# CHAPTER - 2 Motion in Straight Line
# सरल रेखा में गति

- Elementary concept of Differentiation and integration:
- These are the important branches of calculus and the differentiation and integration formula are complementary to each other.
- On integrating the derivative of a function, we get back the original function as the result.
- In simple words, integration is the reverse process of differentiation.
- Differentiation is used to break down the function into parts, and integration is used to unite those parts to form the original function.
- Geometrically the differentiation and integration formula is used to find the slope of a curve, and the area under the curve respectively.

**Some important formulae for differentiation:**

$$\frac{d(x^n)}{dx} = nx^{n-1}$$

$$\frac{d(\log x)}{dx} = \frac{1}{x}$$

$$\frac{d(\sin x)}{dx} = \cos x$$

$$\frac{d(\cos x)}{dx} = -\sin x$$

**Some important formulae for integration:**

$$\int x^n\,dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$$

$$\int \frac{1}{x}\,dx = \log x + C$$

$$\int \sin x\,dx = -\cos x + C$$

$$\int \cos x\,dx = \sin x + C$$

Mechanics is the branch of physics in which we study motion or rest of material bodies under the action of forces.

- It is divided into two branches.
  1. Statics is the branch of mechanics, which deals with the study of objects at rest.
  2. Dynamics is the branch of mechanics, which deals with the study of objects in motion.
- Dynamics is further divided into two parts.
  (a) Kinematics. This deals with the study of motion of the objects without considering the cause of motion.
  (b) Dynamics. This deals with the study of motion of the objects taking into consideration the causes of motion.
- Frame of reference: The coordinate system along with a clock. Inertial frame of reference: acceleration of frame of reference is zero.
- Non-inertial frame of reference: acceleration is not equal to zero.
- Rest: A body is said to be at rest if it does not change its position with respect to its surroundings with time.
- Motion: A body is said to be in motion if it changes its position with respect to its surroundings with time.
- Rest and motion are relative terms. A body can be at rest with respect to one object, but in motion with respect to another.

  e.g. The driver in a moving bus is in motion with respect to a person outside the bus; but with respect to a person inside-the bus he is at rest.

  Point Object: If the distance moved by an object is much larger compared to its size, it is called a point object or a particle.

  Example, earth can be considered as a point object for studying its motion around the sun.

  A train can be taken as a point object as its size is very small 1 km as compared to distance-travelled 3000km.
- 1D motion: If a body moves along a straight-line path its motion is called one-dimensional motion.

  i.e., only one of the three coordinates (say x) changes with time. e.g. Motion of a car along a straight road. Motion of a train along a straight track.
- 2D Motion: If a body moves along a plane its motion is called two-dimensional motion.

  i.e., only two of the three coordinates (say x and y) change with time.

  e.g. A car moving along a zigzag path on

a road. Motion of a planet around the sun in its orbit.

- 3D Motion: If a body moves in space, its motion is called three-dimensional motion. i.e., all the three coordinates (x, y and z) change with time.

e.g. A flying kite on a windy day. Motion of an aero plane.

| Distance | Displacement |
|---|---|
| 1. Total length path covered by the Particle | 1. Shortest straight line distance between final and initial position |
| 2. Scalar Quantitiy. | 2. Vector quantity. |
| 3. Can be positive or Zero. It cannot be negative | 3. Can be positive negative or zero. |
| 4. Distance $\geq$ \|Displacement\| | 4. \|Displacement\| $\leq$ Distance |
| 5. unit: m | 5. unit: m |

| Speed | Velocity |
|---|---|
| 1. It is a distance travelled in unit time interval. | 1. It is displacement travelled in unit time interval. |
| 2. Speed is scalar quantity. | 2. Velocity is vector quantity. |
| 3. Speed can be Positive or 0. It cannot be negative. | 3. Velocity can be positive negative or zero. |
| 4. If speed is constant then it is not necessary that the velocity will be constant. | 4. If velocity is constant then speed must be constant. |
| 5. Speed = Distance/ time | 5. Velocity = displacement/time |
| 6. unit: m/s | 6. unit: m/s |

⇨ Average Speed = Total distance/total time taken

Average velocity, $\vec{v} = \frac{Displacement}{Time\ taken}$

Instantaneous Velocity:

Instantaneous velocity, $\vec{v} = \frac{Lim}{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$

⇨ Uniform motion: - if a particle travels equal displacement in equal intervals of time.

⇨ Non-uniform motion: - if a body travels unequal displacement in equal intervals of time.

e.g. the motion of a freely falling body.

⇨ Acceleration: -Acceleration is defined as the time rate of change of velocity.

Acceleration = Change in velocity/ Time taken

The SI unit is $ms^{-2}$.

⇨ Acceleration is a vector quantity.

⇨ If the velocity of a body increases, the acceleration is positive, and if the velocity of a body decreases, the acceleration is negative.

⇨ Decrease in the velocity of a body or slowing down is known as retardation, deceleration or negative acceleration.

⇨ A body is said to be retarded if its velocity is decreasing.

⇨ A body has a non-uniform acceleration if its velocity increases by unequal amounts in equal intervals of time.

⇨ A body has a uniform acceleration if it travels in a straight line and its velocity increases by equal amounts in equal intervals of time.

⇨ The motion of a freely falling body is an example of uniformly accelerated motion.

⇨ Accelerated motion: -If the velocity of a particle increases with time the particle accelerates. If the velocity decreases the particle decelerates or retards.

⇨ If the particle is at rest or moves with a constant velocity its acceleration is zero

⇨ Equations of Uniformly Accelerated Motion : If a body starts with velocity (u) and after time t its velocity changes to (v), if the uniform acceleration is (a) and the distance travelled in time t in (s), then the following relations are obtained, which are called equations of uniformly accelerated motion.

(i) $v = u + at$

(ii) $s = ut + 1/2\ at^2$

(iii) $v^2 = u^2 + 2as$

(iv) Distance travelled in nth second.

$Sn = u + a/2\ (2n - 1)$

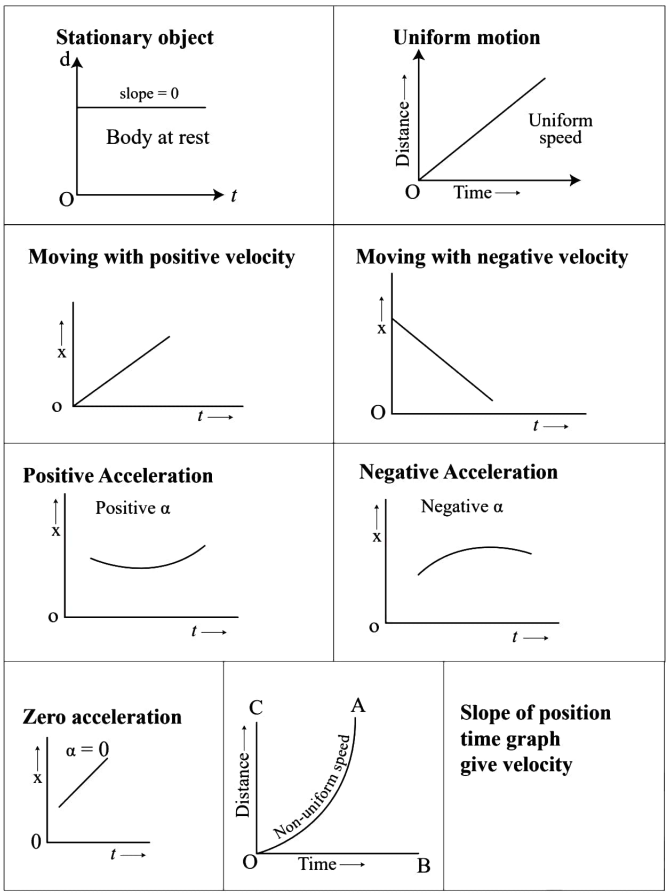
⇨ Motion Under Gravity: If an object is falling freely (u = 0) under gravity, then equations of motion are

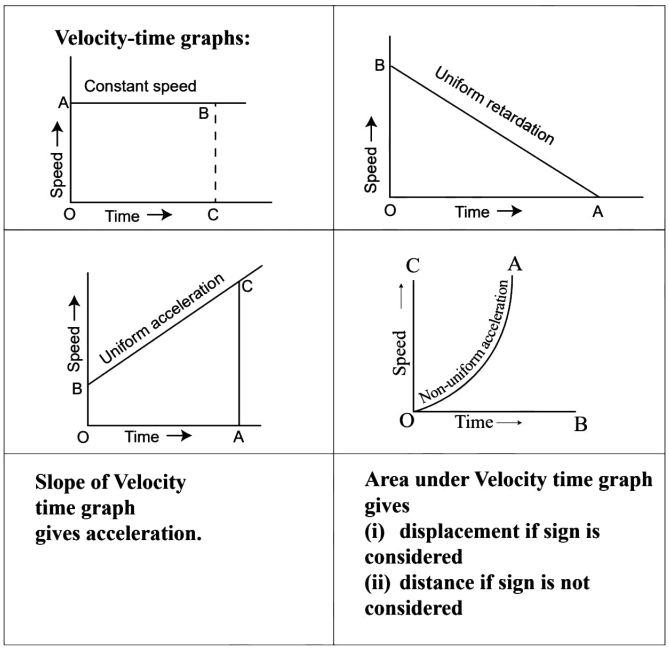
(i) $v = 0 + gt$

(ii) $h = 0 + 1/2\ gt^2$

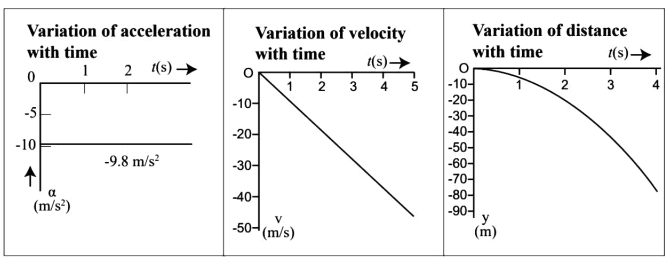
(iii) $v^2 = 0 + 2gh$

⇨ Some Important graphs for different conditions: Displacement -time graphs:




**Free fall: When upward direction is taken as positive**




## समाकलन (Integration) अवकलन (Differentiation) की प्राथमिक अवधारणा:

- समाकलन (Integration) अवकलन (Differentiation) (कलन) कैलकुलस की महत्वपूर्ण शाखाएँ हैं और समाकलन (Integration) अवकलन (Differentiation) एक दूसरे के पूरक हैं।
- किसी फलन के अवकलन को एकीकृत करने पर, हमें परिणाम के रूप में मूल फलन वापस मिलता है। सरल शब्दों में, समाकलन (Integration) अवकलन (Differentiation) की विपरीत प्रक्रिया है।
- अवकलन का उपयोग फलन को भागों में तोड़ने के लिए किया जाता है, और समाकलन का उपयोग मूल फलन बनाने के लिए उन हिस्सों को एकजुट करने के लिए किया जाता है।
- ज्यामितीय रूप से समाकलन (Integration) अवकलन (Differentiation) सूत्र का उपयोग क्रमशः वक्र की ढाल और वक्र के नीचे के क्षेत्र को ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

अवकलन का सूत्र -

$$\frac{d(x^n)}{dx} = nx^{n-1}$$

$$\frac{d(\log x)}{dx} = \frac{1}{x}$$

$$\frac{d(\sin x)}{dx} = \cos x$$

$$\frac{d(\cos x)}{dx} = -\sin x$$

**Some important formulae for integration:**

समाकलन का सूत्र -

$$\int x^n\,dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$$

$$\int \frac{1}{x}\,dx = \log x + C$$

$$\int \sin x\,dx = -\cos x + C$$

$$\int \cos x\,dx = \sin x + C$$

- यांत्रिकी भौतिकी की वह शाखा है जिसमें हम बलों की प्रभाव के तहत भौतिक निकायों की गति या नियत-अवस्था का अध्ययन करते हैं।

यह दो शाखाओं में विभाजित है.

1. स्थैतिक यांत्रिकी की वह शाखा है, जो विराम अवस्था में वस्तुओं के अध्ययन से संबंधित है।
2. गतिकी यांत्रिकी की वह शाखा है, जो गतिमान वस्तुओं के अध्ययन से संबंधित है। गतिशीलता को पुनः दो भागों में विभाजित किया गया है।

(a) **शुद्धगतिकी** - यह गति के कारण पर विचार किए बिना वस्तुओं की गति के अध्ययन से संबंधित है।

(b) **गतिकी** - यह गति के कारणों को ध्यान में रखते

हुए वस्तुओं की गति का अध्ययन करता है।

- **निर्देश-तंत्र:** एक घड़ी के साथ समन्वय प्रणाली।

जड़त्वीय संदर्भ फ्रेम: निर्देश-तंत्र का त्वरण शून्य है।

निर्देश-तंत्र का गैर-जड़त्वीय फ्रेम: त्वरण शून्य के बराबर नहीं होता है।

विराम- अवस्था: किसी पिंड को विराम- अवस्था की स्थिति में कहा जाता है यदि वह समय के साथ अपने परिवेश के सापेक्ष अपनी स्थिति नहीं बदलता है।

गति: कोई पिंड गति में है यदि वह समय के साथ अपने परिवेश के सापेक्ष अपनी स्थिति बदलता है।

विराम और गति सापेक्ष शब्द हैं। एक पिंड एक वस्तु के सापेक्ष विराम- अवस्था की स्थिति में हो सकता है, लेकिन दूसरे के सापेक्ष गति में हो सकता है।

जैसे चलती बस में चालक बस के बाहर किसी व्यक्ति के सापेक्ष गति में है; लेकिन बस के अंदर एक व्यक्ति के सापेक्ष वह विराम- अवस्था की स्थिति में है।

बिंदु वस्तु: यदि किसी वस्तु द्वारा तय की गई दूरी उसके आकार की तुलना में बहुत बड़ी है, तो उसे बिंदु वस्तु या कण कहा जाता है।

उदाहरण के लिए, सूर्य के चारों ओर अपनी गति करते हुए पृथ्वी को एक बिंदु वस्तु माना जा सकता है।

एक ट्रेन को एक बिंदु वस्तु के रूप में लिया जा सकता है क्योंकि इसका आकार 2000 किमी की दूरी की तुलना में 1 किमी बहुत छोटा है।

1D गति: यदि कोई पिंड एक सरल रेखा में गति करता है तो उसकी गति को एक विमीय गति कहा जाता है।

यानी, तीन निर्देशांकों में से केवल एक (मान लीजिए x) समय के साथ बदलता है। जैसे सरल सड़क पर कार की गति. सरल पटरी पर रेलगाड़ी की गति.

2D गति: यदि कोई पिंड किसी समतल पर गति करता है तो उसकी गति को द्वि-विमीय गति कहा जाता है।

यानी, तीन में से केवल दो निर्देशांक (जैसे x और y) समय के साथ बदलते हैं।

जैसे एक कार सड़क पर टेढ़े-मेढ़े रास्ते पर चल रही है। अपनी कक्षा में सूर्य के चारों ओर किसी ग्रह की गति।

3D गति: यदि कोई पिंड अंतरिक्ष में गति करता है तो उसकी गति को त्रि-विमीय गति कहा जाता है। यानी, तीनों निर्देशांक (x, y और z) समय के साथ बदलते हैं।

जैसे तेज़ हवा वाले दिन में उड़ती पतंग। हवाई जहाज़ की गति.

औसत गति=कुल दूरी/कुल लिया गया समय

औसत वेग=कुल विस्थापन/कुल लिया गया समय

$$\vec{v} = \frac{Displacement}{Time\ taken}$$

तात्क्षणिक वेग:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

एकसमान गति:- यदि कोई कण समान समय अंतराल में समान विस्थापन करता है।

असमान गति:- यदि कोई वस्तु समय के समान अंतराल में असमान विस्थापन करती है।

जैसे स्वतंत्र रूप से गिरते हुए पिंड की गति।

त्वरण:-त्वरण को वेग के परिवर्तन की समय दर के रूप में परिभाषित किया गया है।

त्वरण = (v- u)/t

SI इकाई $ms^{-2}$ है।

त्वरण एक सदिश राशि है.

यदि कण विराम अवस्था में है या एक-समान वेग से गति कर रहा है तो इसका त्वरण शून्य होगा |

समान रूप से त्वरित गति के समीकरण: यदि कोई पिंड वेग (u) से शुरू होता है और समय t के बाद इसका वेग (v) में बदल जाता है, यदि एकसमान त्वरण (a) है और समय t में तय की गई दूरी (s) में है, तो निम्नलिखित संबंध प्राप्त होते हैं, जिन्हें समान रूप से त्वरित गति के समीकरण कहा जाता है।

(i) $v = u + at$

(ii) $s = ut + 1/2\ at^2$

(iii) $v^2 = u^2 + 2as$

(iv) $n^{th}$ सेकंड में तय की गई दूरी।

$$s_{n^{th}} = u + \frac{a}{2}(2n - 1)$$

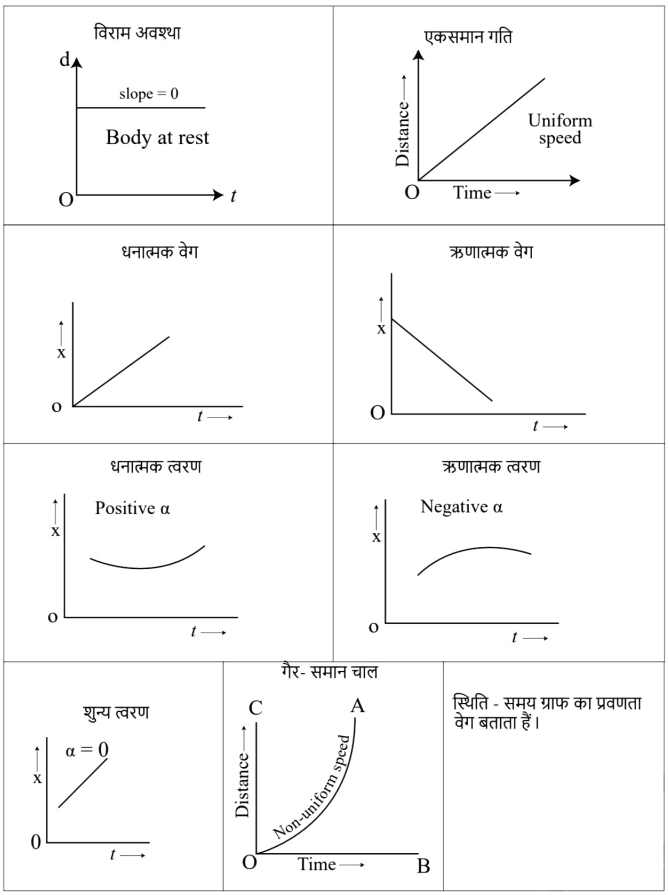
गुरुत्वाकर्षण में गति के समीकरण : यदि कोई वस्तु गुरुत्वाकर्षण में मुक्त पतन में है (u = 0), तो गति के समीकरण हैं

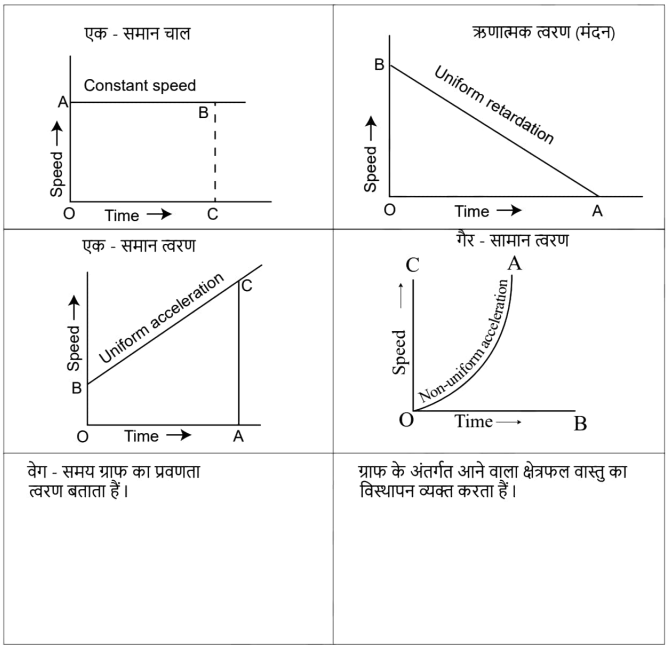
(i) $v = 0 + gt$

(ii) $h = 0 + 1/2\ gt^2$

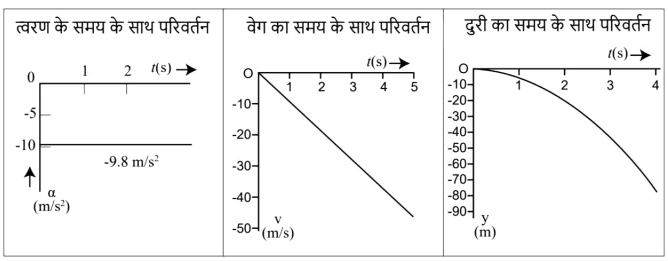
(iii) $v^2 = 0 + 2gh$

विभिन्न स्थितियों के लिए कुछ महत्वपूर्ण ग्राफ: वि-स्थापन-समय ग्राफ:




**Free fall: When upward direction is taken as positive**




## MULTIPLE CHOICE QUESTIONS:
## बहुविकल्पीय प्रश्न:

**1. In physics, a point object is often used to:**

a. Represent a three-dimensional object.
b. Simplify calculations and analysis of motion.
c. Represent an object with a large surface area.
d. Describe a complex system.

**भौतिकी में, एक बिंदु - वस्तु का प्रयोग अक्सर इसके लिए किया जाता है:**

a. एक त्रि-विमीय वस्तु का प्रतिनिधित्व करें।
b. गति की गणना और विश्लेषण को सरल बनाएं।
c. बड़े सतह क्षेत्र वाली किसी वस्तु का प्रतिनिधित्व करें।
d. एक जटिल प्रणाली का वर्णन करें।

**2. What is a key characteristic of a point object in physics?**

a. It has a definite volume.
b. It is always in motion.
c. It has mass but no size.
d. It experiences no forces.

**भौतिकी में किसी बिंदु वस्तु की प्रमुख विशेषता क्या है?**

a. इसका एक निश्चित आयतन होता है।
b. यह हमेशा गति में रहता है।
c. इसका द्रव्यमान है लेकिन आकार नहीं है।
d. इसमें कोई बल अनुभव नहीं होता।

**3. What is the fundamental difference between speed and velocity?**

a. Speed is a scalar quantity, and velocity is a vector quantity.
b. Speed is a vector quantity, and velocity is a scalar quantity.
c. Speed and velocity are the same.
d. Speed and velocity have no units.

**गति और वेग के बीच मूलभूत अंतर क्या है?**

a. गति एक अदिश राशि है और वेग एक सदिश राशि है।
b. गति एक सदिश राशि है, और वेग एक अदिश राशि है।
c. गति और वेग समान हैं।
d. गति और वेग की कोई इकाई नहीं है।

**4. For the motion with uniform velocity, the slope of the velocity-time graph is equal to**

a. 1 m/s
b. Zero