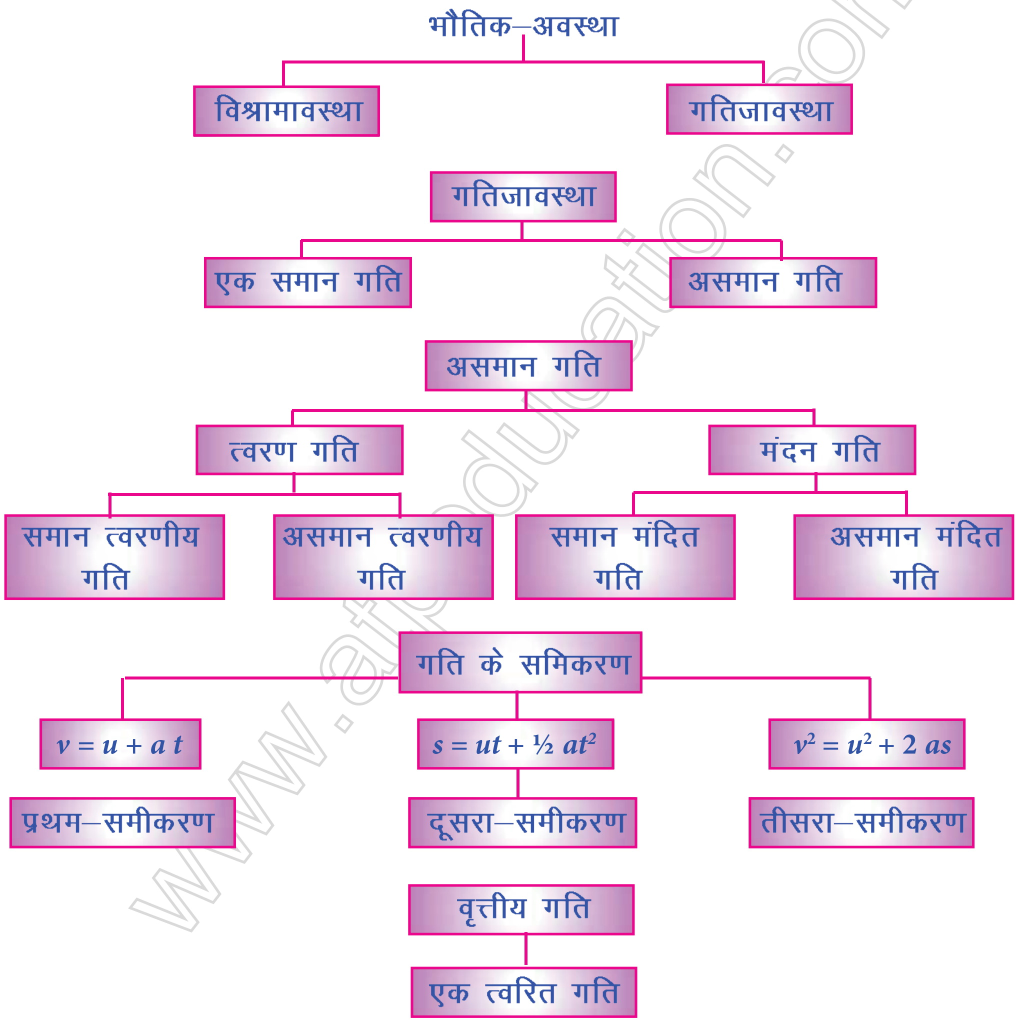
गति

अध्याय 5



www.atpeducation.com

विश्रामावस्था–कोई वस्तु विश्रामावस्था में तब कहलाएगी जब उसकी स्थिति में किसी एक बिन्दु के सापेक्ष कोई बदलाव न हो रहा हो।

गतिजावस्था–यदि किसी वस्तु की स्थिति में लगातार बदलाव हो (किसी एक बिन्दु के सापेक्ष), तब यह वस्तु गतिजावस्था में कहलाई जाएगी।

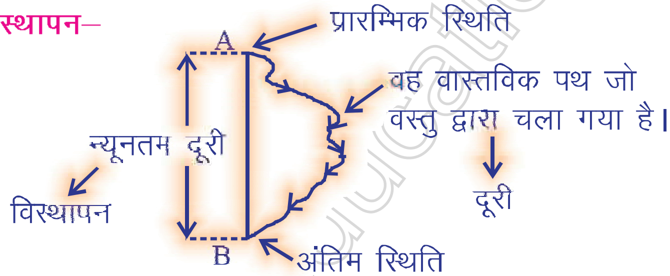
गतिजावस्था के प्रारूप–विभिन्न तरह के पथ पर विभिन्न तरह की गतिजावस्थाएँ होती हैं। विभिन्न गतिजावस्थाओं के प्रारूप निम्नलिखित हो सकते हैं–

(i) घूर्णन गति – गोलाकार पथ।
(ii) रेखीय गति – रेखीय पथ।
(iii) कंपन गति – दोलन पथ।

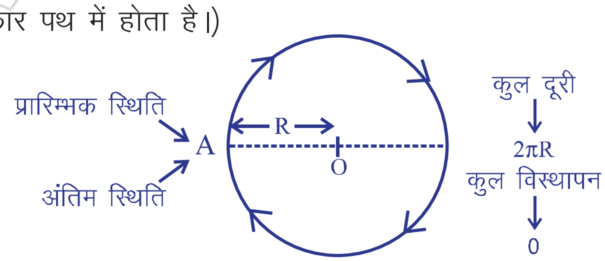
अदिश राशि–यदि किसी भौतिक इकाई का केवल मोल हो और दिशा न हो तब वह भौतिक इकाई अदिश राशि में गिनी जायेगी। उदाहरण–चाल, दूरी।

सदिश राशि–इन भौतिक इकाईयों का मोल एवम् दिशा दोनों ही होती हैं। उदाहरण–वेग, विस्थापन।

दूरी तथा विस्थापन–



- वास्तविक पथ (जो कि कोई वस्तु अपनी प्रारम्भिक स्थिति से अंतिम स्थिति के बीच चलती है) का माप उसकी दूरी कहलाती है।
- दूरी एक अदिश राशि है जिसका केवल मापन होता है, दिशा नहीं होती है। उदाहरण–रमेश 65 किमी. की दूरी चलता है।
- विस्थापन–किसी वस्तु की प्रारम्भिक एवं अतिंम स्थिति के बीच न्यूनतम दूरी का मापन होता है।
- विस्थापन एक सदिश राशि है जिसका मापन और दिशा दोनों होती हैं। उदाहरण–रमेश घंटाघर से 65 किमी. दक्षिण–पश्चिम दिशा में जाता है।
- विस्थापन का मोल शून्य हो सकता है (यदि किसी वस्तु का प्रारम्भिक और अंतिम स्थिति एक हो, जैसा कि गोलाकार पथ में होता है।)

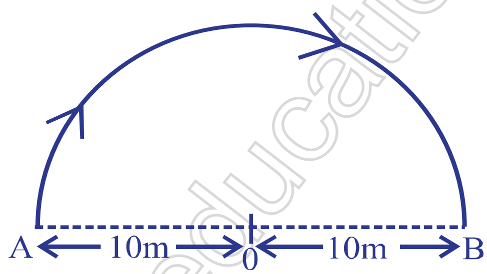


www.atpeducation.com

दूरी	विस्थापन
(i) वास्तविक पथ (जो कोई वस्तु अपनी प्रारम्भिक स्थिति से अंतिम स्थिति के बीच चलती है) का माप उसकी दूरी कहलाती है।	(i) विस्थापन की स्थिति की प्रारम्भिक एवं अंतिम स्थिति के बीच दूरी न्यूनतम दूरी का मापन होता है।
(ii) यह एक अदिश राशि है।	(ii) यह एक सदिश राशि है।
(iii) यह हमेशा धनात्मक होती है और कभी भी '0' या ऋणात्मक नहीं हो सकती।	(iii) यह इकाई धनात्मक, ऋणात्मक एवं शून्य भी हो सकती है।
(iv) दूरी किसी रेखीय पथ में विस्थापन के बराबर हो सकती है या इसका मापन विस्थापन के मापन से अधिक होता है।	(iv) इस इकाई का मापन या तो दूरी के मापन के बराबर होगा या फिर कम होगा।

प्रश्न–यदि कोई वस्तु अर्द्धगोलाकार पथ पर चल रही है जिसकी त्रिज्या '10m' है, और यदि प्रारम्भिक और अंतिम स्थितियाँ 'A' और 'B' हैं; तो उस वस्तु द्वारा तय किया विस्थापन और दूरी क्या होगी ?

उत्तर–

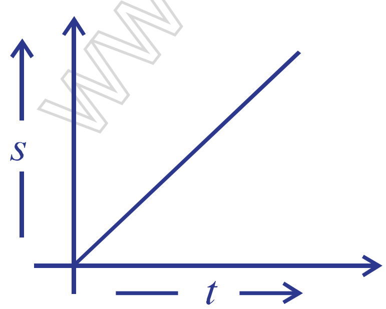


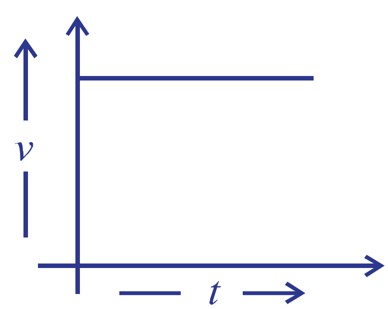
कुल दूरी $= \pi R = 3.14 \times 10 = 31.4$ m

कुल विस्थापन $= 2R = 2 \times 10 = 20$ m

एक समान गति एवं असमान गति–

एक समान गति–यदि कोई वस्तु बराबर दूरी बराबर समय में पूरा करे तो वह एक समान गति से विचरण कर रहा होता है।





असमान गति–यदि कोई अलग–अलग दूरी अलग–अलग समय में पूरी करे तब वह असमान गति से विचरण कर रही होती है।

असमान गति के दो प्रारूप हो सकते हैं–

(i) त्वरण गति–यदि वस्तु की गति समय के साथ लगातार बढ़ती रहे तब वह त्वरण गति कहलाएगी।

(ii) मंदन गति–यदि वस्तु की गति समय के साथ लगातार घटती रहे तब वह मंदन गति कहलाएगी।

चाल–गति के दर का मापन चाल कहलाता है। वस्तु की चाल का उसके द्वारा चली गई दूरी को समय से भाग देकर प्राप्त किया जा सकता है।

$$\text{चाल} = \frac{\text{चली गई दूरी}}{\text{समय}}$$

- चाल एक अदिश राशि है जिसका केवल मापन होता है, यह दिशारहित होती है।
- चाल का मात्रक मीटर प्रति सेकण्ड होता है। (ms^{-1})
- यदि कोई वस्तु समान गति से विचरण कर रहा है तो वह समान चाल द्वारा अपनी दूरी तय करता है।
- पर यदि असमान गति हो तो वस्तु की चाल एक समान न रहकर बदलती रहती है।
- इस स्थिति में (असमान स्थिति) किसी वस्तु की उसके पथ पर औसत चाल निकाली जाती है अथवा औसत चाल असमान गति की स्थिति में किसी वस्तु द्वारा चली गई चाल की एक निश्चित माप है।

$$\text{औसत चाल} = \frac{\text{कुल दूरी}}{\text{कुल समय}}$$

प्रश्न–किसी वस्तु की चाल का मापन मीटर/सेकण्ड और किलोमीटर दर प्रति घंटे में करें यदि वह वस्तु 40 किमी. की दूरी को 5 घंटों में पूरा करती है ?

उत्तर–चाल (किलोमीटर/घंटा) $= \frac{40}{5} = 8$ किमी./घंटा

$$\text{चाल (मीटर/सेकण्ड)} = \frac{40 \times 1000\text{m}}{5 \times 3600\text{sec}} = 2.22 \text{ मीटर/सेकण्ड}$$

- रूपांतरण कारक :

(i) चाल (किमी./घंटा) $= \frac{5}{18}$ चाल (मीटर/सेकण्ड)

(ii) चाल (मीटर/सेकण्ड) $= \frac{18}{5}$ चाल (किमी.)

www.atbeducation.com

वेग–दिशा के साथ चाल के मापन को वेग कहा जाता है।

वेग = विस्थापन / समय

- वेग एक सदिश राशि है जिसका परिमाप उसकी मापन और दिशा में परिवर्तन के साथ परिवर्तित होता रहता है।
- एक रेखीय गति में औसत वेग की गणना औसत चाल के अनुरूप होती है।

$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{कुल विस्थापन}}{\text{कुल समय}}$$

समान गति से परिवर्तन होने वाले वेग की स्थिति में औसत वेग की गणना निम्नलिखित तरह से की जाती है–

$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{प्रारम्भिक वेग} + \text{अंतिम वेग}}{2}$$

$$V_{\text{औसत}} = \frac{u+v}{2}$$

मात्रक → मीटर / सेकण्ड

$$\text{क्योंकि, वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}} \leftarrow \text{सदिश राशि}$$

इसलिए, वेग (+), (–) और शून्य भी हो सकता है।

प्रश्न–यदि कोई मोटरकार 20 किमी. की दूरी पहले 1 घंटे में, 40 किमी. की दूरी दूसरे एक घंटे में और अंत के 30 किमी. की दूरी अंतिम एक घंटे में पूरी करे तो उसकी औसत चाल क्या होगी ?

उत्तर– $$\text{औसत चाल} = \frac{\text{कुल दूरी}}{\text{कुल समय}} = \frac{20+40+30}{3}$$

$$= \frac{90}{3} = 30 \text{ किमी./घंटा}$$

त्वरण–असमान गति की स्थिति में (यदि लगातार वेग बढ़ रहा हो) त्वरण होता है।
वेग की समय के साथ परिवर्तन की दर को त्वरण कहा जाता है।

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{समय}}$$

www.afeducation.com

(a) त्वरण $= \dfrac{v-u}{t}$ $\left.\right\}$ $v =$ अंतिम वेग, $u =$ प्रारम्भिक वेग, $t =$ समय

त्वरण की स्थिति में, $v > u$ या $'a' = (+)\ ve.$
धनात्मक

मंदन–असमान गति की स्थिति में (यदि लगातार वेग घट रहा हो) मंदन, पैदा होता है। वेग की समय के साथ परिवर्तन की दर को मंदन कहा जाता है।

मंदन $= \dfrac{v-u}{t}$ $\left.\right\}$ $v =$ अंतिम वेग, $u =$ प्रारम्भिक वेग, $t =$ समय

मंदन की स्थिति में, $v < u$ या $'a' = (-)\ ve.$
ऋणात्मक

त्वरण तथा मंदन सदिश राशियाँ हैं जिनका मान (+), (–)या शून्य हो सकता है।

S.1 मात्रक त्वरण तथा मंदन दोनों के लिए मीटर/(सेकण्ड)^2 है।

प्रश्न–कोई मोटरकार अपने वेग को 40 किमी/घंटा से 60 किमी/घंटा, 5 सेकण्ड में बढ़ा देता है। इस मोटरकार का त्वरण का परिमाप क्या होगा ?

उत्तर– $v = 60$ किमी/घंटा $= 60 \times \dfrac{1000}{3600} = 16.66$ मीटर/सेकण्ड

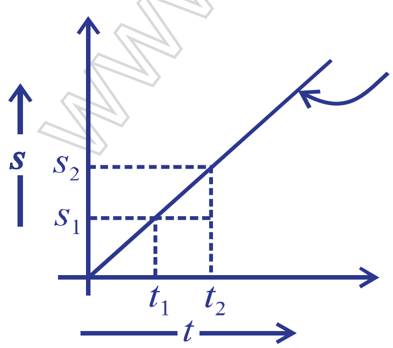
$u = 40$ किमी/घंटा $= 40 \times \dfrac{1000}{3600} = \dfrac{100}{9} = 11.11$ मीटर/सेकण्ड

त्वरण $= a = \dfrac{v-u}{t} = \dfrac{16.66 - 11.4}{5} = 1.11\ m/s^2$

गति का ग्राफीय प्रदर्शन–

(i) दूरी –समय–ग्राफ– 's/t' ग्राफ

(a) 's/t' ग्राफ (समय गति)–

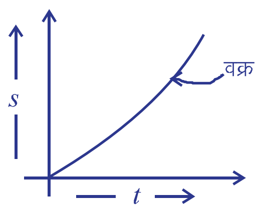


सीधी रेखा, एक समान चाल या वेग एवं शून्य त्वरण की जानकारी प्रदान करती है।

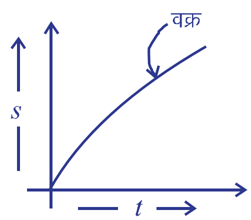
$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_1 - t_2}$$

www.atpeducation.com

(b) 's/t'- ग्राफ–(असमान–गति)–

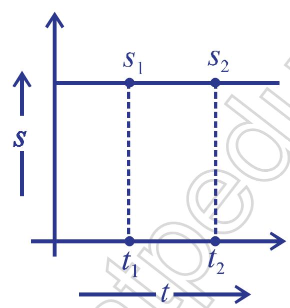


यदि वक्र की ढाल लगातार बढ़ रही हो तो ऐसी गति त्वरित गति कहलाती है।



यदि वक्र की ढाल लगातार घट रही हो तो ऐसी गति मंदित गति कहलाती है।

(c) s/t- ग्राफ–(विश्रामावस्था)–



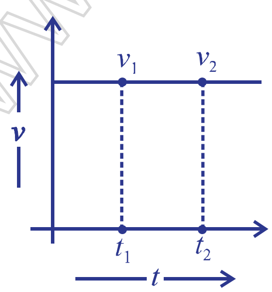
$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

पर, $s_2 - s_1$

या, $v = \frac{0}{t_2 - t_1} = 0$

(ii) वेग–समय–ग्राफ– "v/t ग्राफ"

(a) "v/t- ग्राफ–(समान–गति)–



$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

पर, $v_2 = v_1$

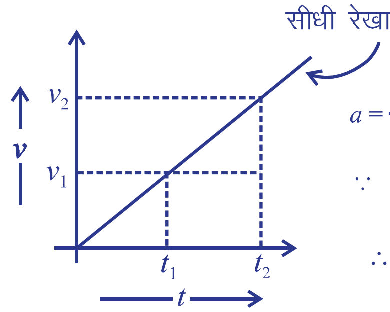
$\therefore \quad a = \frac{0}{t_2 - t_1} = 0 \text{m/s}^2$

www.atpeducation.com

(b) 'v/t- ग्राफ (असमान गति)–

(1) v/t- ग्राफ (समान त्वरणीय गति)–

सीधी रेखा समान त्वरण की सूचक है।

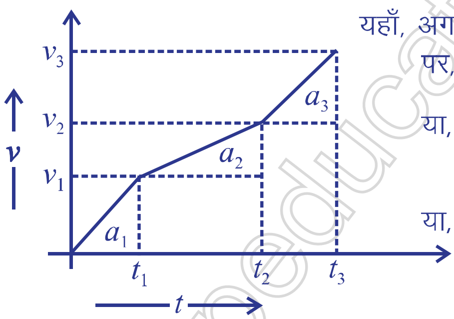


$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$\because \quad v_2 > v_1$

$$\therefore \quad a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = (+)\text{ve}$$

(2) "v/t"- ग्राफ (असमान त्वरणीय गति)–



यहाँ, अगर, $t_2 - t_1 = t_2 - t_3$

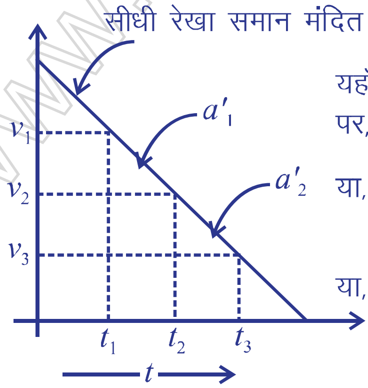
पर, $v_2 - v_1 \neq v_3 - v_2$

या, $\frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \neq \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2}$

या, $a_2 \neq a_1$

(3) "v/t"- ग्राफ (समान मंदित गति)–

सीधी रेखा समान मंदित गति की परिचायक है



यहाँ, $v_2 - v_1 = v_3 - v_2$

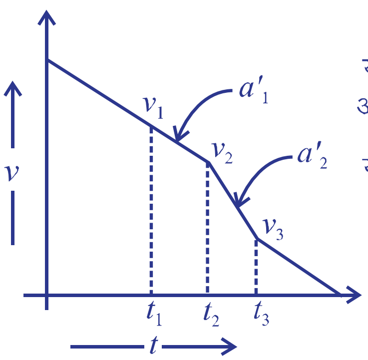
पर, $t_2 - t_1 = t_3 - t_2$

या, $\frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2}$

या, $a'_1 = a'_2$

www.atpeducation.com

(4) "v/t"- ग्राफ (असमान मंदित गति)–



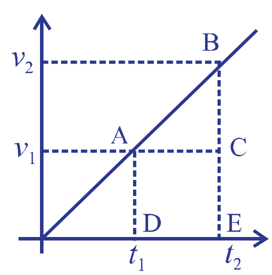
यहाँ, $v_2 - v_1 \neq v_3 - v_2$

अगर $t_2 - t_1 = t_3 - t_2$

या, $\dfrac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \neq \dfrac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2}$

या, $a'_1 \neq a'_2$

नोट–किन्हीं दो समय अंतरालों के बीच का क्षेत्रफल, v/t -ग्राफ में वस्तु द्वारा चले गए विस्थापन को प्रदर्शित करता है।



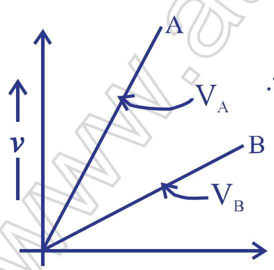
समय अंतराल t_2 और t_1 के मध्य, तय करी गई विस्थापन

S = क्षेत्रफल ΔABC + क्षेत्रफल आयत ACDE

$$s = \frac{1}{2} \times (v_2 - v_1)(t_2 - t_1) + v_1 \times (t_2 - t_1)$$

प्रश्न–'A' और 'B' वस्तुओं में से कौन–सी वस्तु का वेग ज्यादा है ?

उत्तर–



क्योंकि, 'v_A' का ढाल > 'v_B' का ढाल

∴ 'A' का वेग > 'B' का वेग

गति के समीकरण–(असमान त्वरणीय गति)

(i) प्रथम समीकरण–

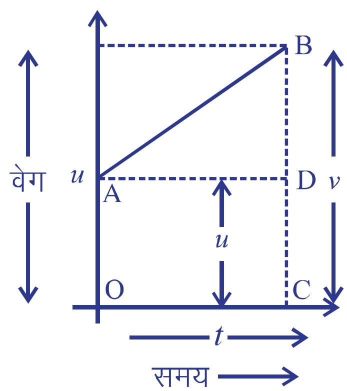
$$v = u + a\,t$$

अंतिम वेग = प्रारम्भिक वेग त्वरण समय

www.atpeducation.com

ग्राफीय विधि द्वारा व्युत्पत्ति–(प्रथम समीकरण–गति के समीकरण)

मान लें किसी वस्तु का प्रारम्भिक वेग 'u' है (बिन्दु–A), यह वस्तु समय 'b' सेकण्ड बाद अपना वेग 'v' कर लेता है, जो इस वस्तु का अंतिम वेग है (बिन्दु–B)



वस्तु का त्वरण = 'a'

$$'a' = \frac{\text{वेग में बदलाव}}{\text{समय में बदलाव}}$$

$OB \quad OA$

$$\frac{v - u}{t - O}$$

OC

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

$$or \quad v = u + at$$

(ii) द्वितीय समीकरण–गति के समीकरण–

$s = ut + ½ at^2$

↓

विस्थापन,

ग्राफीय–व्युत्पत्ति–(ऊपर दिए गए ग्राफ के अनुसार)

कुल विस्थापन = आयत OADC का क्षेत्रफल + ΔABD का क्षेत्रफल

= OA × AD + ½ × (AD) × (BD)

= $u \times t + ½ \times t \times (v - u)$

= $u \times t + ½ \times t \times at$ $(\therefore v = u + at)$ or $v - u = at$

$s = u \times t + ½ at^2$

(iii) तृतीय समीकरण–गति के समीकरण–

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

www.atpeducation.com

♦ ग्राफिक–व्युत्पत्ति–

कुल विस्थापन = OABC समलम्ब का क्षेत्रफल

$$s = \frac{(OA + BC) \times OC}{2}$$

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right) \times t$$

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right) \times \left(\frac{v-u}{a}\right) \qquad \left[\because \frac{v-u}{t} = a\right]$$

$$\therefore \quad s = \frac{v^2 - u^2}{2a}$$

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

प्रश्न–एक मोटरकार विश्रामावस्था से चलकर, $0.1 m/s^2$ की त्वरण की दर से 4 मिनट तक चलती है। इस मोटरकार द्वारा तय की गई दूरी (विस्थापन) तथा अंतिम वेग ज्ञात कीजिए।

उत्तर– $u = 0 \text{ ms}^{-1}$ $\because$ मोटरकार विश्रामावस्था में है।

$a = 0.1 \text{ ms}^{-2}$

$t = 4 \times 60 = 240$ sec.

$v = ?$

$v = u + at$

$v = 0 + 0.1 \times 240$

$$v = 24 \text{ ms}^{-1}$$

प्रश्न–कोई रेलगाड़ी ब्रेक्स लगाने के कारण $6 ms^{-2}$ का मंदन अनुभव करती हुई 2 sec में रुक जाती है। इस रेलगाड़ी द्वारा तय की गई दूरी ज्ञात करो।

उत्तर– मंदन = $a = -6 \text{ ms}^{-2}$

समय = $t = 2$ sec

दूरी = $s = ?$

अंतिम वेग = $v = 0 \text{ ms}^{-1}\}$ $\because$ रेलगाड़ी रुक जाती है।

$v = u + at$

www.atpeducation.com

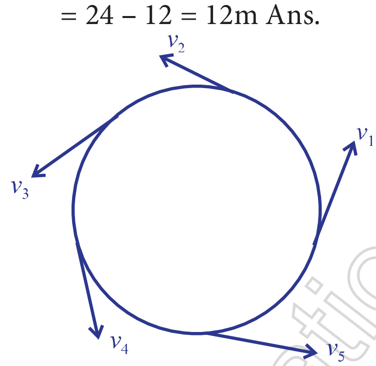
or $u = v - at$

or $u = 0 - (-6) \times 2 = 12\ ms^{-1}$

और, $s = ut + \frac{1}{2} at^2$

$= 12 \times 2 + \frac{1}{2} \times (-6) \times 22$

$= 24 - 12 = 12m$ Ans.



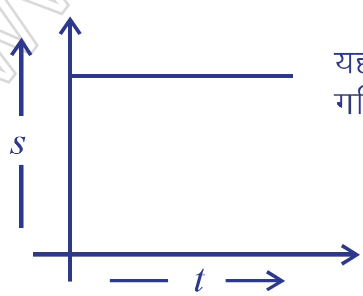
एक समान वृत्तीय गति–

यदि कोई वस्तु वृत्तीय पथ में एक समान गति से विचरण करती है तो ऐसी गति को एक समान वृत्तीय गति कहा जाता है।

एक समान वृत्तीय गति में चाल में कोई बदलाव नहीं होता है परन्तु वेग में लगातार बदलाव आता रहता है। (क्योंकि हर एक यहाँ पर वेग की दिशा में परिवर्तन आता रहता है), इसलिए एकसमान वृत्तीय गति में त्वरण पाया जाता है।

वेग की दिशा किसी भी वृत्तीय गति में स्पर्श रेखा के समान होती है।

अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

1. 6m/s को km/hr में बदलें।
2. स्पीडोमीटर तथा ओडोमीटर का उपयोग बताएँ।
3. दूरी–समय ग्राफ का ढाल क्या सिद्ध करता है ?
4. 

यह ग्राफ किस तरह की गति का सूचक है ?

www.atpeducation.com

5. गति–समय ग्राफ का ढाल क्या सिद्ध करता है ?

6. गति के दर में वृद्धि या कमी किस भौतिक इकाई द्वारा सिद्ध होती है ?

लघुउत्तरीय प्रश्न

7. यदि एक कछुआ 100 मीटर की दूरी 15 मिनट में पूरी करता है। इस कछुए की औसत चाल में km / hr क्या होगी ?

8. कोई बस जो की 20m/s की चाल से चल रही है, इसमें ब्रेक्स लगाए जाने के कारण $25 m/s^2$ का मंदन उत्पन्न होता है। यह बस कितने समय में विश्रामावस्था में पहुँच जाएगी ?

9. एक समान रेखीय गति एवं एक समान वृत्तीय गति में अन्तर बताएँ।

10. एक समान वृत्तीय गति में त्वरण की उपस्थिति को स्पष्ट करें।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

11. गति के तीनों समीकरणों की ग्राफीय व्युत्पत्ति करें।

12. एक समान वृत्तीय गति की विवेचना करें, इसके कोई दो उदाहरण दें।

www.atpeducation.com