सरल रेखा में गति

गति :- *किसी वस्तु का समय के साथ स्थान परिवर्तन को गति कहते हैं। इसका अर्थ यह है कि यदि कोई वस्तु समय बीतानें के साथ-साथ अपने स्थान में परिवर्तन करता है या उसके स्थान में परिवर्तन होता है। तो उस वस्तु को गतिमान या गति की अवस्था में कहा जाता है।*

एक रैखिय गति :- *किसी वस्तु की एक सरल रेखा के अनुदिश गति को एक रेखिय गति या सरल रेखिय गति को एक रेखिए गति कहते हैं। जैसे की एक साइफल सवार का एक सीधी सड़क पड़ गति*

→ ***गति के अध्ययन करतें समय वस्तु जो गति की अवस्था में है के आकार को एक सुक्ष्मबिन्दु मान लिया जाता है ताकि गति के अध्ययन और गणना मे आसानी हों।***

स्थिति, पथ लम्बाई एवं विस्थापन :- *किसी भी वस्तु की गति का अध्ययन करने के लिए चार प्रकार के कारकों का होना आवश्यक है। यह है* ***वस्तु की स्थिति, पथ की लम्बाई, वस्तु का विस्थापन और समय*** *इन चार करको के अलावा* ***एक संदर्भ बिन्दु*** *की भी आवश्यकता होती है जिसकी सापेक्ष वस्तु की गति का अध्ययन किया जाता है।*

वस्तु की स्थिति :- *गतिमान वस्तु की स्थिति का आकलन करने के लिए एक सन्दर्भ बिन्दु और अक्षों के एक सेट आवश्यकता होती है। तदनुसार, गतिमान वस्तु की स्थिति का आकलन करने और उसकी स्थिति का निर्धारण करनें के लिए एक समकोणिय निर्देशांक का चुनाव*

BoardStudy

किया जाता है। इसमें परस्पर लम्बवत तीन अक्ष होते है। जिन्हे x-अक्ष, y-अक्ष और z-अक्ष कहा जाता है।

→ ये तीन अक्ष जो परस्पर लम्बवत होते है की प्रतिच्छेद बिन्दु को मूल बिन्दु (ओरिजिन) कहा जाता है और इसे प्रायः "0" से संसुचित किया जाता है। इस मूल बिन्दु (0) को सन्दर्भ बिन्दु कहा जाता है।

निर्देश तंत्र :- परस्पर लम्बवत इन अक्षो से बनें हुए निर्देशांक निकाय के साथ समय को मापने के लिए एक घड़ी रखा जाता है। घड़ी के साथ इन निर्देशांक निकाय को निर्देश तंत्र (फ्रेम ऑफ रेफरेंश) कहा जाता है।

एक वीमा (डाइमेंशन) में गति के निरूपण के लिए केवल एक अक्ष की आवश्यकता होती है। जैसे सरल रेखीय गति के आकलन मे केवल एक ही अक्ष की आवश्यकता होती है। प्रायः सरल रेखिय गति के लिए x-अक्ष को निदेश में लिया जाता है।

गति तथा विराम अवस्था :- जब कोई वस्तु समय के साथ किसी एक या अधिक अक्ष के अनुदिश स्थान परिवर्तित करता है। तो उस वस्तु को गति की अवस्था में कहा जाता है। अधिक अक्ष के साथ परिवर्तित नही करता है। उस वस्तु को विराम अवस्था में कहा जाता है।

पथ लम्बाई -दूरी :- किसी वस्तु द्वारा गति के क्रम में तय की गयी कुल पथ की लम्बाई को पथ की लम्बाई या दूरी कहा जाता है।

BoardStudy

विस्थापन :- किसी वस्तु की स्थिति में परिवर्तन को विस्थापन कहा जाता है।

मान लिया की t_1 समय में वस्तु की स्थिति x_1 है और t_1 समय में वस्तु की स्थिति x_2 हो जाती है।
अतः समय मे परिवर्तन $\Delta t = t_2 - t_1$

- **परिवर्तन को ग्रीक के अक्ष Δ से निरूपित किया जाता है।**

अतः वस्तु का विस्थापन उसके प्रारम्भिक और अंतिम स्थितियों में अन्तर $= x_1 - x_1$ द्वारा व्यक्त किया जाता है।
चूँकि स्थिति में परिवर्तन को Δx द्वारा व्यक्त किया जाता है।
अतः $\Delta x = x_2 - x_1$
अतः समय मे परिवर्तन (Δt) में विस्थापन
$(\Delta x) = x_2 - x_1$

दिश और अदिश राशि :-

- वैसी राशियाँ जिनमें परिमाण और दिशा दोनों होती, दिश राशियाँ कहलाती है।
- राशियाँ जिनमें केवल परिमाण होती है तथा दिशा नही अदिश राशियाँ कहलाती है।
- विस्थापन एक दिश राशि है। जबकि पथ लम्बाई मे केवल परिमाण होता है। अतः पथः लम्बाई अदिश राशि है।

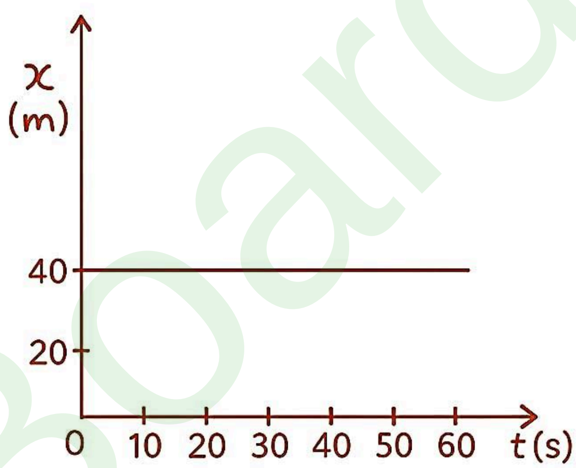
BoardStudy

धनात्मक और ऋणात्मक विस्थापन :-

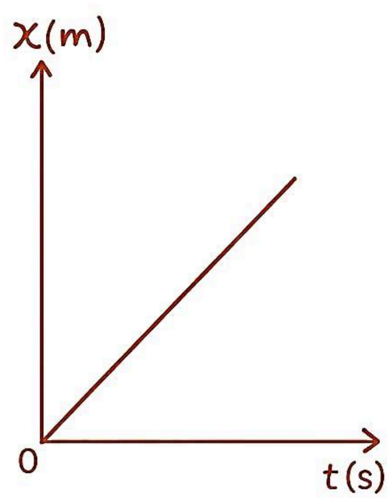
- यदि x_1 छोटी है और x_2 बड़ा हो तो विस्थापन धनात्मक होगा।
- वही यदि x_1 का परिमाण बड़ा है और x_2 का परिणाम छोटी तो विस्थापन ऋणात्मक होता है।

स्थिति-समय ग्राफ :- एक गति अवस्था वाले वस्तु की गति को स्थिति-समय ग्राफ सें दर्शाया जा सकता है। ऐसा स्थिति-समय ग्राफ किसी वस्तु की गति के विभिन्न पहलुओं का आकलन के लिए काफी प्रभावशाली साधन है।

सरल रेखा में किसी की गति केवल x- अक्ष पर समय के साथ बदलता है। ऐसे ग्राफ को x-t ग्राफ भी कहा जाता है।

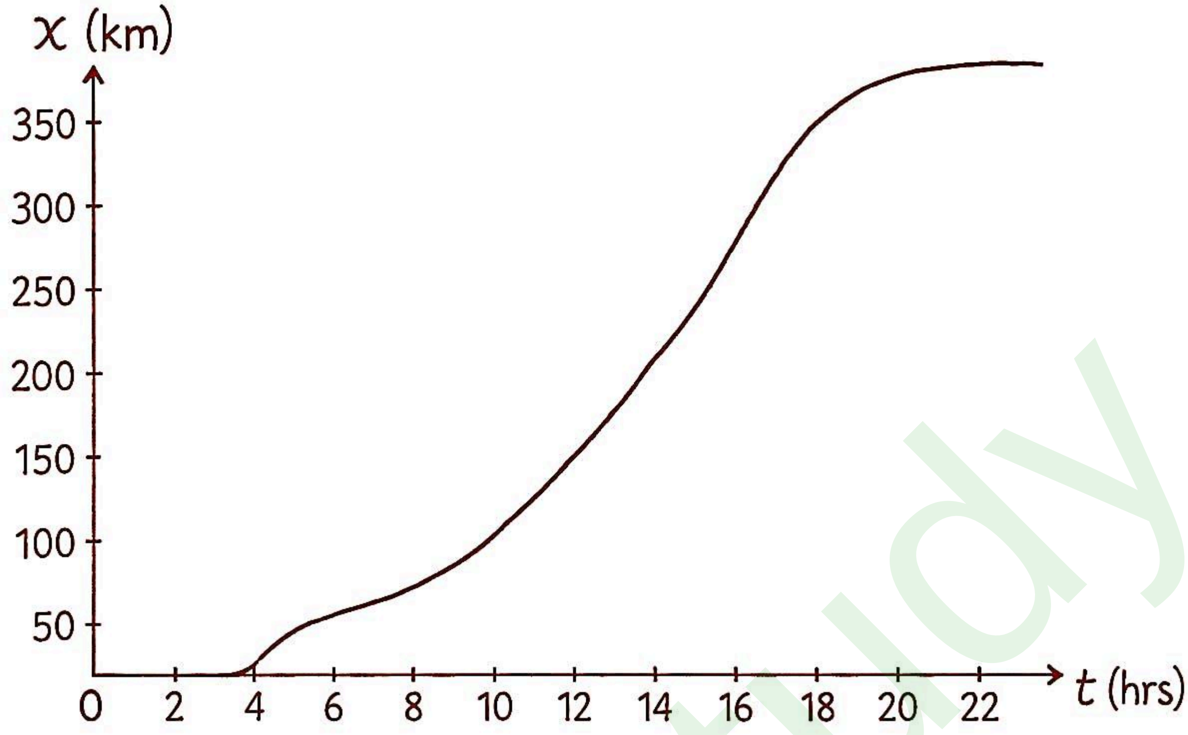


(a)



(b)

BoardStudy



एक कार का स्थिति-समय ग्राफ(x-t ग्राफ)

एक समय गति :- *यदि कोई वस्तु समान समय अंतराल मे समान गति दूरी तय करती है। तो उस वस्तु की गति एक समान गति कहलाती है।*

चाल :- *किसी वस्तु द्वारा इकाई समय मे तय की गयी दूरी उसकी चाल कहलाती है।*

अतः चाल (V) = तय की गयी दूरी (S) / समय (t)

अतः किसी वस्तु द्वारा तय की गयी दूरी को उस दूरी को तय करने में लिए गयें समय से भाग दिया जाता है। तो भागफल उस वस्तु की चाल होती है। चाल को गति भी कहा जाता है।

चाल (गति) का SI मात्रक :- *दूरी का मात्रक "मीटर" तथा समय का*

BoardStudy

मात्रक 'सेकेण्ड' होता है। हम जानते है।

कि चाल (V) = $\frac{\text{दूरी } (S)}{\text{समय } (t)}$

अतः चाल (V) = $\frac{M}{S}$

अतः चाल या गति का SI मात्रक मीटर प्रति सेकेण्ड या M/s or MS^{-1} है।

→ चाल या गति के केवल परिमाण होता है। तथा दिशा नही। अतः चाल या गति एक अदिश राशि है।

औसत चाल या गति :- औसत गति या चाल की परिभाषा किसी वस्तु द्वारा कुल तय की गयी दुरी को कुल लिये गये समय से भाग देने पर प्राप्त भागफल को वस्तु की औशत चाल या गति कहते है।

अतः औसत चाल' या गति

= पथ की कुल लम्बाई / कुल समय अंतराल

औसत चाल या गति की SI मात्रक :- औसत गति या गति का SI मात्रक गति के बराबर होती है या औसत गति या चाल का SI मात्रक मीटर प्रति सेकेण्ड या M/S या MS^{-1} है।

हालाकि दिन प्रतिदिन के उपयोग में अधिक दूरी का उपयोग किये जाने के कारण गति या औसत गति का मात्रक किलोमिटर प्रति घंटा या km/h or kmh^{-1} लिखा जाता है।

वेग तथा औसत वेग :- निर्देश तंत्र के अनुदिश किसी वस्तु के स्थिति में परिवर्तन की दर वेग कहलाती है। अर्थात किसी वस्तु द्वारा किसी खास दिशा में इकाई समय में तय की गयी दूरी वेग कहलाती है।

BoardStudy

अतः वेग (v) = पथ की लम्बाई (S) / समय अंतराल (t)

⇒ V = S/t

→ किसी वस्तु का वेग वस्तु की चाल के बराबर होती है। लेकिन चाल या गति और वेग में अन्तर यह है कि चाल या गति मे केवल परिमाण होता है। जबकि वेग में परिमाण और दिशा दोनों होता है।

→ चूँकि वेग में परिमाण और दिशा दोनो होता है। अतः वेग एक सदिश राशि है। जबकि चाल या गति में केवल परिमाण होने के कारण यह एक अदिश राशि है

वेग का SI मात्रक :- वेग का एस आई मात्रक **मीटर प्रति सेकेण्ड** या M/S या MS^{-1} है। यह मात्रक चाल के मात्रक कें समान ही होता है।

औसत वेग :- किसी वस्तु वेग का किसी दिशा में उसका स्थिति परिवर्तन की दर को औसत वेग कहा जाता है। दूसरे शब्दो में किसी वस्तु का विस्थापन या उसकी स्थिति में परिवर्तन (△x) को समय अंतराल में भाग देने पर हमें वस्तु की औसत गति प्राप्त होती है।

अतः औसत वेग

$$\text{औसत वेग} = \overline{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

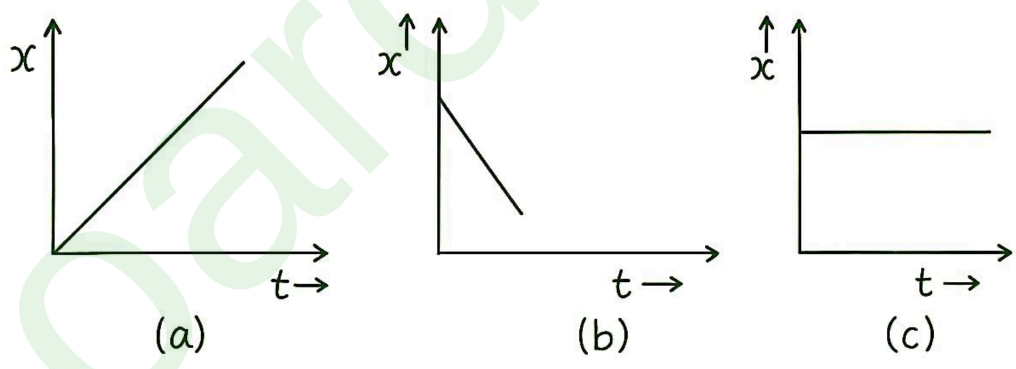
$$\overline{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

जहाँ वेग के चिन्ह (v) के उपर एक क्षैतिज रेखा का उपयोग किया जाता है। जो वस्तु के औसत वेग को दर्शाता है।

औसत वेग SI आई मात्रक :- औसत वेग का SI मात्रक मीटर प्रति सेकेण्ड या M/S या MS^{-1} है। विस्थापन और वेग की तरह ही औसत वेग में दिशा और परिमाण दोनों होने के कारण यह एक सदिश राशि है।

धनात्मक वेग, ऋणात्मक वेग और शून्य औसत वेग :- औसत वेग धनात्मक, ऋणात्मक या शून्य कुछ भी हो सकता है जो कि वस्तु के विस्थापन के चिन्ह पर निर्भर करता है।

यदि वस्तु का विस्थापन धनात्मक है, तो वस्तु का औसत वेग धनात्मक होगा। और यदि वस्तु का विस्थापन ऋणात्मक होगा तो वस्तु का औसत वेग ऋणात्मक उसी तरह यदि वस्तु का विस्थापन शून्य है तो वस्तु का औसत वेग शून्य होगा।



BoardStudy

त्वरण :- किसी वस्तु के वेग मे परिवर्तन की दर को त्वरण कहते हैं। त्वरण का SI मात्रक (M/S/S) MS^{-2} है।

औसत त्वरण :- गर्तमान वस्तु के वेग में समान के साथ परिवर्तन की दर औसत त्वरण $\bar{a}$ कहलाती है।

$$\bar{a} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

जहाँ V_2 और V_1 वस्तु का क्रमशः समय t_2 और t_1 मे तात्क्षणिक वेग या केवल वेग है। वास्तव में यह ईकाइ समय मे परिवर्तन की दर है।

तात्क्षणिक त्वरण :- तात्क्षणिक त्वरण को तात्क्षणीक वेग के समान ही परिभाषित किया जा सकता है।

अर्थात, तात्क्षणिक त्वरण $a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$

V-t ग्राफ मे किसी क्षण वस्तु का त्वरण उस क्षण वक्र पर खिची गयी स्पर्श रेखा की प्रवणता के बराबर होता है।

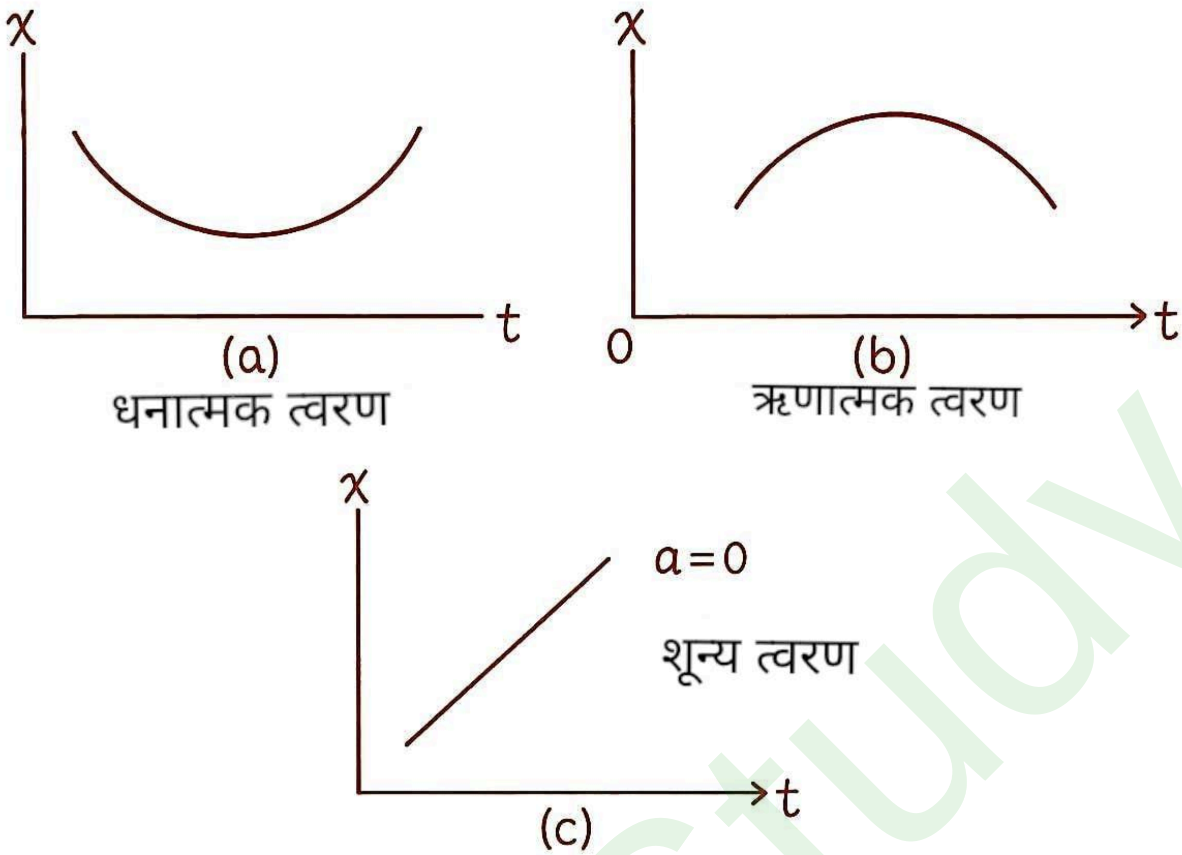
जब त्वरण एक समान रहता है, तो स्पष्टतः तो इस स्थिति में औसत त्वरण $\bar{a}$ का मान गति की अवधी में स्थिर त्वरण के मान के बराबर होता है।

चूंकि वेग में परिमाण और दिशा दोनो होता है, अतः वेग में परिवर्तन की दर अर्थात त्वरण मे भी परिमाण और दिशा दोनों होगा। स्पष्टतः त्वरण (a) एक सदिश राशि होगी अर्थात त्वरण में परिमाण और दिशा दोनों होगा।

धनात्मक त्वरण, ऋणात्मक त्वरण और शन्य त्वरण

वेग की तरह ही त्वरण धनात्मक, ऋणात्मक और शून्य होता है।

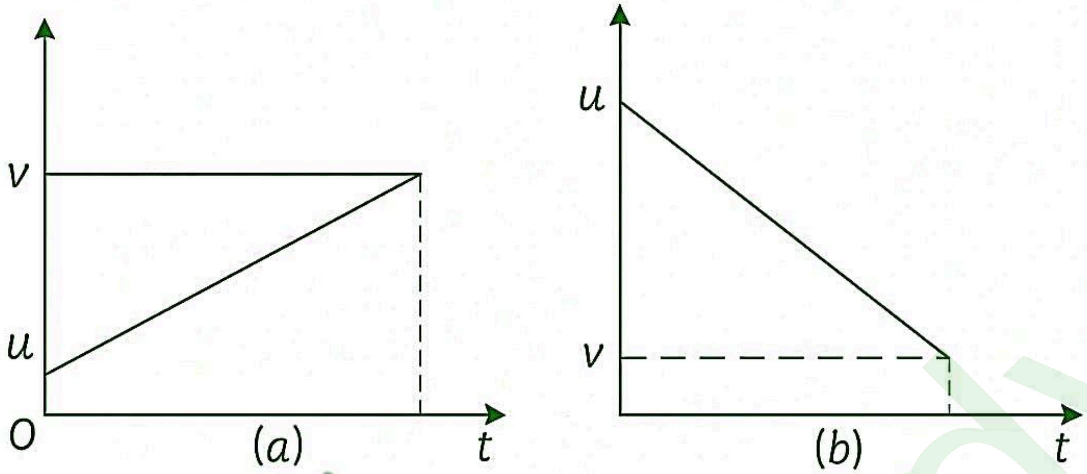
BoardStudy



स्थिति-समय ग्राफः कुछ सामान्य स्थितियों में

(a) जब वस्तु के गति की दिशा और त्वरण दोनों धनात्मक होने की स्थिति में।
(b) वस्तु के गति की दिशा धनात्मक और त्वरण ऋणात्मक है।

BoardStudy



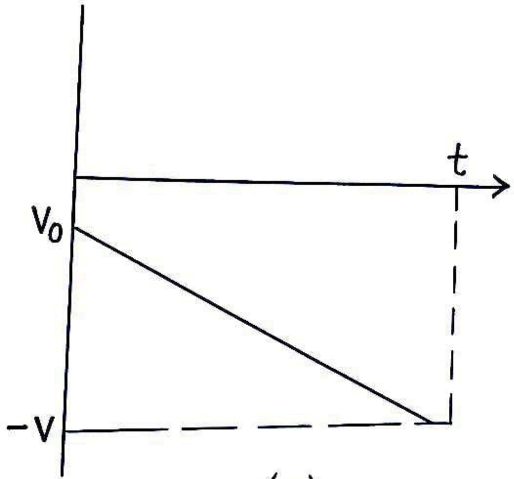
धनात्मक त्वरण के साथ
धनात्मक दिशा में गति

ऋणात्मक त्वरण के साथ
धनात्मक दिशा में गति

वेग- समय ग्राफ

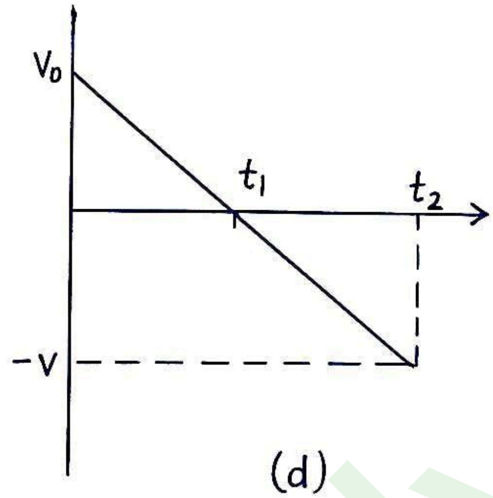
(c) स्थिति-समय ग्राफ जब वस्तु के गति की दिशा और त्वरण दोनों ऋणात्मक हैं।

BoardStudy



(c)

ऋणात्मक दिशा में
गति तथा त्वरण



(d)

जो समय t1 पर दिशा
बदलती है।

(d) ऋणात्मक त्वरण के साथ वस्तु की गति जो समय t_1 पर दिशा बदलती है। 0 से t_1 समयावधि मे यह धनात्मक x की दिशा मे गति करती है जबकि t_1 एवं t_2 के मध्य वह विपरित दिशा मे गतिमान है।

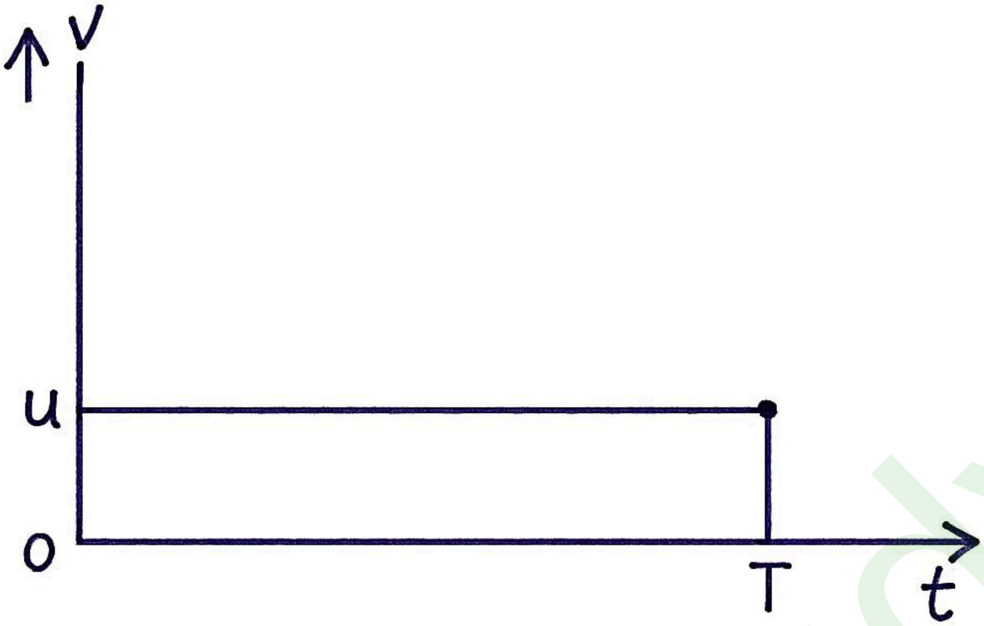
वेग-समय ग्राफ से गतिमान वस्तु के विस्थापन की गणना →

वेग-समय ग्राफ के अंतर्गत आने वाला क्षेत्रफल वस्तु के विस्थापन को व्यक्त करता है।

मान लिया कि एक वस्तु एकमान गति u सें चल रही है जिसका गति-समय ग्राफ चित्र में दिया गया है।

पुनः मान लिया कि यह वस्तु समय t=0 से समय t=T तक चलती है। इस गतिमान वस्तु का गति-समय ग्राफ निम्नांकित है।

BoardStudy



अतः इस गतिमान वस्तु द्वारा दिये गये समय मे तय की गयी दूरी = ग्राफ मे बने हुए आयत जिसकी ऊँचाई u और आधार T है का क्षेत्रफल

= लम्बाई × ऊँचाई

$= u \times T = uT$

अतः ग्राफ द्वारा बने हुए आयत का क्षेत्रफल = uT

अर्थात ग्राफ द्वारा बने हुए आयत का क्षेत्रफल = वस्तु द्वारा दिये गये समय मे तय की गयी दूरी = uT

यह क्षेत्रफल uT दिये गये गतिमान वस्तु के समान्तराल 0 से T समय मे तय की गयी दूरी के बराबर है।

अतः गति - समय ग्राफ द्वारा गतिमान वस्तु के विस्थापन की गणना की जा सकती है।

इसका अभिप्राय यह है कि वेग तथा त्वरण किसी क्षण सहसा नही बदल सकते बल्कि परिवर्तन हमेशा सतत होता है।

एकसमान त्वरण से गतिमान वस्तु का शुद्धगतिकि सम्बधि समीकरण :- मान लिया कि एक सूक्ष्म आकार की वस्तु एकसमान त्वरण a सें गति कर रहा है।
पुनः मान लिया कि इस वस्तु का समय 0 में प्रारंभिक वेग u है तथा समय t मे अंतिम वेग = v हैं।
अतः त्वरण

$$a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow dv = a\,dt$$

समीकरण कें दोनों ओर सामाकलित करने पर हम पाते है किं

$$\int_u^v dv = \int_0^t a\,dt$$

चूँकि यहाँ पर जब समय 0 से t होता है तब वेग u सें v हो जाता हैं।

$$[u]_u^v = a\,[t]_o^t$$

V = u + at --------- (I)

अब ऊपर के समीकरण को निम्नांकित तरिका से लिखा जा सकता है।

$$\frac{dx}{dt} = u + at$$

$$\Rightarrow dx = (u + at)dt$$

पुनः दोनों ओर समाकलित करने पर

BoardStudy

$$\int_0^x dx = \int_0^t (u + at)\, dt$$

$$\Rightarrow x = ut + \frac{1}{2}at^2 \text{ --------- } (ii)$$

(t=0 पर वस्तु x=0 है लेकिन जब समय 0 से t होता है तब वस्तु की स्थिति 0 से बदल कर x हो जाती है।)

अब समीकरण (i) से

$V = u + at$

दोनों ओर वर्ग करने पर हम पाते है कि

$V^2 = (u + at)^2$

$\Rightarrow V^2 = u^2 + 2uat + a^2 t^2$

$\Rightarrow v^2 = u^2 + 2a(ut + \frac{1}{2}at^2)$

($x = ut + 1/2\ at^2$ का मान समीकरण (ii) से रखने पर हम पाते हैं।)

$V^2 = u^2 + 2ax$ .....(iii)

इस प्रकार हमे किसी वस्तु फें सरल रेखा के अनुदिश एकसमान त्वरण के साथ गति की स्थिति मे हमें तीन समीकरण प्राप्त प्राप्त होते हैं।

$u = u + at$

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

$v^2 = u^2 + 2ax$

इन समीकरणों में प्रारंभिक वेग (u) अंकिक वेग (v) और त्वरण (a)

का धनात्मक या ऋणात्मक होना वस्तु की दिशा के धनात्मक होना वस्तु की गति की दिशा के धनात्मक या ऋणात्मक होने पर निर्भर होता है।

सापेक्ष वेग या सापेक्ष गति या आपेक्षित गति :- किसी गतिमान वस्तु का वेग दूसरे गतिमान वस्तु के सापेक्ष वेग या सापेक्ष गति या आपेक्षिक गति कहा जाता है।

मान लिया कि दो वस्तु A और B क्रमश औसत वेग V_A और V_B से एक ही विमीय क्षेत्र में यथा x- अक्ष के अनूदिश एक ही दिशा में चल रही है तथा यदि वस्तु A की स्थिति X_A (0) और वस्तु B की स्थिति $X_B(0)$ समय t=0 पर है, पर है, तो उन दोनों की स्थितियाँ किसी क्षण समय t में निम्नांकित होगी।

$X_A (t) = X_A (0) + V_A t$

$X_B (t) = X_B (0) + V_B t$

अब वस्तु A और वस्तु B के बीच विस्थापन

$X_{BA} (t)= X_B (t) - X_A (t)$

$\Rightarrow [X_B (0) - X_A (0)] + (V_B - V_A)t$

उपरोक्त इन समीकरणो कोण देखने से पता चलता है कि जब वस्तु A से देखने है तो वस्तु B का वेग $V_B - V_A$ की दर सें अनवरत बदलता है।

अतः हम यह कहते है कि वस्तु B का वेग वस्तु A कें सापेक्ष $V_B - V_A$ है।

अर्थात ,

BoardStudy

$V_{BA} = V_B - V_A$

उसी प्रकार वस्तु A को वेग वस्तु B के सापेक्ष $V_{AB} = V_A - V_B$

इससे यह निषर्कस निकलता है कि $V_{BA} = - V_{AB}$

आपेक्ष वेग के तीन केस (तीन स्थितियों में आपेक्ष वेग)

मान लिया कि कोई दो वस्तुएँ A और B सरल रेखा के अनुदिश एक ही दिशा मे चल रही है तथा उनके वेग क्रमश: V_A और V_B है।

Case I: जब दो वस्तुओं का वेग समान हों

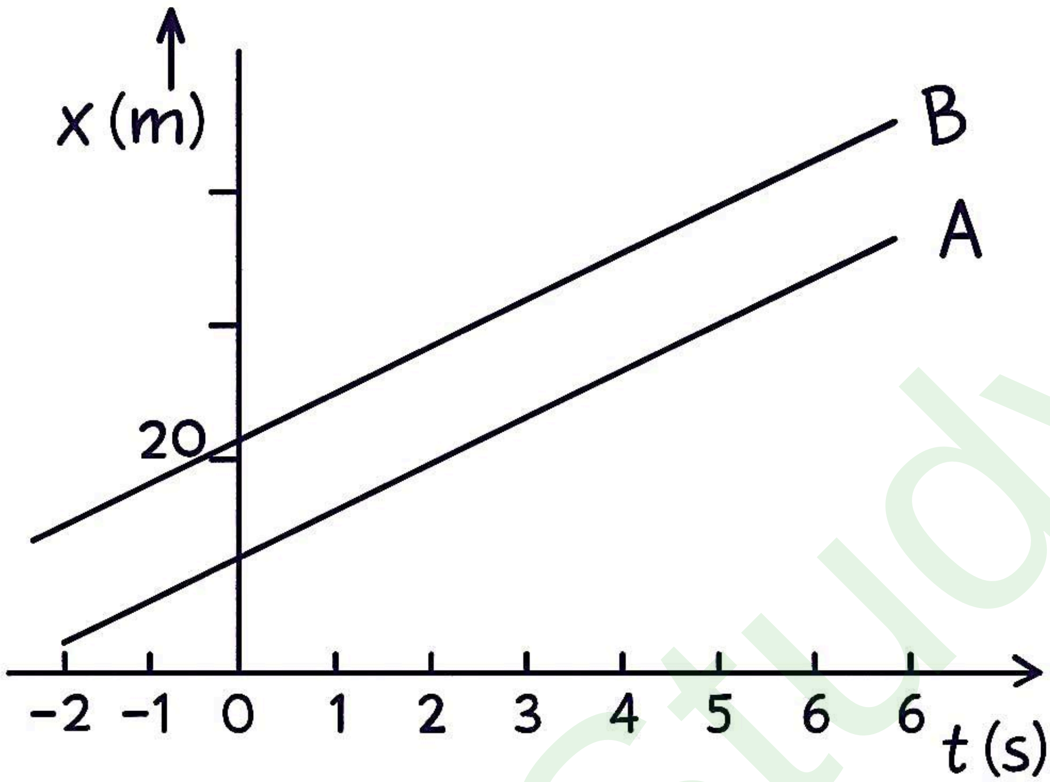
अब यदि वस्तु A का वेग $V_A = V_B$ (वस्तु B का वेग)

तो समय t में (X_{BA})

$= X_B(t) - X_A(t) = X_B(0) - X_A(0)$

इसका अर्थ यह है कि दोनों वस्तुएँ एक दुसरे से हमेशा स्थिर दूरी $(X_B - X_A (0)$ पर है।

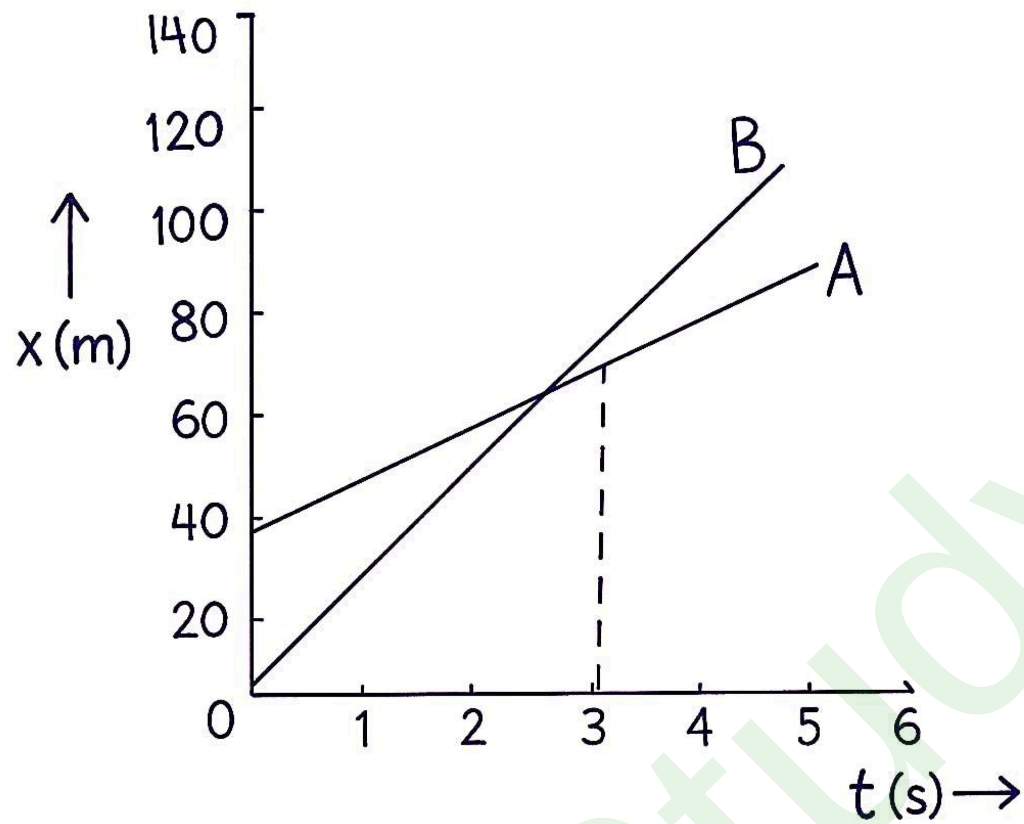
BoardStudy



इस स्थिति मे दोनों वस्तुओं का वेग या गति समान हैं। इन दोनों समान गति से चल रहे वस्तुओं का स्थिति-समय ग्राफ की रेखाएँ समान्तर हैं। और **इनका आपेक्षिक वेग V_{BA} या V_{AB} शून्य के बराबर हैं।**

Case 2 : जब वस्तु B की गति वस्तु A की गति से अधिक हैं।

इस स्थिति में वस्तु B की गति वस्तु A की गति से अधिक हैं।
अर्थात, $V_B > V_A$
इसका अर्थ हैं कि V_B-V_A का मान ऋणात्मक हैं।

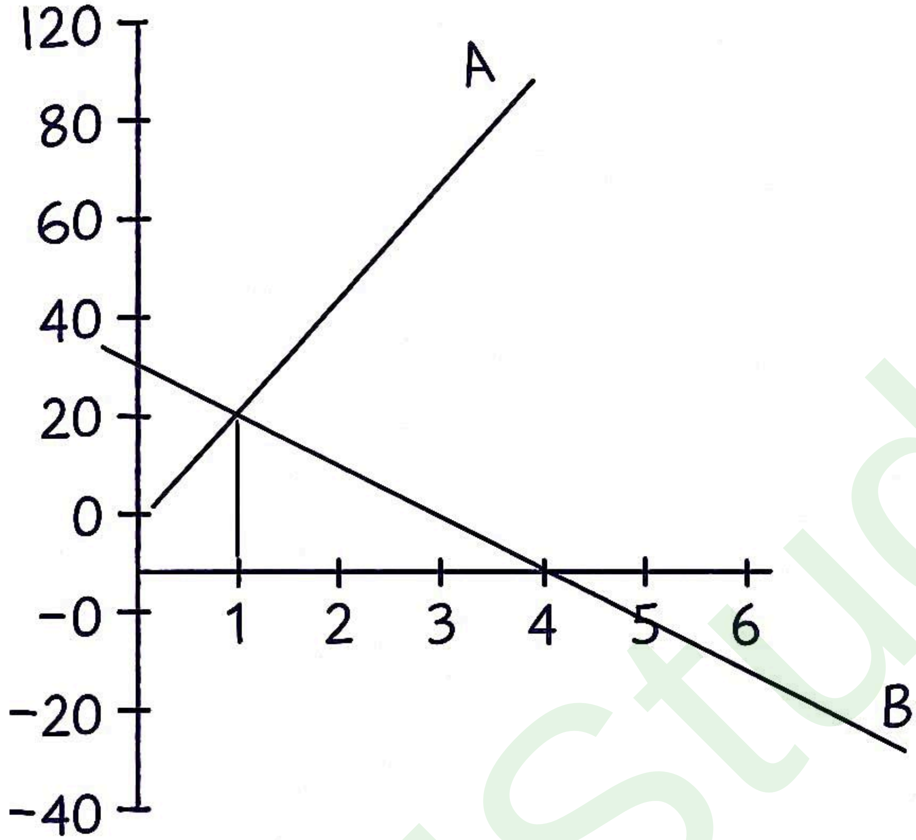


इस स्थिति में एक वस्तु का स्थिति-समय ग्राफ दूसरें वस्तु के ग्राफ के ढाल की अपेक्षा अधिक है।

Case 3 : जब दोनों वस्तुएँ एक दूसरे के विपरित दिशा में गतिमान हो अर्थात दोनों वस्तुओं के वेगों के चिन्ह विपरित हैं।

→ यदि दोनों वस्तुओं के वेग विपरित चिन्हों के हैं। इसका अर्थ यह है कि दोनों वस्तुओं एक- दूसरे के विपरित दिशाओं में चल रहे हैं। अर्थात एक के वेग का चिन्ह धनात्मक है। तो दुसरी वस्तु के वेग का चिन्ह ऋणात्मक ।

अर्थात वस्तु B का वेग = $-V_B$
तथा वस्तु A का वेग = V_A



इस केस में दोनों वस्तुओं के वेग के चिन्ह विपरित हैं। इस स्थिति में दोनो वस्तुओं के स्थिति समय का ग्राफ एक उभयनिष्ठ बिन्दु पर एक दूसरे को काटते हैं।

BoardStudy