1. गति के नियम

- गति
- त्वरण
- विस्थापन और दूरी
- न्यूटन के गति संबंधी नियम और समीकरण

पिंड की गति (Motion of an Object)

बताइए तो

नीचे दिए गए कौन-कौन-से उदाहरणों में आपको गति की अनुभूति होती है? गति के होने या ना होने का स्पष्टीकरण आप कैसे करेंगे?

1. पक्षी का उड़ना।
2. रुकी हुई रेलगाड़ी।
3. हवा में उड़ने वाले घास-पात।
4. पहाड़ पर स्थित-स्थिर पत्थर।

दैनिक जीवन में हम विभिन्न पिंडों की गति देखते हैं। कई बार हम पिंडों की गति प्रत्यक्ष रूप से नहीं देख सकते, जैसे कि बहने वाली हवा। उपर्युक्त उदाहरणों की भाँति हम अनेक उदाहरण बता सकते हैं। वे कौन-से हैं?

विचार कीजिए

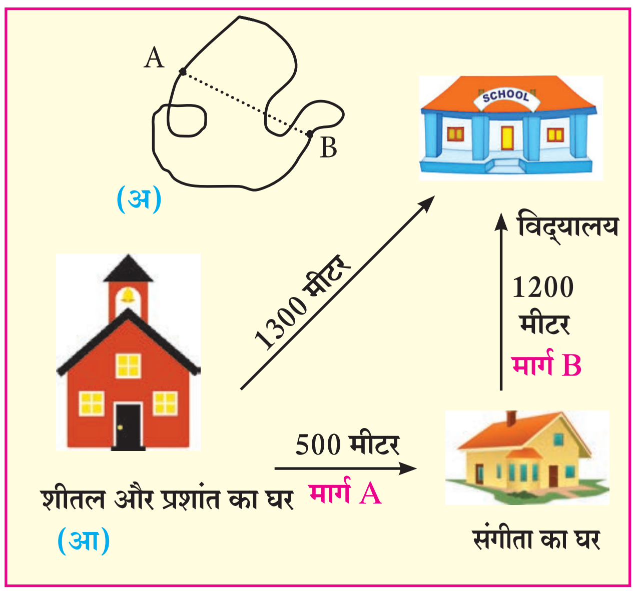
1. आप बस में सफर कर रहे हैं। क्या आपके पड़ोस में बैठा हुआ व्यक्ति गतिशील है?

2. किसी पिंड के गतिशील होने या न होने को निश्चित करने के लिए आपको कौन-कौन-सी बातों का विचार करना पड़ेगा? आपने पिछली कक्षा में पढ़ा है कि गति एक सापेक्ष संकल्पना है। यदि कोई पिंड अपने चारों ओर के पिंडों के संदर्भ में अपना स्थान परिवर्तित कर रहा हो तो, हम कह सकते हैं कि वह पिंड गतिशील है और यदि वह अपने चारों ओर के पिंडों के संदर्भ में अपना स्थान परिवर्तित न करे तो हम कह सकते हैं कि वह स्थिर है।

विस्थापन और दूरी (Displacement and Distance)

आओ करके देखें

1. आकृति 1.1 (अ) में दिखाए अनुसार धागे की सहायता से A तथा B के बीच की दूरी अलग-अलग प्रकार से नापिए।
2. अब पुन: A से B तक की दूरी सीधी खंडित रेखा द्वारा दर्शाए गए पथ से नापें। आपके मतानुसार किस पथ से नापी गई दूरी योग्य है ? क्यों?



1.1 विद्यालय और घर की स्थिति

थोड़ा सोचिए

1. शीतल विद्यालय जाते समय अपनी सहेली संगीता के घर जाकर फिर विद्यालय गई। आकृति 1.1 (आ) देखिए।
2. लेकिन प्रशांत सीधे विद्यालय गया।

   यदि दोनों एकसमान चाल से चले हों तो कौन कम समय में विद्यालय पहुँचेगा? क्यों?

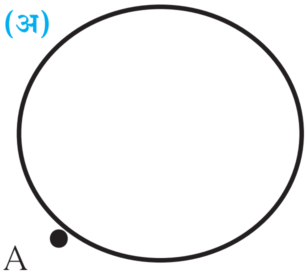
   क्या उपर्युक्त उदाहरण में प्रत्यक्ष तय की गई दूरी और यथार्थ दूरी में अंतर होगा? क्यों?

दूरी का अर्थ दो बिंदुओं के बीच गतिशील रहने पर पिंड द्वारा प्रत्यक्ष रूप से तय किया गया पथ है। विस्थापन का अर्थ गतिशीलता के प्रारंभ और अंतिम बिंदु के बीच की सबसे कम दूरी है।

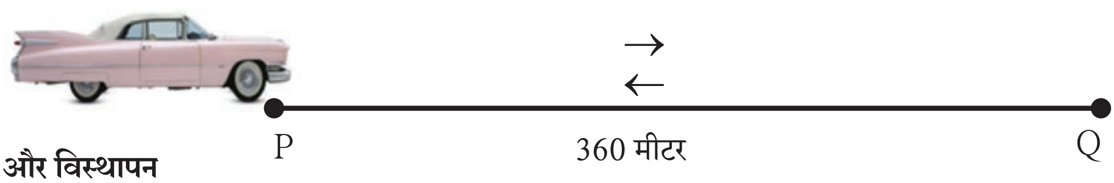
थोड़ा सोचिए

1. आकृति 1.2 (अ) में दर्शाए अनुसार स्वराली हर दिन प्रात: 100 मीटर त्रिज्यावाले वृत्ताकार मैदान के किनारे पर चक्कर लगाती है। बिंदु A से चलने की शुरुआत करके एक चक्कर पूर्ण करने पर उसके द्वारा तय की गई दूरी और उसका विस्थापन कितना होगा?
2. आकृति 1.2 (आ) में दिखाए अनुसार यदि एक गाड़ी बिंदु P से निकलकर स्थान Q तक गई और पुन: स्थान P पर वापस आई तो उसके द्वारा तय की गई दूरी और उसका विस्थापन कितना होगा?

(अ)



(आ)



1.2 दूरी और विस्थापन

किसी पिंड का विस्थापन शून्य होने पर भी पिंड द्वारा प्रत्यक्ष रूप से तय की गई दूरी शून्य नहीं हो सकती।

चाल और वेग (Speed and Velocity)

थोड़ा याद कीजिए

1. सदिश (Vectors) और अदिश (Scalars) राशि का क्या अर्थ है?
2. दूरी (Distance), चाल (Speed), वेग (Velocity), समय (Time), विस्थापन (Displacement) में से सदिश और अदिश राशियाँ कौन-सी हैं?

$$\text{चाल} = \frac{\text{तय की गई कुल दूरी}}{\text{लगा हुआ कुल समय}}$$

किसी पिंड द्वारा इकाई समय में एक ही दिशा में तय की गई दूरी को वेग (Velocity) कहते हैं। यहाँ इकाई समय का अर्थ एक सेकंड, एक मिनिट, एक घंटा इत्यादि हो सकता है। बड़ी इकाई द्वारा समय नापने पर एक वर्ष भी इकाई समय हो सकता है। इकाई समय में होने वाले विस्थापन को वेग कहते हैं।

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

इसे सदैव ध्यान में रखिए

1. चाल और वेग की इकाइयाँ समान होती हैं। उनकी SI प्रणाली में इकाई m/s और CGS प्रणाली में इकाई cm/s है ।
2. चाल दूरी से संबंधित है तो वेग विस्थापन से संबंधित है।
3. यदि गति सरल रेखा में है तो चाल और वेग का मान समान होता है अन्यथा वे अलग-अलग हो सकते हैं।

इकाई समय में होने वाले विस्थापन को वेग कहते हैं।

पिछले उदाहरण (पृष्ठ क्र.1) में शीतल और संगीता के घरों के बीच की दूरी सरल रेखा में 500 मीटर है। संगीता के घर और विद्यालय की दूरी सरल रेखा में 1200 मीटर है और शीतल के घर और विद्यालय की दूरी सरल रेखा में 1300 मीटर है। यदि शीतल को संगीता के घर जाने के लिए 5 मिनिट लगे और वहाँ से विद्यालय जाने के लिए 24 मिनट लगे तो,

$$\text{शीतल की A पथ पर चाल} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}} = \frac{\text{500 मीटर}}{\text{5 मिनिट}} = \text{100 मीटर/मिनिट}$$

$$\text{शीतल की B पथ पर चाल} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}} = \frac{\text{1200 मीटर}}{\text{24 मिनिट}} = \text{50 मीटर/मिनिट}$$

$$\text{शीतल की औसत चाल} = \frac{\text{कुल दूरी}}{\text{कुल समय}} = \frac{\text{1700 मीटर}}{\text{29 मिनिट}} = \text{58.6 मीटर/मिनिट}$$

$$\text{शीतल का औसत वेग} = \frac{\text{प्रत्यक्ष विस्थापन}}{\text{समय}} = \frac{\text{1300 मीटर}}{\text{29 मिनिट}}$$

शीतल का वेग = 44.83 मीटर/मिनिट

चाल और दिशा का वेग पर होने वाला प्रभाव

सचिन मोटर साइकिल से सफर कर रहा है। सफर करते समय निम्नलिखित प्रसंगों में क्या घटित हुआ बताइए। (आकृति 1.3 देखिए)

1. सचिन द्वारा मोटर साइकिल से सफर करते समय, गति की दिशा बदलते हुए मोटर साइकिल की चाल बढ़ाने या कम करने से वेग पर क्या प्रभाव होगा ?
2. क्या सचिन के सफर करते समय किसी मोड़ के आने पर चाल और वेग समान होंगे ?
   सचिन द्वारा मोटर साइकिल की चाल स्थिर रखकर दिशा बदलने से वेग पर क्या प्रभाव होगा ?
3. घुमावदार रास्ते पर मोटर साइकिल चलाते समय सचिन द्वारा मोटर साइकिल की चाल और दिशा दोनों परिवर्तित करने से वेग पर क्या प्रभाव होगा ?

उपर्युक्त प्रसंगों से यह स्पष्ट होता है कि वेग, चाल और दिशा दोनों पर निर्भर करता है और वेग आगे दिए अनुसार बदलता है।

1. चाल परिवर्तित करके और दिशा वही रखकर।
2. दिशा परिवर्तित करके और चाल वही रखकर।
3. चाल और गति की दिशा दोनों परिवर्तित करके।

1.3 वेग पर होने वाला प्रभाव

इसे सदैव ध्यान में रखिए

चाल का मापन दूरी/समय के अनुसार सर्वप्रथम गैलेलियो ने किया। हवा में ध्वनि का वेग 343.2 m/s और प्रकाश का वेग 3×10^8 m/s है। पृथ्वी की सूर्य के परित: परिभ्रमण करने की चाल 29770 m/s है ।

एकरेखीय एकसमान और असमान गति (Uniform and Nonuniform Motion along a straight line)

अमर, अकबर और एंथनी उनकी स्वयं की गाड़ी से अलग-अलग वेग से सफर कर रहे हैं। उनकी अलग-अलग समय में तय की गई दूरी नीचे तालिका में दी गई है।

घड़ी के समय अनुसार	अमर द्वारा तय की गई दूरी किमी में	अकबर द्वारा तय की गई दूरी किमी में	एंथनी द्वारा तय की गई दूरी किमी में
5.00	0	0	0
5.30	20	18	14
6.00	40	36	28
6.30	60	42	42
7.00	80	70	56
7.30	100	95	70
8.00	120	120	84

थोड़ा सोचिए

1. अमर, अकबर और एंथनी द्वारा सफर करते समय नोट की गई दूरियों के लिए समय कितना है?
2. निश्चित समय में समान दूरी किसने तय की है?
3. क्या अकबर द्वारा निश्चित समय में तय की गई दूरी समान है?
4. अमर, अकबर और एंथनी द्वारा निश्चित समय में तय की गई दूरी का विचार करते हुए उनकी चाल किस प्रकार की हैं?

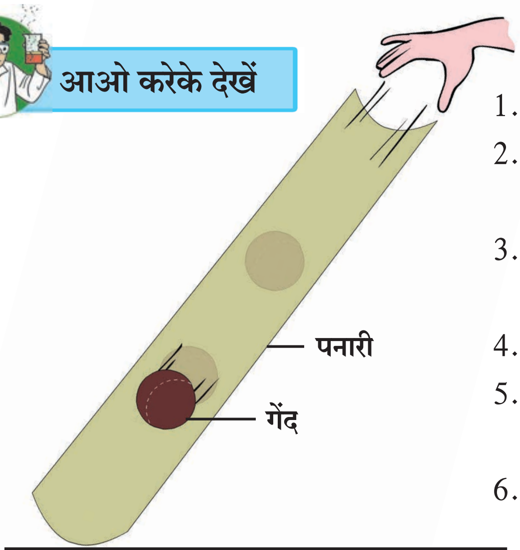
यदि पिंड द्वारा समान समय में समान दूरी तय की जाती है तो उसकी गति को **एकसमान गति** कहते हैं।

यदि पिंड समान समय में असमान दूरी तय करता है तो उसकी गति को असमान गति कहते हैं, जैसे – भीड़वाले रास्ते पर वाहनों की गति या साइकिल चलाने की गति ।

त्वरण (Acceleration)

आओ करके देखें

1. 1 मीटर लंबाई वाली एक पनारी (नली) लो।
2. आकृति 1.4 के अनुसार पनारी का एक सिरा जमीन पर टिकाकर उसका दूसरा सिरा जमीन से कुछ ऊँचाई पर हाथ से पकड़ें।
3. एक छोटी गेंद लेकर उसे पनारी के ऊँचे भाग की ओर से छोड़ दें।
4. गेंद के नीचे आते समय उसके वेग का अवलोकन करें ।
5. क्या गेंद के ऊपर से नीचे आते समय, उसका वेग सभी स्थानों पर समान था?
6. प्रारंभ में, बीच में और जमीन के पास आते समय वेग कैसे बदलता है, उसका अवलोकन करें।



1.4 वेग में परिवर्तन

बचपन में आप सभी फिसलपट्टी पर खेले होंगे। फिसलपट्टी से फिसलते समय प्रारंभ में वेग कम होता है, बीच में वह बढ़ता है और अंत में वह कम होकर शून्य हो जाता है, यह हमें पता है। इस वेग परिवर्तन की दर को ही हम त्वरण कहते हैं।

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

यदि प्रारंभिक वेग u समय t के पश्चात बदलकर अंतिम वेग v हो जाता है तो...

$$\text{त्वरण} = a = \frac{\text{अंतिम वेग} - \text{प्रारंभिक वेग}}{\text{समय}} \qquad \therefore a = \frac{(v-u)}{t}$$

इसे सदैव ध्यान में रखिए

1. जब गति की शुरुआत होते समय पिंड विराम अवस्था में होता है तब पिंड का प्रारंभिक वेग कितना होता है?
2. जब गति के अंत में पिंड विरामावस्था में आता है तब उसका अंतिम वेग कितना होगा?

यदि कोई गतिशील पिंड निश्चित समय में वेग बदलता है तो उस पिंड की गति को त्वरित गति कहते हैं। गतिशील पिंड में दो प्रकार के त्वरण हो सकते हैं।

1. यदि समान समय में वेग में समान परिवर्तन होता है तो एकसमान त्वरण होता है ।
2. यदि समान समय में वेग में असमान परिवर्तन होता है तो असमान त्वरण होता है ।

धनात्मक, ऋणात्मक और शून्य त्वरण

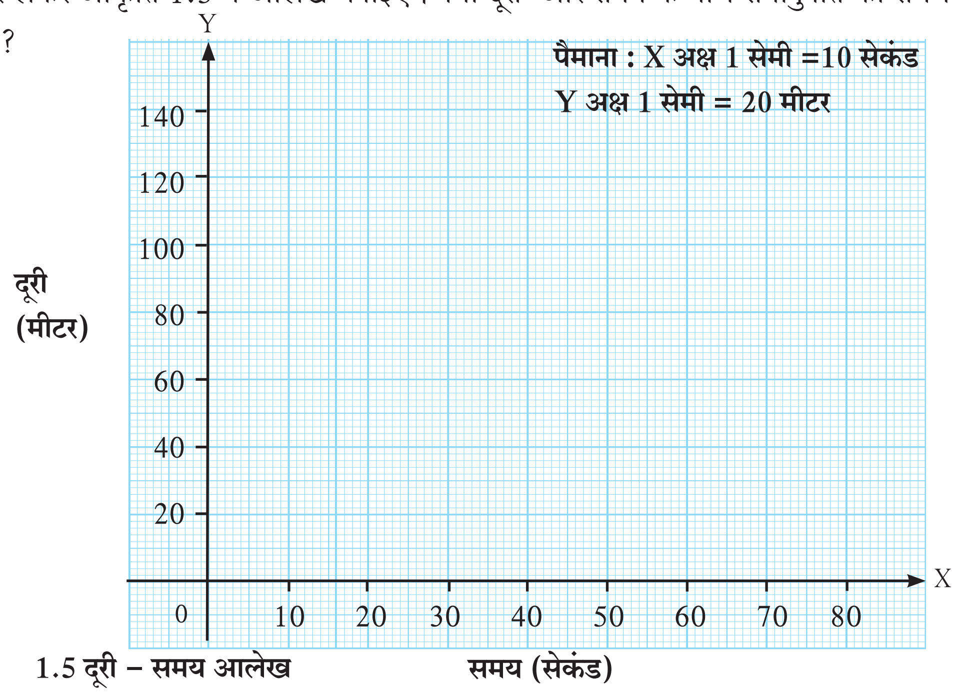
धनात्मक, ऋणात्मक और शून्य त्वरण

किसी पिंड का त्वरण धनात्मक या ऋणात्मक हो सकता है। जब किसी पिंड का वेग बढ़ता है तब त्वरण धनात्मक होता है। यहाँ त्वरण वेग की दिशा में होता है। जब किसी वस्तु का वेग कम होता है तब त्वरण ऋणात्मक होता है। ऋणात्मक त्वरण को '**अवत्वरण**' या '**मंदन**' (Deceleration) कहते हैं। यह वेग की विपरीत दिशा में होता है। वेग स्थिर रहने पर त्वरण शून्य होता है।

एकसमान गति के लिए दूरी – समय आलेख

नीचे दी गई तालिका में एक गाड़ी द्वारा निश्चित समय में तय की गई दूरी दी गई हैं। तालिका के अनुसार समय X अक्ष पर तथा दूरी Y अक्ष पर लेकर आकृति 1.5 में आलेख बनाइए । क्या दूरी और समय के बीच समानुपात का संबंध आलेख द्वारा स्पष्ट होता है?

समय (सेकंड)	दूरी (मीटर)
0	0
10	15
20	30
30	45
40	60
50	75
60	90
70	105



1.5 दूरी – समय आलेख

एकसमान गति में पिंड समान समयाविधि में समान दूरी तय करता है । यह दूरी-समय आलेख की सरल रेखा दर्शाती है ।

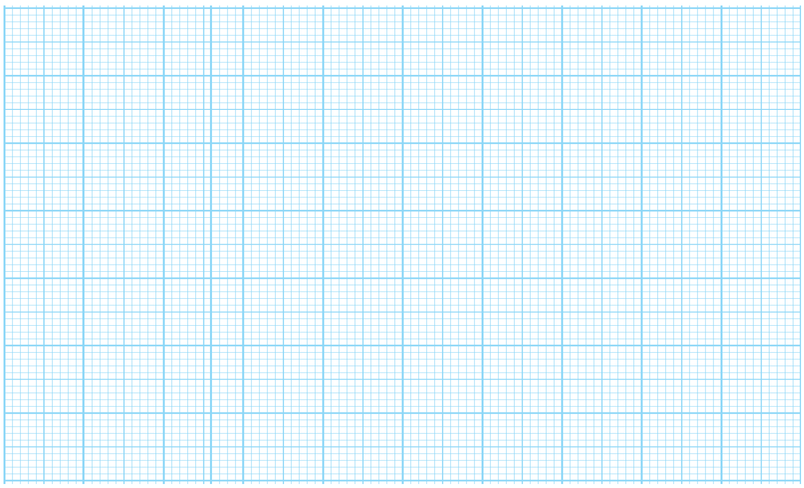
थोड़ा सोचिए

दूरी – समय आलेख की सरल रेखा का ढाल (slope) निकालने पर वह क्या दर्शाता है?

असमान गति के लिए दूरी – समय आलेख

दी गई सारिणी में बस द्वारा निश्चित समय में तय की गई दूरियाँ दी गई हैं। समय को X – अक्ष पर तथा दूरी को Y– अक्ष पर लेकर आकृति 1.6 में आलेख बनाइए। क्या दूरी और समय के बीच समानुपात का संबंध आलेख की सहायता से स्पष्ट होता है?

समय (सेकंड)	दूरी (मीटर)
0	0
5	7
10	12
15	20
20	30
25	41
30	50
35	58



1.6 दूरी – समय आलेख

यहाँ समयानुसार दूरी में असमान परिवर्तन होता है। अत: यहाँ गति असमान है ।

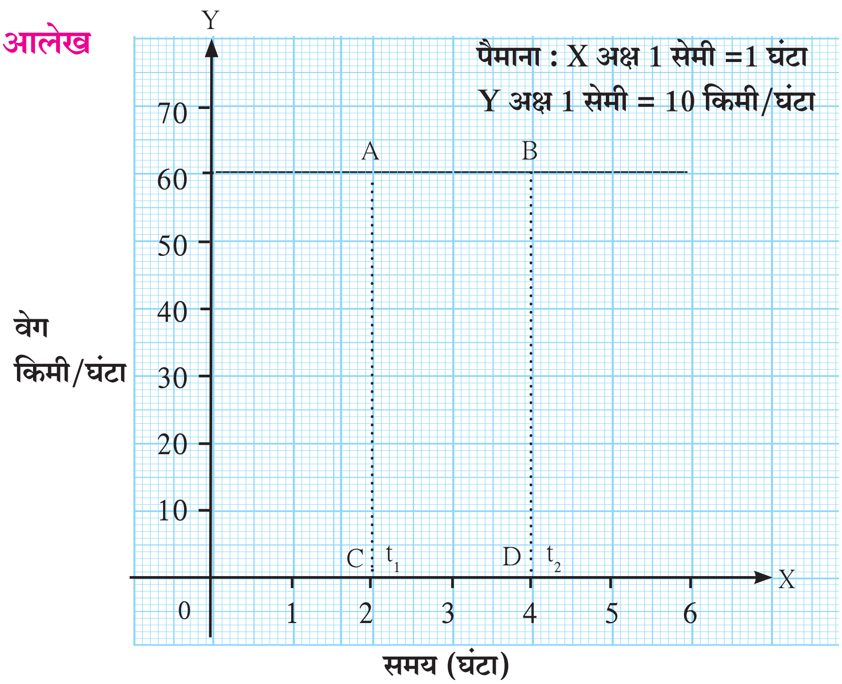
थोड़ा सोचिए

एकसमान गति और असमान गति के दूरी–समय आलेखों में आपको क्या अंतर दिखाई दिया?

एकसमान गति के लिए वेग – समय आलेख

एक रेलगाड़ी 60 किमी प्रति घंटे के एकसमान वेग से सतत रूप से गतिशील है। इस एकसमान गति के लिए वेग और समय का परिवर्तन वेग–समय आलेख (आकृति 1.7) में दर्शाया गया है ।

1. रेलगाड़ी द्वारा 2 से 4 घंटों के बीच तय की गई दूरी कैसे ज्ञात की जा सकती है?
2. क्या 2 से 4 घंटों के बीच रेलगाड़ी द्वारा तय की गई दूरी और आकृति के एक चतुर्भुज ABCD के क्षेत्रफल का संबंध है क्या? यहाँ गाड़ी का त्वरण कितना है?

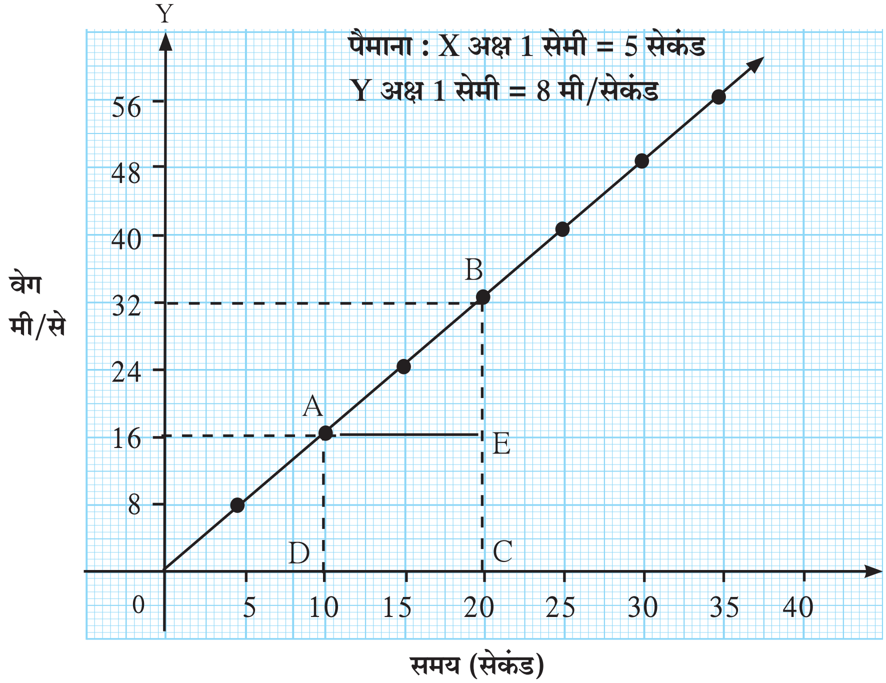


1.7 वेग – समय आलेख

एकसमान त्वरित गति के लिए वेग – समय आलेख

निश्चित समयावधिनुसार कार के वेग में होने वाले परिवर्तन सारिणी में दिए गए हैं ।

समय (सेकंड)	वेग (मी/से)
0	0
5	8
10	16
15	24
20	32
25	40
30	48
35	56



1.8 वेग – समय आलेख

आकृति 1.8 का आलेख दर्शाता है कि,

1. निश्चित समयावधि में वेग में समान परिवर्तन होता है। यह वेग त्वरित है और त्वरित एकसमान है। प्रत्येक 5 मिनिट में वेग में कितना परिवर्तन होता है?
2. सभी एकसमान त्वरित गति के लिए वेग–समय आलेख सरल रेखा होता है।
3. असमान त्वरित गति के लिए वेग–समय आलेख समयानुसार त्वरण में होने वाले परिवर्तन के अनुसार किसी भी आकार का हो सकता है।

आकृति 1.8 के आलेख की सहायता से कार द्वारा 10 सेकंड से 20 सेकंड की समयावधि के बीच तय की गई दूरी हम रेलगाड़ी के पिछले उदाहरण की तरह ज्ञात कर सकते हैं, लेकिन यहाँ कार का वेग स्थिर न रहकर एकसमान त्वरण के कारण सतत रूप से परिवर्तित हो रहा है। ऐसे समय हम दी गई समयावधि के बीच कार के औसत वेग का उपयोग करके कार द्वारा तय की गई दूरी ज्ञात कर सकते हैं।

आलेख द्वारा दिखाई देता है कि कार का औसत वेग $\frac{32 + 16}{2}$ = 24 मीटर/सेकंड है ।

इसे दी गई समयावधि अर्थात 10 सेकंड से गुणा करने पर कार द्वारा तय की गई दूरी प्राप्त होती है।

दूरी = 24 मीटर/सेकंड × 10 सेकंड = 240 मीटर

पिछले उदाहरण की तरह कार द्वारा तय की गई दूरी चतुर्भुज ABCD के क्षेत्रफल के बराबर होगी, इसकी पड़ताल करके देखिए।

A (□ ABCD) = A (□ AECD) + A (△ ABE)

आलेख पद्धति द्वारा गति संबंधी समीकरण (Equations of Motion using graphical method)

न्यूटन ने पिंड की गति का अध्ययन किया और बाद में गति संबंधी तीन समीकरण का समुच्चय प्रतिपादित किया। एक रेखा में गतिशील पिंड के विस्थापन, वेग, त्वरण और समय में संबंध इन समीकरणों द्वारा स्थापित किया गया है।

एक पिंड प्रारंभ में 'u' वेग से सरल रेखा में गतिशील है। 't' समय के अंतर्गत त्वरण के कारण वह अंतिम वेग 'v' प्राप्त करता है और उसका विस्थापन 's' है तो तीन समीकरणों का समुच्चय इस प्रकार दे सकते हैं,

$v = u + at$ यह वेग – समय संबंध दर्शाता है ।

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ यह विस्थापन – समय संबंध दर्शाता है ।

$v^2 = u^2 + 2as$ यह विस्थापन – वेग संबंध दर्शाता है ।

हम देखेंगे कि ये समीकरण आलेख पद्धति से कैसे प्राप्त किए जा सकते हैं।

वेग – समय संबंध का समीकरण

एक समान त्वरित वेग से गतिमान पिंड के वेग में समयानुसार होने वाला परिवर्तन आकृति 1.9 में आलेख की सहायता से दर्शाया गया है। पिंड आलेख के बिंदु D से गतिशील होता है। समयानुसार पिंड का वेग बढ़ता जाता है और समय t के पश्चात पिंड आलेख के बिंदु B तक पहुँचता है।

पिंड का प्रारंभिक वेग = u = OD

पिंड का अंतिम वेग = v = OC

कालावधि = t = OE

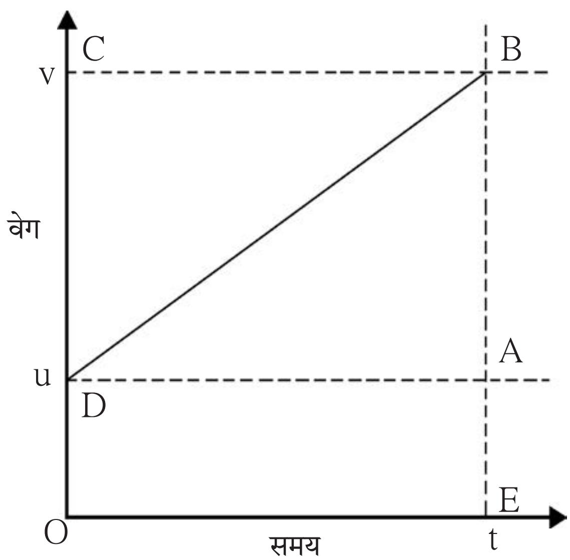
बिंदु B से Y अक्ष के समांतर रेखा खींचें। वह X अक्ष को बिंदु E पर प्रतिच्छेदित करती है । बिंदु D से X अक्ष के समांतर रेखा खींचें। वह रेखा BE को बिंदु A पर प्रतिच्छेदित करती है ।

त्वरण (a) = $\frac{\text{पिंड का अंतिम वेग}}{\text{समय}}$

= $\frac{\text{(अंतिम वेग – प्रारंभिक वेग)}}{\text{समय}}$

= $\frac{(OC - OD)}{t}$

$\therefore CD = at$ ...... (i) $(OC - OD = CD)$



1.9 वेग – समय आलेख

आलेख के अनुसार.... $BE = BA + AE$

$\therefore v = CD + OD$

...(AB = CD और AE = OD)

$\therefore v = at + u$ ....(i से)

$\therefore v = u + at$ यह गति संबंधी पहला नियम है ।

विस्थापन – समय संबंध का समीकरण

माना किसी पिंड ने एकसमान त्वरण 'a' के अनुसार समय 't' मे दूरी 's' तय की है । आकृति 1.9 के आलेख के अनुसार वस्तु द्वारा तय की गई दूरी चतुर्भुज DOEB के क्षेत्रफल द्वारा ज्ञात की जा सकती है।

$\therefore$ s = चतुर्भुज DOEB का क्षेत्रफल

= आयत DOEA का क्षेत्रफल + त्रिभुज DAB का क्षेत्रफल

$\therefore s = (AE \times OE) + (\frac{1}{2} \times [AB \times DA])$

परंतु AE = u, OE = t और (OE = DA = t)

AB = at ---(AB = CD) --- (i) से

$$\therefore s = u \times t + \frac{1}{2} \times at \times t$$

$\therefore$ गति संबंधी दूसरा समीकरण $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ है ।

विस्थापन – वेग संबंध का समीकरण

आकृति 1.9 के आलेख से, पिंड द्‌वारा तय की गई दूरी चतुर्भुज DOEB के क्षेत्रफल द्‌वारा ज्ञात की जा सकती है, यह हम देख चुके हैं। चूँकि चतुर्भुज DOEB एक समलंब चतुर्भुज है अत: समलंब चतुर्भुज के सूत्र का उपयोग करके हम पिंड द्‌वारा तय की गई दूरी ज्ञात कर सकते हैं।

$\therefore$ s = समलंब चतुर्भुज DOEB का क्षेत्रफल

$\therefore s = \frac{1}{2} \times$ समांतर भुजाओं की लंबाइयों का योगफल $\times$ समांतर भुजाओं के बीच की लंब दूरी

$\therefore s = \frac{1}{2} \times (OD + BE) \times OE$ परंतु , OD = u, BE = v और OE = t

$$\therefore s = \frac{1}{2} \times (u + v) \times t \quad \text{------ (ii)}$$

परंतु, $a = \frac{(v-u)}{t}$

$$\therefore t = \frac{(v-u)}{a} \quad \text{-------------(iii)}$$

$$\therefore s = \frac{1}{2} \times (u + v) \times \frac{(v-u)}{a}$$

$$\therefore s = \frac{(v+u)(v-u)}{2a}$$

$$\therefore 2as = (v+u)(v-u) = v^2 - u^2$$

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

यह गति संबंधी तीसरा समीकरण है ।

इसे सदैव ध्यान में रखिए

जिस समय पिंड त्वरित होता है उस समय उसका वेग परिवर्तित होता है। वेग में होने वाला परिवर्तन वेग के परिमाण या दिशा या दोनों ही परिवर्तित होने के कारण होता है।

एकसमान वृत्ताकार गति (Uniform Circular Motion)

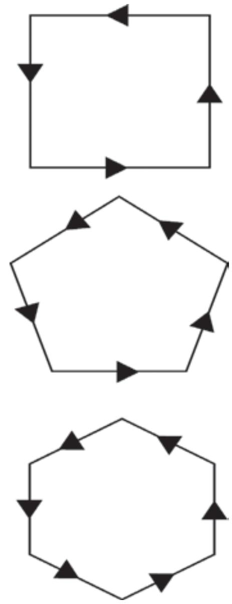
आओ करके देखें

घड़ी के सेकंड के काँटे की नोंक का अवलोकन कीजिए। उसके चाल और वेग के बारे में क्या कहा जा सकता है?

घड़ी के काँटे की नोंक की चाल स्थिर रहती है परंतु उसके विस्थापन की दिशा निरंतर बदलने के कारण उसका वेग निरंतर बदलता रहता है। सेकंड के काँटे की नोंक के वृत्ताकार पथ पर घूमने के कारण इस गति को एकसमान वृत्ताकार गति कहते हैं। इस प्रकार की गति के अन्य कौन-से उदाहरण आप बता सकते हैं?

करके देखिए और विचार कीजिए

1. आकृति 1.10 में दिखाए अनुसार एक वर्गाकार पथ बनाइए।
2. उस वर्गाकार पथ पर एक भुजा के मध्यभाग के एक बिंदु पर पेंसिल रखकर एक चक्कर पूर्ण कीजिए।
3. एक चक्कर पूर्ण करते समय आपको कितनी बार दिशा बदलनी पड़ी, उसे नोट कीजिए।
4. अब यही कृति पंचभुज, षटभुज, अष्टभुज पथ पर कीजिए और आपको कितनी बार दिशा बदलनी पड़ी, उसे नोट करें।
5. यदि भुजाओं की संख्या बढ़ाते हुए उसे असंख्य किया जाए तो कितनी बार दिशा बदलनी पड़ेगी और पथ का आकार कौन-सा होगा ? अर्थात भुजाओं की संख्या बढ़ाते जाएँ तो बार-बार दिशा बदलनी पड़ती है और भुजाओं की संख्या बढ़ाते हुए उसे असंख्य करने पर पथ वृत्ताकार होगा।



1.10 दिशा में परिवर्तन

जब पिंड स्थिर चाल से वृत्ताकार पथ पर गतिशील होता है तब वेग में होने वाला परिवर्तन केवल गति की दिशा बदलने से होता है। इस कारण वह त्वरित वेग होता है। जब कोई पिंड एकसमान चाल से वृत्ताकार पथ पर जाता है तब उस गति को एकसमान वृत्ताकार गति कहते हैं। उदाहरणार्थ, एकसमान चाल घुमनेवाला गुलेल के पत्थर की गति, साइकिल के पहिए के किसी भी बिंदु की गति।

वृत्ताकार गति में गतिशील पिंड t समय के पश्चात अपने मूल स्थान पर पुन: आता है तो पिंड की चाल निम्नलिखित सूत्र की सहायता से ज्ञात की जा सकती है।

$$\text{चाल} = \frac{\text{परिधि}}{\text{समय}}$$

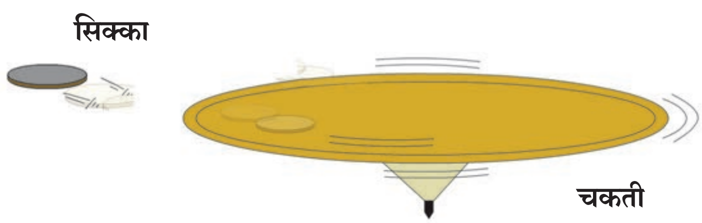
$$v = \frac{2\pi r}{t} \qquad r = \text{वृत्त की त्रिज्या}$$

खोजिए दैनिक जीवन में वृत्ताकार गति से गतिशील होने वाले उदाहरणों को खोजिए।

एकसमान वृत्ताकार वेग की दिशा ज्ञात करना

आओ करके देखें एक गोल घूमने वाली चकती लो। उसके किनारे पर पाँच रुपए का एक सिक्का रखें ।

आकृति 1.11 में दर्शाए अनुसार चकती को गोल घुमाएँ। चकती को अधिक वेग से घुमाने पर, अवलोकन करें कि सिक्का कौन-सी दिशा में फेंका जाता है। चकती पर सिक्का विभिन्न स्थानों पर रखकर इस कृति को पुन:-पुन: करें और निरीक्षण करें कि प्रत्येक बार सिक्का कौन-सी दिशा में फेंका जाता है।



1.11 चकती के ऊपर का सिक्का

सिक्का वृत्ताकार चकती की त्रिज्या के लंबवत रहने वाली स्पर्श रेखा की दिशा में जाएगा। सिक्का फेंके जाते समय जिस स्थिति में होगा उसके अनुसार वह विशेष दिशा में फेंका जाएगा अर्थात् सिक्का वृत्ताकार दिशा में घूमते समय गति की दिशा प्रत्येक बिंदु के पास परिवर्तित होती है।

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1 : एक खिलाड़ी वृत्ताकार मार्ग पर दौड़ते समय 25 सेकंड में 400 मीटर दूरी दौड़कर पुन: प्रारंभिक स्थान पर वापस आता है। उसकी औसत चाल और औसत वेग कितना होगा?

दत्त : तय की गई कुल दूरी = 400 मी.

कुल विस्थापन = 0 मीटर (उसके पुन: प्रारंभिक स्थान पर आने के कारण)

लगा हुआ कुल समय = 25 सेकंड

औसत चाल = ?, औसत वेग = ?

$$\text{औसत चाल} = \frac{\text{तय की गई कुल दूरी}}{\text{लगा हुआ कुल समय}} = \frac{400}{25} = 16 \text{ मीटर/सेकंड}$$

$$\text{औसत वेग} = \frac{\text{कुल विस्थापन}}{\text{लगा हुआ कुल समय}} = \frac{0}{25} = 0 \text{ मीटर/सेकंड}$$

उदाहरण 2 : एक हवाई जहाज $3.2\ m/s^2$ के त्वरण से 30 सेकंड धावन पथ पर दौड़ने के बाद हवा में उड़ता है तो हवाई जहाज ने उड़ने के पहले कितनी दूरी तय की?

दत्त : $a = 3.2\ m/s^2$, $t = 30$ सेकंड, $u = o$, $s = ?$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 = 0 \times 30 + \frac{1}{2} \times 3.2 \times 30^2 = 1440\ m.$$

उदाहरण 3 : एक कंगारू की क्षितिज के लंब दिशा में 2.5 m ऊँची छलाँग मारने की क्षमता होने पर उस कंगारू की हवा में छलाँग मारने की चाल कितनी होगी?

दत्त :

$a = 9.8\ m/s^2$

$s = 2.5\ m$

$v = 0$

$u = ?$

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

$(0)^2 = u^2 + 2 \times (-9.8)\ (2.5)$ त्वरण वेग की विपरीत दिशा में होने के कारण ऋण चिह्न का उपयोग किया है।

$0 = u^2 - 49$

$u^2 = 49$

$u = 7\ m/s$

उदाहरण 4 : एक मोटरबोट विरामावस्था से निकलकर एकसमान त्वरण से जाती है। यदि वह 5 सेकंड में 15 मीटर / सेकंड का वेग प्राप्त करती है तो निर्मित त्वरण और दिए गए समय में तय की गई दूरी कितनी होगी?

दत्त :

प्रारंभिक वेग (u) = 0 मीटर/सेकंड,

अंतिम वेग (v) = 15 मीटर/सेकंड,

कुल समय (t) = 5 सेकंड

त्वरण = ?

गति संबंधी पहले समीकरण से त्वरण,

$$\text{त्वरण} = \frac{v-u}{t} = \frac{15-0}{5} = 3 \text{ मीटर/ सेकंड}^2$$

गति संबंधी दूसरे समीकरण से, तय की गई दूरी

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

$$s = 0 \times 5 + \frac{1}{2} 3 \times 5^2$$

$$= 0 + \frac{75}{2} = 37.5 \text{ मीटर}$$

न्यूटन के गति संबंधी नियम (Newton's Laws of Motion)

ऐसा क्यों होता होगा?

1. स्थिर अवस्था वाली कोई वस्तु बल लगाए बिना जगह से हिलती नहीं है।
2. टेबल पर रखी पुस्तक उठाने के लिए आवश्यक पर्याप्त बल द्‌वारा टेबल उठाया नहीं जाता।
3. टहनी हिलाने पर वृक्ष से फल नीचे गिरते हैं।
4. विद्‌युत द्‌वारा घूमने वाला पंखा बंद करने पर भी पूर्ण रूप से रुकने के पहले वह कुछ समय तक घूमता रहता है।

उपर्युक्त घटनाओं के कारणों को खोजने पर हमें यह स्पष्ट होता है कि पिंड में जड़त्व होता है। पिंड का जड़त्व पिंड के द्रव्यमान से संबंधित होता है, यह आपने सीखा है। न्यूटन के गति संबंधी पहले नियम में पदार्थ के इसी गुणधर्म का वर्णन किया गया है इसलिए उसे 'जड़त्व का नियम' भी कहते हैं।

न्यूटन का गति संबंधी पहला नियम (Newton's first Law of Motion)

आओ करके देखें

एक गिलास में बालू भर लीजिए। उस गिलास पर एक गत्ता रखिए। गत्ते पर पाँच रुपए का एक सिक्का रखिए। अब गत्ते को ऊँगली द्‌वारा थपकी मारें। क्या होता है उसका अवलोकन करें।

संतुलित और असंतुलित बल (Balanced and Unbalanced Force)

आपने रस्सी खींचने का खेल खेला होगा। जब तक दोनों ओर से प्रयुक्त बल समान होता है तब तक रस्सी का मध्यभाग स्थिर रहता है। यहाँ दोनों ओर से प्रयुक्त बल समान रहने अर्थात बल 'संतुलित' रहने के कारण बल प्रयुक्त करने पर भी रस्सी का मध्यभाग स्थिर रहता है परंतु जब एक सिरे द्‌वारा प्रयुक्त बल बढ़ता है, उस समय प्रयुक्त बल 'असंतुलित' हो जाते हैं और परिणामी बल अधिक बल के सिर की ओर प्रयुक्त होता है और रस्सी का मध्य उस दिशा में सरकता है।

'यदि किसी पिंड पर कोई भी बाह्‌य असंतुलित बल कार्यरत नहीं होता तो उसकी विरामावस्था अथवा सरल रेखा में एक समान गति में सातत्य रहता है।'

कोई पिंड विरामावस्था अथवा सरल रेखा में एकसमान गति की अवस्था में होता है तब उस पर किसी भी प्रकार का बल कार्यरत नहीं होता ऐसा नहीं है। वास्तविक रूप से उस पिंड पर विभिन्न बाह्‌य बल कार्यरत होते हैं परंतु उनके एक-दूसरे को निष्फल करने के कारण कुल परिणामी बल शून्य होता है। न्यूटन के पहले नियम द्‌वारा जड़त्व का अर्थात पिंड की गति संबंधी अवस्था अपने आप परिवर्तित न होने का स्पष्टीकरण दिया जाता है। इसी प्रकार पिंड की विरामावस्था या पिंड की सरलरेखा में एकसमान गति में परिवर्तन करने वाले या परिवर्तन के लिए उद्‌यत करने वाले असंतुलित बल का स्पष्टीकरण दिया जाता है।

जड़त्व संबंधी सब उदाहरण न्यूटन के गति संबंधी पहले नियम के उदाहरण हैं।

न्यूटन का गति संबंधी दूसरा नियम (Newton's second Law of Motion)

आओ करके देखें

अ. 1. अपने मित्र को समान आकार की प्लास्टिक और रबड़ की गेंदे ऊँचाई से नीचे डालने के लिए कहें।

2. आप गेंदों को पकड़ें। आप कौन-सी गेंद सरलता से पकड़ सकते हैं? क्यों?

आ. 1. आपके मित्र को एक गेंद धीरे से फेंकने के लिए कहें और आप उसे पकड़ने का प्रयत्न करें।

2. अब उसी गेंद को आप अपने मित्र को जोर से फेंकने के लिए कहें और आप उसे पकड़ने का प्रयत्न करें। किस समय आप गेंद सरलता से पकड़ सके? क्यों?

एक पिंड द्वारा दूसरे पिंड पर किए गए आघात (टक्कर) का परिणाम उस पिंड के द्रव्यमान और उसके वेग दोनों पर निर्भर करता है अर्थात् बल का परिणाम प्राप्त करने के लिए पिंड के द्रव्यमान और वेग को एकत्र जोड़ने वाला गुणधर्म कारणीभूत है। इस गुणधर्म को न्यूटन ने 'संवेग' द्वारा संबोधित किया।

संवेग में परिमाण और दिशा दोनों होते हैं। संवेग की दिशा वेग की दिशा में होती है।

SI प्रणाली के अनुसार संवेग की इकाई kg m/s और CGS प्रणाली में gm cm/s है ।

जब पिंड पर प्रयुक्त किया गया असंतुलित बल वेग में परिवर्तन करता है तो वही बल संवेग में भी परिवर्तन करता है। पिंड के संवेग में परिवर्तन लाने के लिए आवश्यक बल संवेग परिवर्तन की दर पर निर्भर करता है।

संवेग (Momentum) (P) : पिंड के वेग और द्रव्यमान के गुणनफल को संवेग कहते हैं।

$P = mv$ संवेग एक सदिश राशि है।

'संवेग परिवर्तन की दर प्रयुक्त बल के समानुपाती होती है और संवेग का परिवर्तन बल की दिशा में होता है।'

माना, द्रव्यमान, m का एक पिंड प्रारंभिक वेग 'u' से जाते समय उसके गति की दिशा में बल F प्रयुक्त करने से समय t के पश्चात पिंड का वेग V हो जाता है।

$\therefore$ पिंड का प्रारंभिक संवेग = mu ,

समय t के पश्चात पिंड का अंतिम वेग = mv

$$\therefore \text{संवेग परिवर्तन की दर} = \frac{\text{संवेग में होने वाला परिवर्तन}}{\text{समय}}$$

$$\therefore \text{संवेग परिवर्तन की दर} = \frac{mv - mu}{t} = \frac{m(v-u)}{t} = ma$$

न्यूटन के गति संबंधी दूसरे नियम के अनुसार, संवेग परिवर्तन की दर प्रयुक्त बल के समानुपाती होती है।

$\therefore \; ma \; \alpha \; F$

$\therefore F = k\,ma$ (k = एक स्थिरांक है उसका मान 1 है ।)

$F = m \times a$

दो विभिन्न द्रव्यमानों तथा प्रारंभ में विरामावस्था में स्थित दो पिंडों का विचार कीजिए। दोनों का प्रारंभिक संगेव शून्य होगा। माना, दोनों पिंडों पर विशेष समयावधि (t) के लिए निश्चित बल (F) प्रयुक्त किया। हल्का पिंड भारी पिंड की तुलना में अधिक वेग से जाने लगेगा परंतु उपर्युक्त सूत्र से स्पष्ट होता है कि, दोनों पिंडों की संवेग परिवर्तन की दर लेकिन समान है अर्थात F होगी और उनमें होने वाला परिवर्तन भी (Ft) समान होगा। अत: विभिन्न पिंडों पर समान समयावधि में समान बल प्रयुक्त करने पर संवेग में परिवर्तन समान होता है।

SI प्रणाली में बल की इकाई न्यूटन है।

न्यूटन (N) : 1 kg द्रव्यमान में 1 m/s^2 का त्वरण उत्पन्न करने वाले बल को 1 बल न्यूटन कहते हैं।

$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$

CGS प्रणाली में बल की इकाई डाइन है।

डाइन (dyne) : 1 g द्रव्यमान में 1 cm/s^2 का त्वरण उत्पन्न करने वाले बल को १ डाइन कहते हैं ।

$1 \text{ dyne} = 1 \text{ g} \times 1 \text{ cm/s}^2$

थोड़ा सोचिए

ऊँची छलाँग मारने वाले मैदानी खेलों में खिलाड़ी जमीन पर बालू की मोटी परत पर गिरे, ऐसी व्यवस्था क्यों की जाती है?

न्यूटन का गति संबंधी तीसरा नियम (Newton's third law of Motion)

आओ करके देखें

1. पीछे की ओर छिद्र वाली प्लास्टिक की एक नाव लीजिए।
2. एक गुब्बारे में हवा भरकर उसे नाव के छिद्र पर लगाओ और नाव को पानी में छोड़िए।

जैसे जैसे गुब्बारे की हवा बाहर निकलेगी वैसे-वैसे नाव पर क्या प्रभाव होता है और क्यों?

न्यूटन के गति संबंधी पहले दो नियमों से बल और बल के परिणाम की जानकारी मिलती है।

'परंतु प्रकृति में बल अकेला हो ही नहीं सकता' बल दो पिंडों के बीच की अन्योन्य क्रिया है। बल हमेशा जोड़ी द्वारा ही प्रयुक्त होते हैं। जब एक पिंड दूसरे पिंड पर बल प्रयुक्त करता है उसी समय दूसरा पिंड भी पहले पिंड पर बल प्रयुक्त करता है। दो पिंडों के बीच के बल हमेशा समान और विपरीत होते हैं। यह संकल्पना न्यूटन के गति संबंधी तीसरे नियम में प्रतिपादित की गई है। पहले पिंड द्वारा दूसरे पिंड पर प्रयुक्त किए गए बल को प्रतिक्रिया बल कहते हैं।

'प्रत्येक क्रिया बल के लिए समान परिमाण वाले और उसी समय प्रयुक्त होने वाले प्रतिक्रिया बल का अस्तित्व होता है और उनकी दिशा परस्पर विपरीत होती है ।'

1. क्रिया और प्रतिक्रिया ये बल को स्पष्ट करने वाली बातें हैं।
2. ये बल जोड़ी द्वारा ही प्रयुक्त होते हैं। बल स्वतंत्र रूप से कभी भी अस्तित्व में नहीं रहता।
3. क्रिया बल और प्रतिक्रिया बल एक ही समय कार्यरत होते हैं।
4. क्रिया और प्रतिक्रिया बल विभिन्न पिंडों पर प्रयुक्त होते हैं। वे एक ही पिंड पर प्रयुक्त नहीं होते। इस कारण ये बल एक-दूसरे का प्रभाव नष्ट नहीं कर सकते।

थोड़ा सोचिए

1. बल्ले द्वारा गेंद को मारते समय बल्ले की गति का कम होना।
2. बंदूक से गोली दागते समय बंदूक का पीछे सरकना।
3. अग्निबाण (रॉकेट) का प्रक्षेपण

इन उदाहरणों का स्पष्टीकरण न्यूटन के तीसरे नियम के आधार पर कैसे करोगे?

संवेग की अविनाशिता का नियम (Law of Conservation of Momentum)

माना पिंड, A का द्रव्यमान m_1 तथा उसका प्रारंभिक वेग u_1 है । इसी प्रकार पिंड B का द्रव्यमान m_2 तथा उसका प्रारंभिक वेग u_2 है ।

संवेग के सूत्र के अनुसार पिंड A का प्रारंभिक संवेग = m_1u_1 और B का प्रारंभिक संवेग = m_2u_2

जिस समय दोनों पिंडों की परस्पर टक्कर होती है उस समय पिंड A पर पिंड B के कारण बल F_1 प्रयुक्त होकर पिंड A त्वरित होता है और उसका वेग v_1 हो जाता है ।

$\therefore$ पिंड A का टक्कर के पश्चात संवेग = m_1v_1

न्यूटन के गति संबंधी तीसरे नियम के अनुसार पिंड A भी पिंड B पर समान बल विपरीत दिशा में प्रयुक्त करता है। उस समय उसके संवेग में परिवर्तन होता है। माना उसका वेग v_2 हो जाता है तो

तो पिंड B का टक्कर के पश्चात संवेग = m_2v_2 यदि पिंड B पर बल F_2 प्रयुक्त होता है, तो

$$F_2 = -F_1$$

$$\therefore \quad m_2 a_2 = -m_1 a_1 \text{............} \because F = ma$$

$$\therefore m_2 \frac{(v_2-u_2)}{t} = -m_1 \times \frac{(v_1-u_1)}{t} \quad \text{.........} \quad \because a = \frac{(v-u)}{t}$$

$$\therefore m_2 (v_2 - u_2) = -m_1 (v_1 - u_1)$$

$$\therefore m_2 v_2 - m_2 u_2 = -m_1 v_1 + m_1 u_1$$

$$\therefore (m_2 v_2 + m_1 v_1) = (m_1 u_1 + m_2 u_2)$$

कुल अंतिम संवेग का परिमाण = कुल प्रारंभिक संवेग का परिमाण

अत: यदि दो पिंडों पर बाह्य बल कार्यरत न हो तो उनका प्रारंभिक संवेग और अंतिम संवेग समान होता है। पिंडों की संख्या कितनी भी होगी तब भी यह कथन सत्य है।

'दो पिंडों की अन्योन्य क्रिया होते समय यदि उनपर कोई बाह्य बल कार्यरत न हो तो उनका कुल संवेग स्थिर रहता है, वह बदलता नहीं है।'

यह न्यूटन के गति संबंधी तीसरे नियम का उपसिद्धांत है। टक्कर होने के पश्चात भी संवेग स्थिर रहता है। टक्कर होने वाले पिंडों में संवेग पुनर्वितरित होता है। एक पिंड का संवेग कम होता है तो दूसरे पिंड का संवेग बढ़ता है। इसलिए सिद्धांत निम्नानुसार भी प्रतिपादित कर सकते हैं।

यदि दो पिंडों की टक्कर होती है तो उनका टक्कर के पूर्व का कुल संवेग उनके टक्कर के पश्चात के कुल संवेग के बराबर होता है।

यह सिद्धांत समझने के लिए बंदूक से दागी गई गोली के उदाहरण पर विचार करते हैं। जब द्रव्यमान m_1 की गोली द्रव्यमान m_2 की बंदूक से दागी जाती है, तब वेग से आगे जाते समय उसका संवेग m_1v_1 होता है। गोली दागने के पूर्व बंदूक और गोली स्थिर रहने के कारण प्रारंभिक संवेग शून्य होता है और कुल संवेग शून्य होता है। गोली दागने के पश्चात भी उपर्युक्त नियमानुसार कुल संवेग शून्य होता है। अत: गोली आगे जाने के कारण बंदूक पीछे की दिशा में सरकती है। इस सरकने को **'प्रतिक्षेप' (Recoil)** कहते हैं।

बंदूक प्रतिक्षेप वेग से (v_2) ऐसी पद्धति से सरकती है कि,

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 \text{ या } \quad v_2 = -\frac{m_1}{m_2} \times v_1$$

बंदूक का द्रव्यमान गोली के द्रव्यमान की तुलना में बहुत अधिक होने के कारण बंदूक का वेग गोली के वेग की तुलना में बहुत कम होता है। बंदूक के संवेग और गोली के संवेग के परिमाण समान और दिशा विपरीत होती है। इस कारण संवेग स्थिर रहता है। अग्निबाण (रॉकेट) के प्रक्षेपण में भी संवेग स्थिर रहता है।

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1 : एक तोप का द्रव्यमान 500 kg है। उससे गोला दागने के पश्चात तोप 0.25 m/s वेग से प्रतिक्षेपित होती है तो तोप का संवेग ज्ञात कीजिए।

दत्त : तोप का द्रव्यमान = 500 kg , प्रतिक्षेप वेग = 0.25 m/s

संवेग = ?

संवेग = $m \times v = 500 \times 0.25 = 125$ kg m/s

उदाहरण 2 : गेंदों के द्रव्यमान क्रमशः 50 ग्राम और 100 ग्राम हैं । वे एक ही रेखा पर एक ही दिशा में 3 m/s और 1.5 m/s के वेग से जा रही हैं। उनकी टक्कर होती है और टक्कर होने के पश्चात पहली गेंद 2.5 m/s के वेग से गतिशील होती है तो दूसरी गेंद का वेग ज्ञात कीजिए।

दत्त :

पहली गेंद का द्रव्यमान = m_1 = 50 g = 0.05 kg

पहली गेंद का प्रारंभिक वेग = u_1 = 3 m/s

पहली गेंद का अंतिम वेग = v_1 = 2.5 m/s

दूसरी गेंद का द्रव्यमान = m_2 = 100 g = 0.1 kg

दूसरी गेंद का प्रारंभिक वेग = u_2 = 1.5 m/s

दूसरी गेंद का अंतिम वेग = v_2 = ?

संवेग की अविनाशिता के सिद्धांत के अनुसार, प्रारंभिक कुल संवेग = अंतिम कुल संवेग

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$(0.05 \times 3) + (0.1 \times 1.5) = (0.05 \times 2.5) + (0.1 \times v_2)$$

$$\therefore (0.15)+(0.15) = 0.125 + 0.1v_2$$

$$\therefore 0.3 = 0.125 + 0.1\, v_2$$

$$\therefore 0.1v_2 = 0.3 - 0.125 \qquad \therefore v_2 = \frac{0.175}{0.1} = 1.75 \text{ m/s}$$

H8XBT4

स्वाध्याय

1. नीचे दी गई तालिका के पहले स्तंभ को दूसरे और तीसरे स्तंभ से जोड़िए और नई सारिणी तैयार कीजिए :

क्र.	स्तंभ-1	स्तंभ-2	स्तंभ -3
1	ऋण त्वरण	पिंड का वेग स्थिर रहता है।	एक कार शुरुआत में विरामावस्था के बाद 50 किमी/घंटा वेग 10 सेकंड में प्राप्त करती है।
2	धन त्वरण	पिंड का वेग कम होता है।	एक वाहन 25 मी/सेकंड के वेग से गतिशील है।
3	शून्य त्वरण	वस्तु का वेग बढ़ता है।	एक वाहन 10 मी/सेकंड के वेग से जाकर 5 सेकंड के बाद रुकता है।

2. अंतर स्पष्ट कीजिए।

अ. दूरी और विस्थापन

आ. एकसमान गति और असमान गति

3. **नीचे दी गई सारिणी पूर्ण कीजिए।**

u (m/s)	a (m/s^2)	t (sec)	v = u + at (m/s)
2	4	3	–
–	5	2	20

u (m/s)	a (m/s^2)	t (sec)	$s = ut + \frac{1}{2} at^2$ (m)
5	12	3	–
7	–	4	92

u (m/s)	a (m/s^2)	s (m)	$v^2 = u^2 + 2as$ $(m/s)^2$
4	3	–	8
–	5	8.4	10

4. **रिक्त स्थानों की पूर्ति करके वाक्यों को पूर्ण करें और उनका स्पष्टीकरण लिखिए।**

अ. पिंड की गति के प्रारंभ और अंतबिंदु के बीच की कम-से-कम दूरी को पिंड का .... कहते हैं।

आ. अवत्वरण अर्थात................त्वरण है ।

इ. जब पिंड एकसमान वृत्ताकार गति से जाता है तब उसका .... प्रत्येक बिंदु के पास बदलता है।

ई. टक्कर होते समय ....हमेशा अक्षय रहता है।

ए. अग्निबाण (रॉकेट) का कार्य न्यूटन के .... नियम पर आधारित है।

5. **वैज्ञानिक कारण लिखिए।**

अ. जब कोई पिंड मुक्त रूप से जमीन पर गिरता है तब गति का त्वरण एकसमान होता है।

आ. क्रिया बल और प्रतिक्रिया बल के परिमाण समान और दिशा विपरीत होने पर भी वे एक-दूसरे को निष्फल नहीं करते।

इ. समान वेग वाली गेंदों में से क्रिकेट की गेंद को रोकने की अपेक्षा टेनिस की गेंद को रोकना सरल होता है।

ई. विरामावस्था के पिंड की गति एकसमान मानी जाती है।

6. **न्यूटन के गति संबंधी प्रत्येक नियम पर आधारित 5 उदाहरण देकर उनका स्पष्टीकरण लिखिए।**

7. **उदाहरण हल कीजिए।**

अ. एक पिंड प्रारंभ के 3 सेकंड में 18 मीटर और बाद के 3 सेकंड में 22 मीटर जाता है तथा अंतिम 3 सेकंड में 14 मीटर जाता है तो उनकी औसत चाल ज्ञात कीजिए। **(उत्तर : 6 m/s)**

आ. एक पिंड का द्रव्यमान 16 kg है तथा वह 3 m/s^2 के त्वरण से गतिशील है। उस पर प्रयुक्त बल की गणना कीजिए। उतना ही बल 24 kg द्रव्यमान के पिंड पर प्रयुक्त करने पर निर्मित होने वाला त्वरण कितना होगा? **(उत्तर : 48 N, 2 m/s^2)**

इ. बंदूक की एक गोली का द्रव्यमान 10 g है। वह 1.5 m/s के वेग से 900 g ग्राम द्रव्यमान के लकड़ी की मोटी पट्टी में घुसती है। प्रारंभ में पट्टी विरामावस्था में है परंतु गोली दागने के पश्चात वह पट्टी में घुसती है और दोनों विशिष्ट वेग से गतिशील होते हैं। बंदूक की गोली के साथ लकड़ी की पट्टी जिस वेग से गतिशील होती है, उसका वेग ज्ञात कीजिए। **(उत्तर : 0.15 m/s)**

ई. एक व्यक्ति शुरुआत में 40 सेकंड में 100 मीटर दूरी तक तैरता है। बाद में 40 सेकंड में वह व्यक्ति 80 मीटर दूरी तय करता है और अंतिम 20 सेकंड में 45 मीटर दूरी तय करता है तो उस व्यक्ति की औसत चाल क्या होगी? **(उत्तर : 2.25 m/s)**

उपक्रम :

न्यूटन के गति संबंधी नियमों पर आधारित दैनिक जीवन के विभिन्न उपकरणों/साधनों की जानकारी प्राप्त कीजिए।

◈◈◈