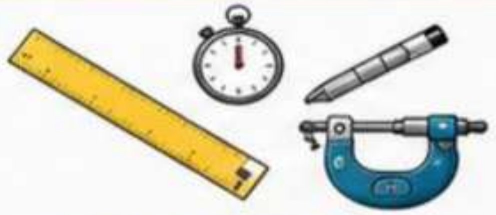
PHYSICS FOUNDATION

Dream it. Believe it. Achieve it.

COMPLETE BASICS TO ADVANCE

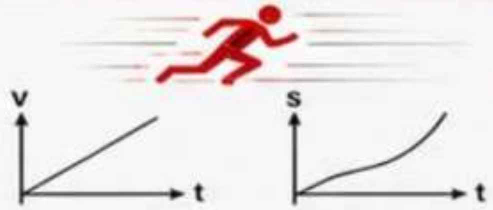
FOR RAILWAY EXAMS & ALL COMPETITIIVE EXAMS

1 UNITS & MEASUREMENTS



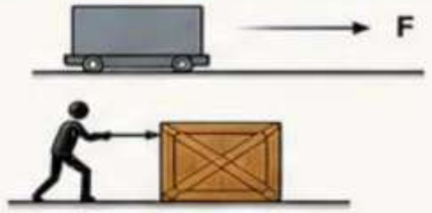
- SI Units & Derived Units
- Dimensional Formula
- Least Count
- Errors in Measurement

2 MOTION (KINEMATICS)



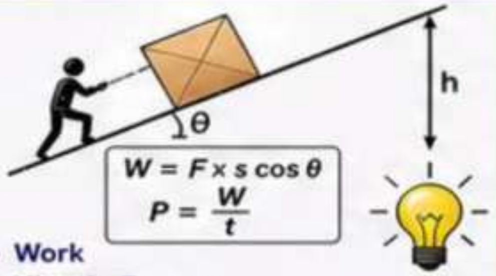
- Distance & Displacement
- Speed & Velocity
- Acceleration
- Graphs (v–t, s–t)
- Train Problems

3 FORCE & LAWS OF MOTION



- Newton's Laws of Motion
- Inertia
- Types of Force
- Friction (Static, Kinetic, Rolling)
- Free Body Diagram

4 WORK, POWER & ENERGY

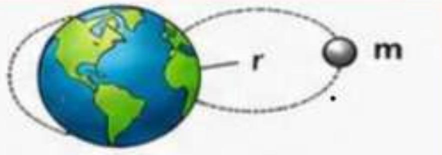


$W = F \times s \cos\theta$

$P = \frac{W}{t}$

- Work
- Kinetic Energy
- Potential Energy
- Power
- Efficiency

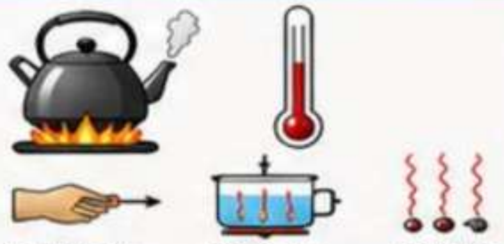
5 GRAVITATION



$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$

- Newton's Law of Gravitation
- Acceleration due to Gravity (g)
- Variation of g (Height, Depth, Latitude)
- Mass vs Weight
- Free Fall

6 HEAT & TEMPERATURE

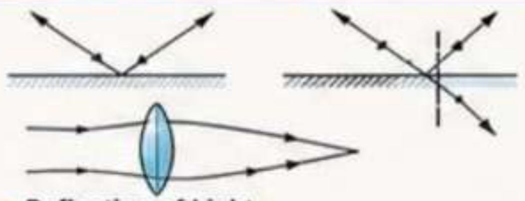


- Heat vs Temperature
- Modes of Heat Transfer (Conduction, Convection, Radiation)
- Thermometers
- Expansion of Solids, Liquids & Gases
- Change of State

7 WAVES (SOUND)

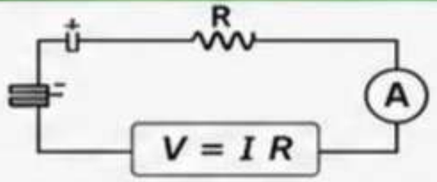
- Wave Nature of Sound
- Frequency, Time Period, Amplitude
- Echo & Reverberation
- Speed of Sound
- Applications of Ultrasound

8 LIGHT (OPTICS)



- Reflection of Light
- Refraction of Light
- Mirrors (Plane, Concave, Convex)
- Lenses (Convex, Concave)
- Human Eye & Colourful World

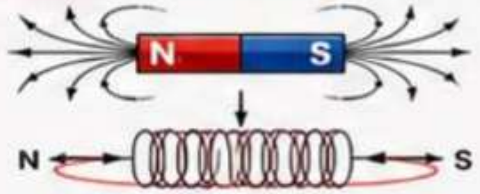
9 ELECTRICITY



$V = IR$

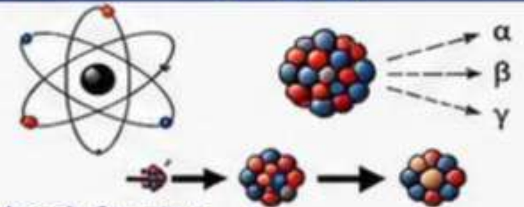
- Electric Current & Voltage
- Ohm's Law
- Resistance & Resistivity
- Series & Parallel Circuits
- Electrical Power & Energy

10 MAGNETISM



- Magnetic Field & Field Lines
- Magnetic Effects of Current
- Fleming's Left Hand Rule
- Electromagnetism
- Permanent Magnets

11 MODERN PHYSICS (BASIC)



- Atomic Structure
- Radioactivity (α, β, γ)
- Nuclear Fission & Fusion
- Photoelectric Effect (Basic)
- Uses of Nuclear Energy

12 SIMPLE MACHINES

- Definition & Types of Simple Machines
- Mechanical Advantage (MA)
- Efficiency of Simple Machines
- Applications in Daily Life

13 LEVER

- Definition of Lever
- Types of Lever (First, Second, Third Class)
- Law of Lever: $L \times l_L = E \times l_L$
- Mechanical Advantage (MA)
- Applications in Daily Life

LET'S CRACK IT TOGETHER!

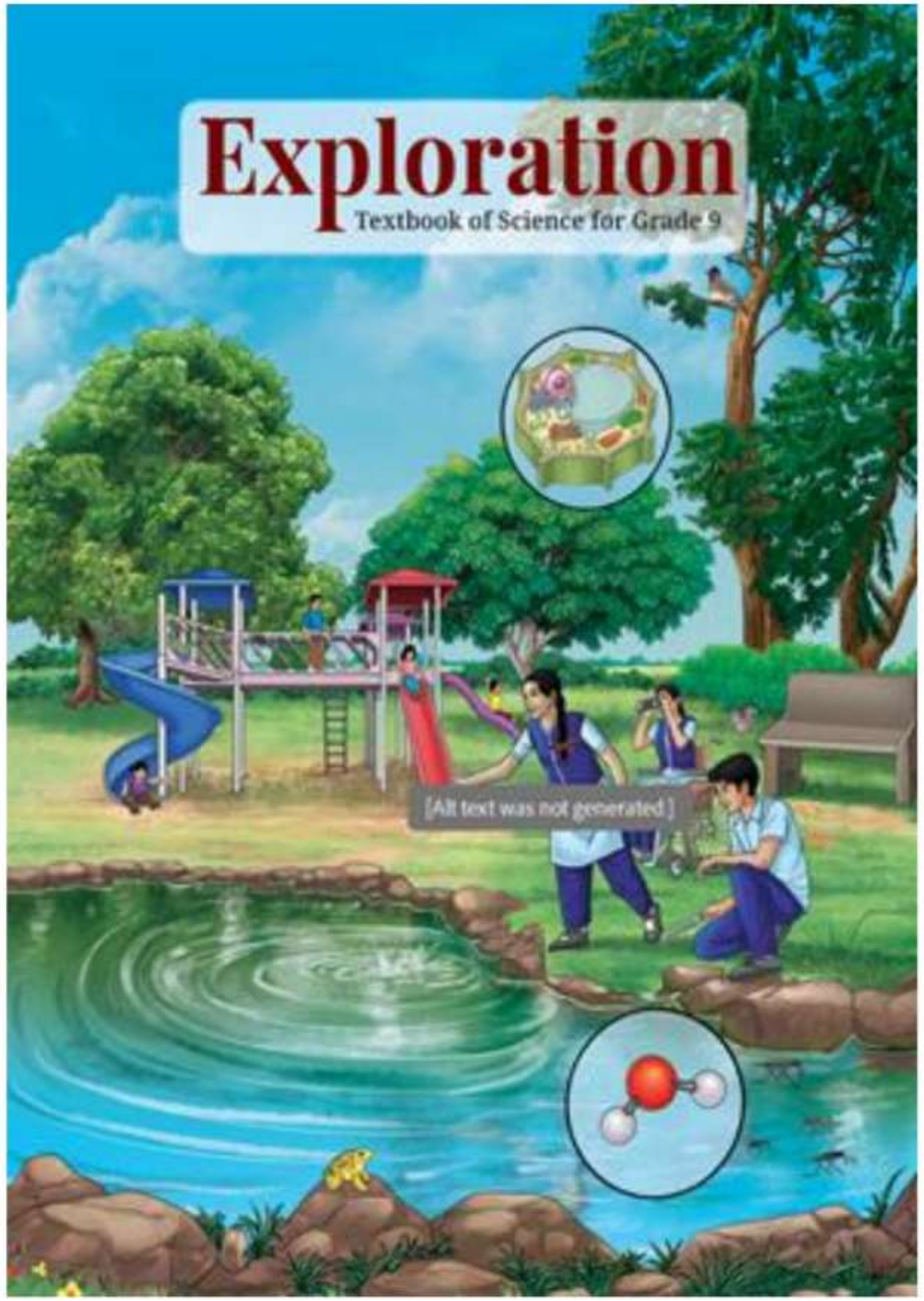
- CONCEPT + ANIMATION — EASY TO UNDERSTAND
- LATEST MCQs — CHAPTER WISE PRACTICE
- PYQ + EXPECTED — IMPORTANT QUESTIONS
- BASIC TO ADVANCE — COMPLETE COVERAGE
- SELECTION — IS OUR GOAL!

COMPLETE SYLLABUS • CONCEPT BUILDING • REGULAR PRACTICE • SUCCESS ASSURED

Contents

Foreword — *iii*
About this Book — *v*
Chapter 1 Exploration: Entering the World of Secondary Science — 1
Chapter 2 Cell: The Building Block of Life — 8
Chapter 3 Tissues in Action — 28
Chapter 4 Describing Motion Around Us — 48
Chapter 5 Exploring Mixtures and their Separation — 72
Chapter 6 How Forces Affect Motion — 94
Chapter 7 Work, Energy, and Simple Machines — 116
Chapter 8 Journey Inside the Atom — 140
Chapter 9 Atomic Foundations of Matter — 162
Chapter 10 Sound Waves: Characteristics and Applications — 184
Chapter 11 Reproduction: How Life Continues — 208
Chapter 12 Patterns in Life: Diversity and Classification — 228
Chapter 13 Earth as a System: Energy, Matter, and Life — 252
Answer Key — *271*

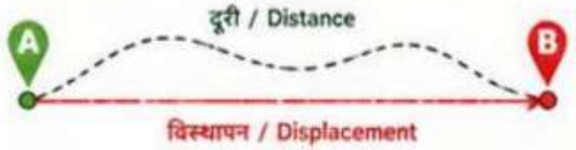
© NCERT not to be republished



भौतिकी – गति (गतिकी) | PHYSICS – MOTION (KINEMATICS)

गति को समझें, सफलता की ओर बढ़ें! Understand Motion, Move Towards Success!

1 दूरी और विस्थापन | Distance & Displacement



- दूरी: तय किया गया कुल रास्ता
  Distance: Total path covered
- विस्थापन: प्रारंभिक से अंतिम स्थिति तक सीधी दूरी
  Displacement: Shortest straight-line distance from initial to final position
- दूरी अदिश राशि है | Distance is scalar
- विस्थापन सदिश राशि है | Displacement is vector

2 चाल और वेग | Speed & Velocity

चाल (Speed) = दूरी / समय
Speed = Distance / Time

वेग (Velocity) = विस्थापन / समय
Velocity = Displacement / Time

- चाल अदिश राशि है | Speed is scalar
- वेग सदिश राशि है | Velocity is vector

3 त्वरण | Acceleration

त्वरण = वेग में परिवर्तन / समय
Acceleration = Change in velocity / Time

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

जहाँ, u = प्रारंभिक वेग, v = अंतिम वेग, t = समय
Where, u = Initial velocity,
v = Final velocity, t = Time

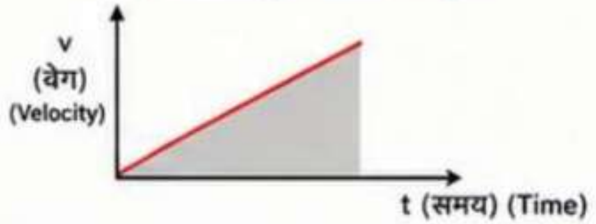
- SI इकाई: m/s^2 | SI Unit: m/s^2

4 गति के समीकरण | Equations of Motion

1. $v = u + at$
2. $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
3. $v^2 = u^2 + 2as$
4. $s = \frac{u+v}{2} \times t$

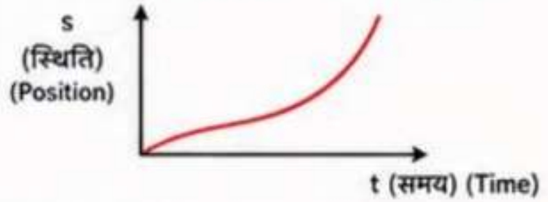
जहाँ, u = प्रारंभिक वेग, v = अंतिम वेग
a = त्वरण, t = समय, s = विस्थापन
Where, u = Initial velocity, v = Final velocity
a = Acceleration, t = Time, s = Displacement

5 वेग–समय ग्राफ | Velocity–Time Graph



- ग्राफ के नीचे का क्षेत्रफल = विस्थापन
  Area under graph = Displacement
- ढाल (Slope) = त्वरण
  Slope = Acceleration

6 स्थिति–समय ग्राफ | Position–Time Graph



- ढाल = वेग | Slope = Velocity
- सीधी रेखा = समान वेग | Straight line = Uniform velocity
- वक्र रेखा = असमान वेग | Curve = Non-uniform velocity

7 समान वेग से गति | Uniform Motion

- वेग स्थिर रहता है
  Velocity remains constant
- s =
- स्थिति–समय ग्राफ सीधी रेखा
  Position-time graph is a straight line
- वेग–समय ग्राफ समय अक्ष के समानांतर रेखा
  Velocity-time graph is parallel to time axis

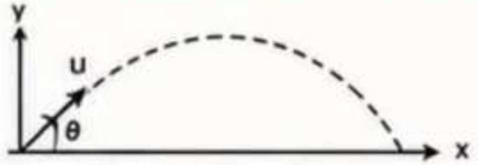
8 समान त्वरण से गति | Motion with Uniform Acceleration

- त्वरण स्थिर रहता है | Acceleration is constant
- $v = u + at$
- $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
- $v^2 = u^2 + 2as$
- स्थिति–समय ग्राफ परवलय
  Position-time graph is a parabola
- वेग–समय ग्राफ सीधी रेखा
  Velocity-time graph is a straight line

9 मुक्त–पतन गति | Free Fall Motion

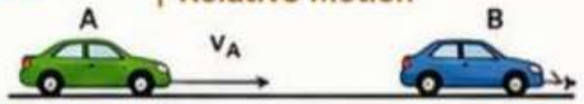
- केवल गुरुत्वाकर्षण के कारण गति
  Motion under gravity only
- प्रारंभिक वेग u = 0
  Initial velocity u = 0
- $a = g = 9.8\ m/s^2$ (पृथ्वी पर) on Earth
- $v = gt$
- $s = \frac{1}{2}gt^2$

10 प्रक्षेप्य गति (समतल से) | Projectile Motion (From Ground)



- क्षैतिज दिशा में वेग समान रहता है
  Velocity in horizontal direction remains constant
- ऊर्ध्वाधर दिशा में $a = -g$ (नीचे की ओर)
  In vertical direction $a = -g$ (downward)
- पथ परवलयिक होता है | Path is parabolic

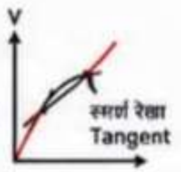
11 आपेक्षिक गति | Relative Motion



- दो पिंडों के बीच आपेक्षिक वेग
  Relative velocity between two bodies
- यदि दोनों एक ही दिशा में: $v_{rel} = |v_A - v_B|$
  Same direction: $v_{rel} = |v_A - v_B|$
- यदि विपरीत दिशा में : $v_{rel} = |v_A + v_B|$
  Opposite direction: $v_{rel} = |v_A + v_B|$

12 तात्कालिक वेग | Instantaneous Velocity

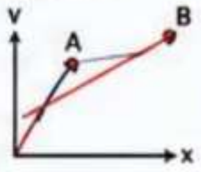
- किसी क्षण पर वस्तु का वेग
  Velocity of an object at a particular instant
- यह वेग–समय ग्राफ पर बिंदु की स्पर्श रेखा की ढाल के बराबर होता है
  It is equal to the slope of the tangent to the v-t graph at that point



$$v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

13 औसत वेग और तात्कालिक वेग | Average Velocity & Instantaneous Velocity

- औसत वेग = कुल विस्थापन / कुल समय
  Average velocity = Total displacement / Total time
- तात्कालिक वेग = बहुत छोटे समयांतराल में वेग (स्पर्श रेखा की ढाल)
  Instantaneous velocity = Velocity in very small interval (slope of tangent)



- ग्राफ की भाषा में –
  औसत = सेकेंट की ढाल, तात्कालिक = टेंजेंट की ढाल
  In graph language –
  Average = Slope of secant, Instantaneous = Slope of tangent

14 यांत्रिक गति के मुख्य बिंदु | Key Points of Kinematics

- गति सापेक्ष है | Motion is relative
- संकेत (Sign) का ध्यान रखें
  Take care of signs
- इकाइयों का ध्यान रखें
  Take care of units
- ग्राफ को समझें और उपयोग करें
  Understand and use graphs
- सूत्रों का सही उपयोग करें
  Use formulae correctly

15 महत्वपूर्ण इकाइयाँ | Important Units

- दूरी (Distance): मीटर (m) | meter (m)
- वेग (Velocity): मीटर/सेकंड (m/s) | meter/second (m/s)
- त्वरण (Acceleration): मीटर/सेकंड² (m/s^2) | meter/second² (m/s^2)
- समय (Time): सेकंड (s) | second (s)
- विस्थापन (Displacement): मीटर (m) | meter (m)

गति को समझो, प्रकृति को जानो, सफलता को पाओ! ★ – Understand Motion, Understand Nature, Achieve Success! ★

Rest

Motion

Speed and Velocity (गति और वेग)

Dimension = (LT^{-1})

Speed (गति) / चाल	Velocity (वेग)
Speed (चाल) = $\frac{\text{Distance}}{\text{Time}}$ $\frac{\text{(दूरी)}}{\text{समय}}$ 24 $\frac{m}{s}$ $S = \frac{D}{t} = \frac{m}{S} = ms^{-1} \left(\frac{Km}{h}\right)$	Velocity (वेग) = $\frac{\text{Displacement}}{\text{Time}} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$ $\vec{V} = \frac{\vec{d}}{t} = \frac{m}{s} = ms^{-1} \left(\frac{Km}{h}\right)$
Scalar Quantity (अदिश राशि)	Vector Quantity (सदिश राशि)
It Has Only Magnitude. इसमें केवल परिमाण होता है।	It Has Both Magnitude And Direction. इसमें परिमाण के साथ दिशा भी होती है।

Speed (चाल)

दिशा - fix

- → Direction (×)
  दिशा
- → Scalar
- → Distance (दूरी)

सीधी रेखा

Straight Line motion

$D = \vec{d}$

100m

Distance = 100m

Displacement = 100m

Speed = Velocity

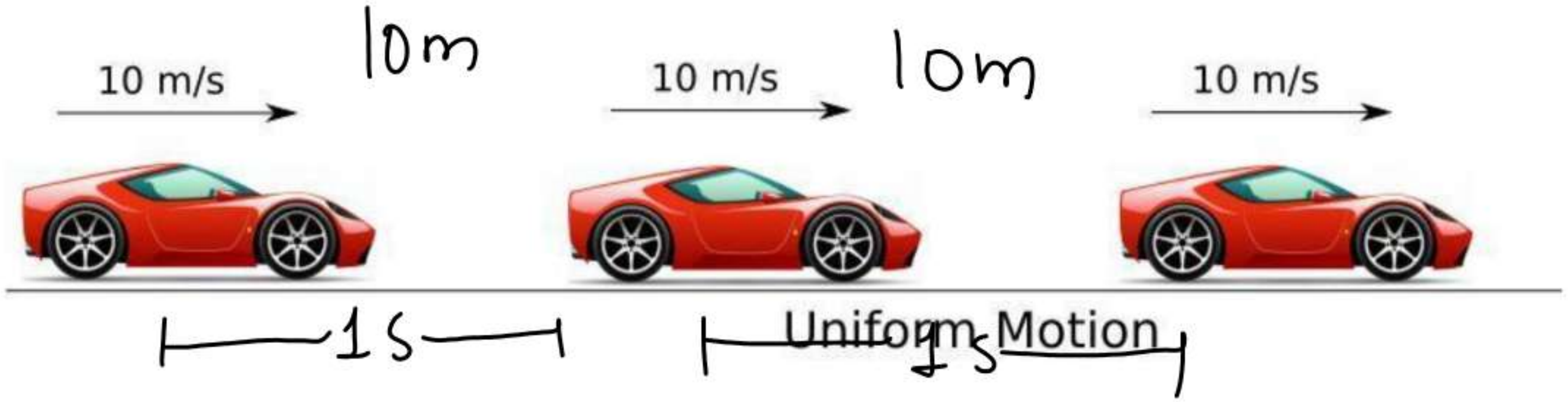
Speed and Velocity (गति और वेग)

1 Uniform Speed (समान वेग) — Clock (घड़ी), Fan – Fix Speed → Acceleration = 0 (त्वरण)

👉 जब कोई वस्तु **समान समयांतराल (Equal Intervals Of Time)** में **समान दूरी (Equal Distance)** तय करती है, तो उसकी गति को समान वेग (Uniform Speed) कहते हैं।

👉 If A Body Covers Equal Distances In Equal Intervals Of Time, The Speed Is Said To Be Uniform.

$S = \frac{10\,m}{1\,s}$ → 1s में 10m



Uniform Motion

पृथ्वी द्वारा सूर्य के संबंध में अपनी **धुरी पर एक चक्कर पूरा** करने में लिया गया समय, यानी **23 घंटे, 56 मिनट और 4.0916 सेकंड** ,

Time taken by the Earth to complete one revolution on its axis with respect to the Sun,

i.e. 23 hours, 56 minutes and 4.0916 seconds

समय
दूरी > Fix

Speed - uniform
1600km/s

Speed and Velocity (गति और वेग)

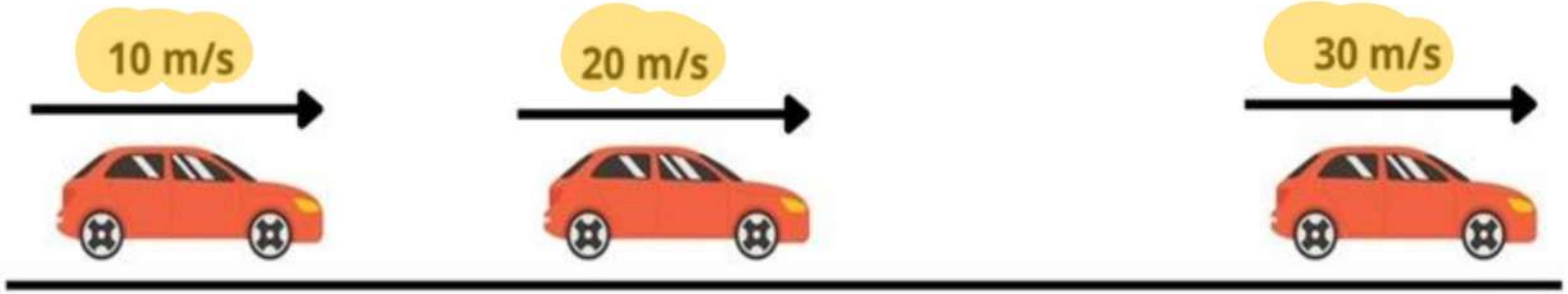
2 Non-Uniform Speed (असमान वेग)

👉 जब कोई वस्तु **समान समयांतराल में असमान दूरी तय करती है**, या **असमान समय में समान दूरी तय करती है**, तो उसकी गति असमान वेग (Non-Uniform Speed) कहलाती है।

👉 If a body covers unequal distances in equal intervals of time (or equal distances in unequal intervals of time), the speed is said to be non-uniform.

- **Example (उदाहरण)**

ट्रैफिक में चलती कार कभी तेज़ (80 km/h) तो कभी धीमी (20 km/h) चलती है → यह **Non-Uniform Speed** है।



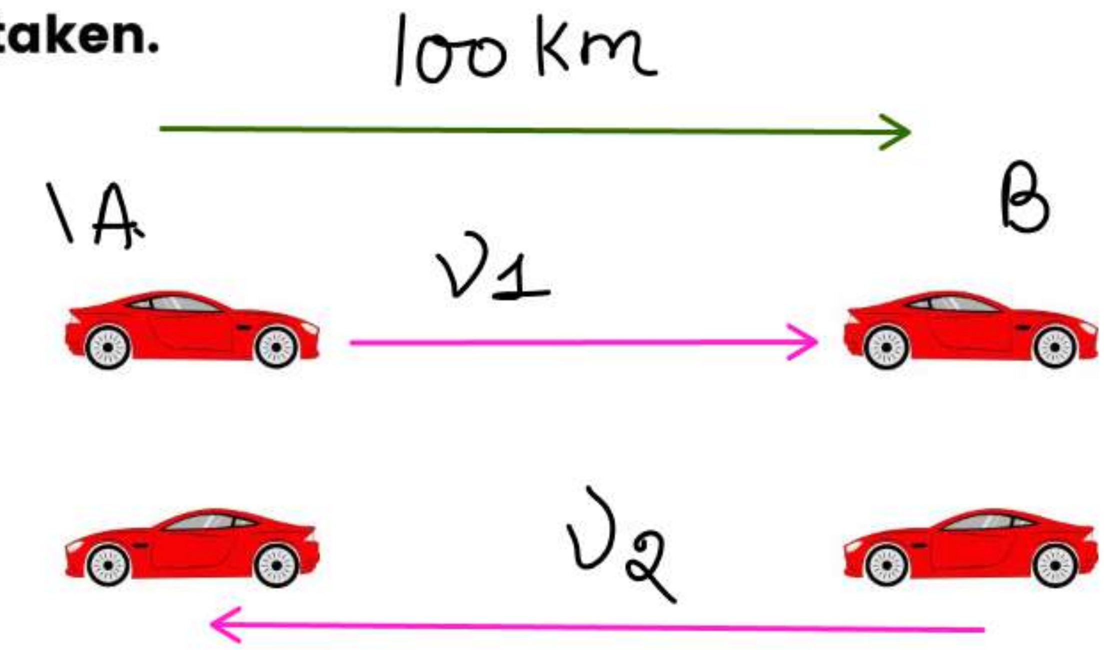
Non-uniform Motion

Speed and Velocity (गति और वेग)

3 Average Speed (औसत वेग)

👉 किसी वस्तु की पूरी यात्रा (total journey) के दौरान तय की गई **कुल दूरी (Total Distance)** को **कुल समय (Total Time)** से विभाजित करने पर प्राप्त गति को औसत वेग कहते हैं।

👉 Average speed is the **total distance travelled divided by the total time taken.**



$$\text{Average Speed} = \frac{\text{Total Distance Travelled}}{\text{Total Time Taken}}$$

📌 **Special Case** (जब समान दूरी अलग-अलग गति से तय की जाए):

distance Same =

$$\text{Average Speed} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$$

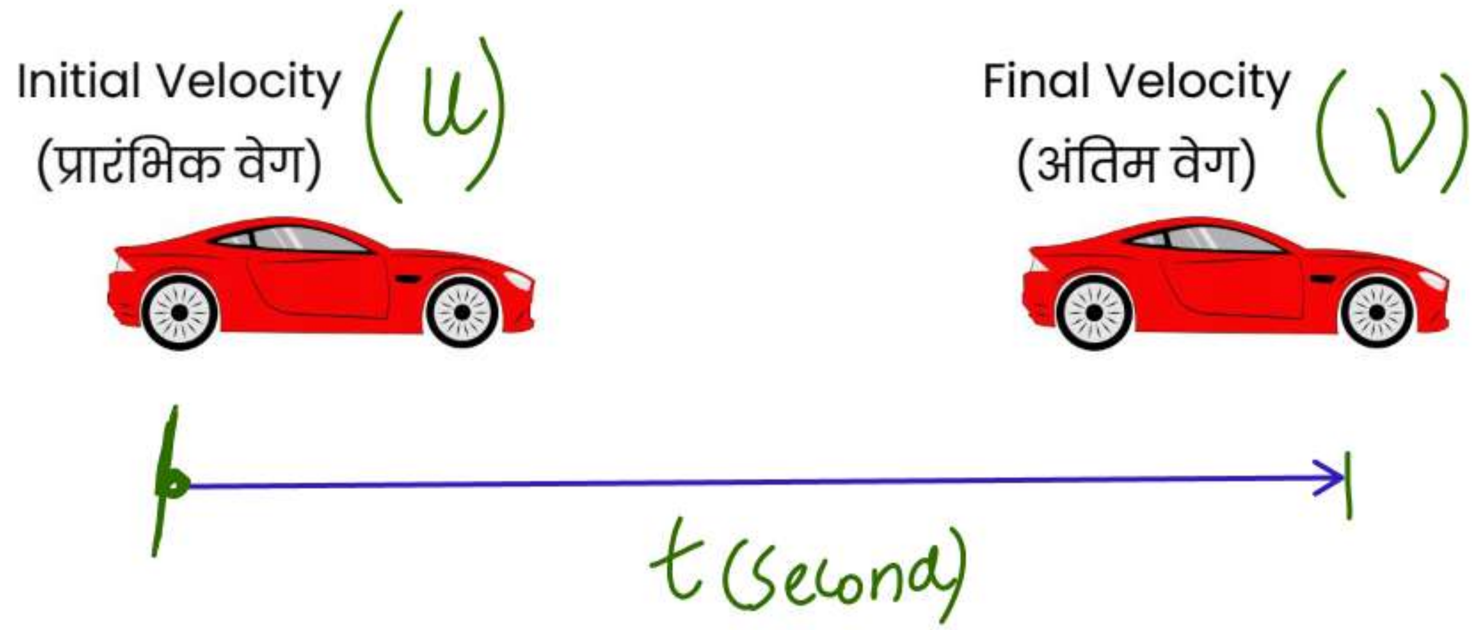
Acceleration (त्वरण)

दर (Rate) = $\frac{\quad}{\text{समय (time)}}$

👉 **Acceleration** Is *The Rate Of Change Of Velocity With Respect To Time.*

👉 त्वरण वह दर (Rate) है, जिससे किसी वस्तु का वेग (Velocity) समय के साथ बदलता है।

$$\text{Acceleration (त्वरण)} = \frac{\text{Change in Velocity (वेग में परिवर्तन)}}{\text{समय (time)}}$$



u = Initial Velocity (प्रारंभिक वेग)

v Final Velocity (अंतिम वेग)

t Time (समय)

$\vec{a}$ Acceleration (त्वरण)

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

$$\vec{a} = \frac{\frac{m}{s}}{s} = \frac{m}{s^2} = ms^{-2} = LT^{-2}$$

Case 01 चमका	Case 02	Case 03

Case 01 (चमका)

$u = 0 m/s$ (Rest) $v = 20 m/s$

$t = 4s$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{t} \Rightarrow \frac{20-0}{4} = \frac{20}{4}$$

$a = 5 ms^{-2}$

$v > u$

Speed बढ़ेगी (↑)

Case 02

$u = 20 m/s$ $v = 20 m/s$

$t = 4s$

→ Uniform motion (समान गति)

$$\vec{a} = \frac{v - u}{t} \Rightarrow \frac{20-20}{4} = \frac{0}{4}$$

$v = u$ → $a = 0 ms^{-2}$

- Clock
- Earth motion

Case 03

$u = 20 m/s$ $v = 0 m/s$

$t = 4s$

Brake (Retardation | मंदन)

$$a = \frac{v - u}{t} \Rightarrow \frac{0-20}{4} = -\frac{20}{4}$$

$u > v$ $a = -5 ms^{-2}$

→ मंदन (Deacceleration)

– Speed कम ($a = -ve$)

- Speed/Velocity
- Acceleration
- कल (PYQ + Equation)

रात 9 pm

06

एक कार A से B तक 20 किमी/घंटा की चाल से जाती है तथा 30 किमी/घंटा की चाल से वापस आती है। इस यात्रा के दौरान कार की औसत चाल होगी-

A car goes from A to B at a speed of 20 km/hr and returns at a speed of 30 km/hr. The average speed of the car during this journey will be-

(a) 5 km / h

(b) 24 km / h

(c) 25 km / h

(d) 50 km / h

07

एक कार 100 km दूरी 50 km/h से और अगली 100 km दूरी 25 km/h से तय करती है। औसत चाल ज्ञात कीजिए।

A car covers 100 km at 50 km/h and the next 100 km at 25 km/h. Find the Average Speed.

(A) 33.33 Km/H

(B) 37.5 Km/H

(C) 40 Km/H

(D) 42 Km/H

08

A bus is accelerating uniformly as it passes two checkpoints that are 60 m apart. The time taken between the checkpoint is 6 s and the speed of the bus at the second checkpoint is 16 ms-1. The speed of the bus at the first checkpoint is : एक बस समान रूप से गति कर रही है क्योंकि यह 60 मीटर दूर दो चौकियों से गुजरती है। चेकपॉइंट के बीच का समय 6 सेकंड है और दूसरे चेकपॉइंट पर बस की गति 16 एमएस-1 है। पहले चेकपॉइंट पर बस की गति है:

A. 4 ms-1

B. 8 ms-1

C. 12 ms-1

D. More than one of the above

Speed and Velocity (गति और वेग)

4 Relative Speed (सापेक्ष वेग)

जब दो वस्तुएँ (objects) एक-दूसरे के सापेक्ष गति करती हैं, तो उनकी आपसी गति को सापेक्ष वेग कहते हैं।

The speed of one object relative to another is called relative speed.

- **Formula (सूत्र)**

👉 **जब दोनों एक-दूसरे की ओर चलें**

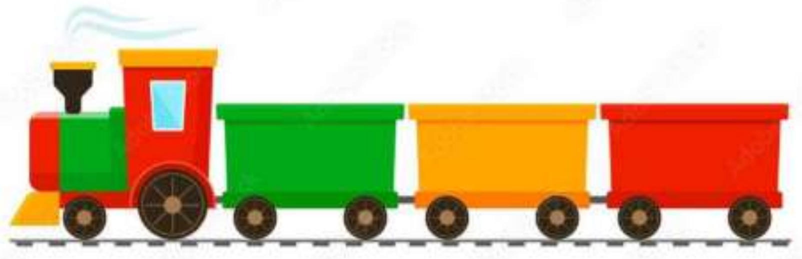
When both move towards each other

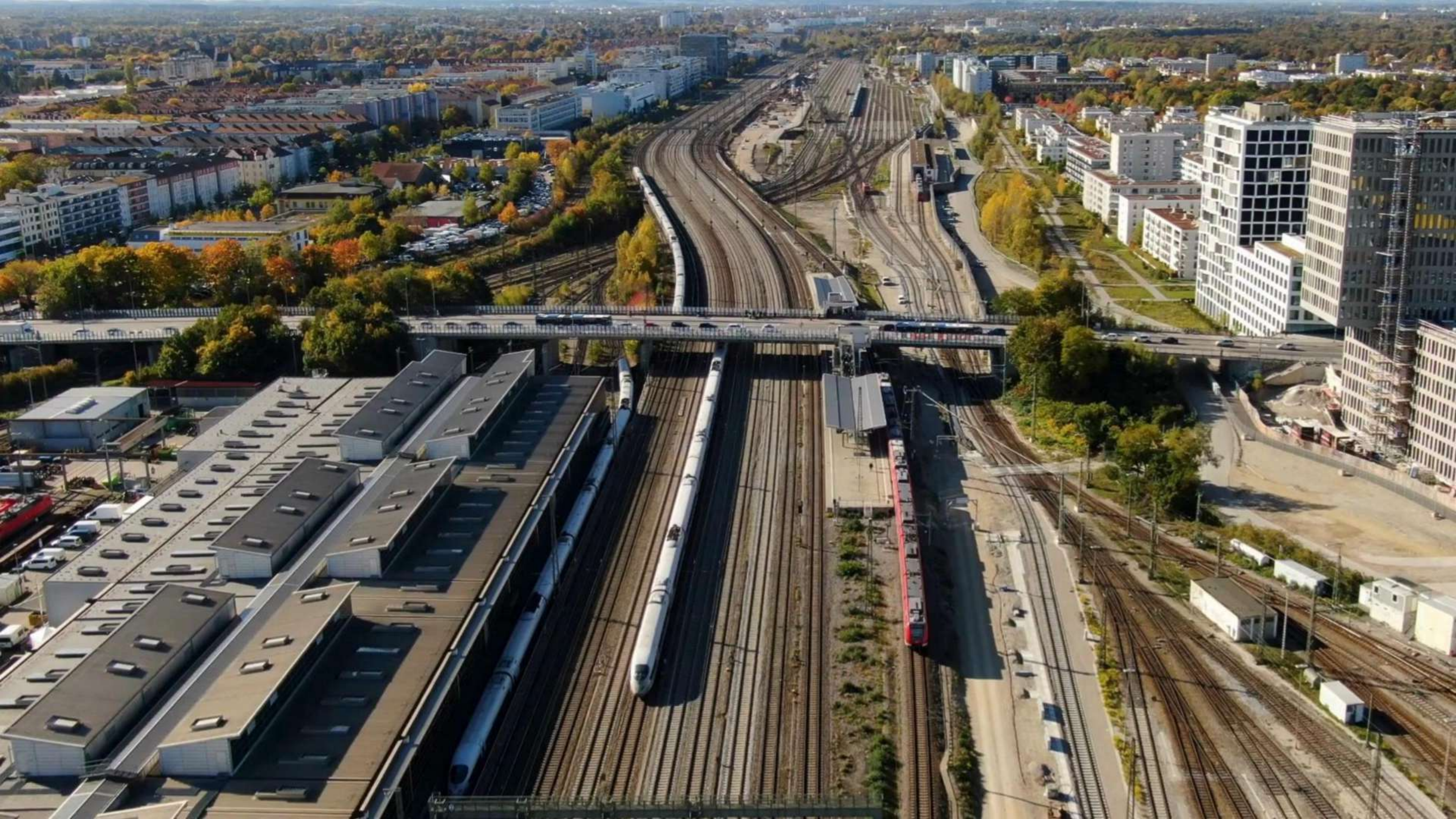
Relative Speed = $v_1 + v_2$

👉 **जब दोनों एक ही दिशा में चलें**

When both move in the same direction

Relative Speed = $|v_1 - v_2|$





09 दो व्यक्ति एक ही दिशा में दौड़ रहे हैं। A की चाल 6 km/h है और B की चाल 4 km/h है। A की B के सापेक्ष चाल होगी –

Two persons are running in the same direction. Speed of A is 6 km/h and speed of B is 4 km/h. The relative speed of A with respect to B will be –

(A)2 Km/H

(B) 10 Km/H

(C) 12 Km/H

(D) 4 Km/H

ODOMETER

SPEEDOMETER

1. ODOMETER (ओडोमीटर)

👉 Odometer गाड़ी ने अब तक जितनी दूरी तय की है, उसे मापने वाला यंत्र है।

An Odometer is a device that measures the total distance covered by a vehicle.

2. SPEEDOMETER (स्पीडोमीटर)

👉 Speedometer गाड़ी की उस समय की गति बताने वाला यंत्र है।

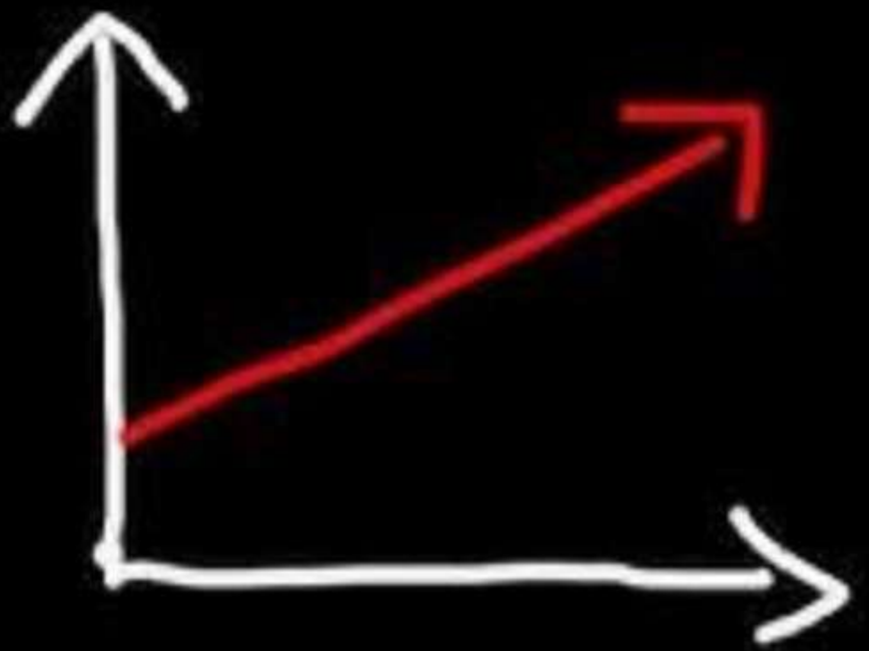
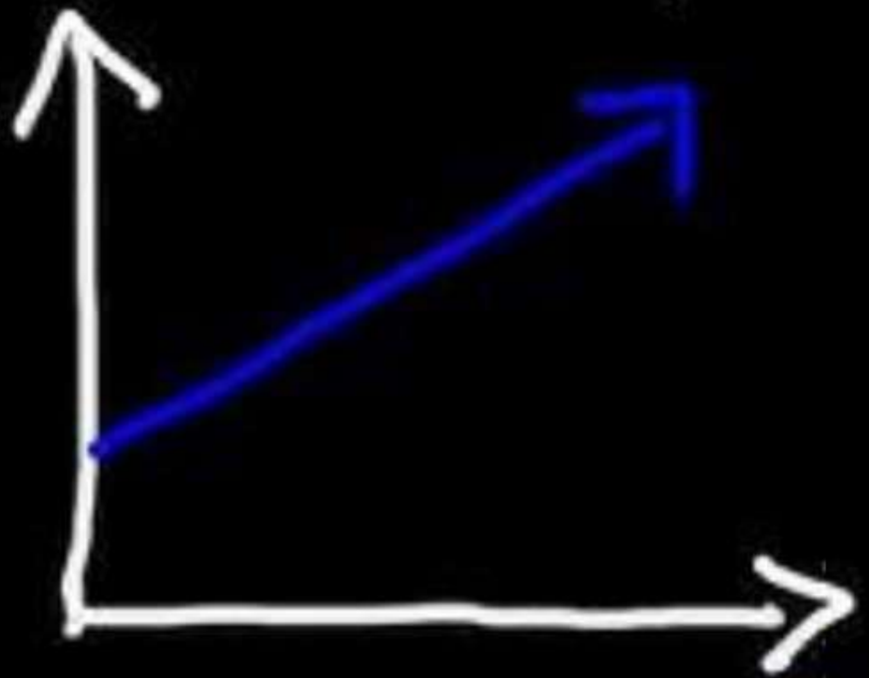
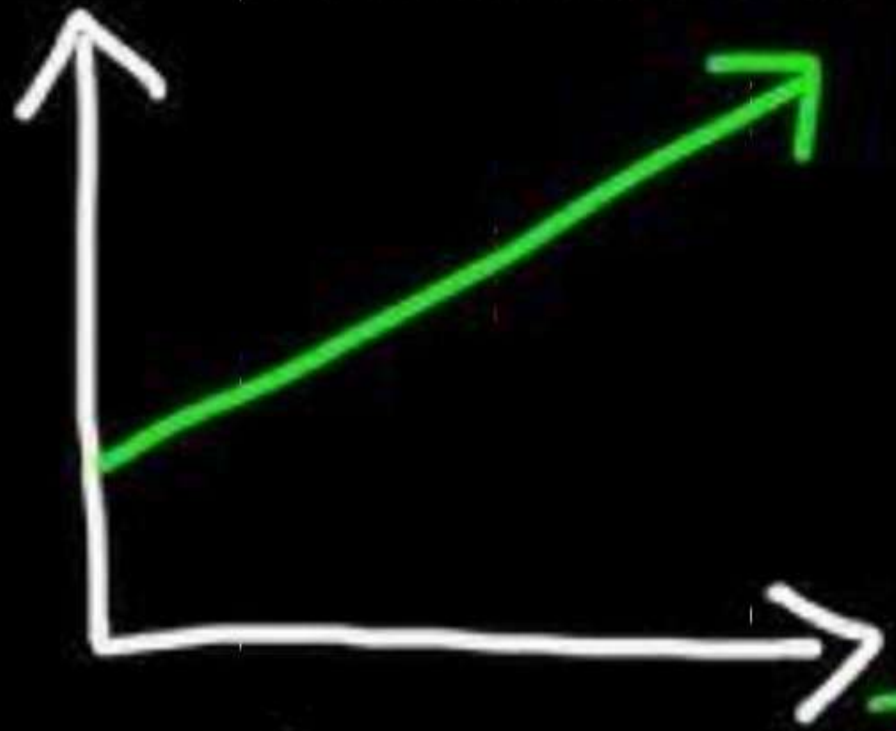
A Speedometer is a device that shows the instantaneous speed of the vehicle.

3. TACHOMETER (टैकोमीटर)

👉 यह इंजन की **घूर्णन गति (Engine Rotational Speed)** को मापता है।

A Tachometer measures the rotational speed of the engine.

Motion Time Graphs

Position	Velocity	Acceleration
		
Slope = V	Slope = a	Slope = ?
Area = ?	Area = ΔX	Area = ΔV
$V = \Delta x / \Delta t$	$d = vt$	$\Delta V = at$

1 For Stationary Body (स्थिर वस्तु)

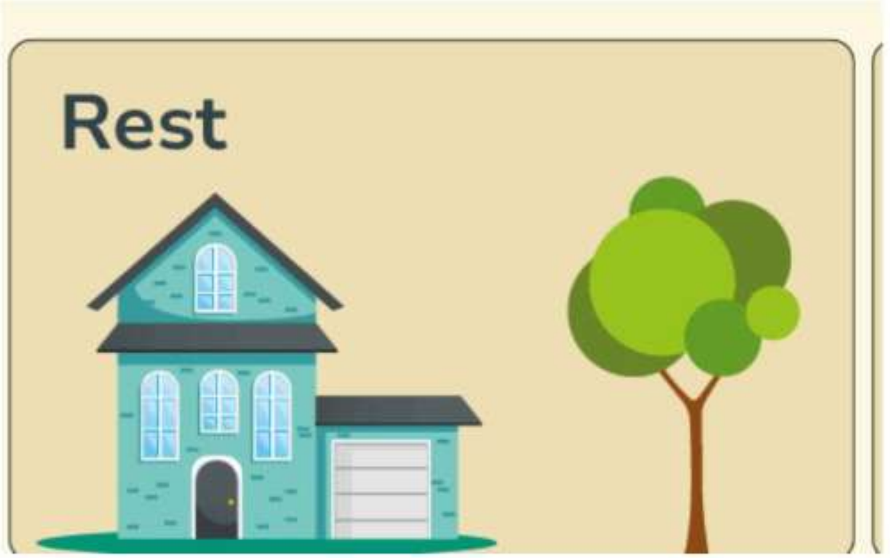
📈 **Graph:** Horizontal Straight Line (समतल रेखा)।

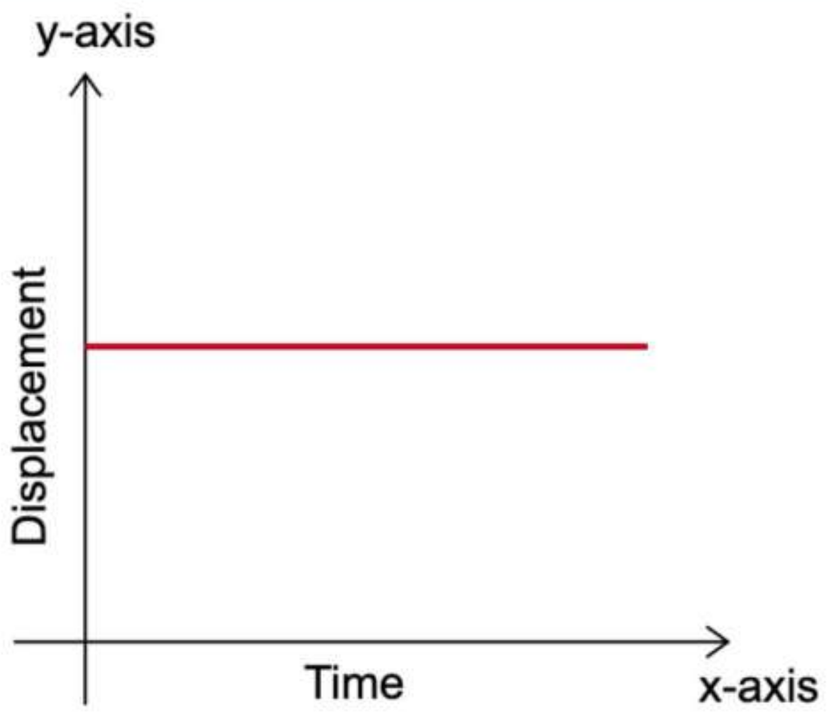
•Time बढ़ता है लेकिन Distance नहीं बदलता।

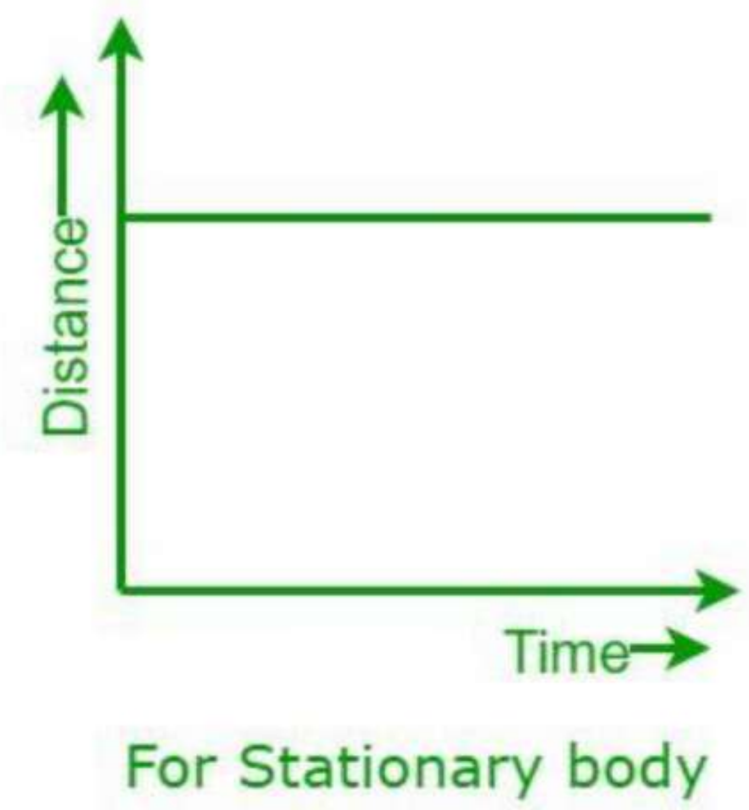
•मतलब वस्तु बिल्कुल हिल नहीं रही है।

•Example: मेज़ पर रखा हुआ किताब, सड़क किनारे खड़ी कार।

👉 **Conclusion:** अगर Distance Constant है, तो Body At Rest है।







2 For Uniform Motion (समान गति)

📈 **Graph:** Straight line passing through origin

(सीधी रेखा जो origin से निकलती है)।

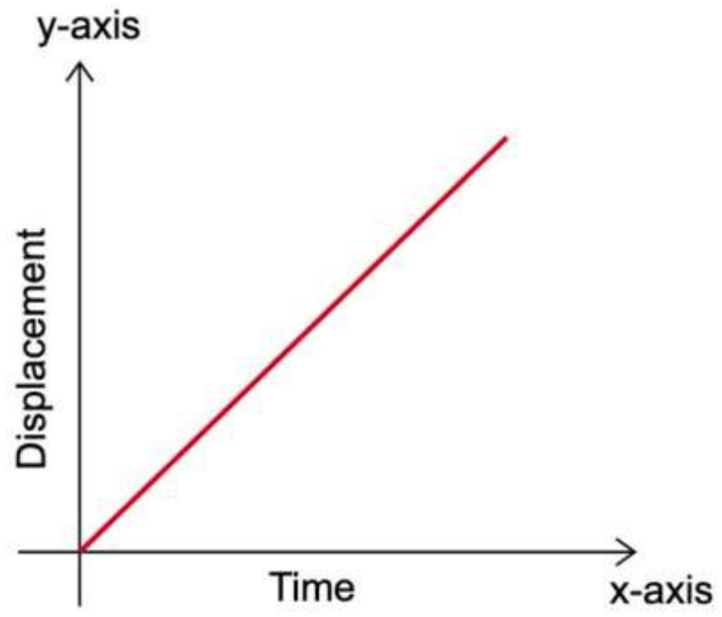
Time बढ़ने पर Distance proportionally (अनुपात में) बढ़ता है।

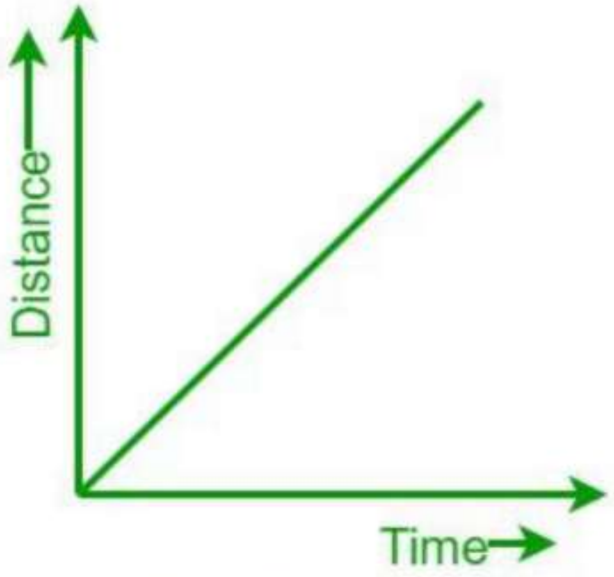
Speed = Constant (वेग समान रहता है)।

Example: कोई वाहन 40 km/h की स्थिर गति से चल रहा है।

👉 **Conclusion:** सीधी रेखा का slope = Speed, और यह constant है।

Uniform Motion





(For uniform motion)

3 For Non-uniform Motion

Speed Increases (असमान गति, वेग बढ़ता हुआ)

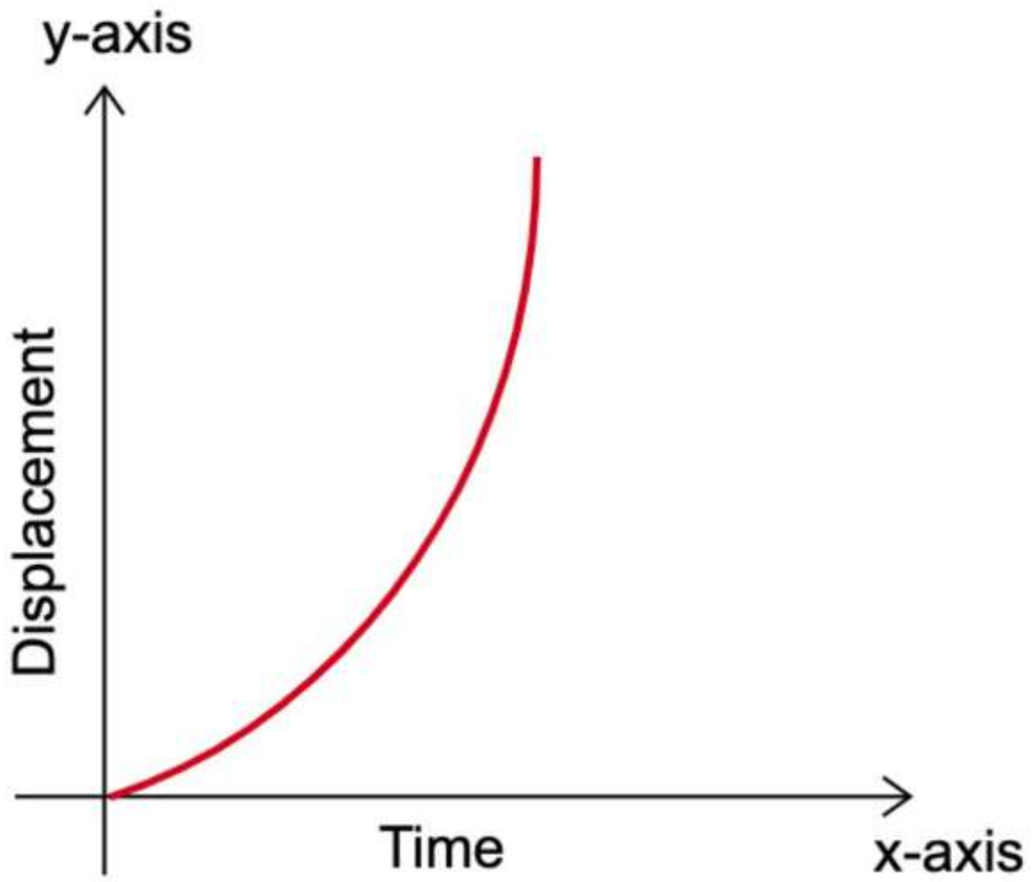
📈 **Graph:** Upward curved line (ऊपर की ओर वक्र)।

जैसे-जैसे Time बढ़ता है, Distance तेज़ी से बढ़ता है।

Speed लगातार बढ़ रही है → **Acceleration** हो रहा है।

Example: स्टार्टिंग में दौड़ता हुआ धावक (runner), या हवाई जहाज़ take-off करते समय।

👉 **Conclusion:** यह Accelerated Motion (त्वरण गति) है।



4 For Non-uniform Motion – Speed Decreases (असमान गति, वेग घटता हुआ)

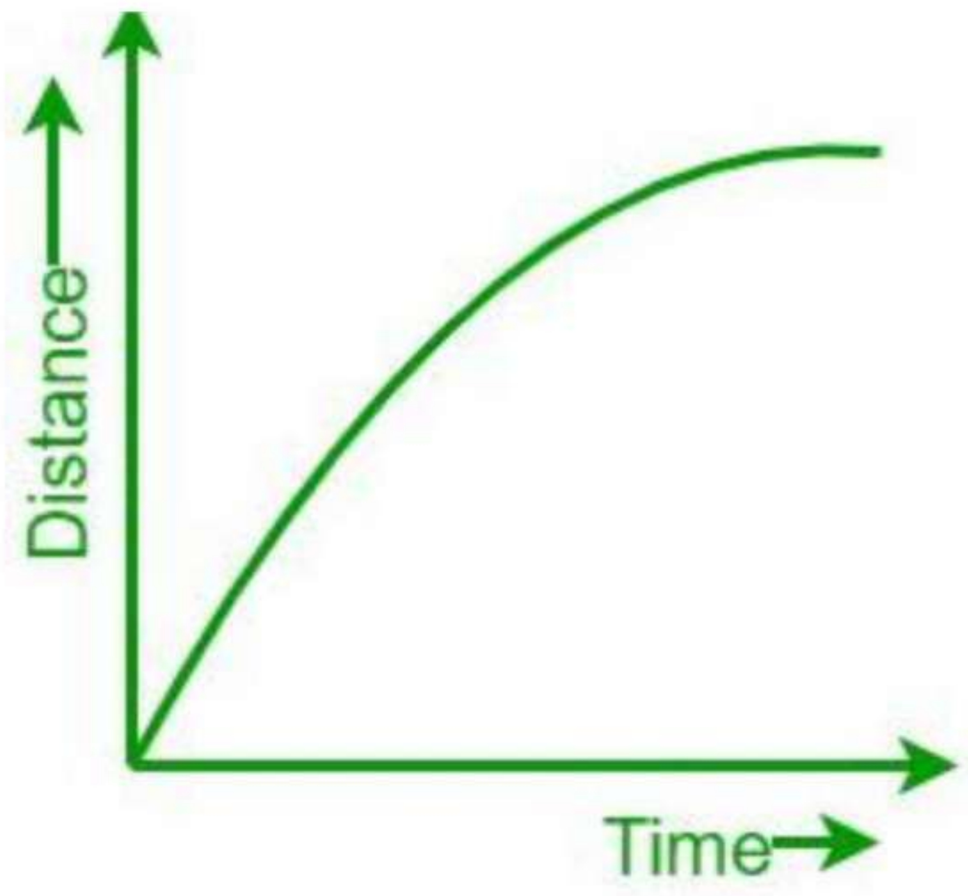
📈 **Graph:** Curve जो धीरे-धीरे flat हो जाता है।

Time बढ़ने पर Distance बढ़ तो रहा है, लेकिन धीरे-धीरे कम दर से।

Speed घट रही है → Retardation (मंदन) हो रहा है।

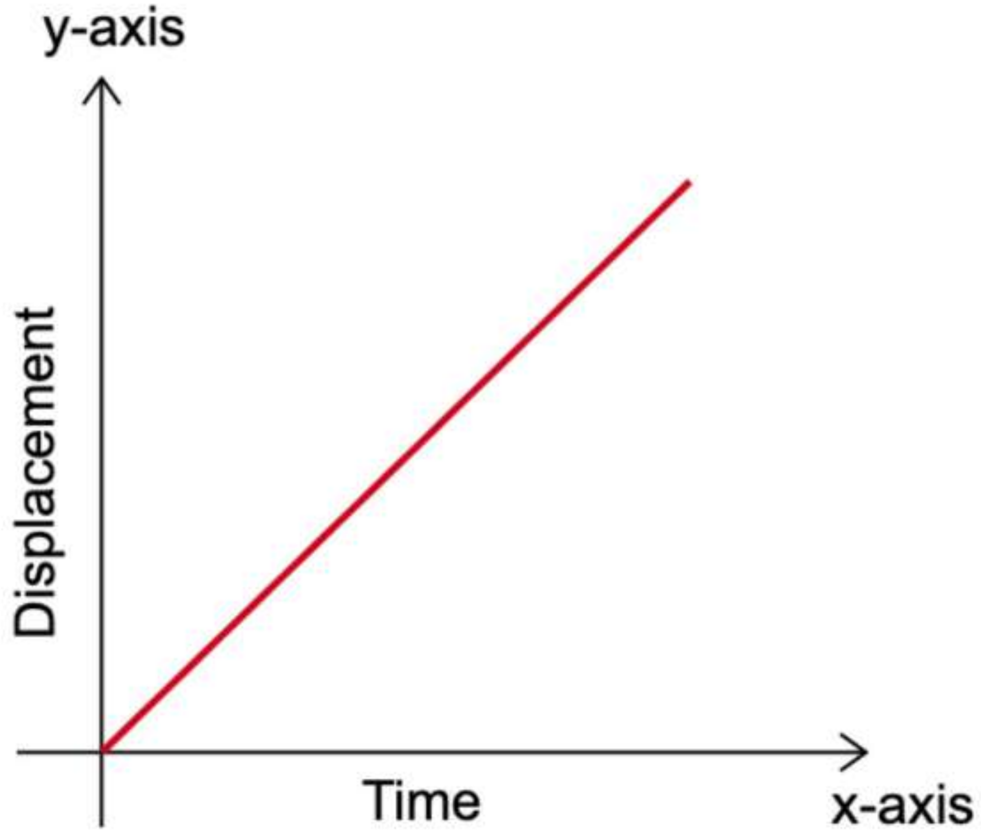
Example: ब्रेक लगाती हुई कार, या गेंद ऊपर फेंकने पर।

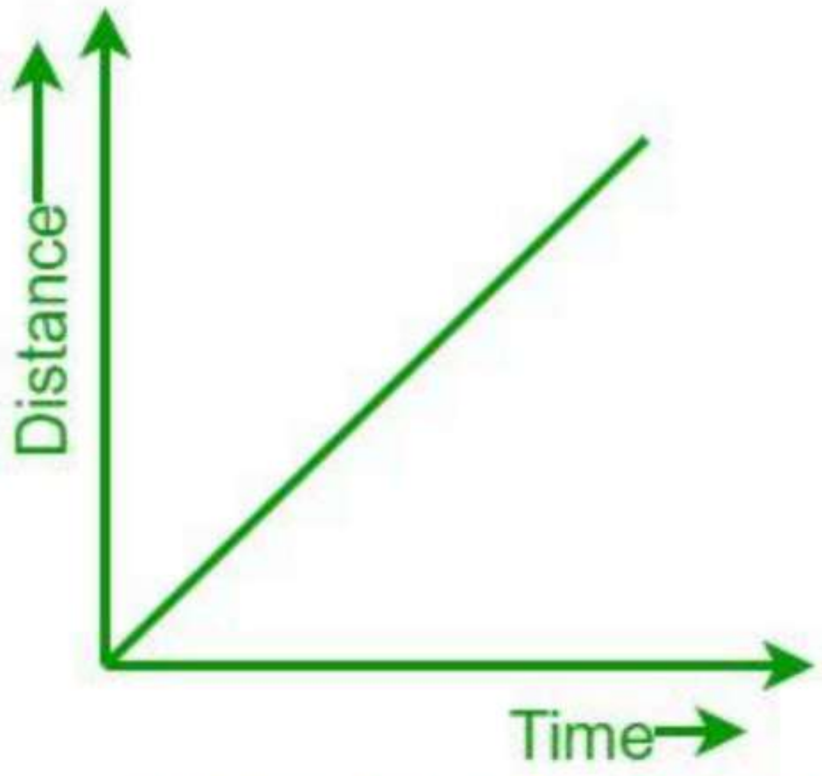
👉 **Conclusion:** यह Retarded Motion (मंदित गति) है।



(For non-uniform motion when speed decreases)

Slope concept





(For uniform motion)

05

दो गतिमान कणों के विस्थापन-समय के आलेख x-अक्ष के साथ 30° और 45° के कोण बनाते हैं जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। उनके संबंधित वेग का अनुपात क्या है?

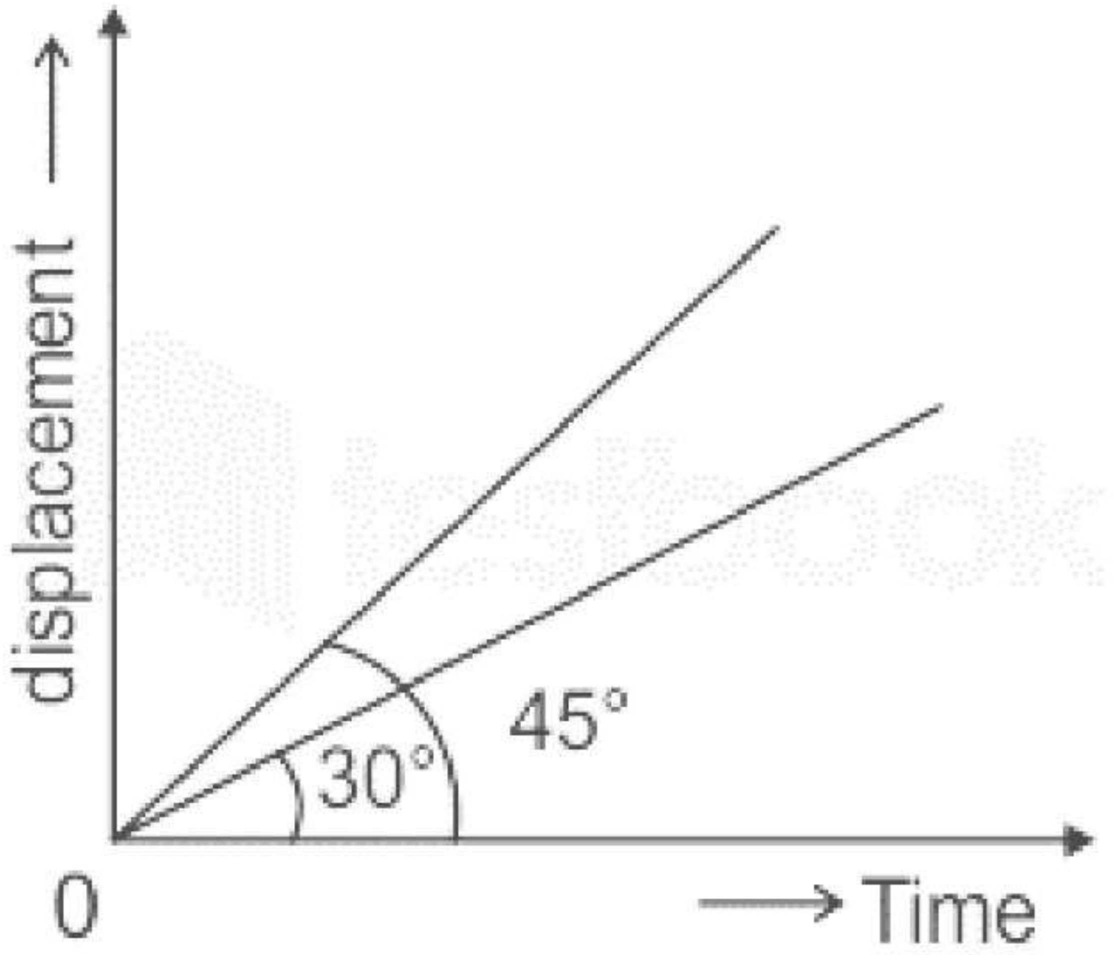
The displacement-time plots of two moving particles make angles of 30° and 45° with the x-axis as shown in the figure. What is the ratio of their respective velocities?

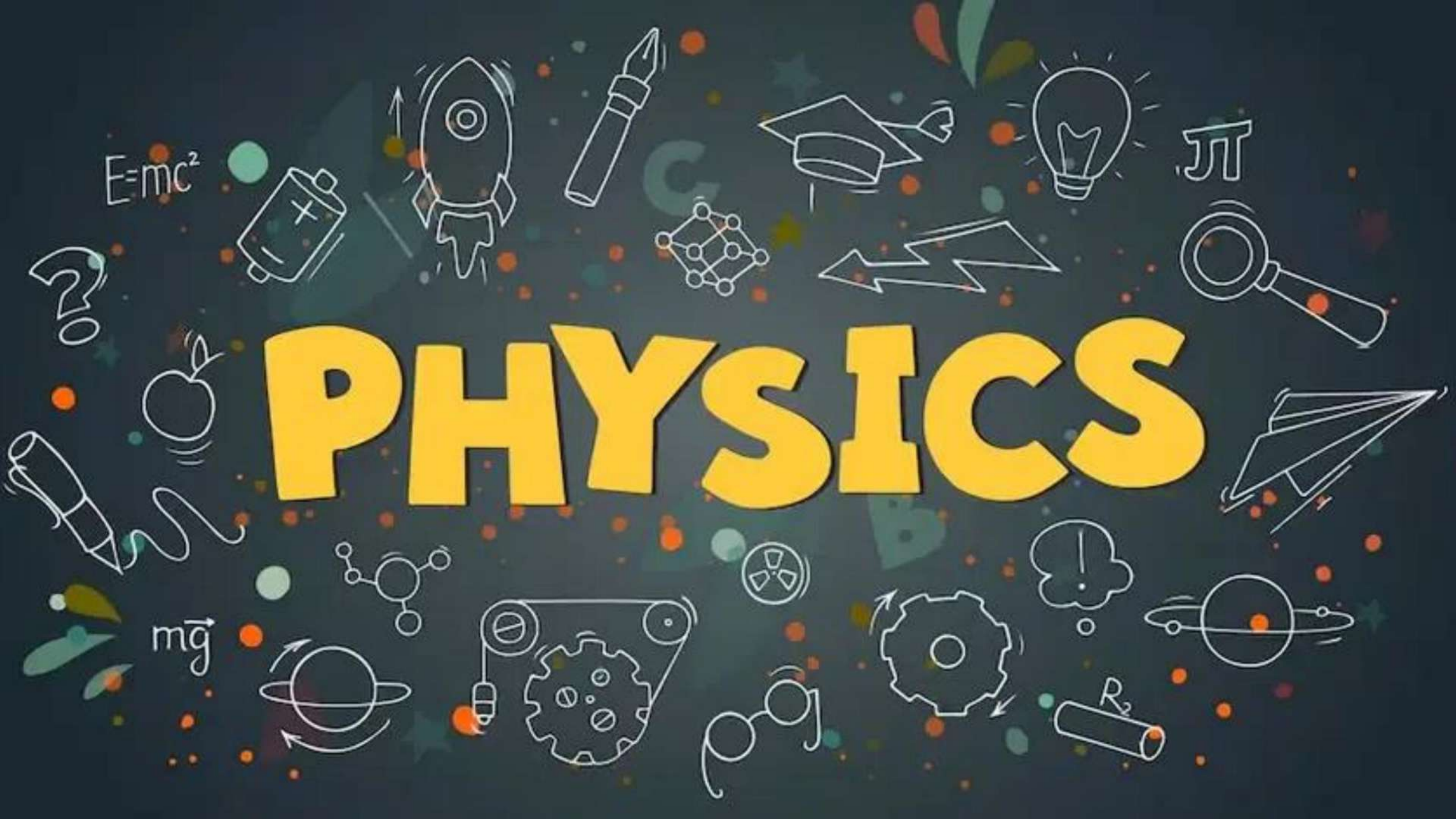
(a) $1 : \sqrt{3}$

(b) $\sqrt{3} : 1$

(c) 1 : 1

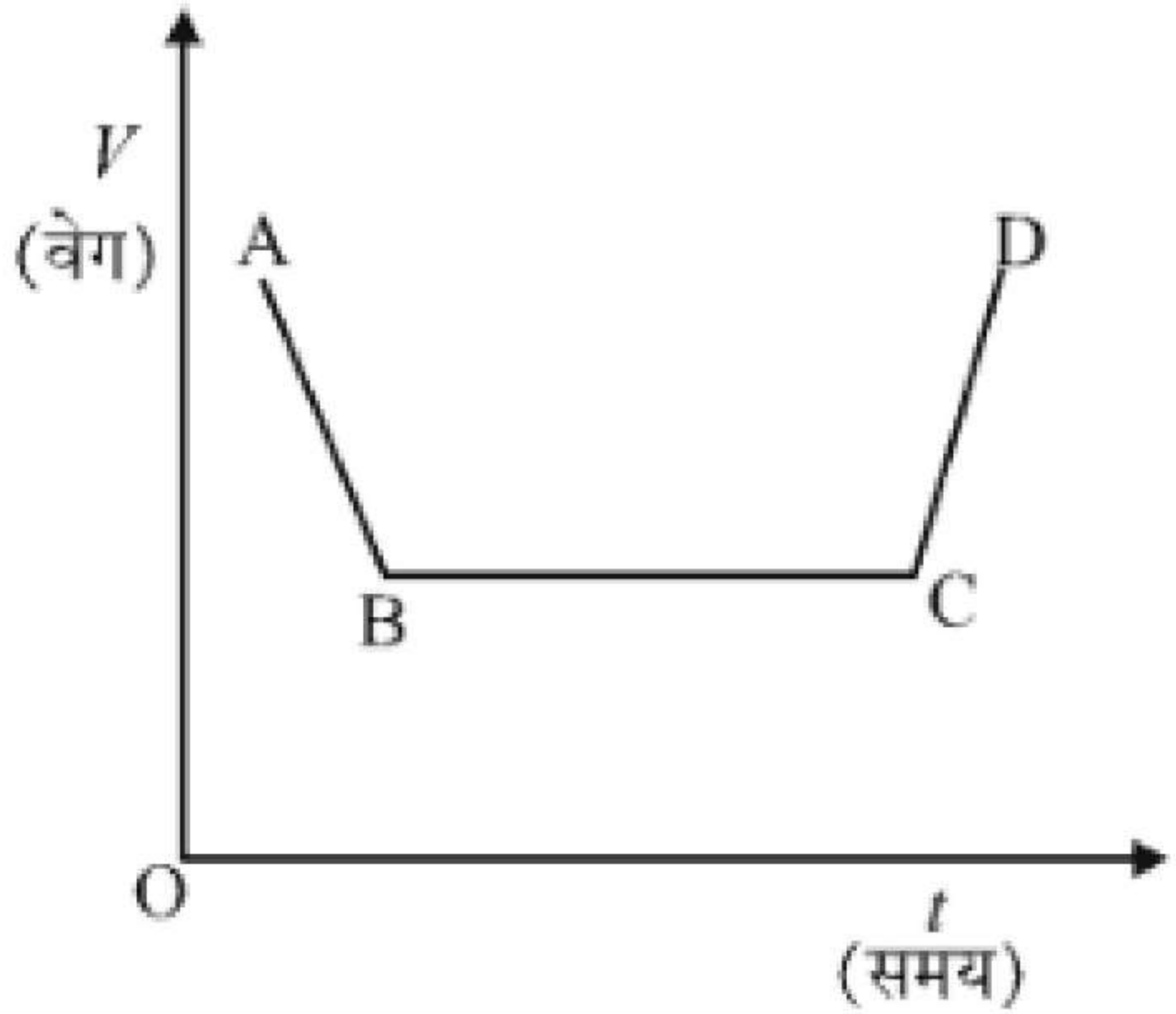
(d) 1 : 2




PHYSICS
E=mc²
π
mg
R₂

In The Given Velocity (V) Versus Time (T) Graph, Accelerated And Decelerated Motions Are Respectively Represented By Line Segments –

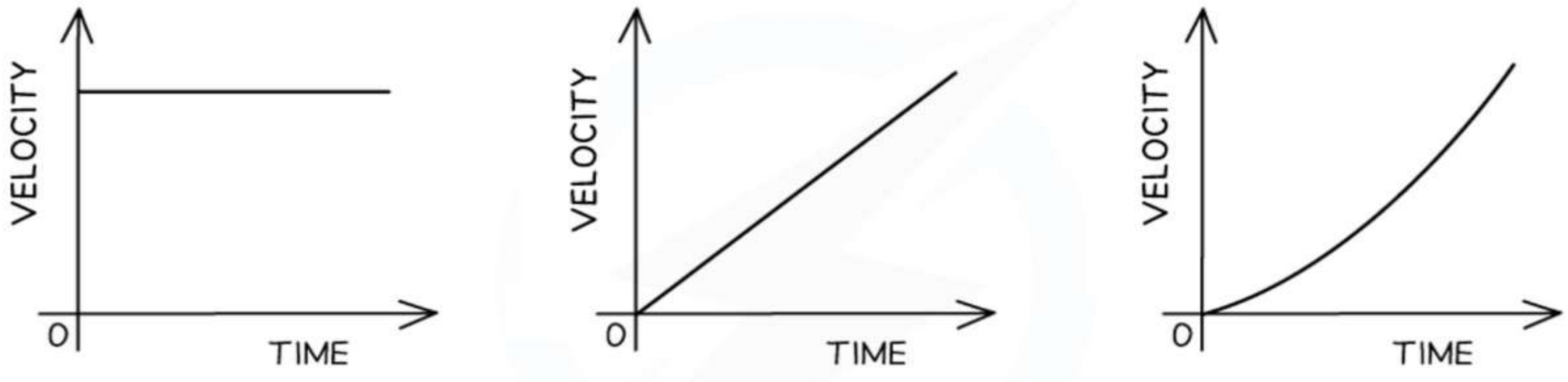
दिए गये वेग (V) – समय (T) ग्राफ़ में, त्वरण (Acceleration) तथा अवत्वरण (Deceleration) गति क्रमशः किन रेखा खंडों द्वारा दर्शायी गयी है?



त्वरण (Acceleration)

अवत्वरण (Deceleration)

VELOCITY–VERSUS–TIME GRAPHS



CONSTANT VELOCITY

CONSTANT ACCELERATION

INCREASING ACCELERATION

Example (उदाहरण):

•कोई गाड़ी 60 km/h की समान गति से हाइवे पर चल रही है।

- Free fall of a body under gravity (गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव से गिरना)।
- गाड़ी एक निश्चित दर से अपनी गति बढ़ाती है।

- Rocket Launch (रॉकेट का उड़ान भरना) – जैसे-जैसे ईंधन जलता है Thrust और Acceleration बढ़ते हैं।
- किसी गाड़ी का Accelerator लगातार दबाना।

VELOCITY–VERSUS–TIME GRAPHS