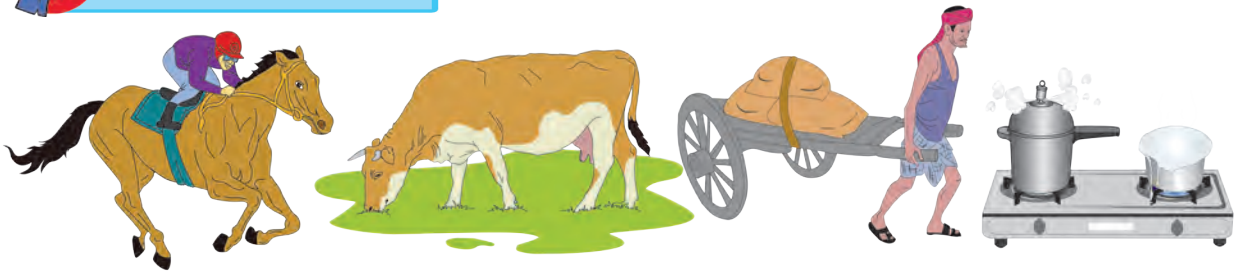
7. गति, बल और कार्य

प्रेक्षण करो तथा चर्चा करो



7.1 कार्य

थोड़ा याद करो गति का क्या अर्थ है ? गति में परिवर्तन किस कारण होता है ?

पिंड पर बल कार्य करता है तब उसकी गति या आकार में परिवर्तन होता है, यह हमने देखा है। अब देखेंगे कि बल द्वारा कार्य कैसे होता है।

दूरी और विस्थापन (Distance and displacement)

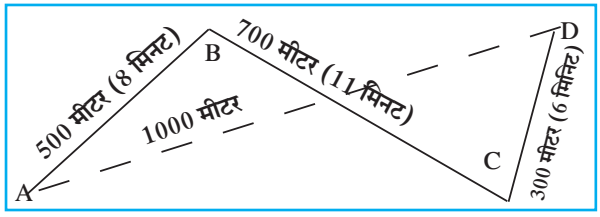
रणजीत का घर A स्थान पर है। संलग्न चित्र में, उसके विद्यालय अर्थात D स्थान पर पहुँचने के लिए तय किया गया अंतर दिखाया गया है। रणजीत ने दिशा का विचार न करते हुए AB+BC+CD दूरी तय की। लेकिन इतना करने पर उसका विस्थापन AD के बराबर हुआ। चित्र में रणजीत के घर से विद्यालय तक हुआ विस्थापन खंडित रेखा AD के द्वारा दर्शाया गया है। रणजीत के घर से विद्यालय तक सरल रेखा में कम से कम अंतर AD है।

निश्चित दिशा में सरल रेखा में तय की गई न्यूनतम दूरी को विस्थापन कहते हैं।

चाल तथा वेग (Speed and Velocity)

1. चाल का क्या अर्थ है?
2. चाल ज्ञात करने का सूत्र कौन-सा है?

जब हम किसी गाड़ी की चाल 40 किमी प्रतिघंटा कहते हैं, उस समय दिशा बताने की आवश्यकता नहीं होती परंतु किसी निश्चित स्थान पर तूफान आएगा या नहीं यह समझने के लिए दिशा का उल्लेख करना अनिवार्य होता है।



7.2 अंतर और विस्थापन

दूरी : किसी गतिशील वस्तु द्वारा दिशा का विचार न करते हुए प्रत्यक्ष रूप में तय की गई मार्ग की लंबाई को दूरी कहते है। दूरी अदिश राशि है।

विस्थापन : किसी गतिशील वस्तु द्वारा प्रारंभ स्थान से अंतिम स्थान तक पहुँचने के लिए एक ही दिशा में तय की गई न्यूनतम दूरी को विस्थापन कहते हैं।

विस्थापन को व्यक्त करने के लिए दूरी और दिशा का विचार किया जाता है इसलिए विस्थापन सदिश राशी है।

दूरी और विस्थापन इन राशियों की SI व MKS मापन पद्धति में इकाई मीटर (m) ही है।

वेग : इकाई समय में किसी निश्चित दिशा में वस्तु द्वारा तय की गई दूरी को वेग कहते हैं। पिंड का वेग निम्नलिखित सूत्र की सहायता से ज्ञात किया जा सकता है।

$$\text{वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{विस्थापन के लिए लगा समय}}$$

आओ, इकाई ढूँढ़ें

कृति	चाल	वेग
सूत्र लिखो ।	चाल =	वेग =
राशियों की इकाइयाँ लिखो ।	दूरी : --- समय : ---	विस्थापन : --- समय : ---
सूत्रों में राशियों की जगह इकाई रखो । तुम्हें चाल और वेग की इकाई ज्ञात होगी ।		

चाल और वेग की इकाई मीटर/सेकंड अर्थात् (m/s) लिखी जाती है ।

आओ, उपर्युक्त सूत्र का उपयोग करके आकृति 7.2 के अनुसार रणजीत के विद्यालय तक जाने का वेग तथा चाल ज्ञात करें ।

रणजीत ने घर से विद्यालय तक तय की हुई दूरी = AB + BC + CD

= 500 मीटर + 700 मीटर + 300 मीटर = 1500 मीटर

रणजीत को घर से विद्यालय तक पहुँचने के लिए लगा समय = 8 मिनट + 11 मिनट + 6 मिनट = 25 मिनट

रणजीत के घर से विद्यालय तक हुआ विस्थापन = 1000 मीटर

अ. विद्यालय तक जाने के लिए रणजीत का वेग

$$\text{वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{कुल समय}} = \frac{1000 \text{ मीटर}}{25 \text{ मिनट}} = \frac{40 \text{ मीटर}}{60 \text{ सेकंड}} = 0.66 \text{ मीटर/सेकंड}$$

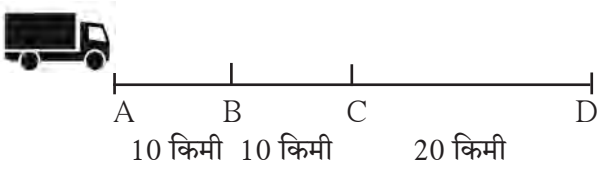
ब. विद्यालय तक जाने के लिए रणजीत की चाल

$$\text{चाल} = \frac{\text{तय की गई कुल दूरी}}{\text{समय}} = \frac{1500 \text{ मीटर}}{25 \text{ मिनिटे}} = \frac{60 \text{ मीटर}}{60 \text{ सेकंड}} = 1 \text{ मीटर/सेकंड}$$

रणजीत ने विद्यालय जाते समय कम दूरी वाला रास्ता नहीं लिया । इस कारण उसका वेग और उसकी चाल का मान अलग-अलग आया । अगर रणजीत AD इस सीधे मार्ग से जाता तो उसके वेग और चाल का मान समान होता ।

औसत वेग और तात्कालिक वेग : किसी पिंड का वेग सरल रेखीय मार्ग पर जाते हुए बदल सकता है । उदाहरणार्थ- एक ट्रक स्थान A से स्थान D तक सरल रेखा में 40 किमी जा रहा है । अर्थात कुल विस्थापन AD होगा ।

इस विस्थापन के लिए लगा समय यदि एक घंटा हो, तो उसका औसत वेग 40 किमी/घंटा होगा । परंतु ट्रक द्वारा AB यह 10 किमी दूरी 10 मिनट में, BC यह दूरी 20 मिनट और CD यह दूरी 30 मिनट में तय की हो तो,



7.3 विस्थापन

$$\text{AB दूरी का प्रतिघंटा वेग} = \frac{10 \text{ किमी}}{10 \text{ मिनट}} = \frac{60 \text{ किमी}}{60 \text{ मिनट}} = 60 \text{ किमी /घंटा}$$

इसी प्रकार BC और CD दूरी के लिए वेग ज्ञात किया जा सकता है । इसका अर्थ हैं कि AB, BC और CD विस्थापनों के लिए लगने वाला समय अलग-अलग है परंतु औसत वेग 40 किमी / घंटा है । किसी विशेष समय पर विद्यमान वेग को तात्कालिक वेग कहते हैं । यह विभिन्न समय पर अलग-अलग होता है ।

त्वरण (Accleration)

पिछले उदाहरण में ट्रक ने AB दूरी 60 किमी/घंटा वेग से जबकि BC दूरी 30 किमी/घंटा के वेग से तय की और CD दूरी 40 किमी/घंटा वेग से तय की है । इसका अर्थ है कि BC दूरी के वेग की अपेक्षा CD दूरी का वेग अधिक है । वेग में परिवर्तन कितने सेकंड में होता है, उसके द्वारा वेग में होने वाला प्रति सेकंड परिवर्तन ज्ञात किया जा सकता है । इसे ही त्वरण कहते हैं । यह त्वरण किस कारण उत्पन्न होता है?

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

तुम्हें मालूम है कि ट्रक चालक त्वरित्र (Accelerator) का उपयोग करके वेग अधिक या कम करता है । स्प्रिंग द्वारा चलने वाली खिलौना मोटर तुमने देखी होगी । चाबी देकर समतल जमीन पर उसे छोड़ने पर वह सीधी जाती है परंतु उसे एक तरफ से धक्का देने पर दिशा बदल कर आगे जाती है । आगे अगर दीवार पर टकराती है तो रुकती है अर्थात उसके वेग में परिवर्तन होता है । यह परिवर्तन कैसे हुआ? उस मोटर के बाहर की किसी वस्तु के संपर्क में आने पर यह घटित होता है । मैदान पर सीधी जाती हुई फुटबॉल की दिशा कैसे बदलती है? किसी खिलाड़ी को पैर द्वारा गेंद ढकेलकर उसकी दिशा बदलते हुए हमने देखा है । दिशा बदलने से गेंद का वेग बदलता है अर्थात त्वरण उत्पन्न होता है । त्वरण उत्पन्न करने वाली अन्योन्य (अंतरक्रिया) को बल कहते हैं । यह बल वस्तु पर कार्य करता है ।

थोड़ा सोचो

त्वरण सदिश राशि है, उसकी इकाई m/s^2 है । इसकी जाँच करके देखो ।

बल और त्वरण (Force and accleration)

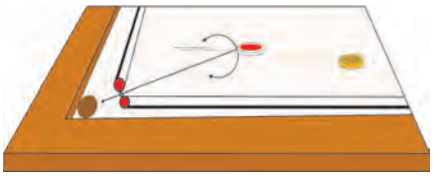
करो और देखो

चिकने पृष्ठवाले काँच के एक टेबल पर पर कंचा लेकर उसे लुढ़का दो । कुछ समय पश्चात उसका वेग कम होगा और वह रुक जाएगी । कैरमबोर्ड पर स्ट्रायकर की सहायता से ढकेली गई गोटी भी ऐसे ही ठहर जाएगी । कैरमबोर्ड पर पाउडर डालकर गोटी ढकेलने से वह सहजता से अधिक समय तक आगे जाएगी और बाद में रुकेगी ।

इससे क्या स्पष्ट होता है?

घर्षण के कारण गोटी का वेग कम होता है और गोटी रुकती है । कैरमबोर्ड और गोटी के बीच का घर्षण कम किया जाए तो गोटी अधिक समय तक चलती है । अर्थात किसी गतिशील पिंड पर किसी प्रकार का घर्षण कार्यरत न हो तो वस्तु एक समान वेग से गतिशील होगी ।

बल और उसके द्वारा घटित होने वाले त्वरण के संबंध का अध्ययन सर्वप्रथम वैज्ञानिक सर आयजैक न्यूटन ने किया था ।



7.3 बल और त्वरण

न्यूटन का गति संबंधी पहला नियम : किसी पिंड पर बल कार्यरत न हो तो उस पिंड के वेग में परिवर्तन नहीं होता । अर्थात उस पिंड में त्वरण उत्पन्न नहीं होता । है । दूसरे शब्दों में इसका अर्थ यह है कि यदि बल नहीं लगाया जाए तो पिंड यदि स्थिर है तो स्थिर ही रहेगा, यदि पिंड गतिशील है तो वह एक समान वेग से और दिशा में अविरत गतिशील रहेगा ।

तुम जान चुके हो कि, बल का क्या अर्थ है । तुमने देखा कि बल के कारण पिंड में त्वरण उत्पन्न होता है । मापन प्रकरण में तुम एक किलोग्राम के बाँट के बारे में जान चुके हो । एक किलोग्राम द्रव्यमान को घर्षणरहित पृष्ठभाग पर रखकर उसे $1 m/S^2$ के त्वरण से खींचने पर उस पर लगने वाले बल को 1 N (1 न्यूटन) कहते हैं ।

थोड़ा सोचो

त्वरण सदिश राशि है । क्या बल भी सदिश राशि है ?

करो और देखो

लकड़ी की चिकनी मेज पर 1 किलोग्राम का बाट रखो । मेज पर थोड़ा टेलकम पाउडर डालकर अच्छी तरह फैलाओ । अब 1 किलोग्राम भार को $1 m/s^2$.के त्वरण से खींचो । पुनः $2 m/s^2$ के त्वरण से खींचो अर्थात अब तुमने 2N बल लगाया । इस प्रयोग के लिए अनेक परीक्षण करने होंगे ।

बल उसके द्वारा निर्मित त्वरण के द्वारा मापा जाता है ।

पिंड पर बल लगाने पर होने वाले विस्थापन और कार्य में संबंध, हमने पिछली कक्षा में पढ़ा है । कार्य-ऊर्जा के परस्पर संबंध की जानकारी हमने प्राप्त की है । हमने यह भी सीखा है कि कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं ।

बल, विस्थापन व कार्य (Force, Displacement and Work)

दी गई आकृति में लकड़ी का गुटका मेज पर रखकर उसे रस्सी बाँधी गई है । इसी रस्सी को घिरनी के ऊपर से ले जाकर वजन से बांधा गया है । पर्याप्त वजन लगाने पर गुटका आगे सरकता हुआ दिखाई देगा ।

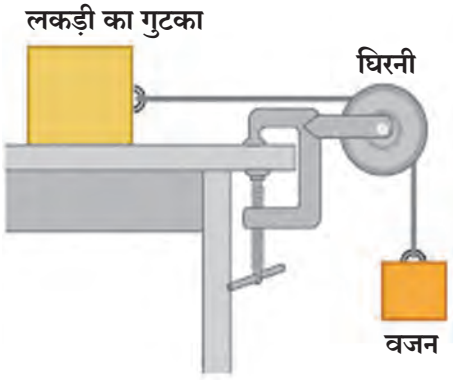
दी गई आकृति में कौन-सा बल लगाया गया है ? इस बल को कैसे बढ़ाया जा सकता हैं ? अधिक बल लगानें पर क्या होगा ? लगाए गए बल द्वारा कार्य हुआ, ऐसा कब कहा जा सकता है ?

गुटका आगे सरकने पर उसका विस्थापन हुआ, ऐसा हम कह सकते हैं । विस्थापन होने पर बल ने कार्य किया, ऐसा कहा जाता है । क्या इस कार्य को मापा जा सकता है? हमें यह ज्ञात है कि कार्य, बल और विस्थापन पर निर्भर होता है । इसलिए नीचे दिए गए सूत्र में उसका संबंध स्पष्ट किया गया है ।

बल के द्वारा किया गया कार्य (W) = पिंड पर लगाया बल (F) × बल कि दिशा में होने वाला पिंड का विस्थापन (S)

$W = F \times S$

SI पद्धति में कार्य की इकाई जूल (J) बल की इकाई न्यूटन (N) और विस्थापन की इकाई मीटर (m) है । CGS पद्धति में कार्य की इकाई अर्ग (Erg) है ।



7.4 कार्य

लकड़ी के गुटके को मेज पर रखकर, गुटके पर मेज के पृष्ठभाग के समांतर 1 N बल लगाया और गुटके का विस्थापन 1 मीटर तक किया, तो बल द्वारा 1 जूल कार्य किया जाएगा, ऐसा कहा जायेगा । इस उदाहरण में विस्थापन बल की दिशा में ही हुआ है ।

स्वाध्याय

1. रिक्त स्थानों में उचित विकल्प लिखो :

(स्थिर, शून्य, बदलती, एकसमान, विस्थापन, वेग, चाल, त्वरण, स्थिर परंतु शून्य नहीं, बढ़ती)

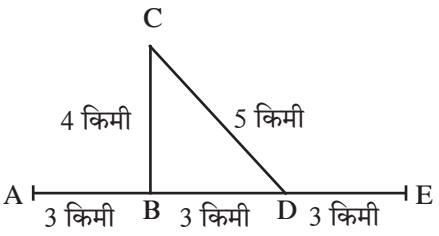
अ. यदि कोई पिंड समय के समानुपात में दूरी तय करता है, तो उस पिंड की चाल .....होती है।

आ. यदि कोई पिंड एकसमान वेग से गतिशील हो तो उसका त्वरण .....होता है ।

इ. ..... अदिश राशि है ।

ई. .....का अर्थ है, निश्चित दिशा में इकाई समय में पिंड द्‌वारा तय की गई दूरी ।

2. आकृति का निरीक्षण करो और प्रश्नों के उत्तर लिखो :



सचिन और समीर मोटर साइकिल से A स्थान से निकले । B मोड़ से मुड़कर C स्थान पर काम करके CD मार्ग से D मोड़ तक आए और आगे स्थान E तक पहुँचे । उन्हें कुल 1 घंटा समय लगा । उनकी A से E तक की प्रत्यक्ष तय की दूरी और विस्थापन ज्ञात करो । इस आधार पर चाल ज्ञात करो । A से E तक AE दिशा में उनका वेग कितना था ? क्या इस वेग को औसत वेग कहा जा सकता हैं ?

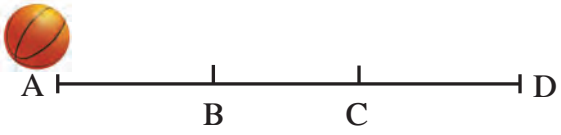
3. समूह A के शब्दों की योग्य जोड़ी समूह B तथा C के शब्दों का चयन करके बनाइए :

A	B	C
कार्य	न्यूटन	अर्ग
बल	मीटर	सेमी
विस्थापन	जूल	डाईन

4. तार पर बैठा हुआ पक्षी उड़कर एक चक्कर लगाकर पुनः अपने बैठने के स्थान पर आता है । उसके द्‌वारा उस चक्कर के लिए तय की गई दूरी और विस्थापन के बारे में स्पष्टीकरण दो ।

5. बल, कार्य, विस्थापन, वेग, त्वरण, दूरी इन विभिन्न संकल्पनाओं को अपने शब्दों में दैनिक जीवन के उदाहरणसहित स्पष्ट करो ।

6. एक सपाट और चिकने पृष्ठभाग पर एक गेंद A से D तक लुढ़कती जाती है । उसकी चाल 2 सेमी/सेकंड है । B पर आने पर उसे C तक पीछे की ओर से ढकेला गया । C से D तक जाने पर उसकी चाल 4 सेमी/सेकंड हो गई । B से C तक जाने में गेंद को 2 सेकंड समय लगा हो तो B और C के बीच का त्वरण ज्ञात करो ।



7. नीचे दिए उदाहरणों को हल करो :

अ. एक समान वेग से गतिशील मोटर को रोकने के लिए 1000 N बल लगाया गया, फिर भी मोटर 10 मीटर दूरी तय करने के बाद रूकी । यहाँ कितना कार्य किया गया ?

आ. 20 किलोग्राम द्रव्यमान की गाड़ी चिकने समतल रास्ते पर 2 N का बल लगाने पर 50 मीटर सरल रेखा में गई; इसमें बल ने कितना कार्य किया ?

उपक्रम :

सर आयजैक न्यूटन द्‌वारा बल एवं त्वरण संबंधी किए गए अध्ययन की विविध जानकारी का संग्रह करो और अपने शिक्षकों के साथ चर्चा करो ।

♦ ♦ ♦