களால் காண முடியும்.
- தொங்லின் துகள்கள், தன்னுள் செலுத்தப்படும் ஒளிக்கற்றையை சிதறலடைய செய்து, ஒளிக்கற்றையின் பாதையை புலப்பட செய்யும்.
- தொங்கலை அசைக்காமல் வைக்கும்போது, கரைபொருளின் துகள்கள் அடியில் படிந்துவிடும். ஆகவே தொங்கல் நிலையற்றது. வடிகட்டுதல் மூலம் துகள்களை கலவையிலிருந்து பிரித்தெடுக்கலாம். துகள்கள் படியும்போது, தொங்கல் சிதைந்து போவதால், ஒளியை சிதறல் அடையச் செய்யாது.

4.2.3 கூழ்மக் கரைசல் என்றால் என்ன?

செயல் 4.2 ல், குழு D பெற்ற கலவையை கூழ்மங்கள் அல்லது கூழ்மக் கரைசல் என்பர். கூழ்மங்களில் துகள்கள் முழுவதும் சீராக பரவியிருக்கும். தொங்கலுடன் ஒப்பிடும்போது, கூழ்மத்தின் துகள்கள் சிறியதாக இருப்பதால் ஒருபடித்தான கலவையாக தோன்றும். ஆனால் இவை பலபடித்தான கலவையாகும். எடுத்துக்காட்டாக பால் போன்றவை.

கூழ்மத்தின் துகள்கள் சிறியதாக இருப்பதால் அவற்றை வெறும் கண்களால் பார்க்க முடியாது. ஆனால், இவை செயல் 2.2ல் கவனித்தவை போல் கண்ணுறு ஒளியை எளிதாக சிதறலடையச் செய்யும். ஒளிக்கற்றையை சிதறலடையச் செய்யும் நிகழ்வை கண்டறிந்த டின்டால் என்ற விஞ்ஞானியின் பெயரால் 'டின்டால் விளைவு' என அழைக்கப்படுகிறது.

மேலும் சிறுதுளை வழியாக அறையினுள் ஒளிக்கதிர் நுழையும்போது டின்டால் விளைவை காணலாம். காற்றில் உள்ள புகை மற்றும் தூசுக்களால் ஒளிச்சிதறல் நடைபெறுகிறது.



(a) (b)

படம் *4.3.:* (a) காப்பர் சல்பேட் கரைசலில் டின்டால் விளைவு உண்டாவதில்லை (b) பால் மற்றும் நீர் கலவையில் டின்டால் விளைவு உண்டாகிறது.

AP_SCERT

Tyndall effect can be observed when sunlight passes through the canopy of a dense forest. In the forest, mist contains tiny droplets of water, which act as particles of colloid dispersed in air.

Fig. 4.4: *The Tyndall effect*

Properties of a Colloid

- A colloid is a heterogeneous mixture.
- The size of particles of a colloid is too small to be individually seen with naked eyes.
- Colloids are big enough to scatter a beam of light passing through it and make its path visible.
- They do not settle down when left undisturbed, that is, a colloid is quite stable.
- They cannot be separated from the mixture by the process of filtration. But, a special technique of separation known as centrifugation (perform activity 2.5), can be used to separate the colloidal particles.

The components of a colloidal solution are the dispersed phase and the dispersion medium. The solute-like component or the dispersed particles in a colloid form the dispersed phase, and the component in which the dispersed phase is suspended is known as the dispersing medium. Colloids are classified according to the state (solid, liquid or gas) of the dispersing medium and the dispersed phase. A few common examples are given in Table 4.1. From this table you can see that they are very common everyday life.

Questions

1. *Differentiate between homogen- eous and heterogeneous mixtures with examples.*
2. *How are sol, solution and suspension different from each other?*
3. *To make a saturated solution, 36 g of sodium chloride is dissolved in 100 g of water at 293 K. Find its concentration at this temperature.*

AP SCERT

Table 4.1: Common examples of colloids

Dispersed phase	Dispersing Medium	Type	Example
Liquid	Gas	Aerosol	Fog, clouds, mist
Solid	Gas	Aerosol	Smoke, automobile exhaust
Gas	Liquid	Foam	Shaving cream
Liquid	Liquid	Emulsion	Milk, face cream
Solid	Liquid	Sol	Milk of magnesia, mud
Gas	Solid	Foam	Foam, rubber, sponge, pumice
Liquid	Solid	Gel	Jelly, cheese, butter
Solid	Solid	Solid Sol	Coloured gemstone, milky glass

அடர்ந்த காடுகளின் வழியாக சூரிய ஒளி செல்லும்போது, காடுகளில் மூடுபனி சிறிய நீர்த் துகள்களைக் கொண்டுள்ளன. இவை காற்றில் பிரிகையடையச் செய்யப்பட்டுள்ள கூழ்மத்தின் துகள்களாக செயல்படுகின்றன.

படம் *4.4.:* டின்டால் விளைவு

கூழ்மங்களின் பண்புகள்

- கூழ்மங்கள் என்பவை பலபடித்தான கலவைகள் ஆகும்.
- கூழ்மங்களின் துகள்கள் மிகச்சிறியதாக இருப்பதால், அவற்றை வெறும் கண்களால் காண முடியாது.
- கூழ்மங்களின் வழியே செலுத்தப்பட்ட ஒளிக்கற்றை சிதறல் அடையும். மேலும் அது பயணிக்கும் பாதை தெளிவாக புலப்படும்.
- கூழ்மங்களை அசைக்காமல் வைக்கும் போது, துகள்கள் அடியில் படியாது. ஆகவே, இது நிலையாக இருக்கும்.
- வடிகட்டுதல் மூலம் கூழ்மங்களில் உள்ள துகள்களை பிரித்தெடுக்க முடியாது. அத்துகள்களை தனியாக பிரித்தெடுக்க மைய விலக்கு முறை (செயல் 2.5) எனும் சிறப்பு முறை பயன்படுகிறது.

கூழ்மக் கரைசல்களின் பகுதிப்பொருட்கள் பிரிகை நிலைமை மற்றும் பிரிகை ஊடகம் ஆகும். கூழ்மத்தில் கரைபொருள் போன்ற பகுதிப் பொருட்கள் அல்லது பிரிகையடைந்த துகள்களை பிரிகை நிலைமை என்பர். பிரிகை நிலைமை பிரிகையடைந்திருக்கும் பகுதிப் பொருளை பிரிகை ஊடகம் என்பர். பிரிகை ஊடகம் மற்றும் பிரிகை நிலைமையின் நிலைகளை (திட, திரவ, வாயு) அடிப்படையாகக் கொண்டு, கூழ்மங்களை வகைப்படுத்துவர். கீழே அட்டவணை 4.1 ல் சில எடுத்துக்காட்டுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அன்றாட வாழ்வில் நீங்கள் பயன்படுத்தும் கூழ்மங்களை பட்டியலில் காணலாம்.

வினாக்கள்

1. ஒருபடித்தான மற்றும் பலபடித்தான கலவைகளுக்கு இடையே உள்ள வேறுபாடுகளை எடுத்துக்காட்டுகளுடன் எழுதுக.
2. கூழ்மங்கள், கரைசல்கள் மற்றும் தொங்கல்கள் ஒன்றுக்கொன்று எவ்வாறு வேறுபட்டுள்ளன?
3. $293K$ வெப்பநிலையில், நிறைவுற்ற கரைசலை தயார் செய்ய 36 கி. சோடியம் குளோரைடு 100 கி நீரில் கரைக்கப்படுகிறது. இந்த வெப்பநிலையில் கரைசலின் செறிவை கண்டுபிடிக்கவும்,

அட்டவணை 4.1 : கூழ்மங்களின் பொதுவான எடுத்துக்காட்டுகள்

பிரிகை நிலைமை	பிரிகை ஊடகம்	வகை	எடுத்துக்காட்டு
திரவம்	வாயு	காற்றுக் கரைசல்	மூடுபனி, மேகங்கள், உறைபனி
திண்மம்	வாயு	காற்றுக் கரைசல்	புகை,மோட்டார்வாகனங்களிலிருந்து வெளியேறும் புகை
வாயு	திரவம்	நுரை	முகச்சவர களிம்புகள்
திரவம்	திரவம்	பால்மம்	பால், முகக் களிம்புகள்
திண்மம்	திரவம்	கூழ்மக்கரைசல்கள்	சேறு, மெக்னீசிய பால்
வாயு	திண்மம்	நுரை	நுரை, இரப்பர், உறிஞ்சு பொருள், மெருகேற்றும் கல்
திரவம்	திண்மம்	பாகு போன்ற பொருள்	ஜெல்லிகள், பாலாடைக்கட்டி, வெண்ணெய்
திண்மம்	திண்மம்	திண்மக் கரைசல்கள்	நிறமூட்டப்பட்ட இரத்தின கல், பால் கண்ணாடி

AP SCERT

4.3 Physical and Chemical Changes

In the previous chapter, we have learnt about a few physical properties of matter. The properties that can be observed and specified like colour, hardness, rigidity, fluidity, density, melting point, boiling point etc. are the physical properites.

The interconversion of states is a physical change because these changes occur without a change in composition and no change in the chemical nature of the substance. Although ice, water and water vapour all look different and display different physical properties, they are chemically the same.

Both water and cooking oil are liquid but their chemical characteristics are different. They differ in odour and inflammability. We know that oil burns in air whereas water extinguishes fire. It is this chemical property of oil that makes it different from water. Burning is a chemical change. During this process one substance reacts with another to undergo a change in chemical composition. Chemical change brings change in the chemical properties of matter and we get new substances. A chemical change is also called a chemical reaction.

During burning of a candle, both physical and chemical changes take place. Can you distinguish these?

Questions

1. *Classify the following as chemical or physical changes:*
   - *cutting of trees,*
   - *melting of butter in a pan,*
   - *rusting of almirah,*
   - *boiling of water to form steam,*
   - *passing of electric current, through water and the water breaking down into hydrogen and oxygen gases,*
   - *dissolving common salt in water,*
   - *making a fruit salad with raw fruits, and*
   - *burning of paper and wood.*
2. *Try segregating the things around you as pure substances or mixtures.*

4.4 What are the Types of Pure Substances?

On the basis of their chemical composition, substances can be classified either as elements or compounds.

4.4.1 Elements

Robert Boyle was the first scientist to use the term element in 1661. Antoine Laurent Lavoisier (1743–94), a French chemist, was the first to establish an experimentally useful definition of an element. He defined an element as a basic form of matter that cannot be broken down into simpler substances by chemical reactions.

Elements can be normally divided into metals, non-metals and metalloids.

Metals usually show some or all of the following properties:

- They have a lustre (shine).
- They have silvery-grey or golden-yellow colour.
- They conduct heat and electricity.
- They are ductile (can be drawn into wires).
- They are malleable (can be hammered into thin sheets).
- They are sonorous (make a ringing sound when hit).

Examples of metals are gold, silver, copper, iron, sodium, potassium etc. Mercury is the only metal that is liquid at room temperature.

Non-metals usually show some or all of the following properties:

- They display a variety of colours.
- They are poor conductors of heat and electricity.
- They are not lustrous, sonorous or malleable.

Examples of non-metals are hydrogen, oxygen, iodine, carbon (coal, coke), bromine, chlorine etc. Some elements have intermediate

AP – SCERT

4.3 இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் மாற்றங்கள்

முன் அலகில் பருப்பொருட்களின் இயல் பண்புகளை பற்றி கற்றோம். நிறம், கடினத்தன்மை, விரைப்புத்தன்மை, பாகுத்தன்மை, அடர்த்தி, உருகுநிலைப் புள்ளி, கொதிநிலைப் புள்ளி போன்றவை இயற்பியல் பண்புகளாகும்.

நிலைமாற்றம் ஒரு இயற்பியல் மாற்றமாகும். ஏனெனில் இம்மாற்றத்தில் பொருட்களின் இயைபு (கலப்பளவு) அல்லது பொருட்களின் வேதித்தன்மையில் எந்த மாற்றமும் நிகழ்வதில்லை. பனிக்கட்டி, நீர் மற்றும் நீராவி ஆகியவை வேறுபட்டவையாக இருந்தாலும், வெவ்வேறு இயற்பியல் பண்புகளை கொண்டிருந்தாலும் அவை ஒரே வேதித்தன்மையை கொண்டுள்ளன.

நீர் மற்றும் சமையல் எண்ணெய் திரவங்களாக இருப்பினும், அவற்றின் வேதிப் பண்புகள் வெவ்வேறாக இருக்கும். அவற்றின் மணம் மற்றும் எரிதிறன் வேறுபட்டிருக்கும். எண்ணெய் காற்றில் எரியும் என்றும், நீர் தீயணைப்பான் என்றும் நாம் அறிவோம். இது எண்ணெய் மற்றும் நீரின் வேதிப் பண்புகள் வேறுபட்டிருக்கும் என்பதை காட்டுகிறது. எரிதல் ஒரு வேதி மாற்றமாகும். இதில் ஒரு பொருள் மற்றொரு பொருளுடன் வினைபுரிந்து வேதி இயைபில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. வேதி மாற்றம் பருப்பொருட்களின் வேதிப் பண்புகளில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி, புதிய பொருட்களை உண்டாக்குகிறது. வேதி மாற்றத்தை வேதி வினை எனவும் கூறலாம்.

மெழுகுவர்த்தி எரியும் போது இயற்பியல் மற்றும் வேதிமாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. இதை உங்களால் வேறுபடுத்த முடியுமா?

வினாக்கள்

1. கீழ்க்கண்டவற்றை வேதி மற்றும் இயற்பியல் மாற்றங்களாக வகைப்படுத்தவும்.
   - மரங்களை வெட்டுதல்
   - வானலியில் வெண்ணெய்யை உருக்குதல்
   - அலமாரிகள் துருப்பிடித்தல்
   - நீரை நீராவியாக்க கொதிக்க வைத்தல்
   - நீரில் மின்சாரத்தை செலுத்துதல் மற்றும் நீரை ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்சிஜன் வாயுக்களாக பகுத்தல்
   - நீரில் உப்பைக் கரைத்தல்
   - பழங்களை பயன்படுத்தி பழக்கலவை தயார் செய்தல்
   - காகிதம் மற்றும் மரக்கட்டையை எரித்தல்
2. உங்களை சூழ்ந்துள்ள பொருட்களை தூய்மையான பொருட்கள் அல்லது கலவைகளாக வகைப்படுத்த முயற்சி செய்யவும்.

4.4 தூயபொருட்களின் வகைகள் யாவை?

தூய பொருட்களின் வேதி கட்டமைவு (பகுதிப் பொருட்கள்) அடிப்படையாகக் கொண்டு, பொருட்களை தனிமங்கள் அல்லது சேர்மங்களாக வகைப்படுத்தலாம்.

4.4.1 தனிமங்கள்

முதன் முதலில் 1661 ம் ஆண்டு இராபர்ட் பாயில் எனும் விஞ்ஞானி (1743–94) தனிமம் எனும் சொல்லை பயன்படுத்தினார். அன்டோனி லாரன்ட் லவாய்சியர் எனும் பிரான்சு வேதியியலாளர் முதன் முதலில் தனிமத்தின் பரிசோதனைப் பயன்பாடுடைய ஒரு வரையறை அளித்தார். வேதி வினைகள் மூலம் மேலும் எளிய பொருட்களாக பகுக்க முடியாத பருப்பொருட்களின் அடிப்படை வடிவமே தனிமங்கள் என வரையறுத்தார்.

பொதுவாக தனிமங்களை உலோகங்கள், அலோகங்கள் மற்றும் உலோகப் போலிகள் என வகைப்படுத்தலாம்.

கீழ்க்கண்ட பண்புகளில் சிலவற்றை அல்லது அனைத்தையும் உலோகங்கள் பெற்றிருக்கும்.

- இவை பளபளப்பானவை
- இவை சில்வர்-சாம்பல் அல்லது தங்க மஞ்சள் நிறத்தில் காணப்படும்
- மின்சாரம் மற்றும் வெப்பத்தை கடத்தும்
- கம்பியாதல் (கம்பியாக நீட்டலாம் (நீளுமை)) பண்பை பெற்றிருக்கும்
- தகடாதல் (மெல்லிய தகடாக மாற்றலாம்) பண்பை பெற்றிருக்கும்
- ஒலியை (கணீர் எனும் ஒலியை) ஏற்படுத்தும்.

தங்கம், வெள்ளி, காப்பர், இரும்பு, சோடியம், பொட்டாசியம் போன்றவை உலோகங்களாகும். அறை வெப்பநிலையில் திரவ நிலையில் காணப்படும் ஒரே உலோகம் பாதரசம் ஆகும்.

கீழ்க்கண்ட பண்புகளில் சிலவற்றை அல்லது அனைத்தையும் அலோகங்கள் பெற்றிருக்கும்.

- இவை வெவ்வேறு நிறங்களை வெளிப்படுத்தும்.
- இவை மின்சாரம் மற்றும் வெப்பத்தின் அரிதில் கடத்திகள் ஆகும்.
- இவை பளபளப்பற்றவை, ஒலியை ஏற்படுத்தாது, தகடாதல், கம்பியாதல் பண்பு இல்லை.

ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், அயோடின், கார்பன் (நிலக்கரி, கல்கரி), புரோமின், குளோரின் போன்றவை

properties between those of metals and non-metals, they are called metalloids; examples are boron, silicon, germanium, etc.

More to know

- The number of elements known at present are more than 100. Ninety-two elements are naturally occurring and the rest are man-made.
- Majority of the elements are solid.
- Eleven elements are in gaseous state at room temperature.
- Two elements are liquid at room temperature—mercury and bromine.
- Elements, gallium and cesium become liquid at a temperature slightly above room temperature (303 K).

4.4.2 Compounds

A compound is a substance composed of two or more elements, chemically combined with one another in a fixed proportion.

What do we get when two or more elements are combined?

Activity 4.4

- Divide the class into two groups. Give 5 g of iron filings and 3 g of sulphur powder in a china dish to both the groups.

Group I

- Mix and crush iron filings and sulphur powder.

Group II

- Mix and crush iron filings and sulphur powder. Heat this mixture strongly till red hot. Remove from flame and let the mixture cool.

Groups I and II

- Check for magnetism in the material obtained. Bring a magnet near the material and check if the material is attracted towards the magnet.
- Compare the texture and colour of the material obtained by the groups.
- Add carbon disulphide to one part of the material obtained. Stir well and filter.
- Add dilute sulphuric acid or dilute hydrochloric acid to the other part of the material obtained. *(Note: teacher supervision is necessary for this activity).*
- Perform all the above steps with both the elements (iron and sulphur) separately.

Now answer

- *Did the material obtained by the two groups look the same?*
- *Which group has obtained a material with magnetic properties?*
- *Can we separate the components of the material obtained?*
- *On adding dilute sulphuric acid or dilute hydrochloric acid, did both the groups obtain a gas? Did the gas in both the cases smell the same or different?*

The gas obtained by Group I is hydrogen, it is colourless, odourless and combustible– it is not advised to do the combustion test for hydrogen in the class. The gas obtained by Group II is hydrogen sulphide. It is a colourless gas with the smell of rotten eggs.

You must have observed that the products obtained by both the groups show different properties, though the starting materials were the same. Group I has carried out the activity involving a physical change whereas in case of Group II, a chemical change (a chemical reaction) has taken place.

- The material obtained by group I is a mixture of the two substances. The substances given are the elements—iron and sulphur.
- The properties of the mixture are the same as that of its constituents.

அலோகங்களாகும். சில தனிமங்கள் உலோக மற்றும் அலோகங்களுக்கு இடைப்பட்ட பண்புகளை பெற்றிருக்கும். இவற்றை உலோகப் போலிகள் என்பர். போரான், சிலிகான், ஜெர்மானியம் போன்றவை உலோகப் போலிகள் ஆகும்.

மேலும் தெரிந்துக் கொள்வோம்

- தற்போது 100 க்கும் மேற்பட்ட தனிமங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. 92 தனிமங்கள் இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. பிற தனிமங்கள் மனிதனால் உருவாக்கப்பட்டவை.
- பெரும்பாலான தனிமங்கள் திண்மங்கள் ஆகும்.
- 11 தனிமங்கள் அறை வெப்பநிலையில் வாயு நிலையில் உள்ளன.
- அறை வெப்பநிலையில் பாதரசம் மற்றும் புரோமின் ஆகிய இரண்டு தனிமங்கள் திரவ நிலையில் உள்ளன.
- அறை வெப்பநிலையை விட சற்று உயர் வெப்பநிலையில் (303K) கேலியம் மற்றும் சீசியம் ஆகிய தனிமங்கள் திரவ நிலையில் உள்ளன.

4.4.2 சேர்மங்கள்

சேர்மம் என்பது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனிமங்கள் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் வேதியியல் சேர்க்கை மூலம் உருவாகக்கூடிய ஒரு பொருளாகும். இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனிமங்கள் இணைந்தால் என்ன உருவாகும்?

செயல் 4.4

- மாணவர்களை இரண்டு குழுக்களக பிரிக்கவும். ஒவ்வொரு குழுவிற்கும் 50 கி இரும்பு துருவல்கள் மற்றும் 3 கி சல்பர் தூள் உள்ள சீனாக் கிண்ணங்களை கொடுக்கவும்.

குழு **I**

- சல்பர் தூள் மற்றும் இரும்பு துருவல்களை நசுக்கி நன்றாக கலக்கவும்.

குழு **II**

- இரும்பு துருவல்கள் மற்றும் சல்பர் தூளை நசுக்கி கலக்கவும். இந்த கலவையை சிவப்பு நிறமாகும் வரை நன்கு வெப்பப்படுத்தவும். தீயிலிருந்து நீக்கி நன்றாக குளிர செய்யவும்.

குழு **I** குழு **II**

- உருவான பொருளின் காந்தப் பண்பை சோதனை செய்யவும். இந்த பொருளின் அருகே ஒரு காந்தத்தை எடுத்துச் சென்று, பொருள் காந்தத்தால் கவரப்படுகிறதா என சோதனை செய்யவும்.
- குழுக்கள் பெற்ற பொருளின் அமைப்பு மற்றும் நிறத்தை ஒப்பிடவும்.
- பொருளின் ஒரு பாகத்துடன் கார்பன் டை சல்பைடு சேர்த்து கலக்கவும். பின்பு வடிகட்டவும்.
- மற்றொரு பாகத்துடன் நீர்த்த சல்பியூரிக் அமிலம் அல்லது நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் சேர்க்கவும். (குறிப்பு: இச்செயலின் போது ஆசிரியரின் மேற்பார்வை அவசியம்)
- மேற்கண்ட செயலை ஒவ்வொரு தனிமத்துடனும் (இரும்பு மற்றும் சல்பர்) தனித்தனியாக செய்யவும்.

விடையளி

- இரண்டு குழுக்களும் பெற்ற பொருள்கள் ஒரே மாதிரியாக உள்ளனவா?
- எந்தக் குழு பெற்ற பொருள் காந்தப் பண்புடன் காணப்பட்டது?
- உருவான பொருளின் பகுதிப் பொருட்களை பிரிக்க முடியுமா?
- இரண்டு குழுக்களின் பொருளுடன் நீர்த்த சல்பியூரிக் அமிலம் அல்லது நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தை சேர்க்கும் போது ஏதாவது வாயு வெளியேறியதா? வெளியேறிய வாயுவின் மணம் ஒரே மாதிரியாக இருந்ததா அல்லது வெவ்வேறாக இருந்ததா?

முதல் குழு சோதனையில் ஹைட்ரஜன் வாயு வெளியேறியது. இது நிறமற்ற, மணமற்ற எரியக்கூடிய வாயு ஆகும். ஹைட்ரஜன் வாயுவின் எரி சோதனையை வகுப்பறையில் செய்யக்கூடாது. இரண்டாவது குழு சோதனையில் ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வாயு ஏற்பட்டது. இது நிறமற்ற, அழுகிய முட்டை மணமுடைய வாயு ஆகும்.

இரண்டு குழுக்களிலும் தொடக்கத்தில் எடுத்துக் கொண்ட பொருட்கள் ஒன்றே எனினும் உருவான பொருட்கள் வெவ்வேறு பண்புகளை கொண்டிருக்கின்றன. முதல் குழுவில் இயற்பியல் மாற்றம் நடைபெற்றது. இரண்டாவது குழுவில் வேதியியல் மாற்றம் (வேதி வினை) நடைபெற்றது.

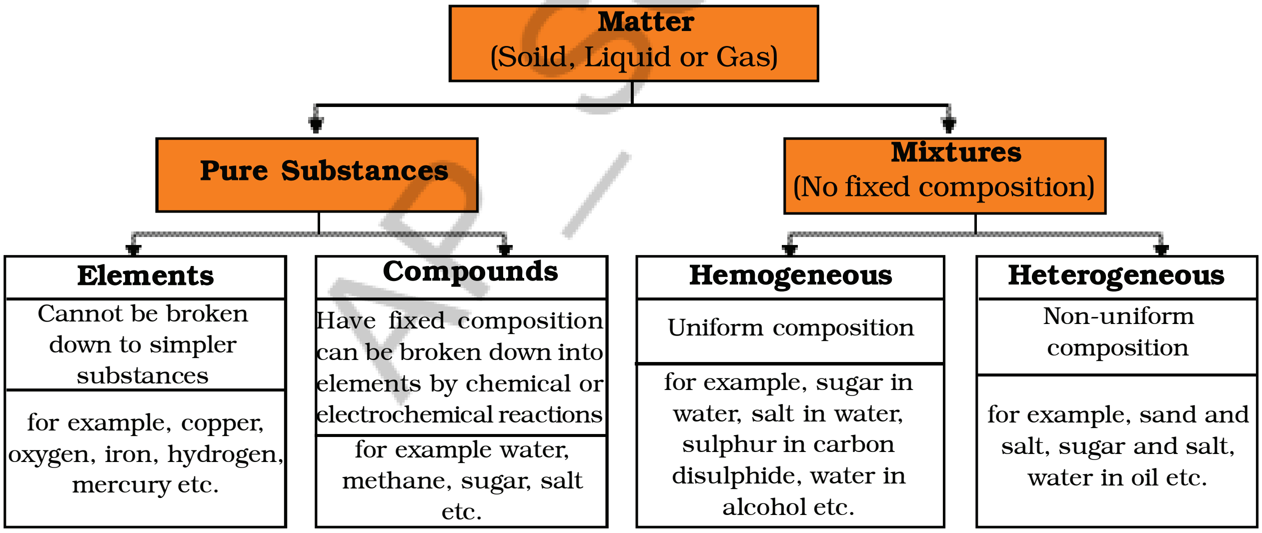
- முதல் குழு பெற்ற பொருளானது, இரண்டு தூய பொருட்களின் கலவையாகும். இதில் சல்பர் மற்றும் இரும்பு தனிமங்கள் உள்ளன.
- கலவையின் பண்புகள் அதிலுள்ள ஆக்கக்கூறுகளின் பண்புகள் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும்.

AP SCERT

Table 4.2: Mixtures and Compounds

Mixtures	Compounds
1. Elements or compounds just mix together to form a mixture and no new compound is formed.	1. Elements react to form new compounds.
2. A mixture has a variable composition.	2. The composition of each new substance is always fixed.
3, A mixture shows the properties of the constituent substances.	3. The new substance has totally different properties.
4. The constituents can be seperated fairly easily by physical methods.	4. The constituents can be separated only by chemical or electrochemical reactions.

- The material obtained by group II is a compound.
- On heating the two elements strongly we get a compound, which has totally different properties compared to the combining elements.
- The composition of a compound is the same throughout. We can also observe that the texture and the colour of the compound are the same throughout. Thus, we can summarise the physical and chemical nature of matter in the following graphical organiser:



AP – SCERT

What you have learnt

- A mixture contains more than one substance (element and/or compound) mixed in any proportion.

அட்டவணை 4.2 கலவைகள் மற்றும் சேர்மங்கள்

கலவைகள்	சேர்மங்கள்
1. தனிமங்கள் அல்லது சேர்மங்களை கலப்பதால் கலவைகள் உருவாகின்றன. இதில் புதிய சேர்மங்கள் உருவாவதில்லை.	1. தனிமங்கள் வினைபுரிவதால் புதிய சேர்மங்கள் உருவாகின்றன.
2. கலவைகள் வெவ்வேறு இயைபுகளை (கலப்பளவு) கொண்டிருக்கும்.	2. ஒவ்வொரு புதிய பொருளின் இயைபு நிலையாக இருக்கும்.
3. கலவைகள், பகுதிப்பொருட்களின் பண்புகளை கொண்டிருக்கும்.	3. புதிய பொருளின் பண்புகள் முற்றிலும் வேறுபட்டு இருக்கும்.
4. கலவைகளில் உள்ள ஆக்கக்கூறுகளை இயற்பியல் முறைகள் மூலம் எளிதாக பிரித்தெடுக்கலாம்.	4. ஆக்கக்கூறுகளை வேதி அல்லது மின்னாற்பகுப்பு மூலம் பகுக்க முடியும்.

- இரண்டாவது குழு பெற்ற பொருள் சேர்மம் ஆகும்.
- இரண்டு தனிமங்களை நன்கு வெப்பப்படுத்தும் போது, சேர்மங்கள் உருவாகின்றன. இவை தனிமங்களின் பண்புகளிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டு இருக்கும்.
- சேர்மங்களின் இயைபு, முழுவதும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். மேலும் சேர்மத்தின் அமைப்பு மற்றும் நிறம் சேர்மம் முழுவதும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். பருப்பொருளின் இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் தன்மைகளை கீழ்க்கண்ட பரவல் வரைபடத்தில் தொகுக்கலாம்.

பருப்பொருள் (திண்மம், திரவம் அல்லது வாயு)

- **தூய பொருட்கள்**
  - **தனிமங்கள்**
    - எளிய பொருட்களாக பகுக்க முடியாது
    - எடுத்துக்காட்டுகள் காப்பர், ஆக்சிஜன், இரும்பு, ஹைட்ரஜன், பாதரசம் போன்றவை
  - **சேர்மங்கள்**
    - நிலையான இயைபில் காணப்படும். வேதியியல் அல்லது மின்வேதியியல் வினைகள் மூலம் எளிய தனிமங்களாக பகுக்க முடியும்.
    - எடுத்துக்காட்டுகள் நீர், மீத்தேன், சர்க்கரை, உப்பு போன்றவை
- **கலவைகள்** (நிலையானவிகிதத்தைகொண்டிருப்பதில்லை)
  - **ஒருபடித்தானவை**
    - சீரான இயைபு
    - எடுத்துக்காட்டுகள் நீரில் கரைந்த சர்க்கரை, நீரில் கரைந்த உப்பு, கார்பன் டை சல்பைடில் கரைந்த சல்பர், ஆல்கஹாலில் கலந்த நீர் போன்றவை
  - **பலபடித்தானவை**
    - சீரற்ற இயைபு
    - எடுத்துக்காட்டுகள் மணல் மற்றும் உப்பு, சர்க்கரை மற்றும் உப்பு, நீரில் எண்ணெய் போன்றவை

நாம் கற்றவை

- கலவைகளில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பொருட்கள் (தனிமம் மற்றும் அல்லது சேர்மம்) எந்த விகிதத்திலும் கலந்திருக்கும்.

AP-SCERT

- Mixtures can be separated into pure substances using appropriate separation techniques.
- A solution is a homogeneous mixture of two or more substances. The major component of a solution is called the solvent, and the minor, the solute.
- The concentration of a solution is the amount of solute present per unit volume or per unit mass of the solution.
- Materials that are insoluble in a solvent and have particles that are visible to naked eyes, form a suspension. A suspension is a heterogeneous mixture.
- Colloids are heterogeneous mixtures in which the particle size is too small to be seen with the naked eye, but is big enough to scatter light. Colloids are useful in industry and daily life. The particles are called the dispersed phase and the medium in which they are distributed is called the dispersion medium.
- Pure substances can be elements or compounds. An element is a form of matter that cannot be broken down by chemical reactions into simpler substances. A compound is a substance composed of two or more different types of elements, chemically combined in a fixed proportion.
- Properties of a compound are different from its constituent elements, whereas a mixture shows the properties of its constituting elements or compounds.

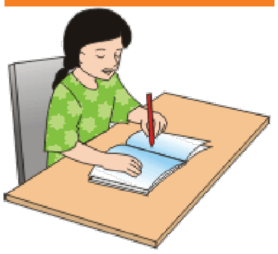
AP SCERT

Exercises

1. Which separation techniques will you apply for the separation of the following?
   (a) Sodium chloride from its solution in water
   (b) Ammonium chloride from a mixture containing sodium chloride and ammonium chloride
   (c) Small pieces of metal in the engine oil of a car
   (d) Different pigments from an extract of flower petals
   (e) Butter from curd
   (f) Oil from water
   (g) Tea leaves from tea
   (h) Iron pins from sand
   (i) Wheat grains from husk
   (j) Fine mud particles suspended in water

- தகுந்த பிரித்தெடுக்கும் முறைகளை பயன்படுத்தி, கலவைகளை தூய பொருட்களாக பிரித்தெடுக்கலாம்.
- கரைசல் என்பது இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட பொருட்களை கொண்ட ஒருபடித்தான கலவையாகும். கரைசலில் அதிகளவில் உள்ள பகுதிப்பொருளை கரைப்பான் என்றும், குறைவாக உள்ள பகுதிப்பொருளை கரைபொருள் என்றும் கூறுவர்.
- ஒரு கரைசலின் செறிவு என்பது ஒரு அலகு கன அளவில் அல்லது ஓரலகு நிறையில் உள்ள கரைபொருளின் அளவு ஆகும்.
- ஒரு கரைப்பானில் கரையாத மற்றும் வெறும் கண்களால் பார்க்க முடியும் துகள்களால் தொங்கல்கள் ஏற்படுகின்றன. இவை பலபடித்தானவை.
- கூழ்மங்கள் பலபடித்தான கலவைகள் ஆகும். இவற்றின் துகள்கள் பார்ப்பதற்கு சிறியதாக இருப்பினும், ஒளிக்கற்றையை சிதறலடையச் செய்யும் அளவிற்கு பெரியதாக இருக்கும். கூழ்மங்கள் அன்றாட வாழ்க்கையில் மற்றும் தொழிற்சாலைகளில் மிகவும் பயன்படுகின்றன. துகள்களை பிரிகை நிலைமை என்றும், அவை பிரிந்திருக்கும் பகுதிப்பொருளை பிரிகை ஊடகம் என்றும் கூறுவர்.
- தூயப் பொருட்கள் என்பவை தனிமங்கள் அல்லது சேர்மங்களாக இருக்கலாம். வேதிவினைகள் மூலம் மேலும் எளிய பொருட்களாக பகுக்க முடியாத பருப்பொருட்களின் அடிப்படை வடிவமே தனிமங்கள் ஆகும். இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வெவ்வேறு தனிமங்கள் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் வேதியியல் சேர்க்கை மூலம் உருவாகும் பொருளை சேர்மம் என்பர்.
- சேர்மத்தின் பண்புகள், அவற்றின் ஆக்கக்கூறுகளின் பண்புகளிலிருந்து வேறுபட்டிருக்கும். ஆனால் கலவை, அவற்றின் ஆக்கக்கூறுகளை தனிமங்கள் அல்லது சேர்மங்களின் பண்புகளை வெளிப்படுத்தும்.

பயிற்சிகள்



1. கீழ்க்கண்டவற்றை பிரித்தெடுக்க பயன்படும் முறைகளை எழுதுக?
   (a) சோடியம் குளோரைடு நீர் கரைசலிலிருந்து சோடியம் குளோரைடு.
   (b) அம்மோனியம் குளோரைடு மற்றும் சோடியம் குளோரைடு கலவையிலிருந்து அம்மோனியம் குளோரைடு.
   (c) காரின் இயந்திர எண்ணெய்யிலிருந்து சிறிய உலோகத் துகள்களை பிரித்தெடுத்தல்.
   (d) பூக்களின் இதழ்களிலிருந்து வெவ்வேறு நிறமிகளை பிரித்தெடுத்தல்.
   (e) தயிரிலிருந்து வெண்ணெய் பிரித்தெடுத்தல்.
   (f) நீரிலிருந்து எண்ணெய் பிரித்தெடுத்தல்.
   (g) தேநீரிலிருந்து தேயிலையை பிரித்தெடுத்தல்.
   (h) மணலிலிருந்து இரும்பு ஊசிகளை பிரித்தெடுத்தல்.
   (i) உமியிலிருந்து கோதுமையை பிரித்தெடுத்தல்.
   (j) நீரில் விரவியுள்ள நுண் மண்துகள்களை பிரித்தெடுத்தல்.

AP-SCERT

2. Write the steps you would use for making tea. Use the words solution, solvent, solute, dissolve, soluble, insoluble, filtrate and residue.

3. Pragya tested the solubility of three different substances at different temperatures and collected the data as given below (results are given in the following table, as grams of substance dissolved in 100 grams of water to form a saturated solution).

Substance Dissolved	Temperature in K				
	283	293	313	333	353
	Solubility				
Potassium nitrate	21	32	62	106	167
Sodium chloride	36	36	36	37	37
Potassium chloride	35	35	40	46	54
Ammonium chloride	24	37	41	55	66

(a) What mass of potassium nitrate would be needed to produce a saturated solution of potassium nitrate in 50 grams of water at 313 K?

(b) Pragya makes a saturated solution of potassium chloride in water at 353 K and leaves the solution to cool at room temperature. What would she observe as the solution cools? Explain.

(c) Find the solubility of each salt at 293 K. Which salt has the highest solubility at this temperature?

(d) What is the effect of change of temperature on the solubility of a salt?

4. Explain the following giving examples.

(a) Saturated solution

(b) Pure substance

(c) Colloid

(d) Suspension

5. Classify each of the following as a homogeneous or heterogeneous mixture.

soda water, wood, air, soil, vinegar, filtered tea.

6. How would you confirm that a colourless liquid given to you is pure water?

2. தேநீரை தயாரிக்க நீங்கள் பின்பற்றும் படிநிலைகளை எழுதுக. கரைசல், கரைப்பான், கரைபொருள், கரைதல், கரையும், கரையாது, வடிநீர் மற்றும் கசடு.

3. ப்ரக்யா வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் வெவ்வேறு பொருட்களின் கரைதிறனை சோதனை செய்து, கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் தகவல்களை பதிவு செய்தாள். (கொடுக்கப்பட்ட அட்டவணையில் உள்ள முடிவுகள், நிறைவுற்ற கரைசலை தயாரிக்க 100 கிராம் நீரில் கரைக்கப்பட்ட பொருளின் நிறை கிராம்களில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது).

கரைக்கப்பட்ட பொருள்	வெப்பநிலை கெல்வின் அலகில்				
	283	293	313	333	353
	கரைதிறன்				
பொட்டாசியம் நைட்ரேட்	21	32	62	106	167
சோடியம் குளோரைடு	36	36	36	37	37
பொட்டாசியம் குளோரைடு	35	35	40	46	54
அம்மோனியம் குளோரைடு	24	37	41	55	66

(a) 313 K வெப்பநிலையில், பொட்டாசியம் நைட்ரேட் நிறைவுற்ற கரைசலை தயாரிக்க 50 கிராம் நீரில் கரைக்க வேண்டிய பொட்டாசியம் நைட்ரேட் நிறை எவ்வளவு?

(b) ப்ரக்யா 353 K வெப்பநிலையில், பொட்டாசியம் குளோரைடு நிறைவுற்ற கரைசலை தயாரித்து, அதை அறை வெப்பநிலையில் குளிர்வித்தாள். கரைசல் ஆறிய பிறகு அவள் கவனித்தது என்ன? விளக்குக.

(c) 293 K வெப்பநிலையில் ஒவ்வொரு உப்பின் கரைதிறனை கணக்கிடுக. இந்த வெப்பநிலையில் அதிக கரைதிறன் கொண்ட உப்பு எது?

(d) "வெப்பநிலையில் மாற்றம்" உப்பின் கரைதிறன் மீது ஏற்படுத்தும் தாக்கம் என்ன?

4. கீழ்க்கண்டவற்றை எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்குக.
(a) நிறைவுற்ற கரைசல்
(b) தூய பொருள்
(c) கூழ்மம்
(d) தொங்கல்

5. கீழ்க்கண்டவற்றை ஒருபடித்தான அல்லது பலபடித்தான கலவைகளாக வகைப்படுத்துக.
சோடா நீர், மரக்கட்டை, காற்று, மண், வினிகர், வடிகட்டப்பட்ட தேநீர்

6. உங்களுக்கு ஒரு நிறமற்ற கரைசலை கொடுக்கப்படும் போது, அது தூய நீர் என்று எவ்வாறு நிர்ணயிப்பாய்?

AP SCERT

7. Which of the following materials fall in the category of a "pure substance"?
   (a) Ice
   (b) Milk
   (c) Iron
   (d) Hydrochloric acid
   (e) Calcium oxide
   (f) Mercury
   (g) Brick
   (h) Wood
   (i) Air
8. Identify the solutions among the following mixtures.
   (a) Soil
   (b) Sea water
   (c) Air
   (d) Coal
   (e) Soda water
9. Which of the following will show "Tyndall effect"?
   (a) Salt solution
   (b) Milk
   (c) Copper sulphate solution
   (d) Starch solution
10. Classify the following into elements, compounds and mixtures.
   (a) Sodium
   (b) Soil
   (c) Sugar solution
   (d) Silver
   (e) Calcium carbonate
   (f) Tin
   (g) Silicon
   (h) Coal
   (i) Air
   (j) Soap
   (k) Methane
   (l) Carbon dioxide
   (m) Blood
11. Which of the following are chemical changes?
   (a) Growth of a plant

AP SCERT

7. கீழ்க்கண்டவற்றில் "தூய பொருள்" வகையை சார்ந்தவை எவை?

(a) பனிக்கட்டி
(b) பால்
(c) இரும்பு
(d) ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம்
(e) கால்சியம் ஆக்சைடு
(f) பாதரசம்
(g) செங்கல்
(h) மரக்கட்டை
(i) காற்று

8. கீழ்க்கண்ட கலவைகளில் கரைசல்களை அடையாளம் காண்க.

(a) மண்
(b) கடல் நீர்
(c) காற்று
(d) நிலக்கரி
(e) சோடா நீர்

9. கீழ்க்கண்டவற்றில் "டின்டால் விளைவை" ஏற்படுத்துபவை எவை?

(a) உப்புக் கரைசல்
(b) பால்
(c) காப்பர் சல்பேட் கரைசல்.
(d) ஸ்டார்ச் (மாவுப்பொருள்) கரைசல்

10. கீழ்க்கண்டவற்றை தனிமங்கள், சேர்மங்கள் மற்றும் கலவைகளாக வகைப்படுத்தவும்.

(a) சோடியம்
(b) மண்
(c) சர்க்கரை கரைசல்
(d) வெள்ளி
(e) கால்சியம் கார்பனேட்
(f) தகரம்
(g) சிலிகான்
(h) நிலக்கரி
(i) காற்று
(j) சோப்பு
(k) மீத்தேன்
(l) கார்பன் டை ஆக்சைடு
(m) இரத்தம்

11. கீழ்க்கண்டவற்றில் வேதி மாற்றங்கள் எவை?

(a) செடியின் வளர்ச்சி

AP SCERT

(b) *Rusting of iron*
(c) *Mixing of iron filings and sand*
(d) *Cooking of food*
(e) *Digestion of food*
(f) *Freezing of water*
(g) *Burning of a candle*

12. *A startup company launches three new products:*
   1. *A room freshener spray*
   2. *A medicinal antacid suspension (like milk of magnesia)*
   3. *A coloured decorative glass panel*

   Which of the following correctly identifies the type of colloid in each product?
   A) *Spray - Foam; Antacid - Emulsion; Glass - Gel*
   B) *Spray - Aerosol; Antacid - Sol; Glass - Solid sol*
   C) *Spray - Emulsion; Antacid - Gel; Glass - Aerosol*
   D) *Spray - Sol; Antacid - Foam; Glass - Emulsion*

Group Activity

Take an earthen pot (mutka), some pebbles and sand. Design a small-scale filtration plant that you could use to clean muddy water.

....

....

....

....

....

....

....

....

AP – SCERT

(*b*) இரும்பு துருப்பிடித்தல்
(*c*) இரும்பு துருவல்கள் மற்றும் மண் கலத்தல்
(*d*) உணவை சமைத்தல்
(*e*) உணவு செரித்தல்
(*f*) நீர் உறைதல்
(*g*) மெழுகுவர்த்தி எரிதல்

12. ஒரு தொடக்கநிலை நிறுவனம் மூன்று தயாரிப்புகளை அறிமுகப்படுத்தியது.

1. ஒரு அறை புத்துணர்ச்சி தெளிப்பான்
2. ஒரு மருத்துவ அமில எதிர்ப்பு திரவக்கலவை (மக்னீசியா பால் போன்றது)
3. ஒரு வண்ண அலங்கார கண்ணாடிப் பலகை

பின்வருவனவற்றில் எது ஒவ்வொரு தயாரிப்பிலும் உள்ள கூழ்மத்தின் வகையைச் சரியாக அடையாளம் காட்டுகிறது?

A) தெளிப்பான்–நுரை; அமில நீக்கி–பால்மம் ; கண்ணாடி–களிமம்
B) தெளிப்பான்- வளிமக் கரைசல்; அமில நீக்கி – கூழ்மக் கரைசல்; கண்ணாடி – திடக் கரைசல்
C) தெளிப்பான்- பால்மம்; அமில நீக்கி – களிமம்; கண்ணாடி – ஏரோசெல்
D) தெளிப்பான்- கூழ்மக் கரைசல்; அமில நீக்கி – நுரை; கண்ணாடி – பால்மம்

குழு செயல்

மண் பானை, சில கூழாங்கற்கள் மற்றும் மணலை எடுத்துக் கொள்ளவும். சேற்று நீரை வடிக்கட்ட பயன்படும் சிறிய வடிகட்டும் கருவியை தயார் செய்யவும்.

....

....

....

....

....

....

....

AP – SCERT

Chapter 5

GRAVITATION

We have learnt about the motion of objects and force as the cause of motion. We have learnt that a force is needed to change the speed or the direction of motion of an object. We always observe that an object dropped from a height falls towards the earth. We know that all the planets go around the Sun. The moon goes around the earth. In all these cases, there must be some force acting on the objects, the planets and on the moon. Isaac Newton could grasp that the same force is responsible for all these. This force is called the gravitational force.

In this chapter we shall learn about gravitation and the universal law of gravitation. We shall discuss the motion of objects under the influence of gravitational force on the earth. We shall study how the weight of a body varies from place to place. We shall also discuss the conditions for objects to float in liquids.

5.1 Gravitation

We know that the moon goes around the earth. An object when thrown upwards, reaches a certain height and then falls downwards. It is said that when Newton was sitting under a tree, an apple fell on him. The fall of the apple made Newton start thinking. He thought that: if the earth can attract an apple, can it not attract the moon? Is the force the same in both cases? He conjectured that the same type of force is responsible in both the cases. He argued that at each point of its orbit, the moon falls towards the earth, instead of going off in a straight line. So, it must be attracted by the earth. But we do not really see the moon falling towards the earth.

Let us try to understand the motion of the moon by recalling activity 5.11.

Activity _______________ *5.1*

- Take a piece of thread.
- Tie a small stone at one end. Hold the other end of the thread and whirl it round, as shown in Fig. 5.1.
- Note the motion of the stone.
- Release the thread.
- Again, note the direction of motion of the stone.

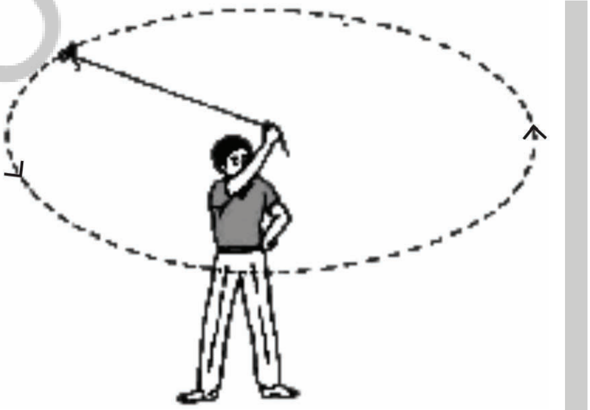


Fig. 5.1: *A stone describing a circular path with a velocity of constant magnitude.*

Before the thread is released, the stone moves in a circular path with a certain speed and changes direction at every point. The change in direction involves change in velocity or acceleration. The force that causes this acceleration and keeps the body moving along the circular path is acting towards the centre. This force is called the centripetal (meaning 'centre-seeking') force.

AP – SCERT

அலகு 5

ஈர்ப்பியல்

X1X3F8

பொருட்களின் இயக்கத்தைக் குறித்தும், அவற்றின் இயக்கத்திற்குக் காரணமாக அமையும் விசையைக் குறித்தும் நாம் முந்தைய வகுப்புகளில் கற்றிருக்கின்றோம். ஒரு பொருளின் இயக்கத்தின் வேகத்தையோ அல்லது அதன் இயக்க திசையையோ மாற்றியமைக்க விசை அவசியம் என்பதையும் நாம் கற்றுள்ளோம். ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் இருந்து விடுவிக்கப்படும் ஒரு பொருள் எப்பொழுதும் கீழ்நோக்கி விழுவதையே நாம் எப்பொழுதும் கவனித்துள்ளோம். அனைத்து கோள்களும் சூரியனைச்சுற்றி வருகின்றன என்பதை நாம் அறிவோம். சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி வருகின்றது. மேற்கண்ட அனைத்து நிகழ்வுகளிலும் பொருட்களின் மீதும் கோள்கள் மற்றும் சந்திரனின் மீது ஏதேனும் ஒரு விசை செயல்பட்டேயாக வேண்டும். மேற்கண்ட அனைத்திற்கும் காரணமாக அமையும் விசை ஒன்றேயாகும் என்பதை ஐசக் நியூட்டன் உணர்ந்தார். இவ்விசையே 'ஈர்ப்பியல் விசை' எனப்படுகிறது.

இந்த அலகில் நாம் ஈர்ப்பியல் விசையைக் குறித்தும் பொது ஈர்ப்பியல் விதியைக் குறித்தும் அறிவோம். பூமியின் ஈர்ப்பியல் விசையின் தாக்கத்திற்கு உட்பட்டு பொருட்களின் இயக்கத்தை குறித்தும் விவாதிப்போம்.

ஒரு பொருளின் எடை இடத்திற்கு இடம் எவ்வாறு மாறுபடுகின்றது என்பதையும் கற்றறிவோம். பொருட்கள் நீர்மங்களின் மீது மிதக்கத் தேவையான நிபந்தனைகளைக் குறித்தும் நாம் விவாதிப்போம்.

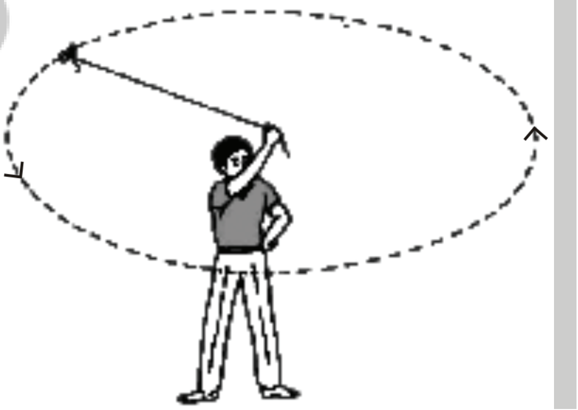
5.1 ஈர்ப்பியல் விசை

சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி வருவதை நாம் அறிவோம். ஒரு பொருள் மேல் நோக்கி எறியப்படும் போது அது ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தையடைந்து மீண்டும் கீழ்நோக்கி விழும். நியூட்டன் ஒரு மரத்தின் அடியில் அமர்ந்திருந்தபோது அவர் மீது ஒரு ஆப்பில் விழுந்ததாக கூறப்படுகின்றது. ஆப்பிள் விழுந்த நிகழ்வு அவரை சிந்திக்கத் தூண்டியது. ஆப்பிளை பூமி ஈர்க்கும் போது சந்திரனை அதனால் ஈர்க்க முடியாதா? இவ்விரண்டு நிகழ்வுகளிலும் விசைகள் சமமா? எனும் வினாக்கள் அவர் மனதில் தோன்றின. இவ்விரண்டு நிகழ்வுகளுக்கும் ஒரே வகையான விசையே காரணம் என அவர் ஊகித்தார். சந்திரன் தனது சுற்றுவட்டப்பாதையில் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் ஒரு நேர்க்கோட்டில் செல்லாமல் பூமியை நோக்கி விழும் என அவர் வாதிட்டார். எனவே அது பூமியினால் ஈர்க்கப்பட வேண்டும். ஆனால் உண்மையில் சந்திரன் பூமியின் மீது விழுவதை நாம் காண்பதில்லை.

செயல் 1.11 ஐ நினைவுக் கூர்வதன் மூலம் சந்திரனின் இயக்கத்தைப் புரிந்துக் கொள்ள முயலுவோம்.

செயல் ------------------ 5.1

- ஒரு சிறிய கயிற்றை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- அதன் ஒரு முனையில் ஒரு சிறிய கல்லைக் கட்டவும். படம் 9.1ல் காட்டியவாறு கயிற்றின் மறுமுனையை பிடித்துக் கொண்டு அதனை வட்டவடிவில் சுழற்றவும்.
- கல்லின் இயக்கத்தை கவனிக்கவும்.
- கயிற்றை விடுவிக்கவும்.
- மீண்டும் கல்லின் இயக்கத்தின் திசையை கவனிக்கவும்.



படம் 5.1: ஒரு கல், மாறாத எண்மதிப்புடைய திசைவேகத்தைக் கொண்ட வட்டப்பாதையை விவரித்தல்.

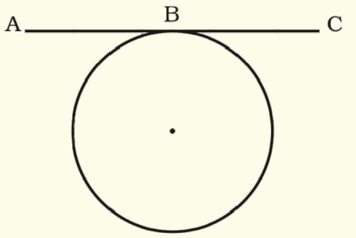
கயிற்றை விடுவிப்பதற்கு முன்னர் கல் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் இயங்கிக் கொண்டே, ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் தனது திசையை மாற்றிக் கொள்கின்றது. திசையை மாற்றிக் கொள்வதன் மூலம் திசைவேக மாறுபாடு அல்லது முடுக்கம் ஏற்படுகின்றது. இத்தகைய முடுக்கத்திற்கு காரணமாக அமைந்த பொருளை தொடர்ந்து வட்டப்பாதையில் இயங்கச் செய்யும் விசை மையத்தை நோக்கி செயல்படுகின்றது. இவ்விசை மையநோக்கு விசை (மையத்தை நோக்கி செயல்படும் என்பது இதன் பொருள்) என அழைக்கப்படுகிறது.

AP SCERT

In the absence of this force, the stone flies off along a straight line. This straight line will be a tangent to the circular path.

More to know

Tangent to a circle



A straight line that meets the circle at one and only one point is called a tangent to the circle. Straight line ABC is a tangent to the circle at point B.

The motion of the moon around the earth is due to the centripetal force. The centripetal force is provided by the force of attraction of the earth. If there were no such force, the moon would pursue a uniform straight line motion.

It is seen that a falling apple is attracted towards the earth. Does the apple attract the earth? If so, we do not see the earth moving towards an apple. Why?

According to the third law of motion, the apple does attract the earth. But according to the second law of motion, for a given force, acceleration is inversely proportional to the mass of an object [Eq. (5.4)]. The mass of an apple is negligibly small compared to that of the earth. So, we do not see the earth moving towards the apple. Extend the same argument for why the earth does not move towards the moon.

In our solar system, all the planets go around the Sun. By arguing the same way, we can say that there exists a force between the Sun and the planets. From the above facts Newton concluded that not only does the earth attract an apple and the moon, but all objects in the universe attract each other. This force of attraction between objects is called the gravitational force.

5.1.1 Universal law of gravitation

Every object in the universe attracts every other object with a force which is proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them. The force is along the line joining the centres of two objects.

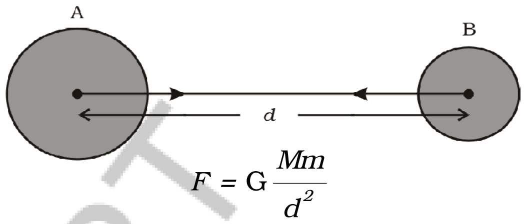


Fig. 5.2: *The gravitational force between two uniform objects is directed along the line joining their centres.*

Let two objects A and B of masses M and m lie at a distance d from each other as shown in Fig. 5.2. Let the force of attraction between two objects be F. According to the universal law of gravitation, **The force between two objects is directly proportional to the product of their masses.** That is,

$$F \propto M \times m \tag{5.1}$$

And the force between two objects is **inversely proportional to the square of the distance between them**, that is,

$$F \propto \frac{1}{d^2} \tag{5.2}$$

Combining Eqs. (5.1) and (5.2), we get

$$F \propto \frac{M \times m}{d^2} \tag{5.3}$$

or, $$F = G\frac{M \times m}{d^2} \tag{5.4}$$

where G is the constant of proportionality and is called the universal gravitation constant.

By multiplying crosswise, Eq. (5.4) gives

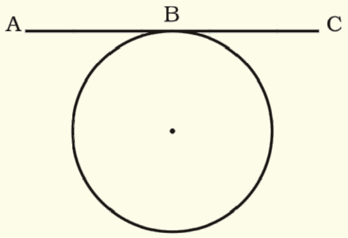
$$F \times d^2 = G\, M \times m$$

© NCERT

இவ்விசை இல்லையாயின் கல் நேர்க்கோட்டுப்பாதையில் பறந்து செல்லும். இந்த நேர்க்கோட்டுப்பாதை வட்டப்பாதையின் தொடுகோட்டில் அமையும்.

மேலும் அறிவோம்

ஒரு வட்டத்தின் தொடுகோடு



ஒரு வட்டத்தை ஒரே ஒரு புள்ளியில் மட்டுமே சந்திக்கும் ஒரு நேர்க்கோட்டை அவ்வட்டத்தின் தொடுகோடு என்கிறோம். ABC நேர்க்கோடு B புள்ளியில் வட்டத்தின் தொடுகோடாகும்.

பூமியைச் சுற்றி சந்திரனின் இயக்கத்திற்கு காரணமாக அமைவது மைய நோக்கு விசையாகும். பூமியின் ஈர்ப்பு விசையினால் இந்த மைய நோக்கு விசை வழங்கப் படுகின்றது. இவ்விசை இல்லையெனில் சந்திரன் சீரான நேர்க்கோட்டு இயக்கத்தைத் தொடரும்.

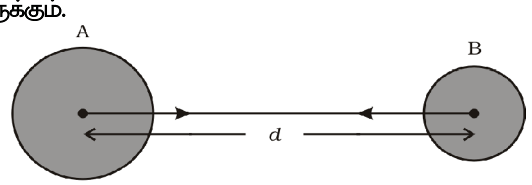
கீழ்நோக்கி விழும் ஆப்பிள் பூமியை நோக்கி ஈர்க்கப்படுவதை நாம் காண்கின்றோம். ஆப்பிள் பூமியை ஈர்க்குமா? அவ்வாறு நிகழுமெனில் ஆப்பிளை நோக்கி பூமி இயங்குவதை நம்மால் காணமுடிவதில்லை ஏன்?

இயக்கத்தின் மூன்றாம் விதியின்படி ஆப்பிளும் பூமியை ஈர்க்கின்றது. ஆனால் இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதியின்படி, ஒரு குறிப்பிட்ட விசைக்கு முடுக்கமானது, அப்பொருளின் நிறைக்கு எதிர்த்தகவில் இருக்கும் (சமன்பாடு (5.4)). பூமியின் நிறையை ஒப்பிடும் போது ஆப்பிளின் நிறையானது புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு சிறியதாகும். எனவே பூமி ஆப்பிளை நோக்கிச் செல்வதை நாம் காண்பதில்லை. சந்திரனை நோக்கி பூமி ஏன் இயங்குவதில்லை என்பதற்கும் இதே விவாதத்தை நாம் நீட்டிக்கலாம்.

நமது சூரியக் குடும்பத்தில் அனைத்து கோள்களும் சூரியனை நோக்கி இயங்குகின்றன. மேற்கண்ட விவாதத்தில் இருந்து சூரியன் மற்றும் கோள்களுக்கு இடையில் ஒரு விசை இருந்தேயாக வேண்டும் என நாம் கூறலாம். மேற்கண்ட உண்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு சந்திரன் மற்றும் ஆப்பிளை மட்டும் பூமி ஈர்ப்பதில்லை. பிரபஞ்சத்தில் உள்ள அனைத்து பொருட்களும் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கும் என நியூட்டன் தீர்மானித்தார். பொருட்களிடையே செயல்படும் இந்த ஈர்ப்பு விசையையே நாம் 'ஈர்ப்பியல் விசை' என அழைக்கின்றோம்.

5.11 பொது ஈர்ப்பியல் விதி:

நமது பேரண்டத்தில் உள்ள அனைத்து பொருட்களும் மற்ற அனைத்து பொருட்களையும் ஒரு விசையினால் ஈர்க்கின்றன. இவ்விசையானது அவற்றின் நிறைகளின் பெருக்கற்பலனுக்கு நேர்த்தகவிலும், அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள தூரத்தின் இருமடிக்கு எதிர்த்தகவிலும் இருக்கும்.



இவ்விரண்டு பொருட்களின் மையப்புள்ளிகளை இணைக்கும் கோட்டின் வழியாக இவ்விசை செயல்படும்.

$$F = G\frac{Mm}{d^2}$$

படம் 5.2 இரண்டு சீரான பொருட்களுக்கு இடையேயான ஈர்ப்பியல் விசை அவற்றின் மையப்புள்ளிகளை இணைக்கும் கோட்டின் வழியாக செயல்படுதல்.

படம் 5.2 ல் காட்டியவாறு M மற்றும் m நிறையையுடைய இரண்டு பொருட்கள் A மற்றும் B ஆகியவை 'd' இடைவெளியில் அமைந்திருப்பதாகக் கொள்வோம். இவ்விரண்டு பொருட்களுக்கு இடையேயுள்ள ஈர்ப்பு விசையை 'F' எனக் கொள்வோம். **பொது ஈர்ப்பியல் விதியின்படி இரண்டு பொருட்களுக்கு இடையேயுள்ள விசை அவற்றின் நிறைகளின் பெருக்கற் பலனுக்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும்,** அதாவது,

$$F \propto M \times m \qquad (5.1)$$

மேலும், **இரண்டு பொருட்களுக்கு இடையேயான விசை அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள தூரத்தின் இருமடிக்கு எதிர்த்தகவில் இருக்கும்.** அதாவது,

$$F \propto \frac{1}{d^2} \qquad (5.2)$$

சமன்பாடுகள் (5.1) மற்றும் (5.2)ஐ ஒன்றிணைக்கும் போது

$$F \propto \frac{M \times m}{d^2} \qquad (5.3)$$

$$F = G\frac{M \times m}{d^2} \qquad (5.4)$$

இங்கு G என்பது விகித மாறிலியாகும். இது 'பொது ஈர்ப்பியல் மாறிலி' என அழைக்கப்படுகின்றது. சமன்பாடு (5.4)ஐ குறுக்குப் பெருக்கல் செய்யும் போது,

$$F \times d^2 = G\ M \times m$$

or $G = \dfrac{F d^2}{M \times m}$ **(5.5)**

The SI unit of G can be obtained by substituting the units of force, distance and mass in Eq. (5.5) as N m^2 kg^{-2}.

The value of G was found out by Henry Cavendish (1731 – 1810) by using a sensitive balance. The accepted value of G is 6.673 × 10^{-11} N m^2 kg^{-2}.

We know that there exists a force of attraction between any two objects. Compute the value of this force between you and your friend sitting closeby. Conclude how you do not experience this force!

More to know

The law is universal in the sense that it is applicable to all bodies, whether the bodies are big or small, whether they are celestial or terrestrial.

Inverse-square

Saying that *F* is inversely proportional to the square of *d* means, for example, that if *d* gets bigger by a factor of 6, *F* becomes $\frac{1}{36}$ times smaller.

Example 5.1 The mass of the earth is 6 × 10^{24} kg and that of the moon is 7.4 × 10^{22} kg. If the distance between the earth and the moon is 3.84 × 10^5 km, calculate the force exerted by the earth on the moon. (Take G = 6.7 × 10^{-11} N m^2 kg^{-2})

Solution:

The mass of the earth, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

The mass of the moon,

$m = 7.4 \times 10^{22}$ kg

The distance between the earth and the moon,

$$d = 3.84 \times 10^5 \text{ km}$$
$$= 3.84 \times 10^5 \times 1000 \text{ m}$$
$$= 3.84 \times 10^8 \text{ m}$$
$$G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

From Eq. (9.4), the force exerted by the earth on the moon is

$$F = G\frac{M \times m}{d^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 6 \times 10^{24} \text{ kg} \times 7.4 \times 10^{22} \text{ kg}}{(3.84 \times 10^8 \text{ m})^2}$$

= 2.02 × 10^{20} N.

Thus, the force exerted by the earth on the moon is 2.02 × 10^{20} N.

Questions

1. State the universal law of gravitation.

2. Write the formula to find the magnitude of the gravitational force between the earth and an object on the surface of the earth.

5.1.2 Importance of the Universal Law of Gravitation

The universal law of gravitation successfully explained several phenomena which were believed to be unconnected:

(i) the force that binds us to the earth;

(ii) the motion of the moon around the earth;

(iii) the motion of planets around the Sun; and

(iv) the tides due to the moon and the Sun.

5.2 Free Fall

Let us try to understand the meaning of free fall by performing this activity.

Activity 5.2

- Take a stone.
- Throw it upwards.
- It reaches a certain height and then it starts falling down.

We have learnt that the earth attracts objects towards it. This is due to the gravitational force. Whenever objects fall towards the earth under this force alone, we say that the objects are in free fall. Is there any

அல்லது $G = \frac{F d^2}{M \times m}$ **(5.5)**

விசை, தூரம் மற்றும் நிறை ஆகியவற்றின் அலகுகளை சமன்பாடு 5.5ல் பிரதியிடுதல் மூலம் G ன் SI அலகு N மீ.^{2} கி.கி$^{-2}$ என பெறப்படுகின்றது.

எந்த இரண்டு பொருட்களுக்கு இடையேயும் ஈர்ப்பு விசையானது அமைந்திருக்கும் என்பதை நாம்அறிவோம். உங்களுக்கும் உங்கள் அருகில் அமர்ந்துள்ள உங்கள் நண்பனுக்கும் இடையேயுள்ள இவ்விசையை கணக்கிடுக. நீங்கள் இவ்விசையை கணக்கிடுக. நீங்கள் இவ்விசையை ஏன் உணருவதில்லை என்பதை முடிவு செய்யுங்கள்.

மேலும் அறிவோம்

இவ்விதி அனைத்திற்கும் பொதுவானது ஏனெனில் இது அனைத்து பொருட்களுக்கும் பொருந்தும் அவை பெரியதாக இருக்கலாம். சிறியதாக இருக்கலாம் அவை விண்னுலகைச் சார்ந்ததாக இருக்கலாம் அல்லது புவிப்பரப்பைச் சார்ந்ததாக இருக்கலாம்.

எதிர்த்தகவு – இருமடி

F என்பது d ன் இருமடிக்கு எதிர்த்தகவில் இருக்கும். இதன் பொருள் யாதெனில், உதாரணமாக d மடங்கு அதிகரிக்குமானால் F என்பது $\frac{1}{36}$ மடங்கு குறையும்.

எடுத்துக்காட்டு 5.1

பூமியின் நிறை 6×10^{24} கி.கி சந்திரனின் நிறை 7.4×10^{22} கி.கி பூமிக்கும் சந்திரனுக்கும் இடைப்பட்ட தூரம் 3.84×10^5 சந்திரனின் மீது பூமி செயல்படுத்தும் விசையை கணக்கிடுக ($G=6.7 \times 10^{-11}$ N மீ.^{2} கி.கி$^{-2}$ எனக் கொள்க)

தீர்வு :

பூமியின் நிறை $M = 6 \times 10^{24}$ கி.கி

சந்திரனின் நிறை $m = 7.4 \times 10^{22}$ கி.கி

பூமி மற்றும் சந்திரனுக்கு

இடைப்பட்ட தூரம் $d = 3.84 \times 10^5$ கி.மீ.

$= 3.84 \times 10^5 \times 1000$ மீ.

$= 3.84 \times 10^8$ மீ.

$G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m^2 கி.கி$^{-2}$

சமன்பாடு (5.4)ல் இருந்து, சந்திரனின் மீது பூமி செயல்படுத்தும் விசை,

$$F = G\frac{M \times m}{d^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11}\,\mathrm{N\,m^2\,kg^{-2}} \times 6 \times 10^{24}\,\mathrm{kg} \times 7.4 \times 10^{22}\,\mathrm{kg}}{(3.84 \times 10^8\,\mathrm{m})^2}$$

$= 2.02 \times 10^{20}$ N.

எனவே, பூமி சந்திரனின் மீது செயல்படுத்தும் விசையின் மதிப்பு 2.02×10^{20} N.

வினாக்கள்

1. பொது ஈர்ப்பியல் விதியைக் கூறுக.

2. பூமி மற்றும் பூமியின் புறப்பரப்பின் மீதுள்ள ஏதேனும் ஒரு பொருளுக்கு இடையே செயல்படும் ஈர்ப்பியல் விசையின் எண்மதிப்பைக் கணக்கிடும் சூத்திரத்தை எழுதுக.

5.1.2பொது ஈர்ப்பியல் விதியின் முக்கியத்துவம்

தொடர்பில்லாமல் இருந்தவகையாக நம்பப்பட்ட பல்வேறு நிகழ்வுகளை பொது ஈர்ப்பியல் விதி வெற்றிகரமாக விளக்கியது.

(1) நம்மை பூமியுடன் இணைத்திருக்கும் விசை:

(2) பூமியைச் சுற்றி சந்திரனின் இயக்கம் ;

(3) சூரியனைச் சுற்றி கோள்களின் இயக்கம் ;

(4) சந்திரன் மற்றும் சூரியனால் ஏற்படும் அலைகள்

5.2 தன்னிச்சையாக விழுதல்

ஒரு செயலை நிகழ்த்துவதன் மூலம் தன்னிச்சையாக விழுதலை புரிந்துக் கொள்ள முயலுவோம்.

செயல் -------------------------- 5.2

- ஒரு கல்லை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- அதை மேல்நோக்கியவாறு எறியவும்.
- அது ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தை அடைந்தவுடன் மீண்டும் கீழ்நோக்கி விழுந்து விடும்.

பூமி பொருட்களை தன்னை நோக்கி இழுக்கும் என்பதை நாம் கற்றுள்ளோம். இதற்குக் காரணம் ஈர்ப்பியல் விசையாகும். பொருட்கள் எப்பொழுதெல்லாம் இவ்விசையால் மட்டுமே பூமியை நோக்கி விழுகின்றதோ, அத்தகைய பொருட்களை நாம் தன்னிச்சையாக விழும் நிலையில் உள்ளன எனக் கூறுகின்றோம்.

AP SCERT

change in the velocity of falling objects? While falling, there is no change in the direction of motion of the objects. But due to the earth's attraction, there will be a change in the magnitude of the velocity. Any change in velocity involves acceleration. Whenever an object falls towards the earth, an acceleration is involved. This acceleration is due to the earth's gravitational force. Therefore, this acceleration is called the acceleration due to the gravitational force of the earth (or acceleration due to gravity). It is denoted by g. The unit of g is the same as that of acceleration, that is, m s^{-2}.

We know from the second law of motion that force is the product of mass and acceleration. Let the mass of the stone in activity 5.2 be m. We already know that there is acceleration involved in falling objects due to the gravitational force and is denoted by g. Therefore **the magnitude of the gravitational force F will be equal to the product of mass and acceleration due to the gravitational force**, that is,

$$F = m\,g \tag{5.6}$$

From Eqs. (5.4) and (5.6) we have

$$m\,g = G\frac{M \times m}{d^2}$$

or $$g = G\frac{M}{d^2} \tag{5.7}$$

where M is the mass of the earth, and d is the distance between the object and the earth.

Let an object be on or near the surface of the earth. The distance d in Eq. (5.7) will be equal to R, the radius of the earth. Thus, for objects on or near the surface of the earth,

$$mg = G\frac{M \times m}{R^2} \tag{5.8}$$

$$g = G\frac{M}{R^2} \tag{5.9}$$

The earth is not a perfect sphere. As the radius of the earth increases from the poles to the equator, the value of g becomes greater at the poles than at the equator. For most calculations, we can take g to be more or less constant on or near the earth. But for objects far from the earth, the acceleration due to gravitational force of earth is given by Eq. (5.7).

5.2.1 To calculate the value of g

To calculate the value of g, we should put the values of G, M and R in Eq. (9.9), namely, universal gravitational constant, $G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}, mass of the earth, $M = 6 \times 10^{24}$ kg, and radius of the earth, $R = 6.4 \times 10^6$ m.

$$g = G\frac{M}{R^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2} \times 6 \times 10^{24}\ \text{kg}}{(6.4 \times 10^6\ \text{m})^2}$$

$$= 9.8\ \text{m s}^{-2}.$$

Thus, the value of acceleration due to gravity of the earth, $g = 9.8$ m s^{-2}.

5.2.2 Motion of objects under the influence of gravitational force of the earth

Let us do an activity to understand whether all objects hollow or solid, big or small, will fall from a height at the same rate.

Activity _______________ 5.3

- Take a sheet of paper and a stone. Drop them simultaneously from the first floor of a building. Observe whether both of them reach the ground simultaneously.
- We see that paper reaches the ground little later than the stone. This happens because of air resistance. The air offers resistance due to friction to the motion of the falling objects. The resistance offered by air to the paper is more than the resistance offered to the stone. If we do the experiment in a glass jar from which air has been sucked out, the paper and the stone would fall at the same rate.

AP – SCERT

தன்னிச்சையாக விழும் பொருட்களின் திசைவேகத்தில் மாற்றம் இருக்குமா? தன்னிச்சையாக விழும்போது அப்பொருட்களின் இயக்கத்தின் திசையில் எவ்வித மாற்றமும் இருப்பதில்லை. ஆனால் பூமியின் ஈர்ப்பின் காரணமாக திசைவேகத்தின் எண்மதிப்பில் மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. திசைவேகத்தில் தோன்றும் எவ்வித மாற்றமும் முடுக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கும். பொருட்கள் பூமியை நோக்கி விழும்போதெல்லாம் ஒரு முடுக்கம் அவற்றின் மீது செயல்படுகின்றது. பூமியின் புவியீர்ப்பு விசையினால் இம்முடுக்கம் உருவாகின்றது. எனவே இம்முடுக்கத்தை பூமியின் ஈர்ப்பியல் விசையினால் தோன்றும் முடுக்கம் (அல்லது புவியீர்ப்பு முடுக்கம்) என அழைக்கின்றோம். இது 'g' எனும் எழுத்தினால் குறிப்பிடப்படுகின்றது. g ன் அலகும் முடுக்கத்தின் அலகேயாகும். அதாவது $m\ s^{-2}$. .

இயக்கத்தின் இரண்டாம் விதியில் இருந்து விசை என்பது நிறை மற்றும் முடுக்கத்தின் பெருக்கற்பலன் என்பதை நாம் அறிவோம். செயல் 5.2ல் குறிப்பிடப்பட்ட கல்லின் நிறை M எனக் கொள்வோம். தன்னிச்சையாக விழும் பொருட்களின் மீது செயல்படும் முடுக்கம் ஈர்ப்பியல் விசையினால் தோன்றுகின்றது. மேலும் இது g என குறிப்பிடப்படுகின்றது என்பதை நாம் அறிவோம். ஆகவே, **ஈர்ப்பியல் விசையின் (F) எண் மதிப்பானது, நிறை மற்றும் புவியீர்ப்பு முடுக்கத்தின் பெருக்கல் பலனிற்கு சமம் ஆகும்.** இவற்றிலிருந்து,

$$F = mg \tag{5.6}$$

சமன்பாடுகள் 9.4 மற்றும் 9.6ல் இருந்து,

$$mg = G\frac{M \times m}{d^2}$$

அல்லது
$$g = G\frac{M}{d^2} \tag{5.7}$$

இங்கு M என்பது பூமியின் நிறை மற்றும் d என்பது பொருள் மற்றும் பூமி ஆகியவற்றிற்கு இடையேயுள்ள தூரம்.

ஒரு பொருள் பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு அருகில் உள்ளதாகக் கொள்வோம். சமன்பாடு (5,7) தூரம் d, என்பது பூமியின் ஆரம் R க்கு சமமாக இருக்கும். எனவே பூமியின் மேற்பரப்பின் மீது அல்லது மேற்பரப்புக்கு அருகில் இருக்கும் பொருட்களுக்கு

$$mg = G\frac{M \times m}{R^2} \tag{5.8}$$

$$g = G\frac{M}{R^2} \tag{5.9}$$

பூமி ஒரு சீரான கோள வடிவில் இருப்பதில்லை. பூமியின் ஆரம் துருவங்களில் இருந்து பூமத்திய ரேகை வரை அதிகரிப்பதனால் gன் மதிப்பு பூமத்திய ரேகைப் பகுதியை விட துருவங்களில் அதிகமாக இருக்கும்.

அதிகப்படியான கணக்கீடுகளில் பூமியின் மீது அல்லது பூமிக்கு அருகில் நாம் 'g'ன் மதிப்பை ஏறக்குறைய மாறிலியாகவே எடுத்துக் கொள்கின்றோம். ஆனால் பூமியிலிருந்து தொலைவில் உள்ள பொருட்களுக்கு, பூமியின் ஈர்ப்பியல் விசையினால் ஏற்படும் முடுக்கத்தின் மதிப்பை சமன்பாடு (5.7) வழங்குகின்றது.

5.2.1 gன் மதிப்பைக் கணக்கிடுதல்

gன் மதிப்பைக் கணக்கிட நாம் G, M மற்றும் R ஆகியவற்றை சமன்பாடு (5.9)ல் பிரதியிட வேண்டும் அதாவது, பொது ஈர்ப்பியல் மாறிலி $\mathbf{G = 6.7 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}}$ பூமியின் நிறை $\mathbf{M = 6 \times 10^{24}\ kg}$ மற்றும் பூமியின் ஆரம் $\mathbf{R = 6.4 \times 10^6\ m}$

$$g = G\frac{M}{R^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2} \times 6 \times 10^{24}\ kg}{(6.4 \times 10^6\ m)^2}$$

$$= 9.8\ m\ s^{-2}$$

எனவே பூமியின் புவியீர்ப்பு முடுக்கத்தின் மதிப்பு $g = 9.8\ m\ s^{-2}$

5.2.2 பூமியின் ஈர்ப்பியல் விசையின் தாக்கத்தில் பொருட்களின் இயக்கம்

திடமான அல்லது உள்ளீடற்ற, பெரியதாக அல்லது சிறியதாக உள்ள அனைத்து பொருட்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் இருந்து ஒரே வீதத்தில் விழும் என்பதை புரிந்து கொள்ள ஒரு செயலை செய்வோம்.

செயல் ----------------5.3

- ஒரு காகிதம் மற்றும் ஒரு கல் ஆகியவற்றை எடுத்துக் கொள்ளவும். அவற்றை ஒரு கட்டிடத்தின் முதல் தளத்தில் இருந்து ஒரே நேரத்தில் விடுவிக்கவும். அவை இரண்டும் ஒரே நேரத்தில் தரையை அடையுமா என்பதை உற்றுநோக்கவும்.
- கல்லை விட காகிதம் சிறிது தாமதமாக தரையை அடைவதை நாம் காணலாம். இவ்வாறு நிகழக் காரணம் காற்றுத் தடையாகும். தடையின்றி தன்னிச்சையாக விழும் பொருட்களின் இயக்கத்திற்கு உராய்வின் காரணமாக காற்று தடையை அளிக்கின்றது. காற்றினால் காகிதத்திற்கு வழங்கப்படும் தடையானது கல்லிற்கு வழங்கப்படும் தடையை விட அதிகமாகும். நாம் இதே செயலை காற்று அனைத்தையும் வெளியேற்றப்பட்ட ஒரு கண்ணாடி ஜாடியில் நிகழ்த்துவோமானால் காகிதம் மற்றும் கல் இரண்டும் ஒரே வீதத்தில் கீழே விழும்.

AP – SCERT

We know that an object experiences acceleration during free fall. From Eq. (5.9), this acceleration experienced by an object is independent of its mass. This means that all objects hollow or solid, big or small, should fall at the same rate. According to a story, Galileo dropped different objects from the top of the Leaning Tower of Pisa in Italy to prove the same.

As g is constant near the earth, all the equations for the uniformly accelerated motion of objects become valid with acceleration a replaced by g. The equations are:

$$v = u + at \quad (5.10)$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad (5.11)$$

$$v^2 = u^2 + 2as \quad (5.12)$$

where u and v are the initial and final velocities and s is the distance covered in time, t.

In applying these equations, we will take acceleration, a to be positive when it is in the direction of the velocity, that is, in the direction of motion. The acceleration, a will be taken as negative when it opposes the motion.

Example 5.2 A car falls off a ledge and drops to the ground in 0.5 s. Let $g = 10\ \text{m s}^{-2}$ (for simplifying the calculations).

(i) What is its speed on striking the ground?
(ii) What is its average speed during the 0.5 s?
(iii) How high is the ledge from the ground?

Solution:

Time, $t = ½$ second
Initial velocity, $u = 0\ \text{m s}^{-1}$
Acceleration due to gravity, $g = 10\ \text{m s}^{-2}$
Acceleration of the car, $a = +10\ \text{m s}^{-2}$ (downward)

(i) speed $v = a\,t$
$v = 10\ \text{m s}^{-2} \times 0.5\ \text{s}$
$= 5\ \text{m s}^{-1}$

(ii) average speed $= \dfrac{u+v}{2}$
$= (0\ \text{m s}^{-1} + 5\ \text{m s}^{-1})/2$
$= 2.5\ \text{m s}^{-1}$

(iii) distance travelled, $s = ½\,a\,t^2$
$= ½ \times 10\ \text{m s}^{-2} \times (0.5\ \text{s})^2$
$= ½ \times 10\ \text{m s}^{-2} \times 0.25\ \text{s}^2$
$= 1.25\ \text{m}$

Thus,
(i) its speed on striking the ground $= 5\ \text{m s}^{-1}$
(ii) its average speed during the 0.5 s $= 2.5\ \text{m s}^{-1}$
(iii) height of the ledge from the ground $= 1.25$ m.

Example 5.3 An object is thrown vertically upwards and rises to a height of 10 m. Calculate (i) the velocity with which the object was thrown upwards and (ii) the time taken by the object to reach the highest point.

Solution:

Distance travelled, $s = 10$ m
Final velocity, $v = 0\ \text{m s}^{-1}$
Acceleration due to gravity, $g = 9.8\ \text{m s}^{-2}$
Acceleration of the object, $a = -9.8\ \text{m s}^{-2}$ (upward motion)

(i) $v^2 = u^2 + 2a\,s$
$0 = u^2 + 2 \times (-9.8\ \text{m s}^{-2}) \times 10\ \text{m}$
$-u^2 = -2 \times 9.8 \times 10\ \text{m}^2\,\text{s}^{-2}$
$u = \sqrt{196}\ \text{m s}^{-1}$
$u = 14\ \text{m s}^{-1}$

(ii) $v = u + a\,t$
$0 = 14\ \text{m s}^{-1} - 9.8\ \text{m s}^{-2} \times t$
$t = 1.43$ s.

Thus,
(i) Initial velocity, $u = 14\ \text{m s}^{-1}$, and
(ii) Time taken, $t = 1.43$ s.

Questions

1. What do you mean by free fall?
2. What do you mean by acceleration due to gravity?

AP SCERT

தன்னிச்சையாக ஒரு பொருள் கீழே விழும்போது அது முடுக்கத்தை உணரும் என்பதை நாம் அறிவோம். சமன்பாடு (5.9)ல் இருந்து ஒரு பொருளினால் உணரப்படும் இத்தகைய முடுக்கம் அதன் நிறையின் மீது ஆதாரப்படுவது இல்லை. இதன் பொருள் யாதெனில் உள்ளீடற்ற, திடமான பெரியதாக உள்ள மற்றும் சிறியதாக உள்ள அனைத்து பொருட்களும் ஒரே வீதத்தில் கீழே விழுகின்றன. இதை நிரூபிக்க இத்தாலியில் உள்ள பிசா நகரின் சாய்ந்த கோபுரத்தின் மீதிருந்து வெவ்வேறு பொருட்களை கலீலியோ தன்னிச்சையாக விழச் செய்தார் என ஒரு கதையும் உள்ளது. பூமிக்கு அருகில் gன் மதிப்பு மாறிலியாகும். எனவே முடுக்கம் a ஐ g யினால் மாற்றியமைத்தாலும் பொருட்களின் சீரான முடுக்கமுடைய இயக்கத்திற்கான அனைத்து சமன்பாடுகளும் மெய்யாகும்.

அச்சமன்பாடுகளாவன :

$$v = u + at \qquad (5.10)$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \qquad (5.11)$$

$$v^2 = u^2 + 2as \qquad (5.12)$$

இங்கு u மற்றும் v ஆகியவை தொடக்க மற்றும் இறுதி திசைவேகங்கள் மற்றும் S என்பது, காலம் 't' ல் கடக்கப்பட்ட தூரமாகும்.

இச்சமன்பாடுகளை பயன்படுத்தும் போது திசைவேகத்தின் திசை அதாவது இயக்கத்தின் திசையில் முடுக்கம் a இருக்கும் போது அதை நேர்க்குறியுடன் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இயக்கத்திற்கு எதிராக இருக்கும் போது முடுக்கம் a வை எதிர்க்குறியுடன் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.அது தரையை அடையும் போது அதன் வேகம் என்ன?

எடுத்துக்காட்டு 5.2

ஒரு கார் சாலையின் விளிம்பில் இருந்து கீழே விழுந்து 0.5 வினாடியில் தரையை அடைந்தது.

$g = 10\ m\ s^{-2}$ (கீழ்கண்ட கணக்குகளை தீர்க்க இம்மதிப்பை பயன்படுத்துக)

(1) அது தரையை அடையும் போது அதன் வேகம் என்ன?

(2) 0.5 வினாடி நேரத்தில் அதன் சராசரி வேகம் என்ன?

(3) தரையிலிருந்து சாலையின் விளிம்பு எவ்வளவு உயரத்தில் உள்ளது?

தீர்வு :

காலம் $t = ½$ வினாடி

தொடக்க திசைவேகம் $u = 0\ m\ s^{-1}$

புவியீர்ப்பு முடுக்கம் $g = 10\ m\ s^{-1}$

காரின் முடுக்கம் $a = +\ 10\ m\ s^{-2}$ (கீழ்நோக்கி)

(1) வேகம் $v = a\ t$

$v = 10\ m\ s^{-2} \times 0.5\ s$

$= 5\ m\ s^{-1}$

(2) சராசரி வேகம் $= \dfrac{u+v}{2}$

$= (0\ m\ s^{-1} + 5\ m\ s^{-1})/2$

$= 2.5\ m\ s^{-1}$

(3) கடந்த தூரம் $s = ½\ a\ t^2$

$= ½ \times 10\ m\ s^{-2} \times (0.5\ s)^2$

$= ½ \times 10\ m\ s^{-2} \times 0.25\ s^2$

$= 1.25\ m$

எனவே,

(1) அது தரையை அடையும் போது அதன் வேகம் $= 5\ m\ s^{-1}$

(2) 0.5 s நேரத்தில் அதன் சராசரி வேகம் $= 2.5\ m\ s^{-1}$

(3) தரையில் இருந்து சாலையின் விளிம்பு அமைந்துள்ள உயரம் $= 1.25\ m$.

எடுத்துக்காட்டு 5.3

ஒரு பொருள் செங்குத்தாக மேல் நோக்கி எறியப்பட்டு 10m உயரம் வரை மேல் நோக்கிச் செல்கின்றது.

(1) அப்பொருள் மேல்நோக்கி எறியப்பட்ட திசைவேகம் மற்றும்

(2) பெரும உயரத்தை அப்பொருள் அடைய எடுத்துக் கொண்ட காலம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு :

கடந்த தொலைவு $s = 10\ m$

இறுதி திசைவேகம் $v = 0\ m\ s^{-1}$

புவியீர்ப்பு முடுக்கம் $g = 9.8\ m\ s^{-2}$

பொருளின் முடுக்கம் $a = -9.8\ m\ s^{-2}$

(மேல்நோக்கிய இயக்கம்)

i) $v^2 = u^2 + 2a\ s$

$0 = u^2 + 2 \times (-9.8\ m\ s^{-2}) \times 10\ m$

$-u^2 = -2 \times 9.8 \times 10\ m^2\ s^{-2}$

$u = \sqrt{196}\ m\ s^{-1}$

$u = 14\ m\ s^{-1}$

(ii) $v = u + a\ t$

$0 = 14\ m\ s^{-1} - 9.8\ m\ s^{-2} \times t$

$t = 1.43\ s.$

எனவே,

(1) தொடக்க திசைவேகம் $u = 14\ m\ s^{-1}$

(2) எடுத்துக்கொண்ட காலம் $t = 1.43\ s.$

வினாக்கள்

1. தன்னிச்சையாக விழுதல் என்றால் என்ன?

2. புவியீர்ப்பு முடுக்கம் என்றால் என்ன?

AP SCERT

5.3 Mass

We have learnt in the previous chapter that the mass of an object is the measure of its inertia . We have also learnt that greater the mass, the greater is the inertia. It remains the same whether the object is on the earth, the moon or even in outer space. Thus, the mass of an object is constant and does not change from place to place.

5.4 Weight

We know that the earth attracts every object with a certain force and this force depends on the mass (*m*) of the object and the acceleration due to the gravity (*g*). The weight of an object is the force with which it is attracted towards the earth.

We know that

$$F = m \times a, \quad (5.13)$$

that is,

$$F = m \times g. \quad (5.14)$$

The force of attraction of the earth on an object is known as the weight of the object. It is denoted by *W*. Substituting the same in Eq. (9.14), we have

$$W = m \times g \quad (5.15)$$

As the weight of an object is the force with which it is attracted towards the earth, the SI unit of weight is the same as that of force, that is, newton (N). The weight is a force acting vertically downwards; it has both magnitude and direction.

We have learnt that the value of g is constant at a given place. Therefore at a given place, the weight of an object is directly proportional to the mass, say m, of the object, that is, $W \propto m$. It is due to this reason that at a given place, we can use the weight of an object as a measure of its mass. The mass of an object remains the same everywhere, that is, on the earth and on any planet whereas its weight depends on its location because g depends on location.

5.4.1 Weight of an object on the moon

We have learnt that the weight of an object on the earth is the force with which the earth attracts the object. In the same way, the weight of an object on the moon is the force with which the moon attracts that object. The mass of the moon is less than that of the earth. Due to this the moon exerts lesser force of attraction on objects.

Let the mass of an object be m. Let its weight on the moon be W_m. Let the mass of the moon be M_m and its radius be R_m.

By applying the universal law of gravitation, the weight of the object on the moon will be

$$W_m = G\frac{M_m \times m}{R_m^2} \quad (5.16)$$

Let the weight of the same object on the earth be W_e. The mass of the earth is M and its radius is R.

Table 5.1

Celestial body	Mass (kg)	Radius (m)
Earth	5.98×10^{24}	6.37×10^{6}
Moon	$7.36 \times\times 10^{22}$	1.74×10^{6}

From Eqs. (5.9) and (5.15) we have,

$$W_e = G\frac{M \times m}{R^2} \quad (5.17)$$

Substituting the values from Table 5.1 in Eqs. (5.16) and (5.17), we get

$$W_m = G\frac{7.36 \times 10^{22}\,\text{kg} \times m}{\left(1.74 \times 10^{6}\,\text{m}\right)^2}$$

$$W_m = 2.431 \times 10^{10}\,G \times m \quad (5.18a)$$

and $W_e = 1.474 \times 10^{11}\,G \times m$ (5.18b)

Dividing Eq. (5.18a) by Eq. (5.18b), we get

$$\frac{W_m}{W_e} = \frac{2.431 \times 10^{10}}{1.474 \times 10^{11}}$$

or

$$\frac{W_m}{W_e} = 0.165 \approx \frac{1}{6} \quad (5.19)$$

$$\frac{\text{Weight of the object on the moon}}{\text{Weight of the object on the earth}} = \frac{1}{6}$$

Weight of the object on the moon
= (1/6) × its weight on the earth.

AP SCERT

5.3 நிறை (Mass)

ஒரு பொருளின் நிறை அதன் நிலைமத்தின் அளவீடு என முன் அலகுகளில் நாம் கற்றுள்ளோம். நிறை அதிகமாக இருக்கும் போது நிலைமமும் அதிகமாக இருக்கும் எனவும் நாம் கற்றுள்ளோம். ஒரு பொருள் பூமியின் மீது இருக்கும் போதும் சந்திரனின் மீது அல்லது விண் வெளியில் இருக்கும் போதும் இதன் மதிப்பு மாறாமல் இருக்கின்றது. எனவே ஒரு பொருளின் நிறை மாறிலியாகும். மேலும் இது இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுவது இல்லை

5.4 எடை (Weight)

பூமி அனைத்து பொருட்களையும் ஒரு குறிப்பிட்ட விசையுடன் ஈர்க்கின்றது. மேலும் இவ்விசை பொருளின் நிறையின் (m) மீதும், புவியீர்ப்பு முடுக்கத்தின் (g) மீதும் ஆதாரப்பட்டுள்ளது என்பதை நாம் அறிவோம்.

ஒரு பொருளின் எடை என்பது பூமியை நோக்கி அது ஈர்க்கப்படும் விசையேயாகும்.

நாம் அறிந்தது,

$$F = m \times a, \qquad (5.13)$$

அதாவது,

$$F = m \times g. \qquad (5.14)$$

ஒரு பொருளின் மீது செயல்படும் பூமியின் ஈர்ப்புவிசையே அதன் எடை எனப்படுகின்றது. இது W என குறிப்பிடப்படுகின்றது. இதை சமன்பாடு (5.14) ல் பிரதியிட நாம் பெறுவது

$$W = m \times g \qquad (5.15)$$

ஒரு பொருளின் எடை என்பது பூமியை நோக்கி ஈர்க்கப்படும் விசையாதலால் எடையின் SI அலகும் விசையின் அலகேயாகும். அதாவது நியூட்டன் (N) எடை என்பது கீழ்நோக்கியவாறு செயல்படும் ஒரு விசையாகும். இதற்கு எண்மதிப்பு மற்றும் திசை ஆகிய இரண்டும் உள்ளன. ஒரு இடத்தில் g ன் மதிப்பு மாறிலி என்பதை நாம் கற்றோம். எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஒரு பொருளின் எடை அதன் நிறை mக்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும். அதாவது $W \propto m$. இக்காரணத்தினாலேயே ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஒரு பொருளின் எடையை நாம் அதன் நிறையின் அளவீடாக பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

ஒரு பொருளின் நிறை எந்த இடத்திலும் அதாவது பூமியின் மீதும் மற்ற கோள்களின் மீதும் ஒரே அளவாக இருக்கும். ஆனால் அதன் எடை இடத்தைச் சார்ந்தது. ஏனெனில் g இடத்தைச் சார்ந்து அமையும்.

5.4.1 சந்திரனின் மீது ஒரு பொருளின் எடை

பூமியின் மீது ஒரு பொருளின் எடை என்பது பூமி அப்பொருளை ஈர்க்கும் விசையேயாகும் என்பதை நாம் அறிந்தோம்.

,

இதைப்போன்றே சந்திரனின் மீது அப்பொருளின் எடை என்பது சந்திரன் அப்பொருளை ஈர்க்கும் விசைக்கு சமமாகும். பூமியின் நிறையைவிட சந்திரனின் நிறை குறைவாகும். இதன் காரணமாக பொருட்களின் மீது சந்திரன் குறைவான ஈர்ப்பு விசையையே செலுத்துகின்றது.

ஒரு பொருளின் நிறையை m எனக் கொள்வோம். சந்திரனின் மீது அதன் எடை W_m என்போம். நாம் சந்திரனின் நிறை M_m மற்றும் அதன் ஆரம் R_m என்க.

பொது ஈர்ப்பியல் விதியை பயன்படுத்தும்போது, சந்திரனின் மீது ஒரு பொருளின் எடை,

$$W_m = G\frac{M_m \times m}{R_m^2} \qquad (5.16)$$

பூமியின் மீது அதே பொருளின் எடையை W_e. என்க. பூமியின் நிறை M மற்றும் அதன் ஆரம் R

அட்டவணை 5.1

விண் பொருள்	நிறை (Kg)	ஆரம் (m)
பூமி	5.98×10^{24}	6.37×10^{6}
சந்திரன்	$7.36 \times\times 10^{22}$	1.74×10^{6}

சமன்பாடு (5.9) மற்றும் (5.15) ஆகியவற்றிலிருந்து

$$W_m = G\frac{M_m \times m}{R_m^2} \qquad (5.17)$$

அட்டவணை 5.1ல் உள்ள மதிப்புகளை சமன்பாடு (5.16) மற்றும் (5.17) ஆகியவற்றில் பிரதியிடும் போது நாம் பெறுவது,

$$W_m = G\frac{7.36 \times 10^{22}\,\text{kg} \times m}{\left(1.74 \times 10^{6}\,\text{m}\right)^2}$$

$$W_m = 2.431 \times 10^{10}\,G \times m \qquad (5.18a)$$

மற்றும் $W_e = 1.474 \times 10^{11}\,G \times m \qquad (5.18b)$

சமன்பாடு $(5.18a)$ ஐ $(5.18b)$ஆல் வகுக்கும் போது நாம் பெறுவது,

$$\frac{W_m}{W_e} = \frac{2.431 \times 10^{10}}{1.474 \times 10^{11}}$$

அல்லது $\dfrac{W_m}{W_e} = 0.165 \approx \dfrac{1}{6} \qquad (5.19)$

சந்திரனின் மீது பொருளின் எடை

பூமியின் மீது பொருளின் எடை

சந்திரனின் மீது பொருளின் எடை

= (1/6) × பூமியின் மீது அதன் எடை

Example 5.4 Mass of an object is 10 kg. What is its weight on the earth?

Solution:

Mass, m = 10 kg
Acceleration due to gravity, $g = 9.8\ \text{m s}^{-2}$

$W = m \times g$

$W = 10\ \text{kg} \times 9.8\ \text{m s}^{-2} = 98\ \text{N}$

Thus, the weight of the object is 98 N.

Example 5.5 An object weighs 10 N when measured on the surface of the earth. What would be its weight when measured on the surface of the moon?

Solution:

We know,
Weight of object on the moon
= (1/6) × its weight on the earth.
That is,

$$W_m = \frac{W_e}{6} = \frac{10}{6}\ \text{N}.$$

= 1.67 N.

Thus, the weight of object on the surface of the moon would be 1.67 N.

Questions

1. *What are the differences between the mass of an object and its weight?*
2. *Why is the weight of an object on the moon $\frac{1}{6}^{th}$ its weight on the earth?*

5.5 Thrust and Pressure

Have you ever wondered why a camel can run in a desert easily? Why an army tank weighing more than a thousand tonne rests upon a continuous chain? Why a truck or a motorbus has much wider tyres? Why cutting tools have sharp edges? In order to address these questions and understand the phenomena involved, it helps to introduce the concepts of the net force in a particular direction (thrust) and the force per unit area (pressure) acting on the object concerned.

Let us try to understand the meanings of thrust and pressure by considering the following situations:

Situation 1: You wish to fix a poster on a bulletin board, as shown in Fig 5.3. To do this task you will have to press drawing pins with your thumb. You apply a force on the surface area of the head of the pin. This force is directed perpendicular to the surface area of the board. This force acts on a smaller area at the tip of the pin.

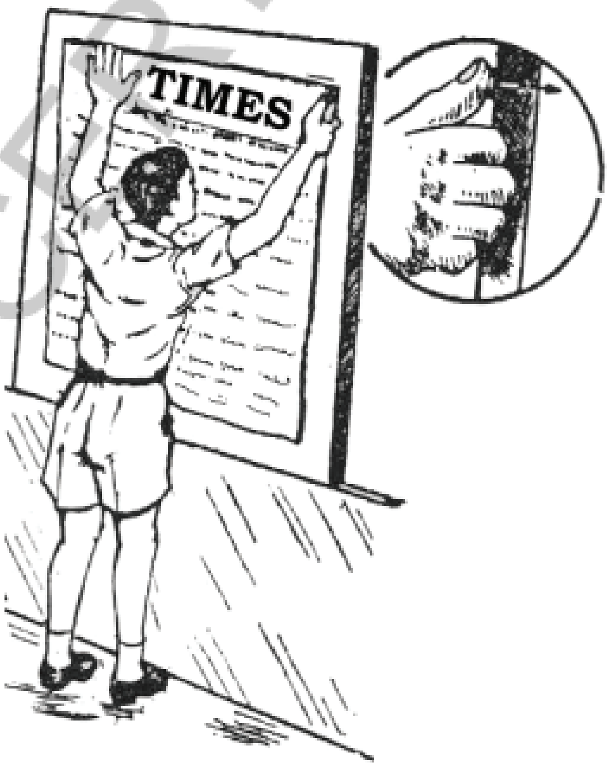


Fig. 5.3: *To fix a poster, drawing pins are pressed with the thumb perpendicular to the board.*

Situation 2: You stand on loose sand. Your feet go deep into the sand. Now, lie down on the sand. You will find that your body will not go that deep in the sand. In both cases the force exerted on the sand is the weight of your body.

AP SCERT

எடுத்துக்காட்டு 5.4

ஒரு பொருளின் நிறை 10kg பூமியின் மீது அதன் எடை என்ன?

தீர்வு :

நிறை $m = 10$ kg

புவியீர்ப்பு முடுக்கம் $g = 9.8$ m s^{-2}

$W = m \times g$

$W = 10$ kg $\times$ 9.8 m s^{-2}

எனவே, பொருளின் எடை = 98 N

எடுத்துக்காட்டு 5.5

பூமியின் மேற்பரப்பின் மீது அளவிடும் போது ஒரு பொருள் 10N எடையைக் கொண்டிருந்தது. சந்திரனின் மேற்பரப்பில் அளவிடும் போது அதன் எடையின் மதிப்பு என்னவாக இருக்கும்?

தீர்வு :

நாம் அறிந்தது,

சந்திரனின் மீது

பொருளின் எடை = (1/6) × பூமியின் மீது பொருளின் எடை

அதாவது,

$$W_m = \frac{W_e}{6} = \frac{10}{6} \text{ N}$$

$$= 1.67 \text{ N.}$$

எனவே, சந்திரனின் மேற்பரப்பின் மீது பொருளின் எடை 1.67N ஆகும்.

வினாக்கள்

1. *ஒரு பொருளின் நிறைக்கும் அதன் எடைக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?*
2. *சந்திரனின் மீது ஒரு பொருளின் எடையின் மதிப்பு பூமியின் மீது அதன் எடையின் மதிப்பில் $\frac{1}{6}$ பாகமாக இருப்பதன் காரணம் யாது?*

5.5 *உந்துவிசை மற்றும் அழுத்தம்* :

ஒரு பாலைவனத்தில் ஒரு ஒட்டகத்தினால் எவ்வாறு எளிதாக ஓட முடிகின்றது என்பதைக் கண்டு நீங்கள் வியந்ததுண்டா? ஆயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட டன்கள் எடையையுடைய ஒரு இராணுவ டாங்கி தொடர் சங்கிலியின் மீது நிறுத்தப்பட்டிருப்பதேன்?

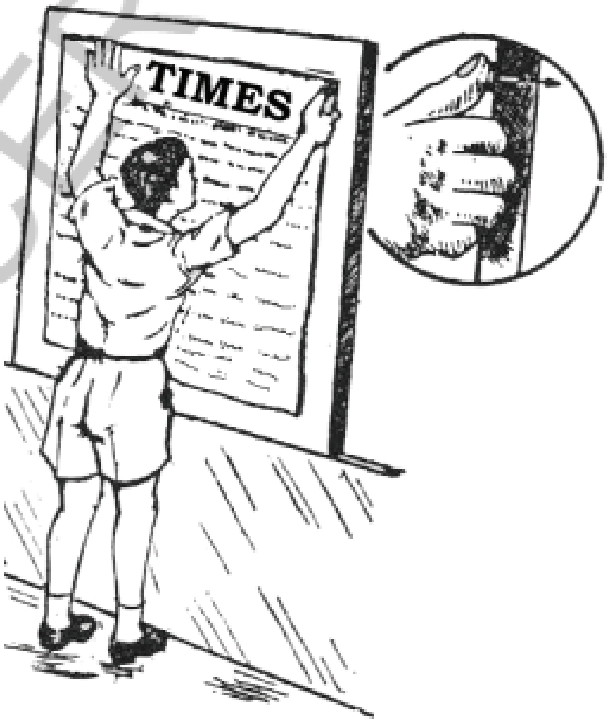
சரக்குவண்டிகள் அல்லது மோட்டார் பேருந்துகள் ஏன் அகலமான டயர்களைக் கொண்டிருக்கின்றன?

வெட்டும் கருவிகள் ஏன் கூர்மையான முனைகளைக் கொண்டுள்ளன? இத்தகைய வினாக்களுக்கு விடையளித்தாலும் இதில் உள்ள நிகழ்வை புரிந்து கொள்ளுதலும் ஒரு பொருளின் மீது ஒரு திசையில் செயல்படும் மொத்தவிசை (உந்து விசை) மற்றும் ஓரலகு பரப்பில் செயல்படும் விசை (அழுத்தம்) ஆகிய கருத்துகளை அறிமுகம் செய்ய துணைபுரிகின்றன.

கீழ்க்கண்ட நிகழ்வுகளை கருத்தில் கொண்டு அழுத்தம் மற்றும் உந்துவிசை ஆகியவற்றின் பொருளை புரிந்து கொள்ள முயலுவோம்.

நிகழ்வு-1 :

படம் 5.3ல் காட்டியவாறு ஒரு சுவரொட்டியை அறிவிப்புப் பலகையில் பொருத்த நீங்கள் எண்ணினீர்கள். இச்செயலைச் செய்ய வரைஊசிகளை நீங்கள் உங்களுடைய கட்டை விரல்களால் அழுத்த வேண்டும். வரை ஊசியின் தலைப்பகுதியின் புறப்பரப்பின் மீது நீங்கள் ஒரு விசையை செலுத்துகின்றீர்கள். இவ்விசை பலகையின் புறப்பரப்பிற்கு செங்குத்தான திசையில் செயல்படுகின்றது. இவ்விசை ஊசியின் முனையில் உள்ள மிகச்சிறிய பரப்பின் மீது செயல்படுகின்றது.



படம் 5.3 : ஒரு சுவரொட்டியைப் பொருத்த, பலகைக்கு செங்குத்தாக வரைவு ஊசிகள் கட்டைவிரலால் அழுத்தப்படுதல்.

நிகழ்வு -2 :

தளர்வான மணற்பரப்பின் மீது நீங்கள் நிற்கின்றீர்கள். உங்கள் பாதங்கள் மணலிற்குள் ஆழமாகச் செல்கின்றன. ஆனால் உங்கள் உடல் அவ்வளவு ஆழமாக செல்லாமல் இருப்பதை நீங்கள் கண்டறியலாம். மேற்கண்ட இரண்டு நிகழ்வுகளிலும் மணலின் மீது செயல்படும் விசை உங்கள் உடலின் எடைக்கு சமமாகும்.

AP – SCERT

You have learnt that **weight is the force acting vertically downwards.** Here the force is acting perpendicular to the surface of the sand. **The force acting on an object perpendicular to the surface is called thrust.**

When you stand on loose sand, the force, that is, the weight of your body is acting on an area equal to area of your feet. When you lie down, the same force acts on an area equal to the contact area of your whole body, which is larger than the area of your feet. Thus, the effects of forces of the same magnitude on different areas are different. In the above cases, thrust is the same. But effects are different. Therefore the effect of **thrust depends on the area on which it acts.**

The effect of thrust on sand is larger while standing than while lying. The thrust on unit area is called pressure. Thus,

$$\text{Pressure} = \frac{\text{thrust}}{\text{area}} \qquad (5.20)$$

Substituting the SI unit of thrust and area in Eq. (5.20), we get the SI unit of pressure as N/m^2 or $N\ m^{-2}$.

In honour of scientist Blaise Pascal, the SI unit of pressure is called pascal, denoted as Pa.

Let us consider a numerical example to understand the effects of thrust acting on different areas.

Example 5.6 A block of wood is kept on a tabletop. The mass of wooden block is 5 kg and its dimensions are 40 cm × 20 cm × 10 cm. Find the pressure exerted by the wooden block on the table top if it is made to lie on the table top with its sides of dimensions (a) 20 cm × 10 cm and (b) 40 cm × 20 cm.

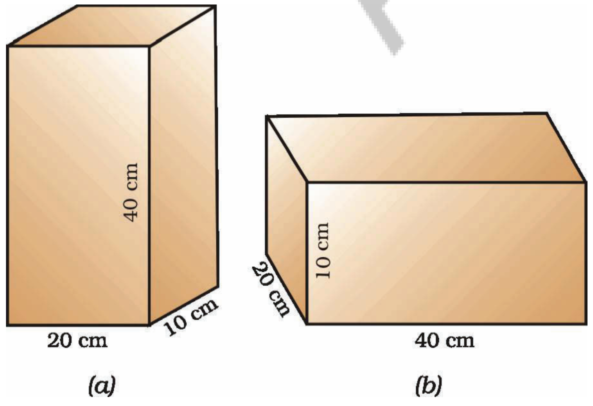


Fig. 5.4

Solution:

The mass of the wooden block = 5 kg
The dimensions

= 40 cm × 20 cm × 10 cm

Here, the weight of the wooden block applies a thrust on the table top.

That is,

$$\text{Thrust} = F = m \times g$$
$$= 5\ \text{kg} \times 9.8\ \text{m s}^{-2}$$
$$= 49\ \text{N}$$

Area of a side = length × breadth
= 20 cm × 10 cm
= 200 cm^2 = 0.02 m^2

From Eq. (5.20),

$$\text{Pressure} = \frac{49\ \text{N}}{0.02\ \text{m}^2}$$
$$= 2450\ \text{N m}^{-2}.$$

When the block lies on its side of dimensions 40 cm × 20 cm, it exerts the same thrust.

Area= length × breadth
= 40 cm × 20 cm
= 800 cm^2 = 0.08 m^2

From Eq. (9.20),

$$\text{Pressure} = \frac{49\ \text{N}}{0.08\ \text{m}^2}$$
$$= 612.5\ \text{N m}^{-2}$$

The pressure exerted by the side 20 cm × 10 cm is 2450 N m^{-2} and by the side 40 cm × 20 cm is 612.5 N m^{-2}.

Thus, the same force acting on a smaller area exerts a larger pressure, and a smaller pressure on a larger area. This is the reason why a nail has a pointed tip, knives have sharp edges and buildings have wide foundations.

5.5.1 Pressure in Fluids

All liquids and gases are fluids. A solid exerts pressure on a surface due to its weight. Similarly, fluids have weight, and they also

AP SCERT

எடை என்பது செங்குத்தாக கீழ்நோக்கியவாறு செயல்படும் விசை என்பதை நீங்கள் கற்றீர்கள். இங்கு மணல் பரப்பிற்கு செங்குத்தாக விசையானது செயல்படுகின்றது. **ஒரு பொருளின் மீது புறப்பரப்பிற்கு செங்குத்தாக செயல்படும் விசையையே உந்துவிசை என்கிறோம்.**

தளர்வாக உள்ள மணலின் மீது நீங்கள் நிற்கும் போது, விசையானது அதாவது உங்கள் உடலின் எடையானது உங்கள் பாதத்தின் பரப்பளவிற்கு சமமான பரப்பளவின் மீது செயல்படுகின்றது. நீங்கள் மணலின் மீது படுத்திருக்கும் போது அதேஅளவு விசை உங்கள் மொத்த உடலின் தொடும் பரப்பளவிற்கு சமமான பரப்பின்மீது செயல்படுகின்றது. இப்பரப்பு உங்கள் பாதத்தின் பரப்பளவைவிட அதிகமாகும். எனவே ஒரே அளவு எண்மதிப்பைக் கொண்டு வெவ்வேறு பரப்பளவுகளின் மீது செயல்படும் விசைகளின் விளைவுகள் வெவ்வேறாக இருக்கும். மேற்கண்ட இரண்டு நிகழ்வுகளிலும் உந்துவிசை சமமாகும். ஆனால் அதன் விளைவுகள் மாறுபட்டவை. எனவே **உந்துவிசையின் விளைவுகள் அது செயல்படும் பரப்பின் அளவின்மீது ஆதாரப்பட்டுள்ளது.**

மணலின் மீது செயல்படும் உந்து விசையின் விளைவு படுத்திருக்கும் நிலையைவிட நின்று கொண்டிருக்கும் போது அதிகமாகும். ஓரலகு பரப்பின் மீது செயல்படும் உந்துவிசையையே நாம் அழுத்தம் என்கிறோம். எனவே,

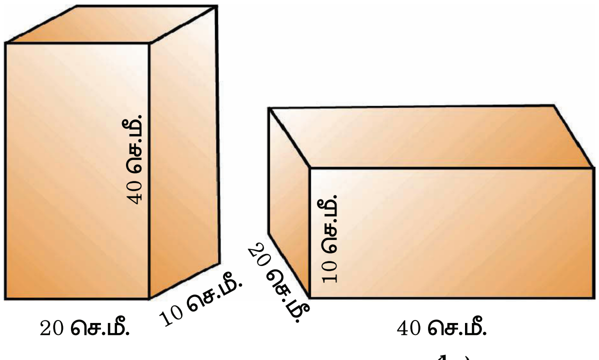
$$\text{அழுத்தம்} = \frac{\text{உந்து விசை}}{\text{பரப்பளவு}} \qquad (5.20)$$

உந்துவிசை மற்றும் பரப்பளவு ஆகியவற்றின் SI அலகுகளை சமன்பாடு (9.20)ல் பிரதியிடும் போது நாம் அழுத்தத்தின் SI அலகை N/m^2 அல்லது $N\,m^{-2}$. என பெறுகின்றோம்.

அறிவியலறிஞர் பிளெய்ஸ் பாஸ்கல் அவர்களை கௌரவப்படுத்தும் விதமாக அழுத்தத்தின் SI அலகு பாஸ்கல் என வழங்கப்படுகின்றது. இது Pa என குறிப்பிடப்படுகின்றது. வெவ்வேறு பரப்பளவுகளின் மீது செயல்படும் உந்துவிசையின் விளைவுகளை புரிந்துக் கொள்ள ஒரு எண்ணியல் உதாரணத்தைக் காண்போம்.

எடுத்துக்காட்டு 5.6 :

ஒரு மரத்துண்டு ஒரு மேஜையின் மீது வைக்கப்படுகின்றது. அம்மரத்துண்டின் நிறை 5 kg மற்றும் அதன் அளவுகள் 40cm × 20cm ×10cm கீழ்க்கண்ட அளவுகளையுடைய மரத்துண்டுகள்



(a) படம். *5.4* (b)

மேஜையின் மீது அமைந்திருக்கும் போது மேஜையின் மீது அம்மரத்துண்டினால் செயல்படுத்தப்படும் விசையைக் கணக்கிடுக.

(a) 20 cm × 10 cm (b) 40 cm × 20 cm.

தீர்வு :

மரத்துண்டின் நிறை = 5 kg

மரத்துண்டின் அளவீடுகள்

= 40 cm × 20 cm × 10 cm

இங்கு மரத்துண்டின் எடை

மேஜையின் மீது ஒரு உந்துவிசையை செலுத்துகின்றது.

அதாவது,

உந்துவிசை $F = m \times g$

$= 5\,kg \times 9.8\,m\,s^{-2}$

$= 49\,N$

ஒரு பக்கத்தின் பரப்பளவு = நீளம் × அகலம்

$= 20\,cm \times 10\,cm$

$= 200\,cm^2 = 0.02\,m^2$

சமன்பாடு (5.20)ல் இருந்து,

$$\text{அழுத்தம்} = \frac{49\,N}{0.02\,m^2}$$

$= 2450\,N\,m^{-2}$.

மரத்துண்டு அளவுடைய பக்கத்தில் வைக்கப்படும்போது அதே அளவு உந்து விசை செயல்படுகின்றது.

பரப்பளவு = நீளம் × அகலம்

$= 40\,cm \times 20\,cm$

$= 800\,cm^2 = 0.08\,m^2$

சமன்பாடு (5.20)ல் இருந்து

$$\text{அழுத்தம்} = \frac{49\,N}{0.08\,m^2}$$

$= 612.5\,N\,m^{-2}$

20cm×10cm அளவுடைய பக்கத்தினால் செயல்படுத்தப்படும் அழுத்தம் $= 2450\,N\,m^{-2}$

40cm×20cm அளவுடைய பக்கத்தினால் செயல்படுத்தப்படும் அழுத்தம் $612.5\,N\,m^{-2}$

எனவே சமமான விசை சிறிய பரப்பின்மீது செயல்படும் போது அதிக அழுத்தத்தையும் பெரிய பரப்பின் மீது செயல்படும்போது குறைந்த அழுத்தத்தையும் செலுத்துகின்றது ஒரு ஆணி கூர்மையான முனையைக் கொண்டிருப்பதற்கும் கத்திகள் கூர்மையான விளிம்பைக் கொண்டிருப்பதற்கும் மற்றும் கட்டிடங்கள் அகலமான அடித்தளத்தைக் கொண்டிருப்பதற்கும் இது முக்கிய காரணமாகும்.

5.5.1. **பாய்மங்களில் அழுத்தம்** :

அனைத்து திரவங்களும் வாயுக்களும் பாய்மங்களாகும். ஒரு திடப்பொருள் ஒரு புறப்பரப்பின் மீது அதன் எடையின் காரணமாக அழுத்தத்தை செலுத்துகின்றது. இதைப்போன்றே பாய்மங்களும் எடையைக் கொண்டிருக்கின்றன. மேலும்

AP SCERT

exert pressure on the base and walls of the container in which they are enclosed. Pressure exerted in any confined mass of fluid is transmitted undiminished in all directions.

5.5.2 Buoyancy

Have you ever had a swim in a pool and felt lighter? Have you ever drawn water from a well and felt that the bucket of water is heavier when it is out of the water? Have you ever wondered why a ship made of iron and steel does not sink in sea water, but while the same amount of iron and steel in the form of a sheet would sink? These questions can be answered by taking buoyancy in consideration. Let us understand the meaning of buoyancy by doing an activity.

Activity _______________ 5.4

- Take an empty plastic bottle. Close the mouth of the bottle with an airtight stopper. Put it in a bucket filled with water. You see that the bottle floats.
- Push the bottle into the water. You feel an upward push. Try to push it further down. You will find it difficult to push deeper and deeper. This indicates that water exerts a force on the bottle in the upward direction. The upward force exerted by the water goes on increasing as the bottle is pushed deeper till it is completely immersed.
- Now, release the bottle. It bounces back to the surface.
- Does the force due to the gravitational attraction of the earth act on this bottle? If so, why doesn't the bottle stay immersed in water after it is released? How can you immerse the bottle in water?

The force due to the gravitational attraction of the earth acts on the bottle in the downward direction. So the bottle is pulled downwards. But the water exerts an upward force on the bottle. Thus, the bottle is pushed upwards. We have learnt that **weight of an object is the force due to gravitational attraction of the earth.** When the bottle is immersed, the upward force exerted by the water on the bottle is greater than its weight. Therefore it rises up when released.

To keep the bottle completely immersed, the upward force on the bottle due to water must be balanced. This can be achieved by an externally applied force acting downwards. This force must at least be equal to the difference between the upward force and the weight of the bottle.

The upward force exerted by the water on the bottle is known as upthrust or buoyant force. In fact, all objects experience a force of buoyancy when they are immersed in a fluid. **The magnitude of this buoyant force depends on the density of the fluid.**

5.5.3 Why objects float or sink when placed on the surface of water?

Let us do the following activities to arrive at an answer for the above question.

Activity _______________ 5.5

- Take a beaker filled with water.
- Take an iron nail and place it on the surface of the water.
- Observe what happens.

The nail sinks. The force due to the gravitational attraction of the earth on the iron nail pulls it downwards. There is an upthrust of water on the nail, which pushes it upwards. But the downward force acting on the nail is greater than the upthrust of water on the nail. So it sinks (Fig. 5.5).

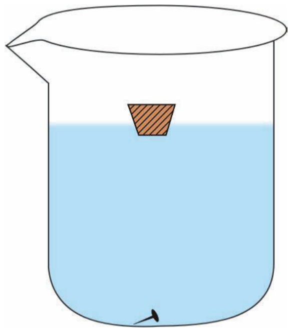


Fig. 5.5: *An iron nail sinks and a cork floats when placed on the surface of water.*

பாய்மங்கள் அவை வைக்கப்பட்டுள்ள கொள்கலனின் அடிப்புறத்தின் மீதும் சுவர்களின் மீதும் விசையை செலுத்துகின்றன. வரையறுக்கப்பட்ட நிறையையுடைய ஒரு பாய்மரத்திற்கு அளிக்கப்படும் அழுத்தம் அனைத்து திசைகளிலும் குறைவடையாமல் பரவச் செய்யப்படுகின்றது.

5.5.2. மிதப்புத்தன்மை

நீங்கள் குளத்தில் நீந்தும் போது உங்கள் எடை குறைவதை உணர்ந்துள்ளீர்களா? நீங்கள் கிணற்றிலுள்ள நீரை இறைத்ததுண்டா, அப்போது நீரைவிட்டு வெளியே எடுக்கும் போது வாளியில் உள்ள நீர் எடை மிகுந்ததாகத் தோன்றுவதை உணர்ந்துள்ளீர்களா?

இரும்பு மற்றும் எஃகினால் தயாரிக்கப்பட்ட கப்பல்கள் நீரில் மூழ்குவதில்லை ஆனால் அதேஅளவு இரும்பு மற்றும் எஃகு ஆவியவை தகடு வடிவில் இருக்கும் போது மூழ்குகின்றன. ஏன் என்பதைக் கண்டு நீங்கள் வியந்ததுண்டா? இவ்வினாக்களுக்கு விடையளிக்க நாம் மிதப்புத்தன்மையை கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். ஒரு செயலைச் செய்வதன் மூலம் மிதப்புத்தன்மையின் பொருளை புரிந்துக் கொள்வோம்.

செயல் ------------------ 5.4

- ஒரு காலியான பிளாஸ்டிக் பாட்டிலை எடுத்துக் கொள்ளவும். ஒரு காற்றுப்புகா அடைப்பானைக் கொண்டு பாட்டிலின் வாய்ப்பகுதியை மூடவும். இதை ஒரு நீர் நிரம்பிய வாளியில் வைக்கவும். பாட்டில் மிதப்பதை நீங்கள் காணலாம்.
- பாட்டிலை நீரினுள் அழுத்தவும். நீங்கள் மேல்நோக்கிய ஒரு அழுத்தத்தை உணர முடியும். பாட்டிலை மேலும் கீழ்நோக்கி அழுத்தவும். அதை மேலும் மேலும் ஆழமாக அழுத்துவது கடினமாக இருப்பதை நீங்கள் உணருவீர்கள்.
- நீரானது பாட்டிலின் மீது ஒரு விசையை மேல்நோக்கிய திசையில் செலுத்துவதை இது நமக்கு தெரிவிக்கின்றது. பாட்டில் முழுவதுமாக மூழ்கும் வரை அதை ஆழமாக அழுத்த அழுத்த நீரினால் செலுத்தப்படும் இந்த மேல்நோக்கு விசை அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கின்றது. பாட்டிலை இப்போது விடுவிக்கவும். அது நீரின் மேற்பரப்பிற்கு குதித்து எழும்.
- இந்த பாட்டிலின் மீது பூமியின் ஈர்ப்பினால் தோன்றும் ஈர்ப்பியல் விசை செயல்படுகின்றதா? அவ்வாறு செயல்படுமெனில் ஏன் பாட்டில் விடுவிக்கப்பட்ட பின்னரும் நீரில் மூழ்கிய நிலையிலேயே இருப்பதில்லை? பாட்டிலை நீரினுள் நீங்கள் எவ்வாறு மூழ்கச் செய்வீர்கள்?

பூமியின் ஈரப்பினால் ஏற்படும் ஈர்ப்பியல் விசை பாட்டிலின் மீது கீழ்நோக்கிய திசையில் செயல்படுகின்றது, எனவே பாட்டில் கீழ்நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றது. ஆனால் பாட்டிலின் மீது நீர் ஒரு மேல்நோக்கிய விசையை செலுத்துகின்றது. எனவே பாட்டில் மேல்நோக்கி தள்ளப்படுகின்றது.

பூமியின் ஈர்ப்பினால் ஏற்படும் ஈர்ப்பியல் விசையே ஒரு பொருளின் எடை எனப்படுகின்றது என்பதை நாம்அறிவோம். பாட்டில் மூழ்கச் செய்யப்படும் போது பாட்டிலின் மீது நீரினால் செலுத்தப்படும் மேல்நோக்கிய விசை அதன் எடையைக் காட்டிலும் அதிகமாகும். எனவே அதை விடுவிக்கும் போது அது மேல் எழும்புகின்றது.

பாட்டிலை முழுவதுமாக மூழ்கச் செய்ய வேண்டுமானால், நீரினால் அதன்மீது செலுத்தப்படும் மேல்நோக்கிய விசை சமன் செய்யப்பட வேண்டும். கீழ்நோக்கி செயல்படும் ஒரு வெளிப்புற விசையை செயல்படுத்துவதன் மூலம் இதை சமன்படுத்தலாம். இவ்விசையானது குறைந்தபட்சம் மேல்நோக்கியவிசை மற்றும் பாட்டிலின் எடை ஆகியவற்றிற்கு இடையேயுள்ள வேறுபாட்டிற்கு சமமாக இருக்க வேண்டும்.

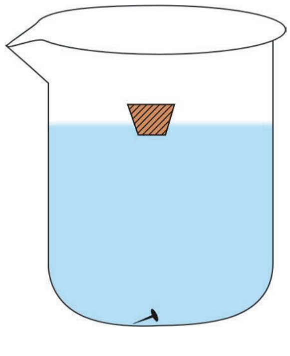
பாட்டிலின் மீது நீரினால் செலுத்தப்படும் மேல்நோக்கிய விசையை மேல்நோக்கு உந்துவிசை (upthrust) அல்லது மிதப்புவிசை (buoyant) என அழைக்கின்றோம். ஒரு பாய்மத்தில் பொருட்களானது மூழ்க செய்யப்படும் போது, உண்மையில் அனைத்து பொருட்களும் ஒரு மிதப்பு விசையை உணர்கின்றன. **இந்த மிதப்பு விசையின் எண்மதிப்பு பாய்மத்தின் அடர்த்தியின் மீது ஆதாரப்பட்டிருக்கும்.**

5.5.3. நீரின் புறப்பரப்பின் மீது வைக்கப்படும்போது பொருட்கள் ஏன் மிதக்கின்றன அல்லது மூழ்குகின்றன?

மேற்கண்ட வினாவிற்கு விடையைக்காண கீழ்க்கண்ட செயல்களை நாம் செய்வோம்.

செயல் ------------------ 5.5

- நீர் நிரம்பிய ஒரு பீக்கரை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- ஒரு இரும்பு ஆணியை எடுத்துக்கொண்டு அதை நீரின் புறப்பரப்பின் மீது வைக்கவும்.
- நிகழ்வதை உற்றுநோக்கவும், இரும்பு ஆணி மூழ்குகின்றது. இரும்பு ஆணியின் மீது செயல்படும் பூமியின் ஈர்ப்பியல் விசை அதை கீழ்நோக்கி இழுக்கின்றது.
  ஆணியின் மீது நீரினால் ஒரு மேல்நோக்கு உந்துவிசையும் செலுத்தப்படுகின்றது. இது ஆணியை மேல்நோக்கி தள்ளுகின்றது ஆனால் ஆணியின் மீது செயல்படும் கீழ்நோக்கியவிசை, நீரினால் ஆணியின் மீது செலுத்தப்படும் மேல்நோக்கு உந்துவிசையை விட அதிகமாக இருக்கின்றது, எனவே அது மூழ்குகின்றது (படம் 5.5)



படம் : 5.5: நீரின் புறப்பரப்பின் மீது வைக்கப்படும் போது ஒரு இரும்பு ஆணி மூழ்குகின்றது மற்றும் ஒரு தக்கை மிதக்கின்றது.

Activity _______________ 5.6

- Take a beaker filled with water.
- Take a piece of cork and an iron nail of equal mass.
- Place them on the surface of water.
- Observe what happens.

The cork floats while the nail sinks. This happens because of the difference in their densities. The density of a substance is defined as the mass per unit volume. The density of cork is less than the density of water. This means that the upthrust of water on the cork is greater than the weight of the cork. So it floats (Fig. 5.5).

The density of an iron nail is more than the density of water. This means that the upthrust of water on the iron nail is less than the weight of the nail. So it sinks.

Therefore objects of density less than that of a liquid float on the liquid. The objects of density greater than that of a liquid sink in the liquid.

Questions

1. *Why is it difficult to hold a school bag having a strap made of a thin and strong string?*
2. *What do you mean by buoyancy?*
3. *Why does an object float or sink when placed on the surface of water?*

5.6 Archimedes' Principle

Activity _______________ 5.7

- Take a piece of stone and tie it to one end of a rubber string or a spring balance.
- Suspend the stone by holding the balance or the string as shown in Fig. 5.6 (a).
- Note the elongation of the string or the reading on the spring balance due to the weight of the stone.
- Now, slowly dip the stone in the water in a container as shown in Fig. 5.6 (b).

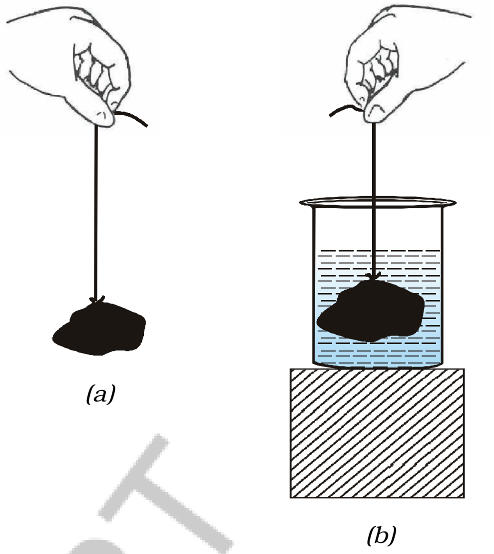


Fig. 5.6: *(a) Observe the elongation of the rubber string due to the weight of a piece of stone suspended from it in air. (b) The elongation decreases as the stone is immersed in water.*

- Observe what happens to elongation of the string or the reading on the balance.

You will find that the elongation of the string or the reading of the balance decreases as the stone is gradually lowered in the water. However, no further change is observed once the stone gets fully immersed in the water. What do you infer from the decrease in the extension of the string or the reading of the spring balance?

We know that the elongation produced in the string or the spring balance is due to the weight of the stone. Since the extension decreases once the stone is lowered in water, it means that some force acts on the stone in upward direction. As a result, the net force on the string decreases and hence the elongation also decreases. As discussed earlier, this upward force exerted by water is known as the force of buoyancy.

What is the magnitude of the buoyant force experienced by a body? Is it the same in all fluids for a given body? Do all bodies in a given fluid experience the same buoyant force? The answer to these questions is contained in Archimedes' principle, stated as follows:

AP SCERT

செயல் ------------------ 5.6

- நீர் நிரம்பிய ஒரு பீக்கரை எடுத்துக் கொள்ளவும்.
- ஒரே நிறையையுடைய ஒரு தக்கைத் துண்டையும்,ஒரு இரும்பு ஆணியையும் எடுத்துக்கொள்ளவும்.
- அவற்றை நீரின் புறப்பரப்பின் மீது வைக்கவும்.
- நிகழ்வதை உற்றுநோக்கவும்.

தக்கை மிதக்கின்றது. ஆனால் இரும்பு ஆணி மூழ்குகின்றது. அவற்றின் அடர்த்திகளில் உள்ள வேறுபாடுகளே இவ்வாறு நிகழ காரணமாகும். ஒரு பொருளின் அடர்த்தி என்பது ஓரலகு கன அளவிற்கான நிறையாக வரையறுக்கப்படுகின்றது. தக்கையின் அடர்த்தி நீரின் அடர்த்தியை விடக் குறைவு. இதன் பொருள் யாதெனில், தக்கையின் மீது நீரினால் வழங்கப்படும் மேல் நோக்கு உந்து விசையானது தக்கையின் எடையை விட அதிகமாகும். எனவே இது மிதக்கின்றது. (படம் 5.5)

இரும்பு ஆணியின் அடர்த்தி நீரின் அடர்த்தியை விட அதிகம். இதன் பொருள் யாதெனில் இரும்பு ஆணியின் மீது நீரினால் வழங்கப்படும் மேல்நோக்கு உந்துவிசையின் மதிப்பு இரும்பு ஆணியின் எடையைக் காட்டிலும் குறைவானதாகும். எனவே இது மூழ்குகின்றது.

எனவே ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியை விட குறைவான அடர்த்தியையுடைய பொருட்கள் திரவத்தில் மிதக்கின்றன. ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியை விட அதிக அடர்த்தியை உடைய பொருட்கள் திரவத்தில் மூழ்குகின்றன.

வினாக்கள்

1. மெல்லிய மற்றும் உறுதியான கயிற்றினால் தயாரிக்கப்பட்ட பட்டைகளைக் கொண்ட புத்தகப்பைகளை பிடித்துக் கொள்வது ஏன் கடினமாக உள்ளது.

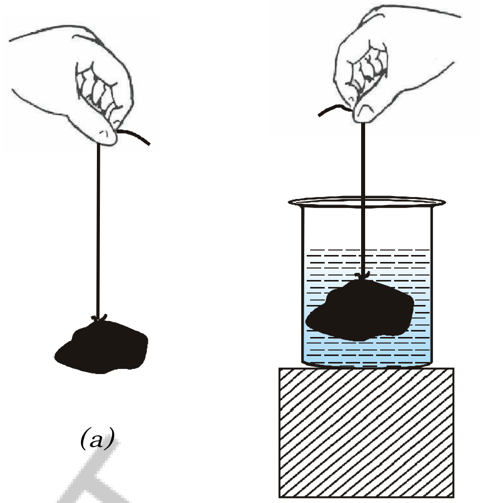
2. மிதப்புத்தன்மை என்றால் என்ன?

3. நீரின் புறப்பரப்பின் மீது வைக்கப்படும் போது ஒரு பொருள் ஏன் மிதக்கின்றது அல்லது மூழ்குகின்றது?

5.6 ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவம் :

செயல் ------------------ 5.8

- ஒரு கல்லை எடுத்துக் கொண்டு அதை ஒரு இரப்பர் கயிற்றின் ஒரு முனையில் அல்லது ஒரு ஸ்பிரிங் தராசில் கட்டவும்.
- படம் 5.6 (a) ல் காட்டியபடி தராசு அல்லது இரப்பர் கயிற்றை பிடித்துக் கொண்டு கல்லைத் தொங்க விடவும்.
- கல்லின் எடையின் காணரமாக ஏற்படும் இரப்பரின் நீட்சி அல்லது ஸ்பிரிங் தராசின் அளவீட்டைக் குறித்துக் கொள்ளவும்.
- பின்னர் படம் 5.6(b) ல் காட்டியபடி ஒரு கொள்கலனில் உள்ள நீரினுள் கல்லை மெதுவாக மூழ்கச் செய்யவும்.



(a)

(b)

படம் 5.6 *(a)* காற்றில் தொங்கவிடப்படும்போது கல்லின் எடையின் காரணமாக இரப்பர் துண்டு நீட்சியடைவதை உற்று நோக்குதல் *(b)* கல்லை நீரினுள் மூழ்கச் செய்யப்படும் போது நீட்சி குறைதல்.

- இரப்பரின் நீட்சி அல்லது ஸ்பிரிங் தராசின் அளவீடு ஆகியவற்றில் நிகழும் மாற்றங்களை உற்றுநோக்குக.

கல்லை மெதுவாக நீரினுள் மூழ்கச் செய்யும் போது இரப்பரின் நீட்சி அல்லது ஸ்பிரிங் தராசின் அளவீடு குறைவதை நீங்கள் காணலாம். ஆனாலும் கல்லானது முழுவதுமாக மூழ்கச் செய்யப்பட்ட பின்னர் மேலும் எவ்வித மாற்றத்தையும் உங்களால் காண இயலாது. இரப்பரின் நீட்சி அல்லது ஸ்பிரிங் தராசின் அளவீடு ஆகியவை குறைவதில் இருந்து நீங்கள் ஊகித்தது என்ன?

இரப்பர் அல்லது ஸ்பிரிங் தராசில் ஏற்படுத்தப்பட்ட நீட்சிக்குக் காரணம் கல்லின் எடை என்பதை நாம் அறிவோம். நீரினுள் கல்லை மூழ்கச் செய்யும் போது நீட்சி குறைவதில் இருந்து ஏதோ ஒரு விசை கல்லின் மீது மேல்நோக்கியவாறு செயல்படுகின்றது என பொருள்படுகின்றது, இதன் விளைவாக இரப்பரின் மீது மொத்த விசை குறைக்கப்படுகின்றது. இதனால் அதன் நீட்சியும் குறைக்கப்படுகின்றது, முன்னரே விவாதிக்கப்பட்ட படி நீரினால் வழங்கப்படும் இந்த மேல்நோக்கிய விசையே மிதப்பு விசை என அறியப்படுகின்றது.

ஒரு பொருளினால் உணரப்படும் மிதப்பு விசையின் எண்மதிப்பு யாது? ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளுக்கு அனைத்து பாய்மங்களிலும் இதன் மதிப்பு சமமாக இருக்குமா?

ஒரு குறிப்பிட்ட பாய்மத்தில் அனைத்து பொருட்களும் சமமான அளவில் மிதப்பு விசையை உணருமா? இவ்வினாக்களுக்கான விடைகள் கீழே தெரிவிக்கப்பட்டுள்ள ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவத்தில் உள்ளடங்கியுள்ளன.

AP SCERT

When a body is immersed fully or partially in a fluid, it experiences an upward force that is equal to the weight of the fluid displaced by it.

Now, can you explain why a further decrease in the elongation of the string was not observed in activity 5.7, as the stone was fully immersed in water?

Archimedes was a Greek scientist. He discovered the principle, subsequently named after him, after noticing that the water in a bathtub overflowed when he stepped into it. He ran through the streets shouting "Eureka!", which means "I have got it". This knowledge helped him to determine the purity of the gold in the crown made for the king.

Archimedes

His work in the field of Geometry and Mechanics made him famous. His understanding of levers, pulleys, wheels-and-axle helped the Greek army in its war with Roman army.

Archimedes' principle has many applications. It is used in designing ships and submarines. Lactometers, which are used to determine the purity of a sample of milk and hydrometers used for determining density of liquids, are based on this principle.

Questions

1. *You find your mass to be 42* kg *on a weighing machine. Is your mass more or less than 42* kg*?*
2. *You have a bag of cotton and an iron bar, each indicating a mass of 100* kg *when measured on a weighing machine. In reality, one is heavier than other. Can you say which one is heavier and why?*

What you have learnt

- The law of gravitation states that the force of attraction between any two objects is proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them. The law applies to objects anywhere in the universe. Such a law is said to be universal.
- Gravitation is a weak force unless large masses are involved.
- The force of gravity decreases with altitude. It also varies on the surface of the earth, decreasing from poles to the equator.
- The weight of a body is the force with which the earth attracts it.
- The weight is equal to the product of mass and acceleration due to gravity.
- The weight may vary from place to place but the mass stays constant.

ஒரு பொருள் முழுவதுமாக அல்லது பகுதியளவில் ஒரு பாய்மத்தில் மூழ்கியிருக்கும் போது, அதன் மூலம் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட பாய்மத்தின் எடைக்கு சமமான அளவில் ஒரு மேல் நோக்கிய விசையை அது உணரும்.

செயல் 5.7ல் கல் முழுவதுமாக நீரினுள் மூழ்கச் செய்யப்பட்ட பின்னர் இரப்பரின் நீட்சி மேலும் குறைவதைக் காண இயலாதது ஏன் என இப்பொழுது உங்களால் விளக்க முடியுமா?

ஆர்க்கிமிடிஸ் ஒரு கிரேக்க விஞ்ஞானியாவார். அவர் குளியல் தொட்டியில் இறங்கிய போது அதிலிருந்து வழிந்தோடி, வெளியேறிய நீரை கவனித்த பின்னர் அவரின் பெயராலேயே அழைக்கப்படும் இத்தத்துவத்தை அவர் கண்டறிந்தார். அவர் 'நான் கண்டுபிடித்துவிட்டேன்' என்று பொருள்படும், 'யுரேகா' என்று கூக்குரலிட்டவாரே தெருக்களில் ஓடினார். அரசருக்காக தயாரிக்கப்பட்ட கிரீடத்தில் உள்ள தங்கத்தின் தூய்மைத் தன்மையை நிர்ணயிக்க இந்த அறிவு அவருக்கு பயன்பட்டது. வடிவியல் மற்றும் இயக்கவியல் ஆகிய துறைகளில் அவர் ஆற்றிய அரும்பணி அவரை பிரசித்தி பெற்றவராக்கியது. நெம்புகோல்கள், கப்பிகள், சக்கரங்கள் மற்றும் அச்சுகள் ஆகியவை குறித்த அவருடைய புரிந்துணர்வு ரோமானியப் படைகளுடன் போர் புரிய கிரேக்கப் படைகளுக்கு பெரிதும் துணைபுரிந்தது.

ஆர்க்கிமிடிஸ்

ஆர்க்கிமிடிஸ் தத்துவம் பல்வேறு பயன்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. கப்பல்கள் மற்றும் நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களை வடிவமைப்பதில் இது பயன்படுகின்றது. பாலின் மாதிரிகளின் தூய்மைத் தன்மையை அளவிடப் பயன்படும் பால்மானிகள் அல்லது லேக்டோ மீட்டர்கள் மற்றும் நீர்மங்களின் அடர்த்தியை நிர்ணயிக்கப் பயன்படும் ஹைட்ரோ மீட்டர்கள் ஆகியவை இத்தத்துவத்தின் அடிப்படையிலேயே செயலாற்றுகின்றன.

வினாக்கள்

1. ஒரு எடையிடும் இயந்திரத்தின் மீது உங்களின் நிறை 42 கிகி இருப்பதை நீங்கள் கண்டீர்கள். உங்களின் நிறை 42 கிகி ஐ விட அதிகமாக இருக்குமா? அல்லது குறைவாக இருக்குமா?

2. உங்களிடம் ஒரு பஞ்சு நிரம்பிய பையும் ஒரு இரும்புக்கட்டிகள் நிறைந்த பையும் உள்ளன. அவற்றை ஒரு எடையிடும் கருவியில் அளவிட்டபோது இரண்டும் 100 கிகி நிறையுடையதாகக் காட்டியது. உண்மையில் ஒன்று மற்றொன்றைவிட கனமானது. அவற்றுள் எது கனமானது என உங்களால் கூறமுடியுமா? ஏன்?

நீங்கள் கற்றவை

- எந்த இரண்டு பொருட்களுக்கும் இடையில் செயல்படும் ஈர்ப்புவிசை அவற்றின் நிறைகளின் பெருக்கற்பலனுக்கு நேர்த்தகவிலும் அவற்றிற்கு இடைப்பட்ட தூரத்தின் இருமடிக்கு எதிர்தகவிலும் இருக்கும் என ஈர்ப்பியல் விதி கூறுகின்றது.
- பெரிய நிறையையுடைய பொருட்களின் தலையீடு இல்லாதபோது ஈர்ப்பியல் விசை என்பது ஒரு வலுவற்ற விசையாகும்.
- உயரம் அதிகரிக்கும் போது புவியீர்ப்பு விசை குறைகின்றது. பூமியின் புறப்பரப்பின் மீதும் இது மாறுபடுகின்றது. துருவங்களில் துவங்கி பூமத்திய ரேகை வரை இது தொடர்ந்து குறைகின்றது.
- ஒரு பொருளை பூமி ஈர்க்கும் விசையையே அதன் எடை என்கிறோம்.
- எடை என்பது நிறை மற்றும் புவியீர்ப்பு முடுக்கம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலனுக்கு சமம்.
- எடை என்பது இடத்திற்கு இடம் மாறுபடலாம் ஆனால், நிறை என்பது மாறாமல் நிலையாக இருக்கும்.

AP SCERT

- All objects experience a force of buoyancy when they are immersed in a fluid.
- Objects having density less than that of the liquid in which they are immersed, float on the surface of the liquid. If the density of the object is more than the density of the liquid in which it is immersed then it sinks in the liquid.

Exercises

1. How does the force of gravitation between two objects change when the distance between them is reduced to half ?
2. Gravitational force acts on all objects in proportion to their masses. Why then, a heavy object does not fall faster than a light object?
3. What is the magnitude of the gravitational force between the earth and a 1 kg object on its surface? (Mass of the earth is 6×10^{24} kg and radius of the earth is 6.4×10^{6} m.)
4. The earth and the moon are attracted to each other by gravitational force. Does the earth attract the moon with a force that is greater or smaller or the same as the force with which the moon attracts the earth? Why?
5. If the moon attracts the earth, why does the earth not move towards the moon?
6. What happens to the force between two objects, if
   (i) the mass of one object is doubled?
   (ii) the distance between the objects is doubled and tripled?
   (iii) the masses of both objects are doubled?
7. What is the importance of universal law of gravitation?
8. What is the acceleration of free fall?
9. What do we call the gravitational force between the earth and an object?
10. Amit buys few grams of gold at the poles as per the instruction of one of his friends. He hands over the same when he meets him at the equator. Will the friend agree with the weight of gold bought? If not, why? [*Hint*: The value of g is greater at the poles than at the equator.]
11. Why will a sheet of paper fall slower than one that is crumpled into a ball?
12. Gravitational force on the surface of the moon is only $\frac{1}{6}$ as strong as gravitational force on the earth. What is the weight in newtons of a 10 kg object on the moon and on the earth?

AP SCERT

- ஒரு பாய்மத்தில் மூழ்கச் செய்யப்படும் போது அனைத்து பொருட்களும் ஒரு மிதப்பு விசையை உணருகின்றன.
- ஒரு திரவத்தில் வைக்கப்படும் பொருட்களின் அடர்த்தி திரவத்தின் அடர்த்தியை விடக் குறைவாக இருக்கும்போது அவை திரவத்தின் புறப்பரப்பின் மீது மிதக்கின்றன. ஒரு திரவத்தில் வைக்கப்படும் பொருட்களின் அடர்த்தி திரவத்தின் அடர்த்தியைவிட அதிகமாக இருக்கும்போது அவை திரவத்தினுள் மூழ்குகின்றன.

பயிற்சிகள்

1. இரண்டு பொருட்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் பாதியாகக் குறைக்கப்படும் போது அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள ஈர்ப்பியல்விசை எவ்வாறு மாற்றமடையும்?
2. ஈர்ப்பியல் விசை அனைத்து பொருட்களின் மீதும் அவற்றின் நிறைகளுக்கு நேர்த்தகவில் செயல்படும். அவ்வாறுள்ளபோது ஒரு எடை மிகுந்த பொருள் ஒரு எடைகுறைந்த பொருளைவிட ஏன் வேகமாக கீழ்நோக்கி விழுவதில்லை?
3. பூமி மற்றும் அதன் புறப்பரப்பின் மீதுள்ள ஒரு 1 கி.கி எடையுள்ள பொருள் ஆகியவற்றிற்கு இடையே செயல்படும் ஈரப்பியல் விசையின் எண்மதிப்பு யாது?(பூமியின் நிறை 6×10^{24} kg மற்றும் பூமியின் ஆரம் 6.4×10^{6}m.)
4. பூமி மற்றும் சந்திரன் ஆகியவை ஈர்ப்பியல் விசையினால் ஒன்றையொன்று ஈர்த்துக் கொள்கின்றன. பூமி சந்திரனை ஈர்க்கும் விசை, சந்திரன் பூமியை ஈர்க்கும் விசையை விட அதிகமாக அல்லது குறைவா அல்லது சமமானதா? ஏன்?
5. சந்திரன் பூமியை ஈர்க்குமானால், பூமி சந்திரனை நோக்கி ஏன் இயங்குவதில்லை?
6. இரண்டு பொருட்களுக்கு இடையில் உள்ள விசை கீழ்கண்ட நிகழ்வுகளில் என்னவாகும்?
   (i) ஒரு பொருளின் நிறை இரட்டிப்பாக்கப்படும் போது
   (ii) பொருட்களுக்கு இடையேயுள்ள விசை இரட்டிப்பாக்கப்பட்டால் அல்லது மும்மடங்காக்கப்பட்டால்?
   (iii) இரண்டு பொருட்களின் நிறைகளும் இரட்டிப்பாக்கப்பட்டால்?
7. பொது ஈர்ப்பியல் விதியின் முக்கியத்துவம் யாது?
8. தன்னிச்சையாக விழுதலின் முடுக்கம் யாது?
9. பூமி மற்றும் ஒரு பொருளுக்கு இடையே செயல்படும் ஈரப்பியல் விசையை நாம் எவ்வாறு அழைக்கின்றோம்?
10. அமித் அவருடைய நண்பர்களுள் ஒருவர் கேட்டுக்கொண்டதன் பேரில் துருவப்பகுதியில் சில கிராமங்களில் தங்கத்தை வாங்கினார். அதை பூமத்திய ரேகைப்பகுதியில் அவர் நண்பரை சந்தித்த போது அவரிடம் ஒப்படைத்தார். வாங்கப்பட்ட தங்கத்தின் எடையுடன் அவர் நண்பர் உடன்படுவாரா? அவ்வாறில்லை எனில் ஏன்? (குறிப்பு: g ன் மதிப்பு பூமத்திய ரேகைப் பகுதியை விட துருவப்பகுதிகளில் அதிகம்)
11. கசக்கப்பட்டு உருண்டையாக்கப்பட்ட ஒரு காகிதத்தை விட ஒரு காகிதத்தாள் மெதுவாக கீழே விழுகின்றது ஏன்?
12. பூமியின் மீது உள்ள ஈர்ப்பியல் விசையைவிட சந்திரனின் புறப்பரப்பின் மீது உள்ள ஈரப்பியல் விசை $\frac{1}{6}$ பங்கு மட்டுமே வலுவானது. சந்திரன் மற்றும் பூமியின் மீது ஒரு 10 கிலோ பொருளின் எடையை நியூட்டன்களில் கணக்கிடுக?

AP SCERT

13. A ball is thrown vertically upwards with a velocity of 49 m/s. Calculate

(i) the maximum height to which it rises,

(ii) the total time it takes to return to the surface of the earth.

14. A stone is released from the top of a tower of height 19.6 m. Calculate its final velocity just before touching the ground.

15. A stone is thrown vertically upward with an initial velocity of 40 m/s. Taking g = 10 m/s^2, find the maximum height reached by the stone. What is the net displacement and the total distance covered by the stone?

16. Calculate the force of gravitation between the earth and the Sun, given that the mass of the earth = 6×10^{24} kg and of the Sun = 2×10^{30} kg. The average distance between the two is 1.5×10^{11} m.

17. A stone is allowed to fall from the top of a tower 100 m high and at the same time another stone is projected vertically upwards from the ground with a velocity of 25 m/s. Calculate when and where the two stones will meet.

18. A ball thrown up vertically returns to the thrower after 6 s. Find

(a) the velocity with which it was thrown up,

(b) the maximum height it reaches, and

(c) its position after 4 s.

19. In what direction does the buoyant force on an object immersed in a liquid act?

20. Why does a block of plastic released under water come up to the surface of water?

21. The volume of 50 g of a substance is 20 cm^3. If the density of water is 1 g cm^{-3}, will the substance float or sink?

22. The volume of a 500 g sealed packet is 350 cm^3. Will the packet float or sink in water if the density of water is 1 g cm^{-3}? What will be the mass of the water displaced by this packet?

23. An astronaut carries a toolbox of mass 10 kg from Earth to the Moon.
On Earth, its weight is approximately 100 N. The gravitational force on the Moon is about one-sixth of that on Earth.
After reaching the Moon, which of the following statements could be correct?
A) The mass becomes 1.67 kg and the weight becomes 100 N.
B) The mass remains 10 kg and the weight becomes 16.7 N.
C) The mass becomes 60 kg and the weight remains 100 N.
D) Both mass and weight become one-sixth of their values.

AP SCERT

13. 49 மீ./வி திசைவேகத்துடன் ஒரு பந்து செங்குத்தாக மேல்நோக்கி எறியப்படுகின்றது எனில் கீழ்க்கண்டவற்றை கணக்கிடுக?
 (i) அது எழும்பும் பெரும உயரம்
 (ii) பூமியின் புறப்பரப்பை திரும்ப அடைய அது எடுத்துக்கொள்ளும் மொத்த காலம்.
14. 19.6 மீ. உயரமுடைய ஒரு கோபுரத்தின் மீதிருந்து ஒரு கல் விடுவிக்கப்படுகின்றது. தரையைத் தொடும் சற்று முன்னர் அதன் இறுதி திசைவேகத்தைக் கணக்கிடுக.
15. 40 மீ./வி தொடக்க திசைவேகத்துடன் ஒரு கல் செங்குத்தாக மேல்நோக்கி எறியப்படுகின்றது. $g = 10$ மீ./வி^{2} எனக்கொண்டு கல் அடையும் பெரும உயரத்தைக் கண்டறியவும். மொத்த இடப்பெயர்ச்சி மற்றும் கல்லினால் கடக்கப்பட்ட மொத்த தொலைவு ஆகியவற்றை கணக்கிடுக.
16. சூரியன் மற்றும் பூமி ஆகியவற்றிற்கு இடையே செயல்படும் ஈர்ப்பியல் விசையின் மதிப்பைக் கணக்கிடுக. பூமியின் நிறை $= 6 \times 10^{24}$ கி.கி. மற்றும் சூரியனின் நிறை 2×10^{30} கி.கி. இவை இரண்டிற்கும் இடையிலான சராசரி தூரம் 1.5×10^{11} மீ.
17. 100 மீ. உயரமுடைய ஒரு கோபுரத்தின் மீதிருந்து ஒரு கல் தன்னிச்சையாக விழச் செய்யப்பட்டது, அதே நேரத்தில் மற்றொரு கல் 25 மீ./வி எனும் தொடக்க திசைவேகத்துடன் தரையில் இருந்து செங்குத்தாக மேல்நோக்கி எறியப்பட்டது. அவ்விரண்டு கற்களும் எங்கு மற்றும் எப்பொழுது ஒன்றையொன்று சந்திக்கும்.
18. ஒரு பந்து செங்குத்தாக மேல்நோக்கி எறியப்பட்டு 6 வினாடி கழித்து பெரும உயரத்தை அடைகின்றது. எனில் கீழ்க்கண்டவற்றைக் கணக்கிடுக.
 (i) அது மேல்நோக்கி எறியப்பட்ட திசைவேகம்.
 (ii) அது அடையும் பெரும உயரம் மற்றும்
 (iii) 4 வினாடிகள் கழித்து அதன் நிலை.
19. ஒரு திரவத்தில் மூழ்கச் செய்யப்பட்ட ஒரு பொருளின் மீது செயல்படும் மிதப்பு விசையின் திசை யாது?
20. நீருக்கு அடியில் விடுவிக்கப்படும் ஒரு பிளாஸ்டிக் கலம் நீரின் புறப்பரப்பின்மீது ஏன் வருகின்றது?
21. 50 கிராம் உடைய ஒரு பொருளின் கன அளவு 20 செ.மீ.^{3} நீரின் கனஅளவு 1 கிராம் செ.மீ$^{-3}$ எனில் அப்பொருள் நீரில் மிதக்குமா அல்லது மூழ்குமா?
22. 500 கிராம் நிறையுடைய ஒரு சீலிடப்பட்ட பொட்டலத்தின் கன அளவு 350 செ.மீ^{3} நீரின் அடர்த்தி 1 கிராம் செ.மீ$^{-3}$ எனில் அப்பொட்டலம் நீரில் மிதக்குமா அல்லது மூழ்குமா? இப்பொட்டலத்தினால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்படும் நீரின் நிறை எவ்வளவு?
23. ஒரு விண்வெளி வீரர் 10 கி.கி. நிறையுள்ள ஒரு கருவிப் பெட்டியை பூமியிலிருந்து நிலவுக்கு எடுத்துச் செல்கிறார். பூமியில் அதன் எடை தோராயமாக 100 N ஆகும். சந்திரனின் மீதான ஈர்ப்பு விசை, பூமியின் மீதான ஈர்ப்பு விசையில் ஆறில் ஒரு பங்காகும். நிலவை அடைந்த பிறகு, பின்வரும் கூற்றுகளில் எது சரியாக இருக்கும்?

 A) நிறை 1.67 கி.கி. ஆகவும், எடை 100 N ஆகவும் மாறுகிறது.

 B) நிறை 10 கி.கி. ஆகவும், எடை 16.7 N ஆகிறது.

 C)) நிறை 60 கி.கி. ஆகிறது மற்றும் எடை 100 N என மாறாமல் இருக்கிறது.

 D) நிறையும் எடையும் அவற்றின் மதிப்புகளில் ஆறில் ஒரு பங்காக மாறும்.

AP SCERT

Answers

Chapter 1

1. (a) distance = 2200 m; displacement = 200 m.
6. speed = 3.07 km s^{-1}
8. velocity = 20 m s^{-1}; time = 2 s

Chapter 3

4. c
5. 2 m s^{-2}, 14000 N
6. – 4 N
7. (a) 35000 N
   (b) 1.944 m s^{-2}
8. 2550 N in a direction opposite to the motion of the vehicle
9. d
10. 200 N
13. 3 kg m s^{-1}
14. 2.25 m; 50 N
15. 10 kg m s^{-1}; 10 kg m s^{-1}; 5/3 m s^{-1}
16. 500 kg m s^{-1}; 800 kg m s^{-1}; 50 N
18. 40 kg m s^{-1}

A2. 240 N

A3. 2500 N

A4. 5 m s^{-2}; 24000 kg m s^{-1}; 6000 N

AP – SCERT

விடைகள்

அலகு - 1

1. (a) தொலைவு = 2200 மீ ; இடப்பெயர்ச்சி = 200 மீ

6. வேகம் = 3.07 கி.மீ வி$^{-1}$

8. திசைவேகம் = 20 $m\ s^{-1}$; காலம் = 2 வினாடிகள்

AP_SCERT

அலகு - 3

4. c
5. 2 மீ.வி.$^{-2}$, 14000 N
6. – 4 N
7. (a) 35000 N
   (b) 1.944 மீ.வி.$^{-2}$
8. வாகனத்தின் இயக்க திசைக்கு எதிர்திசையில் 2550 N
9. d
10. 200 N
13. 3 கி. கி. மீ.வி.$^{-1}$
14. 2.25 m; 50 N
15. 10 கி.கி.மீ.வி.$^{-1}$; 10 கி. கி. மீ.வி.$^{-1}$; 5/3 மீ.வி.$^{-1}$
16. 500 கி. கி. மீ.வி.$^{-1}$; 800 கி. கி. மீ.வி.$^{-1}$; 50 N
18. 40 கி. கி. மீ.வி.$^{-1}$

A2. 240 N

A3. 2500 N

A4. 5 மீ.வி.$^{-2}$; 24000 கி. கி. மீ.வி.$^{-1}$; 6000 N

Chapter 5

3. 9.8 N
12. Weight on earth is 98 N and on moon is 16.3 N.
13. Maximum height is 122.5 m and total time is 5 s + 5 s = 10 s.
14. 19.6 m/s
15. Maximum height = 80 m, Net displacement = 0, Total distance covered = 160 m.
16. Gravitational force = 3.56×10^{22} N.
17. 4 s, 80 m from the top.
18. Initial velocity = 29.4 m s^{-1}, height = 44.1 m. After 4 s the ball will be at a distance of 4.9 m from the top or 39.2 m from the bottom.
21. The substance will sink.
22. The packet will sink. The mass of water displaced is 350 g.

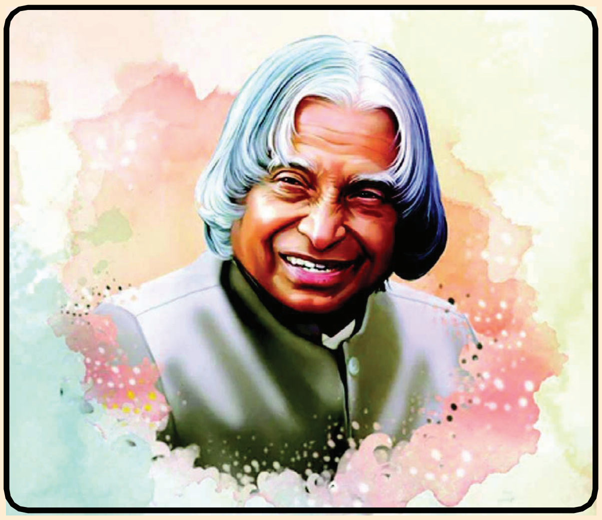
AP – SCERT

அலகு 5

3. 9.8 N
12. பூமியின் மீது எடை 98 நியூட்டன்கள் மற்றும் சந்திரனின் மீது எடை 16.3 நியூட்டன்கள்
13. பெரும உயரம் 122.5 மீ. மற்றும் மொத்த காலம் 5 வி + 5 வி = 10 வி.
14. 19.6 மீ/வி
15. பெரும உயரம் = 80 மீ. மொத்த இடப்பெயர்ச்சி = 0, கடக்கப்படும் மொத்த தூரம் = 160 மீ.
16. புவியீர்ப்பு விசை = 3.56×10^{22} N.
17. 4 வினாடி, மேலிருந்து 80 மீ.
18. தொடக்க திசைவேகம் = 29.4 மீ.வி.$^{-1}$, உயரம் = 44.1 மீ. 4 வினாடிக்குப் பிறகு பந்து மேலிருந்து 4.9 மீ. தூரத்தில் உள்ளது. அல்லது கீழிருந்து 39.2 மீ.
21. பொருள் மூழ்கும்.
22. பொட்டலம் மூழ்குகின்றது. இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் நிறை 350 கி.

AP – SCERT

A.P.J. Abdul Kalam



A.P.J. Abdul Kalam (Avul Pakir Jainulabdeen Abdul Kalam) was an Indian aerospace scientist, educator, and the 11th **President of India** (2002–2007). Born on October 15, 1931, in Rameswaram, Tamil Nadu, he is renowned for his contributions to India's **defense and space programs**, though his work primarily focused on applied science rather than pure physics or chemistry.

Contributions to Physics and Chemistry:

1. Rocketry and Space Science: Kalam played a crucial role in advancing India's space technology. He was the project director of India's first satellite launch vehicle (SLV-3), which successfully deployed the Rohini satellite into orbit in 1980. His work in propulsion systems involved significant applications of physics principles, such as thermodynamics and fluid dynamics.

2. Missile Development: As the chief architect of India's missile programs, including the Agni and Prithvi missiles, he contributed to the application of physics (aerodynamics and materials science) in defense technology.

3. Energy and Materials: His contributions extended to using advanced materials and chemical formulations in rocket fuels and composite materials, reflecting his indirect impact on chemistry.

Though A.P.J. Kalam's primary expertise lay in engineering and technology, his application of principles from physics and chemistry in practical innovations significantly advanced India's capabilities in defense and space exploration. He remains a symbol of scientific innovation and national pride.

AP SCERT