

Chapter Review

- Everything around us moves or is at rest. To describe the position of an object we need a reference point: its distance and direction from that point tell its position. If the position changes with time with respect to the reference point, the object is in motion. Rest and motion are relative.
- Distance is the total length of the path travelled (scalar, only magnitude, never negative). Displacement is the shortest straight-line change in position from start to end, with direction (vector, can be positive, negative or zero). Example: an athlete runs 160 m round a track and ends 40 m from the start: distance 160 m, displacement 40 m. If an object returns to the start, displacement is zero but distance is not.
- Average speed = total distance / total time (SI unit m/s). Average velocity = displacement / time interval. Average acceleration = change in velocity / time = $(v - u)/t$ (SI unit m/s^2). Speed is scalar, velocity is vector. Acceleration is positive if velocity increases, negative (retardation, deceleration) if it decreases.
- Uniform motion: equal distances in equal intervals of time (constant speed in a straight line). Non-uniform motion: unequal distances in equal intervals. Uniform acceleration: velocity changes by equal amounts in equal intervals (free fall near the Earth: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ downwards).
- Position-time graph: a straight line means uniform velocity and its slope = velocity; steeper line = greater velocity; horizontal line = at rest; a curve means changing velocity. Velocity-time graph: horizontal line = constant velocity; sloping straight line = uniform acceleration and slope = acceleration; area under the graph = displacement (Fig. 4.18 gives 75 m).

- Equations of motion for uniform acceleration in a straight line: $v = u + at$, $s = ut + (1/2)at^2$, $v^2 = u^2 + 2as$. Here u = initial velocity, v = final velocity, a = acceleration, t = time and s = displacement. Use sign convention: direction of motion positive, so retardation is negative and $v = 0$ when the body stops. Always convert km/h to m/s (multiply by 5/18). Thinking distance plus braking distance gives the safe stopping distance, so keep a safe gap on roads.
- Uniform circular motion: motion in a circle with constant speed $v = 2\pi R / T$ (R = radius, T = time period). Direction changes at every instant, so velocity changes and the motion is accelerated even though speed is constant. At any point the velocity is along the tangent (marble leaving a ring moves along the tangent). It is an idealised model for planets around the Sun or a vehicle on a circular turn.

Key Terms

Reference point – Fixed point used to describe position.

Distance – Total path length; scalar.

Displacement – Shortest distance with direction between initial and final position; vector.

Speed – Distance covered per unit time.

Velocity – Displacement per unit time.

Acceleration – Rate of change of velocity, m/s^2 .

Uniform motion – Equal distances in equal times.

Retardation – Negative acceleration (slowing down).

Slope of x-t graph – Velocity.

Slope of v-t graph – Acceleration.

Area under v-t graph – Displacement.

Uniform circular motion – Circular path with constant speed; velocity along tangent.

g – Acceleration due to gravity, 9.8 m/s^2 (about 10).

Diagrams / Flowcharts

Distance versus Displacement

Distance

- Total path length
- Scalar
- Never zero or negative if moved
- Athlete: 160 m

Displacement

- Straight line start to end
- Vector (has direction)
- Can be zero or negative
- Athlete: 40 m

Speed versus Velocity

Speed

- Distance / time
- Scalar
- Always positive
- Can be constant in circle

Velocity

- Displacement / time
- Vector
- +, - or zero
- Changes in circle

Equations of motion

$$v = u + at$$

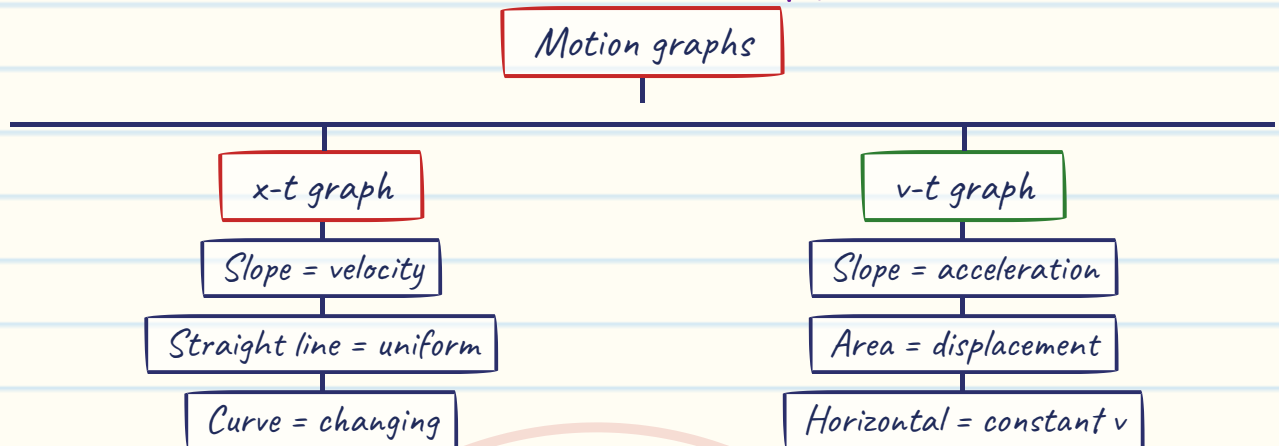


$$s = ut + \frac{1}{2} at^2$$



$$v^2 = u^2 + 2as$$

Graphs and what they give

Solved Examples (key results)

- Ex 4.2: swimmer swims along the pool and returns to the start: average speed = total distance / time (non-zero, e.g. 1 m/s) but displacement = 0, so average velocity = 0.
- Ex 4.3: acceleration = $(v - u)/t$; speeding up gives $+0.5 \text{ m/s}^2$ and braking gives -3 m/s^2 (negative = retardation).
- Ex 4.4: free fall: $a = g = 9.8 \text{ m/s}^2$ downwards; a stone falling from rest has $v = gt$ and $s = \frac{1}{2}gt^2$.
- Ex 4.8: a vehicle with uniform acceleration/retardation: stopping distances worked out as 28.1 m and 112.5 m using $v^2 = u^2 + 2as$.

Unit conversion

- $1 \text{ km/h} = 5/18 \text{ m/s}$. $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, $54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$, $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$.

Revise, Reflect, Refine and Pause and Ponder (with Answers)

Q.1 Q1. A father walks 250 m to a shop, returns home, goes to the shop again and comes back. Total distance and displacement?

Ans. Distance = $250 \times 4 = 1000 \text{ m}$. He ends at home, so displacement = 0.

Q.2 Q2. A student goes from ground to 4th floor, then down to the 2nd floor (3 m per floor). Find (i) total vertical distance (ii) displacement.

Ans. (i) Up $4 \times 3 = 12$ m, down $2 \times 3 = 6$ m: distance = 18 m. (ii)
Displacement = $12 - 6 = 6$ m upwards.

Q.3 Q3. The scooter's speedometer reading is constant. Can it be accelerating?

Ans. Yes. The speedometer shows only speed. If the scooter takes a turn, its direction (hence velocity) changes, so it is accelerating.

Q.4 Q4. A car starts from rest and reaches 24 m/s in 6 s. Find acceleration and distance.

Ans. $a = (24 - 0)/6 = 4$ m/s². $s = 1/2 \times 4 \times 36 = 72$ m.

Q.5 Q5. Motorbike $u = 28$ m/s stops after 98 m with constant acceleration. Find a and t .

Ans. $v^2 = u^2 + 2as$: $0 = 784 + 2a(98)$, so $a = -4$ m/s² (retardation). $t = (0 - 28)/(-4) = 7$ s.

Q.6 Q6. Fig. 4.27 position-time graph of A and B on parallel tracks: do they ever have equal velocity?

Ans. Velocity = slope of the x-t line. Both are straight lines of different slopes, so their velocities are never equal, even though the lines meet at one point (same position at the same time, about 5 s).

Q.7 Q7. In Fig. 4.28 A and B start and end at the same positions in 0 to 10 s. Choose correct option(s).

Ans. (i) and (ii). Same displacement in same time gives equal average velocity, and both move in one direction so the distance is equal and average speeds are equal.

Q.8 Q8. A truck slows from 54 km/h to 36 km/h in 36 s (uniform). Distance?

Ans. $u = 15 \text{ m/s}$, $v = 10 \text{ m/s}$, $a = -5/36 \text{ m/s}^2$. $s = (u + v)t/2 = (25 \times 36)/2 = 450 \text{ m}$.

Q.9 Q9. A car accelerates from rest to 20 m/s in 5 s, runs 10 s at 20 m/s, then stops in 6 s. Total distance?

Ans. Phase 1: $1/2 \times 4 \times 25 = 50 \text{ m}$. Phase 2: $20 \times 10 = 200 \text{ m}$. Phase 3: $(20 + 0)/2 \times 6 = 60 \text{ m}$. Total = 310 m.

Q.10 Q10. A bus at 36 km/h sees an obstacle 30 m ahead; reaction time 0.5 s; retardation 2.5 m/s^2 . Will it stop in time?

Ans. $u = 10 \text{ m/s}$. Reaction distance = $10 \times 0.5 = 5 \text{ m}$. Braking: $s = u^2/2a = 100/5 = 20 \text{ m}$. Total = 25 m, less than 30 m, so yes, it stops 5 m before the obstacle.

Q.11 Q. Why is uniform circular motion accelerated?

Ans. Speed is constant but the direction of velocity changes continuously, so velocity changes; hence there is acceleration.

Q.12 Q. What does the area under a velocity-time graph give?

Ans. The displacement of the object in that time interval.

Board Exam Questions (Important)

Q.1 Define distance and displacement. Give two differences.

Ans. Distance is the path length (scalar); displacement is the shortest change in position with direction (vector). Distance is never negative; displacement can be zero.

Q.2 Derive $v = u + at$ from the v-t graph.

Ans. Slope of the graph = $a = (v - u)/t$, so $v = u + at$.

Q.3 State the three equations of motion.

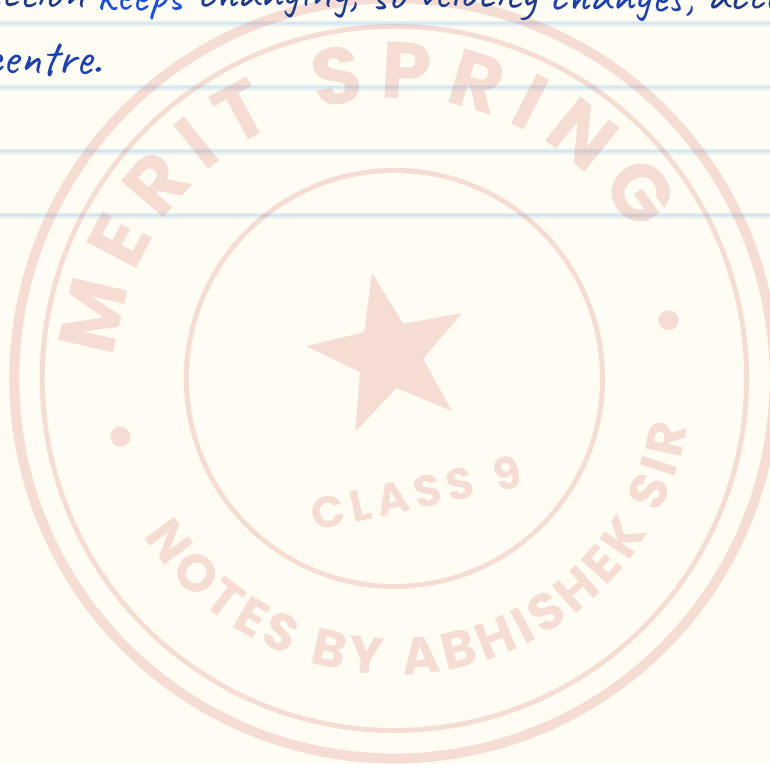
Ans. $v = u + at$; $s = ut + \frac{1}{2}at^2$; $v^2 = u^2 + 2as$.

Q.4 A car moving at 20 m/s is brought to rest in 5 s. Find the retardation and distance.

Ans. $a = -4 \text{ m/s}^2$; $s = (20 \times 5)/2 = 50 \text{ m}$.

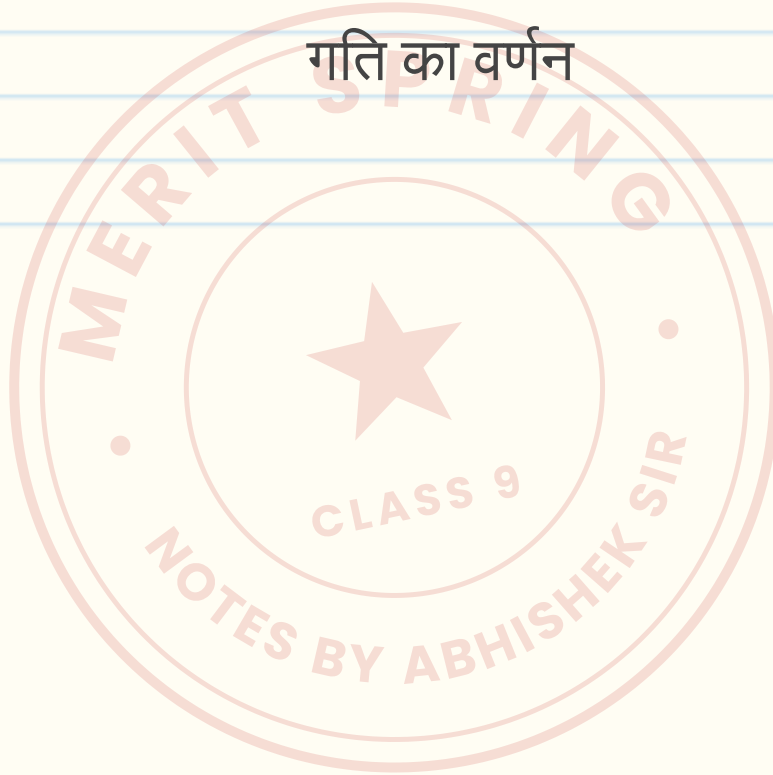
Q.5 Explain why a body moving on a circle with constant speed is accelerated.

Ans. Its direction keeps changing, so velocity changes; acceleration is directed to the centre.



हिंदी संस्करण

गति का वर्णन



अध्याय समीक्षा

- हमारे आसपास हर वस्तु या तो गति में है या विराम में। किसी वस्तु की स्थिति बताने के लिए संदर्भ बिंदु चाहिए: उससे दूरी और दिशा से स्थिति पता चलती है। संदर्भ बिंदु के सापेक्ष स्थिति समय के साथ बदले तो वस्तु गति में है। विराम और गति सापेक्ष होते हैं।
- दूरी तय किए गए मार्ग की कुल लंबाई है (अदिश, कभी ऋणात्मक नहीं)। विस्थापन प्रारंभिक और अंतिम स्थिति के बीच सबसे छोटी सीधी दूरी है, दिशा सहित (सदिश, धनात्मक, ऋणात्मक या शून्य हो सकता है)। उदाहरण: एथलीट 160 m दौड़कर शुरुआत से 40 m पर रुकता है: दूरी 160 m, विस्थापन 40 m। वापस शुरुआती बिंदु पर आने पर विस्थापन शून्य होता है।
- औसत चाल = कुल दूरी / कुल समय (SI मात्रक m/s)। औसत वेग = विस्थापन / समय। औसत त्वरण = वेग में परिवर्तन / समय = $(v - u)/t$ (मात्रक m/s²)। चाल अदिश है और वेग सदिश। वेग बढ़े तो त्वरण धनात्मक, घटे तो ऋणात्मक (मंदन)।
- एकसमान गति: बराबर समय में बराबर दूरी। असमान गति: बराबर समय में असमान दूरी। एकसमान त्वरण में वेग बराबर समय में बराबर मात्रा से बदलता है (मुक्त पतन: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ नीचे की ओर)।
- स्थिति-समय ग्राफ: सीधी रेखा = एकसमान वेग, ढाल = वेग; अधिक तीखी रेखा = अधिक वेग; क्षैतिज रेखा = विराम; वक्र = बदलता वेग। वेग-समय ग्राफ: क्षैतिज रेखा = नियत वेग; ढलान वाली सीधी रेखा = एकसमान त्वरण, ढाल = त्वरण; ग्राफ के नीचे का क्षेत्रफल = विस्थापन (चित्र 4.18 में 75 m)।
- एकसमान त्वरण की गति के समीकरण: $v = u + at$, $s = ut + (1/2)at^2$, $v^2 = u^2 + 2as$ । यहाँ u प्रारंभिक वेग, v अंतिम वेग, a त्वरण, t समय और s विस्थापन है। गति की दिशा धनात्मक लें; मंदन ऋणात्मक होता है और रुकने पर $v = 0$ । km/h को m/s में बदलने के लिए 5/18 से गुणा करें। सोचने की दूरी + ब्रेक की दूरी = सुरक्षित रुकने की दूरी, इसलिए सड़क पर सुरक्षित दूरी रखें।
- एकसमान वृत्तीय गति: नियत चाल से वृत्त में गति, चाल = $2\pi R / T$ । दिशा हर क्षण बदलती है, इसलिए वेग बदलता है और गति त्वरित है। किसी बिंदु पर वेग स्पर्श रेखा की दिशा में होता है (छल्ले से निकली गोली स्पर्श रेखा पर जाती है)। ग्रहों और मोड़ पर वाहन का यह आदर्श मॉडल है।

मुख्य शब्दावली

संदर्भ बिंदु - स्थिति बताने का स्थिर बिंदु।

दूरी - तय किया गया कुल मार्ग; अदिश।

विस्थापन - प्रारंभिक व अंतिम स्थिति के बीच सबसे छोटी दूरी, दिशा सहित; सदिश।

चाल - प्रति इकाई समय में तय दूरी।

वेग - प्रति इकाई समय में विस्थापन।

त्वरण - वेग परिवर्तन की दर, m/s^2 ।

एकसमान गति - बराबर समय में बराबर दूरी।

मंदन - ऋणात्मक त्वरण।

x-t ग्राफ की ढाल - वेग।

v-t ग्राफ की ढाल - त्वरण।

v-t ग्राफ का क्षेत्रफल - विस्थापन।

एकसमान वृत्तीय गति - नियत चाल से वृत्ताकार पथ; वेग स्पर्श रेखा पर।

g - गुरुत्वीय त्वरण, $9.8 m/s^2$ (लगभग 10)।

आरेख / फ्लोचार्ट

दूरी बनाम विस्थापन

दूरी

- कुल मार्ग की लंबाई
- अदिश
- चलने पर शून्य नहीं
- एथलीट: 160 m

विस्थापन

- शुरु से अंत की सीधी दूरी
- सदिश (दिशा सहित)
- शून्य या ऋणात्मक हो सकता है
- एथलीट: 40 m

चाल बनाम वेग

चाल

- दूरी / समय
- अदिश
- सदैव धनात्मक
- वृत्त में नियत हो सकती है

वेग

- विस्थापन / समय
- सदिश
- +, - या शून्य
- वृत्त में बदलता है

गति के समीकरण

$$v = u + at$$

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

$$v^2 = u^2 + 2as$$

ग्राफ और उनसे जानकारी

गति के ग्राफ

x-t ग्राफ

ढाल = वेग

सीधी रेखा = एकसमान

वक्र = बदलता

v-t ग्राफ

ढाल = त्वरण

क्षेत्रफल = विस्थापन

क्षैतिज = नियत वेग

हल किए उदाहरणों के मुख्य परिणाम

- उदा. 4.2: तैराक पूल में 100 m जाकर लौटता है: औसत चाल = कुल दूरी / समय, पर विस्थापन 0 होने से औसत वेग = 0।

- उदा. 4.3: त्वरण = $(v - u)/t$; गति बढ़ने पर $+0.5 \text{ m/s}^2$ और ब्रेक लगाने पर -3 m/s^2 (ऋणात्मक = मंदन)।
- उदा. 4.4: मुक्त पतन में $a = g = 9.8 \text{ m/s}^2$ नीचे की ओर; $v = gt$ और $s = \frac{1}{2}gt^2$ ।
- उदा. 4.8: $v^2 = u^2 + 2as$ से रुकने की दूरियाँ 28.1 m और 112.5 m आती हैं।

मात्रक परिवर्तन

- $1 \text{ km/h} = 5/18 \text{ m/s}$ $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, $54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$, $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ ।

दोहराएँ, सोचें, सुधारें और रुकें-सोचें (उत्तर सहित)

प्र.1 प्र.1. पिता घर से 250 m दूर दुकान जाते हैं, लौटते हैं, फिर दुकान जाकर वापस आते हैं। कुल दूरी और विस्थापन?

उत्तर- दूरी = $250 \times 4 = 1000 \text{ m}$ । अंत में घर पर हैं, इसलिए विस्थापन = 0 ।

प्र.2 प्र.2. छात्र भूतल से चौथी मंज़िल तक जाकर दूसरी मंज़िल पर आता है (प्रति मंज़िल 3 m)।
(i) कुल ऊर्ध्वाधर दूरी (ii) विस्थापन?

उत्तर- (i) ऊपर 12 m + नीचे $6 \text{ m} = 18 \text{ m}$ । (ii) विस्थापन = $12 - 6 = 6 \text{ m}$ ऊपर की ओर।

प्र.3 प्र.3. स्कूटर का स्पीडोमीटर नियत है। क्या वह त्वरित हो सकता है?

उत्तर- हाँ। स्पीडोमीटर केवल चाल बताता है। मोड़ लेने पर दिशा, अतः वेग बदलता है, इसलिए त्वरण होता है।

प्र.4 प्र.4. कार विराम से 6 s में 24 m/s पाती है। त्वरण और दूरी?

उत्तर- $a = 24/6 = 4 \text{ m/s}^2$ । $s = \frac{1}{2} \times 4 \times 36 = 72 \text{ m}$ ।

प्र.5 प्र.5. मोटरबाइक $u = 28 \text{ m/s}$, 98 m में रुकती है। a और t ?

उत्तर- $0 = 784 + 2a(98)$ से $a = -4 \text{ m/s}^2$ । $t = 28/4 = 7 \text{ s}$ ।

प्र.6 प्र.6. चित्र 4.27 में A और B के वेग क्या कभी बराबर होते हैं?

उत्तर- वेग = $x-t$ रेखा की ढाल। दोनों सीधी रेखाएँ हैं पर ढाल भिन्न हैं, अतः वेग कभी बराबर नहीं, भले ही रेखाएँ एक बिंदु (लगभग 5 s) पर मिलती हों।

प्र.7 प्र.7. चित्र 4.28 में A और B की प्रारंभिक व अंतिम स्थिति समान हैं। सही विकल्प?

उत्तर- (i) और (ii)। समान विस्थापन व समान समय से औसत वेग बराबर; दोनों एक ही दिशा में चलते हैं, अतः दूरी व औसत चाल भी बराबर।

प्र.8 प्र.8. ट्रक 54 km/h से 36 km/h तक 36 s में धीमा होता है। दूरी?

उत्तर- $u = 15 \text{ m/s}$, $v = 10 \text{ m/s}$ । $s = (u + v)t/2 = (25 \times 36)/2 = 450 \text{ m}$

प्र.9 प्र.9. कार 5 s में विराम से 20 m/s, फिर 10 s नियत वेग, फिर 6 s में रुकती है। कुल दूरी?

उत्तर- $50 \text{ m} + 200 \text{ m} + 60 \text{ m} = 310 \text{ m}$

प्र.10 प्र.10. बस 36 km/h पर, बाधा 30 m आगे, प्रतिक्रिया समय 0.5 s, मंदन 2.5 m/s^2 । क्या रुक पाएगी?

उत्तर- प्रतिक्रिया दूरी = $10 \times 0.5 = 5 \text{ m}$ । ब्रेक दूरी = $100/5 = 20 \text{ m}$ । कुल $25 \text{ m} < 30 \text{ m}$, हाँ रुक जाएगी (5 m पहले)।

प्र.11 प्र. एकसमान वृत्तीय गति त्वरित क्यों है?

उत्तर- चाल नियत है पर वेग की दिशा लगातार बदलती है, अतः त्वरण होता है।

प्र.12 प्र. v-t ग्राफ के नीचे का क्षेत्रफल क्या बताता है?

उत्तर- उस समय अंतराल में वस्तु का विस्थापन।

बोर्ड परीक्षा प्रश्न (महत्वपूर्ण)

प्र.1 दूरी और विस्थापन की परिभाषा दीजिए व दो अंतर लिखिए।

उत्तर- दूरी मार्ग की लंबाई (अदिश); विस्थापन दिशा सहित सबसे छोटी दूरी (सदिश)। दूरी ऋणात्मक नहीं होती, विस्थापन शून्य हो सकता है।

प्र.2 v-t ग्राफ से $v = u + at$ व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर- ढाल = $a = (v - u)/t$, अतः $v = u + at$ ।

प्र.3 गति के तीनों समीकरण लिखिए।

उत्तर- $v = u + at$; $s = ut + 1/2 at^2$; $v^2 = u^2 + 2as$ ।

प्र.4 20 m/s से चलती कार 5 s में रुकती है। मंदन और दूरी?

उत्तर- $a = -4 \text{ m/s}^2$; $s = 50 \text{ m}$

प्र.5 नियत चाल से वृत्त में चलती वस्तु त्वरित क्यों है?

उत्तर- दिशा बदलती है, अतः वेग बदलता है; त्वरण केंद्र की ओर।

