212hi10

10

बल और गति

पिछले पाठ में आपने सरल रेखा में वस्तु की गति के बारे में पढ़ा। यह भी देखा कि गति एकसमान या असमान हो सकती है। शायद आपने देखा होगा कि स्थिर वस्तु को गतिशील किया जा सकता है और गतिशील वस्तु को रोका जा सकता है। क्या आप जानते हैं कि स्थिर वस्तु क्यों गतिशील होती है या गतिशील वस्तु क्यों रुकती है? एक गतिशील वस्तु की दिशा या वेग को कैसे बदलते हैं? कालीन को डंडे से पीटने पर उससे चिपके धूल के कण क्यों अलग हो जाते हैं? फर्श पर लुढ़कती गेंद कुछ दूर जाने के बाद क्यों रुक जाती है? काटने के औजार की धार हमेशा तेज क्यों होती है?

इस पाठ में हम ऐसे सभी प्रश्नों के उत्तर खोजने का प्रयास करेंगे।

mí';

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- गति के कारण की व्याख्या कर पाएँगे एवं बल की अवधारणा की समझ बना पाएँगे;
- संतुलित और असंतुलित बल में अंतर बता पाएँगे;
- जड़त्व, द्रव्यमान तथा संवेग की परिभाषा दे पाएँगे;
- गति के नियमों को बताकर उनकी व्याख्या कर पाएँगे तथा दैनिक जीवन और प्रकृति में इनके महत्त्व की व्याख्या कर पाएँगे;
- बल, द्रव्यमान और त्वरण के बीच संबंध व्युत्पन्न कर पाएँगे;
- घर्षण बल की व्याख्या कर सकेंगे और उसे प्रभावित करनेवाले कारकों का विश्लेषण कर पाएँगे;
- यह दर्शा पाएँगे कि लोटनिक घर्षण सर्पी घर्षण से कम क्यों होता है;
- दैनिक जीवन में घर्षण की महत्ता दर्शानेवाले उदाहरण बता पाएँगे; और
- दैनिक जीवन में प्रणोद (Thrust) और दाब के उदाहरण देकर इन अवधारणाओं की व्याख्या कर पाएँगे।

10-1 cy vkj xfr

यदि हम किसी समतल सतह पर कोई गेंद रखें तो वह तब तक विराम की अवस्था में रहती है जब तक हम उसे हिलाएँ नहीं। वह तभी गतिशील होगी जब हम उसे या तो धक्का दें या खींचे। किसी वस्तु पर लगने वाला धक्का या खिंचाव बल कहलाता है। अब जरा सोचिए कि किसी वस्तु पर बल लगाने पर और क्या होता है? एक क्रियाकलाप की सहायता से इसे समझने की कोशिश करते हैं।

fØ;kdyki 10-1

हवा से भरे एक गुब्बारे को अपनी दोनों हथेलियों के बीच पकड़िए। अब हथेलियों को दबाकर गुब्बारे पर बल लगाइए (चित्र 10.1)। आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि बल लगाने पर गुब्बारे की आकृति बदल जाती है। अतः हम कह सकते हैं कि बल लगाने से वस्तु की आकृति बदली जा सकती है। क्या आप बल के किसी दूसरे प्रभाव के बारे में सोच सकते हैं?

फुटबॉल खेलते हुए चलती हुई गेंद की दिशा बदलने के लिए उसे किसी विशेष दिशा में धकेलना पड़ता है। पैर से मारने पर गेंद पर बल लगता है जिससे उसकी दिशा बदल जाती है। इसी तरह, किसी गतिशील वस्तु की चाल भी बल लगा कर बदली जा सकती है। जैसे, एक चलती हुई साइकिल की चाल ब्रेक लगा कर बदली जा सकती है।

fp= 10-1% बल लगाने पर गुब्बारे की आकृति बदल जाती है

अतः उपरोक्त उदाहरणों और क्रियाकलापों के आधार पर हम कह सकते हैं कि वस्तु पर लगे बल द्वारा

- वस्तु विराम अवस्था से गतिशील हो सकती है।
- गतिशील वस्तु की चाल में परिवर्तन हो सकता है।
- वस्तु की दिशा में परिवर्तन हो सकता है।
- वस्तु की आकृति में परिवर्तन हो सकता है।

अब देखते हैं कि आपने कितना समझा है?

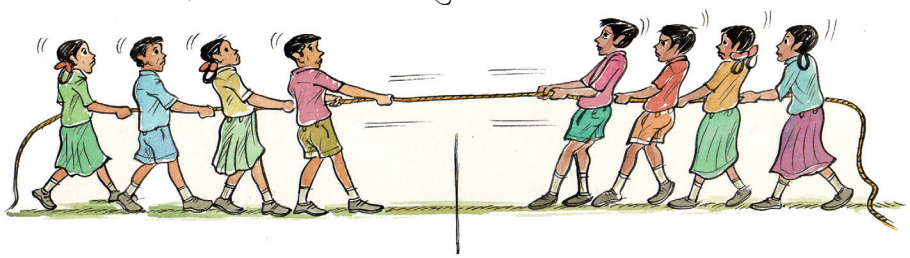
ikBxr i'u 10-1

1. जब एक क्रिकेट खिलाड़ी अपने बल्ले से गेंद की दिशा बदलता है, तो क्या उसके द्वारा कोई बल लगाया जाता है?

2. अपने दैनिक जीवन से कोई उदाहरण दीजिए, जिसमें बल लगने पर वस्तु की आकृति बदलती है।

10-2 lrfyr vkj vlrfyr cy

क्या आपने कभी रस्सा-कसी का खेल देखा है (चित्र 10.2)? इस खेल में जब दोनों टोलियाँ रस्से को समान बल से खींचती हैं तो वे रस्से पर संतुलित बल लगाती हैं। इस स्थिति में रस्सा स्थिर रहता है। जब एक टोली अधिक बल लगाती है तो यह दूसरी टोली और रस्से को अपनी ओर खींच पाती है। इस स्थिति में बल असंतुलित हैं।

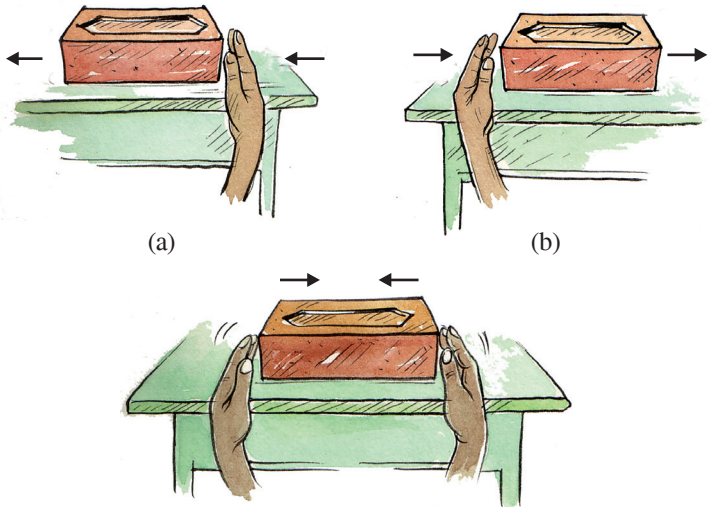


fp= 10-2% रस्सा-कसी का खेल

संतुलित और असंतुलित बल की अवधारणा को समझने के लिए, आइए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

fØ;kdyki 10-2

एक ईंट को मेज पर रखिए। अपने दायें हाथ से ईंट को बायीं ओर धक्का दीजिए। आपने क्या देखा? ईंट बायीं दिशा में खिसकने लगती है (चित्र 10-3 (a))। अब अपने बायें हाथ से ईंट को दाहिनी ओर धक्का दीजिए। अब ईंट किस दिशा में खिसकती है (चित्र 10-3 (b))?



(a) (b)

(c)

fp= 10-3% अंसतुलित तथा संतुलित बल

अब दोनों दिशाओं से ईंट को बराबर बल से धक्का दीजिए (चित्र 10.3 (c))। अब आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि इस स्थिति में ईंट किसी दिशा में भी नहीं खिसकी। क्या आप सोच सकते हैं कि इस बार ईंट क्यों नहीं हिली? वास्तव में इस स्थिति में दोनों बल एक दूसरे को संतुलित करते हैं। इस प्रकार के बलों को संतुलित बल कहते हैं।

संतुलित बलों से क्या परिवर्तन लाए जा सकते हैं? जैसा कि हमने ऊपर के उदाहरण में देखा संतुलित बलों से वस्तु की विराम या गति की स्थिति में कोई परिवर्तन नहीं आता।

अब क्रियाकलाप 10.1 पर दोबारा विचार कीजिए और सोचिए कि गुब्बारे पर लगाया गया बल संतुलित था या असंतुलित? हां, आप ठीक सोच रहे हैं, आपकी हथेलियों द्वारा लगाया गया बल, जिसने गुब्बारे की आकृति बदल दी, संतुलित बल था।

जब ईंट पर दो दिशाओं से अलग-अलग परिमाण के बल लगते हैं, तब क्या होता है? इस स्थिति में ईंट उस दिशा में खिसकने लगेगी जिस दिशा में लगा बल ज्यादा है। ऐसे बल असंतुलित बल कहलाते हैं। वस्तु पर कार्यरत असंतुलित बल उसकी विरामावस्था या गति की अवस्था में परिवर्तन ला सकते हैं।

संतुलित और असंतुलित बलों के कुछ और उदाहरण ढूंढने का प्रयत्न कीजिए।

ikBxr i'u 10-2

1. संतुलित बल क्या होते हैं?
2. क्या संतुलित बल से वस्तु में त्वरण उत्पन्न हो सकता है?
3. असंतुलित बल लगने से वस्तु में किस प्रकार के परिवर्तन हो सकते हैं?

10-3 U;Vu d xfr d fu;e

10-3-1 t MRo

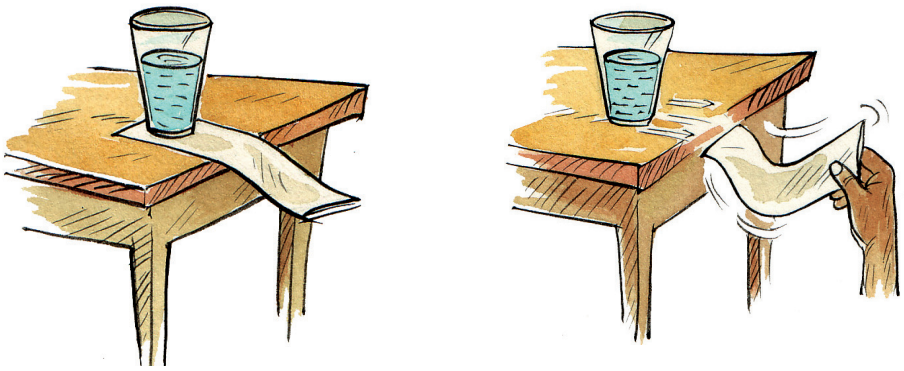
आपने देखा होगा कि यदि पेड़ की डालियों को तेजी से हिलाया जाए तो उस पर लगे पत्ते और फल झड़ते हैं। इसी तरह, कालीन को डंडे से पीटने पर धूल के कण कालीन से अलग हो जाते हैं। क्या आप जानते हैं कि ऐसा क्यों होता है?

इन सभी का कारण जड़त्व है। जड़त्व क्या है? कोई भी वस्तु चाहे वह विरामावस्था में हो या गतिशील, अपनी मूल अवस्था को बनाए रखना चाहती है। वस्तु के इस गुण को जड़त्व कहते हैं। जड़त्व के गुण को हम एक सरल क्रियाकलाप द्वारा समझ सकते हैं।

fØ;kdyki 10-3

चिकने कागज की एक शीट (30 cm × 8cm) लीजिए। उसे मेज पर ऐसे रखिए जिससे उसका कुछ हिस्सा मेज के सिरे के बाहर निकला रहे। अब पानी से आधे भरे गिलास को कागज पर

रखिए। कागज को एक झटके से खींचिए (चित्र 10.4)। आपने क्या देखा? गिलास अपने स्थान पर रहा। गिलास के जड़त्व ने उसे कागज के साथ खिंच जाने से रोक दिया।



fp= **10-4** जड़त्व के कारण गिलास अपनी स्थिति में बना रहता है

इस प्रकार हम कह सकते हैं कि वस्तुओं के विरामावस्था में रहने या समान वेग से गतिशील रहने की प्रवृत्ति को जड़त्व कहते हैं।

जड़त्व के ऐसे कई उदाहरण हमें अपने दैनिक जीवन में दिखते हैं। वास्तव में जड़त्व के कारण ही धावक अंतिम सीमा पार करने के बाद भी कुछ समय तक भागता रहता है। इसी तरह केवल उलटा करने पर, बोतल से टमाटर की सॉस आसानी से नहीं निकलती। पर अचानक झटका देने पर वह तुरन्त बाहर आ जाती है। बोतल को नीचे की दिशा में गति में लाने पर सॉस भी नीचे आने लगती है। बोतल को अचानक रोकने पर सॉस जड़त्व के कारण गतिशील बनी रहती है और बोतल से बाहर आ जाती है।

10-3-2 tMRo vkj n0;eku

हमने समझा कि जड़त्व के कारण वस्तु अपनी गति की अवस्था में बदलाव का विरोध करती है। क्या सभी वस्तुओं का जड़त्व बराबर है? आइए, पता लगाएँ।

एक खाली डिब्बे को किसी चिकनी सतह पर धकेलिए। अब उसी डिब्बे में कुछ पुस्तकें भरकर फिर से उसी सतह पर धकेलने की कोशिश कीजिए। आपने क्या पाया? खाली डिब्बे को भरे डिब्बे की अपेक्षा धकेलना क्यों आसान है?

अब मान लीजिए, यदि आपसे एक ही वेग से आती एक क्रिकेट की तथा एक टेबल टेनिस की गेंद को रोकने के लिए कहा जाए तो किस गेंद को रोकने में आपको अधिक बल लगाना पड़ेगा? आप देखेंगे कि टेबल टेनिस की गेंद की अपेक्षा क्रिकेट की गेंद को रोकने में ज्यादा बल लगता है।

इस प्रकार सभी वस्तुएँ अपनी विराम अथवा गति की अवस्था में बदलाव का विरोध एक-समान रूप से नहीं करतीं। भारी वस्तुएं हल्की वस्तुओं की अपेक्षा अधिक विरोध करती हैं। इन प्रेक्षणों से हम क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं? हम कह सकते हैं कि द्रव्यमान जड़त्व का माप है।

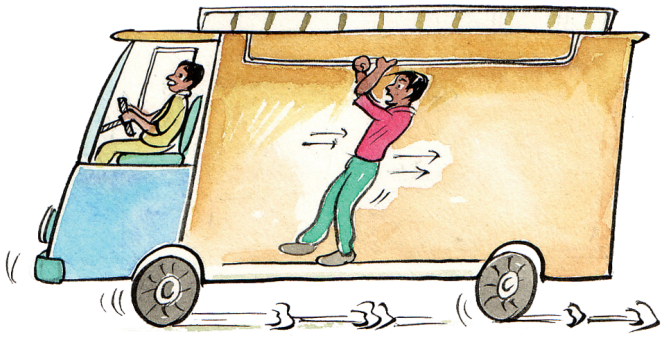
10-3-3 U;Vu dk xfr dk iFke fu;e

अपने सीखा कि हर वस्तु अपनी गति की अवस्था में बदलाव का विरोध करती है। न्यूटन ने इसे गहराई से अध्ययन किया और अपनी खोज को उन्होंने तीन नियमों के रूप में प्रस्तुत किया जो हर वस्तु की गति पर लागू होते हैं। न्यूटन के प्रथम नियम के अनुसार :

"प्रत्येक वस्तु अपनी स्थिर अवस्था या सरल रेखा में एकसमान गति की अवस्था में बनी रहती है जब तक कि उस पर कोई असंतुलित बल उसकी अवस्था बदलने के लिए न लगे।"

न्यूटन का गति का प्रथम नियम बताता है कि प्रत्येक वस्तु अपनी गति की अवस्था में परिवर्तन का विरोध करती है। हम जानते हैं कि वस्तुओं के इस गुण को जड़त्व कहते हैं। इसी कारण न्यूटन के गति के प्रथम नियम को जड़त्व का नियम भी कहते हैं।

गति के प्रथम नियम के दैनिक जीवन में अनेक उपयोग दिखाई देते हैं। रूकी हुई बस में खड़े यात्री एकाएक बस चलने पर पीछे की ओर क्यों गिर जाते हैं (चित्र 10.5)?



fp= **10-5** अचानक बस चलने पर पीछे की ओर गिरते यात्री

इसे गति के प्रथम नियम के द्वारा समझा जा सकता है। यात्रियों के पैर बस के सम्पर्क में होते हैं। अचानक बस चलने पर पैर बस के साथ गति में आ जाते है। किन्तु यात्री के शरीर का ऊपरी हिस्सा जड़त्व के कारण स्थिर रहने की कोशिश करता है और पिछली दिशा में गिरने लगता है।

चलती बस के अचानक रुकने पर क्या होता है? इस बार बस में खड़े यात्री आगे की ओर झुक जाते हैं। क्या ऊपर दिए उदाहरण के आधार पर आप इसका कारण बता सकते हैं?

fp= **10-6** चलती बस के अचानक रुकने पर आगे की ओर झुकते यात्री

अब शायद आप समझ पाएं कि डंडे से कालीन को पीटने पर धूल के कण इससे अलग क्यों हो जाते हैं। गति के प्रथम नियम के आधार पर इसकी व्याख्या करने की कोशिश कीजिए।

10-3-4 lox

पिछले अनुभाग में आपने सीखा कि गतिशील वस्तु को रोकने के लिए लगाया जानेवाला बल, उसके द्रव्यमान पर निर्भर करता है। अब मान लीजिए कि एक ही द्रव्यमान की दो गेंदें, अलग-अलग वेग से गति में हैं। किस गेंद को रोकने में अधिक बल लगेगा? आप देखेंगे कि अधिक वेगवाली गेंद को रोकने में अधिक बल लगता है। अर्थात्, वस्तु को रोकने के लिए जितना बल चाहिए वह उसके वेग पर भी निर्भर है।

आपने देखा होगा कि बंदूक से चलाई गई एक छोटी-सी गोली किसी व्यक्ति के लिए कितनी घातक हो सकती है। पर हाथ से फेंकने पर वही गोली कुछ नुकसान नहीं करती। सड़क के किनारे खड़े स्थिर ट्रक से डरने की कोई आवश्यकता नहीं है। लेकिन सड़क पर चलता ट्रक रास्ते में आये व्यक्ति की मृत्यु का कारण बन सकता है। क्या ट्रक का केवल वेग ही हमें भयभीत कर सकता है? यदि ऐसा है तो ट्रक के समान वेग से चलती कोई खिलौना कार भी हमें समान रूप से भयभीत करेगी।

इन प्रेक्षणों से ऐसा प्रतीत होता है कि वस्तुओं की गति द्वारा उत्पन्न प्रभाव उनके द्रव्यमान और वेग, दोनों पर निर्भर हैं। इन दोनों राशियों के आधार पर हम एक नई राशि परिभाषित करते हैं जिसे संवेग कहते हैं।

किसी भी गतिशील वस्तु का संवेग (p) उसके द्रव्यमान (m) और वेग (v) के गुणनफल से परिभाषित होता है। अर्थात्

$$p = mv \tag{10.1}$$

संवेग का SI अन्तर्राष्ट्रीय मात्रक किलोग्राम-मीटर प्रति सेकण्ड (kg m s^{-1}) है। संवेग में परिमाण और दिशा दोनों होते हैं। इसकी दिशा वही होती है जो वेग की होती है।

10-3-5 U;Vu dk xfr dk f}rh; fu;e

न्यूटन के गति के प्रथम नियम के अनुसार किसी वस्तु पर लगा असंतुलित बाह्य बल उसके वेग में परिवर्तन कर सकता है। अतः यह बल संवेग में परिवर्तन कर सकता है। न्यूटन का गति का द्वितीय नियम बल और संवेग में परिवर्तन के बीच संबंध स्थापित करता है।

सर आइजक न्यूटन
(1642-1727)

गति का द्वितीय नियम यह बताता है कि किसी oLr d lox e ifjorZu dh nj ml ij yxus okys cy d lekuqikfrd gksrh g vkSj bldh fn'kk cy dh fn'kk e gh gksrh gA

न्यूटन का गति का द्वितीय नियम त्वरण व बल के बीच का भी संबंध बताता है। आइए, इन दोनों के संबंध को ज्ञात करें।

माना कि m द्रव्यमान की कोई वस्तु प्रारम्भिक वेग u से सरल रेखा में चल रही है। t समय तक एक निश्चित बल F लगाने पर उस

वस्तु का वेग v हो जाता है। तब इसका प्रारंभिक और अंतिम संवेग क्रमशः $p_1 = mu$ और $p_2 = mv$ होंगे।

संवेग में t समय में परिवर्तन $= p_2 - p_1$

संवेग में परिवर्तन की दर $= \dfrac{(p_2 - p_1)}{t}$

यदि F बल का परिमाण है, तो गति के द्वितीय नियम के अनुसार

$$F \propto \frac{p_2 - p_1}{t}$$

अथवा $$F = \frac{k(p_2 - p_1)}{t} \qquad ...(10.2)$$

यहाँ k आनुपातिकता स्थिरांक है।

$p_1 = mu$ और $p_2 = mv$ का मान रखने पर

$$F = \frac{k(mv - mu)}{t}$$

$$= \frac{km(v - u)}{t}$$

अब, $\dfrac{v-u}{t}$ वेग में परिवर्तन की दर अर्थात् त्वरण 'a' है। अतः हमें प्राप्त होता है

$$F = \text{kma} \qquad (10.3$$

हम बल का मात्रक इस प्रकार लेते हैं कि स्थिरांक k का मान एक हो जाता है। इस इकाई बल को उस मात्रक के रूप में परिभाषित करते हैं जो 1 kg द्रव्यमानवाली किसी वस्तु में $1 ms^{-2}$ का त्वरण उत्पन्न करती है, अर्थात्

$$1 \text{ इकाई बल} = k\ (1\ \text{kg}) \times (1\ \text{ms}^{-2})$$

इस प्रकार k का मान एक हो जाता है। अतः समीकरण (10.3) के अनुसार

$$F = ma \qquad (10.4)$$

बल के SI मात्रक को न्यूटन कहते हैं, जिसे प्रतीक N द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

अतः 1 न्यूटन बल किसी 1 kg द्रव्यमानवाली वस्तु में $1 m/s^2$ का त्वरण उत्पन्न करता है।

क्या आप अनुमान लगा कर बता सकते हैं कि 1 N बल कितना होता है?

इसके लिए, आइए इसे अनुभव करें। अपनी हथेली पर 100 g का वजन रखिए। आप अपने हाथ पर कितना बल महसूस करते हैं? इस बल की गणना कीजिए।

समीकरण 10.4 के अनुसार

$$F = ma$$

यहाँ $m = \frac{1}{10}$ kg और $a = 10\ \text{ms}^{-2}$ (लगभग)

अतः $F = \frac{1}{10}\text{kg} \times 10\ \text{ms}^{-2} = 1\ \text{N}$

आपकी हथेली पर 100 g द्रव्यमानवाली वस्तु से जो बल लग रहा है उसका मान लगभग 1N के बराबर है।

10-3-6 viu nfud thou l tM xfr d f}rh; fu;e d dN mnkgj.k

हम अपने दैनिक जीवन में प्रायः गति के द्वितीय नियम के अनेक उपयोग देखते हैं। बहुत सी स्थितियों में हम संवेग परिवर्तन में लगने वाले समय को बदल कर, संवेग परिवर्तन की दर को घटाने या बढ़ाने का प्रयत्न करते हैं। आइए, कुछ उदाहरणों पर विचार करें।

(a) तेज गति से आती क्रिकेट बॉल को लपकते समय क्षेत्ररक्षक अपने हाथों को पीछे की ओर क्यों ले जाता है?

ऐसा करके क्षेत्ररक्षक गेंद के संवेग को शून्य करने में लगे समय को बढ़ाता है (चित्र 10.7)। इससे गेंद के संवेग परिवर्तन की दर कम हो जाती है। तो उसे लपकने में कम बल लगाना पड़ता है। इस प्रकार क्षेत्ररक्षक के हाथों को चोट नहीं पहुंचती।

fp= 10-7% क्रिकेट के खेल में कैच लपकते समय क्षेत्ररक्षक अपने हाथों को पीछे की ओर खींचता है

(b) कोई व्यक्ति जब किसी सीमेंट के फर्श पर गिरता है तो उसे चोट क्यों आती है?

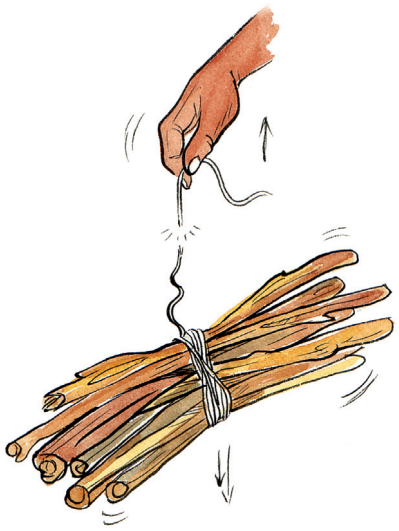
फर्श को छूने से पहले व्यक्ति का कुछ प्रारम्भिक वेग (माना u) होता है, जो कि उसके विराम अवस्था में आने पर बहुत कम समय में शून्य हो जाता है। अतः व्यक्ति का संवेग बहुत ही कम समय में शून्य हो जाता है। क्योंकि संवेग परिवर्तन की दर बहुत ही ज्यादा है इसलिए

व्यक्ति पर लगने वाला बल भी ज्यादा होगा जिससे उसे चोट लग सकती है। दूसरी ओर यदि वह रेत या भूसे या फोम के गद्दे पर गिरता है तो संवेग को शून्य होने में लगे अधिक समय के कारण लगने वाला बल कम हो जाता है और उसे चोट नहीं लगेगी।

(c) सोचिए कि कराटे का कोई खिलाड़ी एक ही झटके में बर्फ की एक सिल्ली या टाइल्स के स्तम्भ को कैसे तोड़ देता है?

कराटे का खिलाड़ी टाइल्स के स्तम्भ या बर्फ की सिल्ली पर अपने हाथ से जितनी तेजी से हो सके प्रहार करता है। इस प्रक्रिया में उसके हाथ का पूरा संवेग बहुत थोड़े समय में शून्य हो जाता है। इसके परिणामस्वरूप टाइल्स व बर्फ की सिल्ली पर लगने वाला बल बहुत अधिक होता है जिससे सिल्ली व टाइल्स टूट जाती हैं।

(d) आपने देखा होगा कि किसी रस्सी से बँधे हुए बण्डल (या गठ्ठे) को तेजी से उठाने पर रस्सी टूट जाती है (चित्र 10.8)। क्या अब आप बता सकते हैं कि इस स्थिति में रस्सी क्यों टूट जाती है?



fp= 10-8% जब बण्डल को तेजी से उठाया जाता है तो रस्सी टूट जाती है

mnkgj.k 10-1 : 15 N का बल यदि किसी 3 kg द्रव्यमानवाली वस्तु पर लगाया जाए तो कितना त्वरण उत्पन्न होगा?

gy % गति के द्वितीय नियमानुसार

$$F = ma$$

यदि $m = 3$ kg और $F = 15$ N

समीकरण में मान रखने पर

$$15 \text{ N} = 3 \text{ kg} \times a$$

अथवा

$$a = \frac{15 \text{ N}}{3 \text{ kg}} = 5 \text{ ms}^{-2}$$

mnkgj.k **10-2** % एक 50 kg द्रव्यमानवाली वस्तु पर कितना बल लगाएं कि उसका त्वरण 5 ms^{-2} हो जाए।

gy % न्यूटन के द्वितीय नियम से

$$F = ma$$

यदि $m = 50$ kg और $a = 5$ ms^{-2}

समीकरण में मान रखने पर

$$F = 50 \text{ kg} \times 5 \text{ ms}^{-2}$$
$$= 250 \text{ N}$$

10-3-7 U;wVu dk xfr dk r`rh; fu;e

आपने ध्यान दिया होगा कि जब फूले हुए गुब्बारे में से हवा निकलती है तब गुब्बारा हवा के निकलने की विपरीत दिशा में गति करता है (चित्र 10.9)।

गुब्बारा हवा के बाहर निकलने की विपरीत दिशा में गति क्यों करता है। आइए, इसका पता लगाएं।

आपने यह भी देखा होगा कि जब कभी आप नाव से नदी के किनारे पर कूदते हैं तो नाव पीछे की दिशा में गति करती है (चित्र 10.10)। ऐसा क्यों होता है?

जिस समय आप नाव से बाहर कूदते हैं तो आपके पैर विपरीत दिशा में नाव पर बल लगाते हैं। इस बल को क्रिया कहते हैं। उसी समय एक बल नाव द्वारा आपके पैरों पर लगाया जाता है जिससे आप आगे की ओर गति करते हैं। इस बल को प्रतिक्रिया कहते हैं। याद रखें कि इस प्रक्रिया में दो वस्तु और दो बल कार्यरत हैं।

आप नाव को पीछे की ओर धकेलते हैं और नाव आपको आगे की ओर धकेलती है। ये दोनों बल परिमाण में सदैव समान लेकिन दिशा में विपरीत होते हैं।

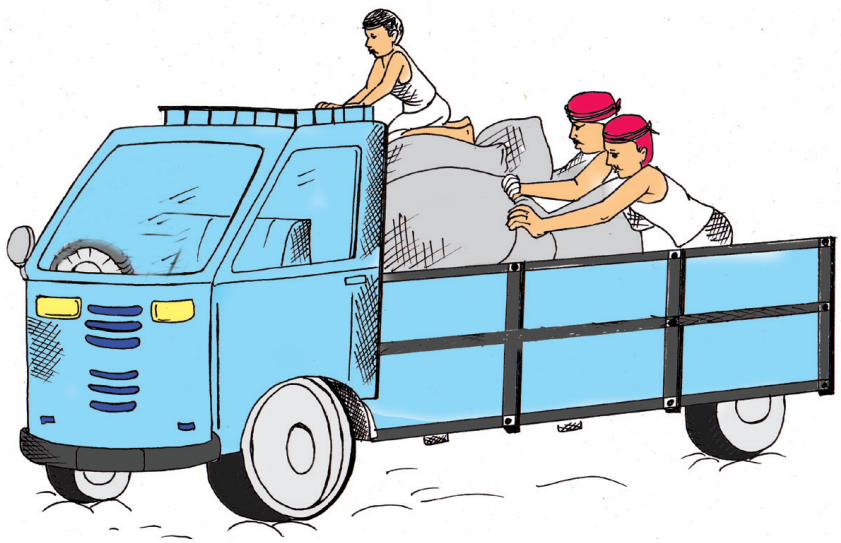
fp= 10-9% एक गुब्बारा हवा निकलने की विपरीत दिशा में गति करता है

fp= **10-10**% एक लड़की नाव से बाहर कूदती हुई

आइए, अब गुब्बारे वाली समस्या पर पुनः विचार करें। इस स्थिति में गुब्बारे से बाहर निकलने वाली हवा (क्रिया) गुब्बारे पर एक प्रतिक्रिया बल लगती है और यह बल गुब्बारे को विपरीत दिशा में धकेल देता है (प्रतिक्रिया)।

न्यूटन ने अपने गति के तीसरे नियम में क्रिया व प्रतिक्रिया के बीच एक संबंध बताया। इस नियम के अनुसार, fdlh Hkh fØ;k dk Bhd leku fdUrq foijhr fn'kk esa ifrfØ;k gksrh gSA यह अवश्य याद रखना चाहिए कि क्रिया और प्रतिक्रिया बल सदैव दो अलग-अलग वस्तुओं पर कार्य करते हैं। क्रिया और प्रतिक्रिया बल यदि एक ही वस्तु पर कार्य करें तो ये बल संतुलित बल की तरह काम करेंगे और कोई गति नहीं होगी।

चित्र (10.11) को देखिए और क्रिया तथा प्रतिक्रिया बलों की पहचान कीजिए और विश्लेशण कीजिए कि ट्रक गति में आएगा या नहीं।



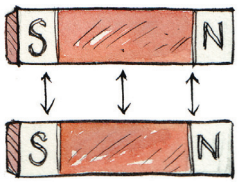
fp= 10-11

गति के तीसरे नियम के तीन महत्त्वपूर्ण लक्षण बताए गए हैं।

1. हम यह नहीं कह सकते कि दोनों बलों में से कौन सा बल क्रिया है और कौन सा बल प्रतिक्रिया है। ये दोनों परस्पर विनिमेय होते हैं।
2. क्रिया व प्रतिक्रिया बल सदैव दो अलग-अलग वस्तुओं पर कार्य करते हैं।
3. प्रतिक्रिया बल तब तक ही कार्य करता है जब तक कि क्रिया बल कार्य करता रहे।

अतः ये दोनों बल समकालिक होते हैं।

याद रहे, यह जरूरी नहीं है कि दोनों वस्तुएं जिन पर क्रिया व प्रतिक्रिया बल लग रहे हैं परस्पर सम्पर्क में हों। वे दोनों एक दूसरे से बहुत दूर भी हो सकती हैं। उदाहरण के लिए, दो चुम्बकों के बीच सम्पर्क न होने पर भी आकर्षण व प्रतिकर्षण हो सकता है।



fp= 10-12 दो चुम्बकों के मध्य प्रतिकर्षण

क्या आप जानते हैं कि क्रिया व प्रतिक्रिया बल हमें पृथ्वी की सतह पर चलने में समर्थ बनाते हैं। आइए, देखते हैं कैसे?

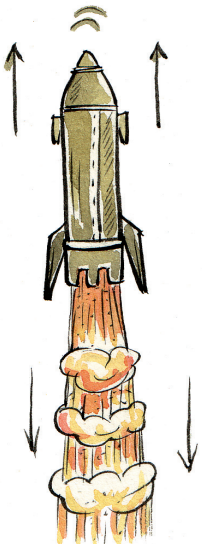
जमीन पर चलते समय हम जमीन को अपने पैर से पीछे की दिशा में धक्का देते हैं। यह बल क्रिया है। इसके फलस्वरूप जमीन हमारे पैरों पर समान प्रतिक्रिया बल आगे की दिशा में लगाती है। वास्तव में जो बल हमें आगे चलने में समर्थ बनाता है वह यही प्रतिक्रिया बल होता है।

इसी प्रकार, तैरते समय आगे बढ़ने के लिए हम अपने हाथों व पैरों से पानी को पीछे की ओर धक्का देते हैं। यह इस बल की पानी द्वारा हमारे शरीर पर प्रतिक्रिया है जो हमें आगे धक्का देती है (चित्र 10.13)।

fp= 10-13% तैराक आगे बढ़ने के लिए पानी को पीछे धकेलता है

आपके लिए यह जानना भी रुचिकर होगा कि रॉकेट व जेट यान भी क्रिया व प्रतिक्रिया सिद्धान्त पर ही कार्य करते हैं। इनमें से प्रत्येक में जैसे ही ईंधन जलता है, गरम जलती हुई गैसें पिछले हिस्से से बाहर निकलती हैं। ये गरम गैसें पीछे की दिशा में बाहर निकलती हैं और रॉकेट या जेट यान आगे की दिशा में गति करते हैं (चित्र 10.14)।

अब सोचिए, जब बंदूक से गोली छूटती है तो चलाने वाले को पीछे की ओर धक्का क्यों लगता है?



fp= 10-14% जेट यान व रॉकेट की क्रियाविधि

10-3-8 lox lj{k.k

संवेग संरक्षण का नियम विज्ञान का एक महत्त्वपूर्ण नियम है। इस नियम के आधार पर हम कह सकते हैं कि जब दो या दो से अधिक वस्तुएं एक दूसरे से टकराती हैं तो टकराने के पहले और टकराने के बाद उनका कुल संवेग संरक्षित रहता है, बशर्ते कि उन पर कोई बाह्य बल कार्य न कर रहा हो।

न्यूटन के गति के नियमानुसार हम जानते हैं कि संवेग परिवर्तन की दर लगाए गए बल के बराबर होगी।

यदि p_1 = प्रारम्भिक संवेग और p_2 = अन्तिम संवेग (t समय के पश्चात) तब

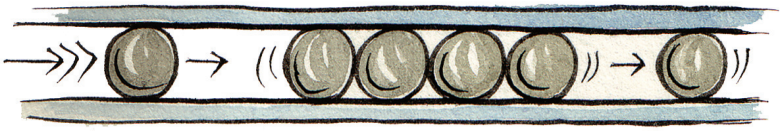
$$F = \frac{p_2 - p_1}{t}$$

अब यदि $F = 0$ होगा तो $p_1 = p_2$ होगा। इससे पता चलता है कि अगर निकाय पर कोई बल कार्य नहीं कर रहा है तो उसका संवेग अपरिवर्तित (या संरक्षित) रहता है।

आप संवेग संरक्षण के नियम के सत्यापन के लिए कुछ सरल क्रियाकलाप कर सकते हैं।

fØ;kdyki 10-4

40 cm लम्बा प्लास्टिक का एक चेनल (channel) और 7 समान साइज के कंचे लीजिए। चेनल को क्षैतिज मेज पर रखिए और चित्र 10.15 में दिखाए अनुसार कंचों को एक दूसरे से स्पर्श करते हुए चेनल पर रखिए। एक कंचे को हटाइए व इसे अन्य कंचों से लगभग 15 cm की दूरी पर रखिए। इस कंचे को अपने हाथ की अंगुली से धीरे से धक्का दीजिए जिससे कि वह दूसरे कंचों से टकराए। आपने क्या देखा?



fp= 10-15% संवेग संरक्षण के सिद्धान्त को दिखाने के लिए की गई व्यवस्था

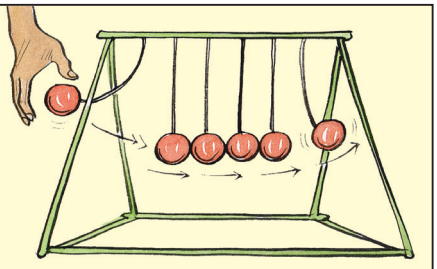
आप पाएँगे कि टकराने के बाद गतिशील कंचा विराम अवस्था में आ जाता है और बाकी कंचों में से अन्तिम कंचा आगे की ओर गतिशील हो जाता है। टकराने के बाद इस अंतिम कंचे की गति का अनुमान लगाने की कोशिश कीजिए और टकराने से पहले फेंके गए कंचे की गति से इसकी तुलना कीजिए। क्या ये दोनों गतियाँ समान प्रतीत होती हैं? यह क्या दर्शाती है? अगर गति समान है तो टकराने के पूर्व व बाद कंचों का कुल संवेग समान होगा। अब दो कंचों को हटाइए और इन्हें बाकी के पाँच कंचों से टकराकर इस क्रियाकलाप को पुनः दोहराइए।

इस समय आप क्या देखते हैं?

इस क्रियाकलाप से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? आप पाएँगे कि प्रत्येक स्थिति में कंचों का टकराने से पूर्व व टकराने के बाद का कुल संवेग समान रहता है।

D;k vki tkurs gSa

क्या आपने कभी यहाँ दिखलाए जैसा खिलौना देखा है? यदि नहीं तो खिलौनों की किसी दुकान पर या विज्ञान संग्रहालय में ढूंढने का प्रयत्न कीजिए। क्या आप उस सिद्धांत को बता सकते हैं जिस पर यह खिलौना कार्य करता है?



mnkgj.k 10-3 % एक गोली जिसका द्रव्यमान 0.03 kg है उसे 100 ms^{-1} वेग से बन्दूक से दागा गया है। बन्दूक का द्रव्यमान 3 kg है। बन्दूक के प्रतिक्षेप (recoil) वेग की गणना कीजिए।

gy %

यहाँ बन्दूक का द्रव्यमान $m_1 = 3$ kg

गोली का द्रव्यमान $m_2 = 0.03$ kg

बन्दूक का प्रारम्भिक वेग $u_1 = 0$

गोली का प्रारम्भिक वेग $u_2 = 0$

बन्दूक का अन्तिम वेग = v_1 (say)

गोली का अन्तिम वेग $v_2 = 100$ ms^{-1}

संवेग संरक्षण के नियमानुसार

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

समीकरण में मान रखने पर

$$0 + 0 = 3 \times v_1 + (0.03) \times 100$$

$$v_1 = \frac{-100 \times 0.03}{3} = -1.0 \text{ ms}^{-1}$$

$\therefore$ बन्दूक का प्रतिक्षेप वेग = -1.0 ms^{-1}

यहाँ ऋणात्मक चिह्न यह दर्शाता है कि बन्दूक, गोली की विपरीत दिशा में गति करती है।

mnkgj.k 10-4 % एक बन्दूक का द्रव्यमान 5 kg है। इससे एक गोली दागी गई जिसकी गति 250 ms^{-1} है। यदि उस बन्दूक का प्रतिक्षेप वेग 1ms^{-1} है तो गोली का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।

gy %

यहाँ $M = 5$ kg; $m = ?$

$V = -1$ ms^{-1}; $v = 250$ ms^{-1}

$U = 0$ $u = 0$

संवेग संरक्षण के नियमानुसार

$$MU + mu = MV + mv$$

$$0 = MV + mv$$

$$m = \frac{-MV}{v} = \frac{(-5)\times(-1)}{250} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ kg}$$

अतः गोली का द्रव्यमान = 0.02 kg or 20 g

ikBxr iz'u 10-3

1. जब हम किसी भीगे हुए कपड़े को झटकते हैं तो उसमें से पानी बाहर क्यों निकलता है?
2. जब चलती हुई बस अचानक रुकती है तो आप आगे की ओर क्यों गिर जाते हैं?
3. दो समान ट्रक सड़क पर समान वेग से गति कर रहे हैं जिसमें से एक खाली है तथा दूसरा भरा हुआ है। दोनों में से किसका संवेग ज्यादा होगा?
4. यदि 5 kg द्रव्यमान वाली कोई वस्तु 10 ms^{-1} के वेग से गति करती है तो उस वस्तु का संवेग क्या होगा?
5. कोई बॉक्सर किसी दूसरे बॉक्सर के पंच को झेलने से पहले पीछे की तरफ सिर क्यों ले जाता है?

10-4 ?k"k.k

आपने यह देखा होगा कि किसी फर्श के अनुदिश लुढ़कती हुई कोई गेंद कुछ दूरी तक जाकर रुक जाती है। इसी तरह एक चलती हुई कार के इंजन को बन्द करते ही वह धीमी होने लगती है और अन्त में रुक जाती है। ऐसा क्यों होता है? आइए, इसका पता लगाएँ।

10-4-1 ?k"k.k cy

न्यूटन के गति के प्रथम नियमानुसार यदि कोई वस्तु गतिशील है तो वह गतिशील ही रहना चाहती है जब तक कि उस पर कोई बाह्य बल कार्य न करे। क्या यह बाह्य बल गेंद अथवा कार की गति को कम करता है? सोचिए! वास्तव में गेंद व कार की गति जिस बल के कारण कम होती है उसे घर्षण कहते हैं। घर्षण उन सभी वस्तुओं की सतह पर लगातार लगता रहता है जो एक दूसरे के सम्पर्क में रहती हैं। घर्षण बल की दिशा सदैव गति की दिशा के विपरीत दिशा में होती है।

अब, किसी एक समान वेग से गतिशील वस्तु के ऊपर लगनेवाले बल का विश्लेषण करने का प्रयत्न कीजिए। यदि उस वस्तु को एकसमान वेग से गति में बनाए रखना है तो उस पर घर्षण बल के बराबर व विपरीत दिशा में एक बल लगाना पड़ेगा। इस अवस्था में दोनों बल संतुलित बल हैं। वे निश्चित रूप से एक दूसरे को निरस्त कर देते हैं जिससे वस्तु पर कुल बल का मान शून्य हो जाता है। इसलिए वस्तु में उत्पन्न त्वरण का मान शून्य होता है और वस्तु एकसमान वेग से चलती रहती है।

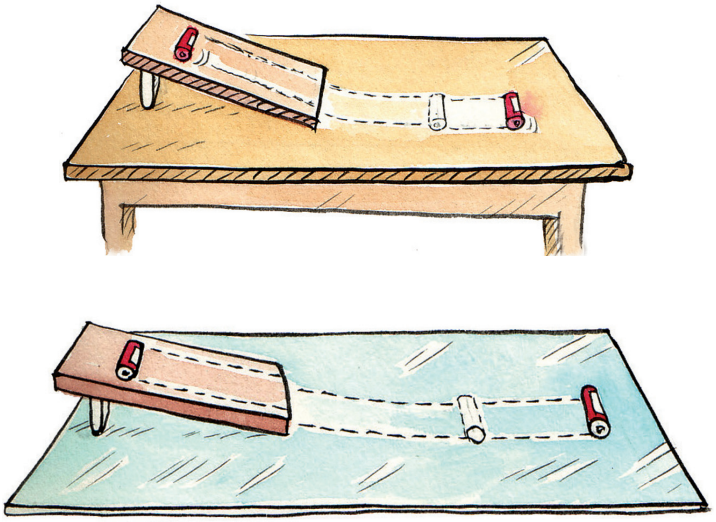
वस्तु के किसी सतह पर गति प्रारम्भ करने से पहले उस पर लगने वाले प्रतिरोधी बल को स्थैतिक घर्षण कहते हैं। जब वस्तु किसी सतह पर गति करना शुरू कर देती है तो उन दोनों के बीच घर्षण को सर्पी या गतिज घर्षण कहते हैं। आपको याद होगा कि सर्पी घर्षण स्थैतिक घर्षण से थोड़ा सा कम होता है।

10-4-2 ?k"k.k dk izHkkfor dju okyk dkjd

आपने देखा होगा कि ऊबड़-खाबड़ सड़क की अपेक्षा कंकरीट की सड़क पर साइकिल को चलाना आसान है। ऐसा क्यों है? क्या सतह के चिकने या खुरदुरेपन पर घर्षण निर्भर करता है? आइए पता करें।

fØ;kdyki 10-5

एक मेज के ऊपर चित्र 10.16 में दर्शाए अनुसार एक नतसमतल बनाइए। नतसमतल के ऊपरी किनारे के पास रेखा खींचिए। इस रेखा पर एक पेन्सिल सेल को पकड़ कर रखिए। पेन्सिल सेल को छोड़िए। आप क्या देखते है? सेल नतसमतल के नीचे की ओर गति करना है तथा मेज पर कुछ दूरी तक गति करता रहता है। सेल ने मेज पर जितनी दूरी तक गति की उसे नोट कीजिए।



fp= 10-16% पेन्सिल सेल द्वारा अलग-अलग सतह पर तय की गई विभिन्न दूरियाँ

अब एक काँच की पट्टिका को टेबल पर रखिए। पुनः पेन्सिल सेल को नतसमतल पर खींची गई रेखा पर रखकर छोड़िए और सेल द्वारा काँच की पट्टिका पर तय की गई दूरी को नोट कीजिए। इस क्रियाकलाप को मेज पर रेत की एक समान मोटाई की परत फैलाकर दोहराइए।

किस स्थिति में पेन्सिल सेल द्वारा तय की गई दूरी अधिकतम है? किस स्थिति में यह न्यूनतम है? इस क्रियाकलाप द्वारा आपने क्या निष्कर्ष निकाला?

आप देखेंगे कि सेल ने काँच की सतह पर अधिकतम दूरी तय की है और रेतवाली सतह पर न्यूनतम दूरी तय की है।

यह अन्तर विभिन्न तरह की सतहों के बीच भिन्न-भिन्न घर्षण होने से होता है। चिकनी काँच की सतह पर रेतवाली सतह की अपेक्षा घर्षण कम होता है। इस प्रकार सतह की चिकनाई एक कारक है जिस पर घर्षण निर्भर करता है।

आपने देखा होगा कि ,d gh lrg ij gYd: ckDl oLr; dh vi{kk Hkkjh ckDl dh f[kldkus e: vf/kd cy dh vko';drk gkrh gA ऐसा इसलिए होता है क्योंकि भारी बॉक्स पर ज्यादा अभिलम्ब प्रतिक्रिया होती है (बक्से के भार की क्रिया के विपरीत सतह की प्रतिक्रिया) और इसलिए ज्यादा घर्षण बल होता है। vr% ?k"k.k vfHkyEc ifrfØ;k ij Hkh fuHkj djrk gA

10-4-3 ?k"k.k d: ykHk vkj gkfu;k

हमारे दैनिक जीवन में घर्षण का बहुत ही महत्त्वपूर्ण योगदान है। इसके अनेक लाभ हैं और इसी के साथ-साथ अनेक हानियाँ भी हैं।

(a) ?k"k.k d: ykHk % क्या आप कभी बर्फ या मार्बल के गीले फर्श पर चले हैं? आपने पाया होगा कि ऐसे फर्श पर अपने शरीर को सन्तुलित करना कठिन है। आपके जूते के तलवे व सतह के मध्य जो घर्षण बल उत्पन्न होता है वह हमें चलने में मदद करता है। यदि घर्षण बिलकुल नहीं होता तो चलना या दौड़ना असम्भव हो जाता।

आप कागज पर पेन की सहायता से और श्यामपट्ट पर चॉक की सहायता से घर्षण के कारण ही लिख सकते हैं। भवन बनाने में इस्तेमाल होनेवाली विभिन्न सामग्रियों के मध्य घर्षण बल के कारण ही भवन का निर्माण हो पाता है। घर्षण के बिना आप दीवार पर कील को नहीं ठोक सकते।

सड़क की सतह व टायर के मध्य घर्षण को बढ़ाने के लिए स्वचालित वाहनों के पहिए खाँचेदार बनाए जाते हैं। अतः टायर सतह के साथ ज्यादा पकड़ बनाता है। स्वचालित वाहनों में लगे ब्रेक भी घर्षण के कारण कार्य करते हैं। क्या आप अपने दैनिक जीवन से घर्षण के उपयोग के कुछ और उदाहरण सोच सकते हैं?

(b) ?k"k.k l: gkfu;k % घर्षण के कारण बहुत सारी ऊर्जा ऊष्मा के रूप में नष्ट हो जाती है जिससे मशीन के गतिशील हिस्सों में टूट-फूट होती है।

ऊर्जा की कुछ मात्रा घर्षण को कम करने में नष्ट हो जाती है जिससे मशीन की क्षमता में कमी आती है। तथापि, मशीन की दक्षता बढ़ाने के लिए उसके गतिशील हिस्सों में उपयुक्त स्नेहक लगाया जाता है।

बहुत सी मशीनों में घर्षण को कम करने के लिए गतिशील हिस्सों के मध्य बॉल बेयरिंग लगाये जाते हैं। बॉल बेयरिंग की सहायता से सर्पी घर्षण लोटनिक घर्षण में बदल जाता है। लोटनिक घर्षण सर्पी घर्षण से कम होता है, अतः गतिशील हिस्सों के मध्य घर्षण कम हो जाता है।

घर्षण जूते के सोल को घिस देता है। रेलवे का पैदल चलनेवाला पुल भी घर्षण के कारण घिसकर खराब हो जाता है।

वन्दना और नवनीत विशेष रूप से डिजाइन किए गए जूतों से जमे हुए बर्फ पर दौड़ लगा रहे है। इनमें से (चित्र A तथा चित्र B के अनुसार) कौन जीतेगा?

चित्र (A) वन्दना के लिए जूते

(B) नवनीत के लिए जूते

अपने दैनिक जीवन के कुछ और उदाहरण लिखिए जहाँ पर घर्षण अवांछनीय है।

ikBxr i'u 10-4

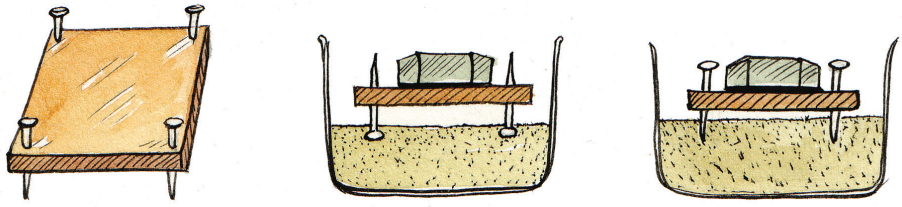
1. तेजगति से चलनेवाली कार का इंजन बन्द करने पर वह धीमी क्यों हो जाती है?
2. केले के छिलके पर पाँव रखने पर हम क्यों फिसल जाते हैं?
3. स्वचालित वाहनों के पहिए खाँचेदार क्यों होते हैं?

10-5 i.kkn vkj nkc

अपने आस-पास की कुछ वस्तुओं जैसे मेज, डेस्क, पानी की भरी हुई बाल्टी आदि को देखिए। वे अपने भार के बराबर बल से जमीन पर दाब डालते हैं। आप जानते हैं कि भार वह बल है जो ऊर्ध्वाधरतः नीचे की ओर काम करता है। क्योंकि जमीन की सतह को क्षैतिज लिया जा सकता है, अतः बल जो कि ऊपर दी गई प्रत्येक वस्तु के द्वारा जमीन पर लगाया जा रहा है वह जमीन की सतह के लम्बवत् है। वस्तु की सतह पर जो बल लम्बवत् कार्य करता है उसे प्रणोद कहते हैं। आइए, किसी सतह पर लगने वाले प्रणोद का प्रभाव ज्ञात करें।

fØ;kdyki 10-6

चित्र 10.17 (a) में दिखाए अनुसार एक छोटा लकड़ी का तख्ता (10cm × 10cm ×1.0 cm) लीजिए जिस के प्रत्येक किनारे पर दोनों ओर बराबर निकली हुई कीलें लगी हों। किसी ट्रे को 6 cm तक की गहराई तक रेत से भरिए। लकड़ी के तख्ते को रेत पर ऐसे रखिए कि कील का सिर नीचे की ओर हो (चित्र 10.17 (b)। तख्ते पर लगभग 500 g का भार भी रखिए। देखिए कि कील रेत में कितनी गहराई तक धँसती है।



(a) (b) (c)

fp= 10-17% यह दिखाने की व्यवस्था कि दाब उस क्षेत्रफल पर निर्भर करता है जिस पर कि बल लग रहा है

अब लकड़ी के तख्ते को रेत पर इस प्रकार रखिए कि कील का नुकीला हिस्सा नीचे की ओर हो और पहले की तरह 500 g का भार तख्ते पर रखिए (चित्र 10.17 (c))। फिर से देखिए कि कील रेत में कितनी गहराई तक धँसी है।

ऊपर दी गई दोनों स्थितियों में से कीलें किसमें अधिक धँसती हैं? आप पाएँगे कि दूसरी स्थिति में कीलें अधिक धँसी हैं। अतः दिए गए प्रणोद का प्रभाव उस सतह के क्षेत्रफल पर निर्भर करता

है जिस पर वह कार्य कर रहा है। जिस क्षेत्रफल पर प्रणोद कार्य कर रहा है, वह जितना छोटा होगा उतना ही उसका प्रभाव अधिक होगा। इकाई क्षेत्रफल पर लगने वाले प्रणोद को दाब कहते हैं। अतः

$$\text{दाब} = \frac{\text{प्रणोद}}{\text{क्षेत्रफल}} \qquad ...(10.5)$$

दाब का अन्तर्राष्ट्रीय मात्रक Nm^{-2} है। इस मात्रक को वैज्ञानिक ब्लेसी पास्कल के सम्मान में एक विशिष्ट नाम पास्कल (Pa) दिया गया है।

D;k vki tkurs gS

पास्कल फ्रांसिसी गणितज्ञ व दार्शनिक थे। उन्होंने तरलों के दाब के संचरण से सम्बन्धित प्रसिद्ध पास्कल का सिद्धान्त प्रतिपादित किया। उन्होंने सर्वप्रथम गणक संयत्र का भी निर्माण किया। उनके सम्मान में दाब के मात्रक को पास्कल (Pa) नाम दिया गया।

ब्लेइस पास्कल (1623-1662)

समीकरण (10.5) यह दर्शाती है कि एक ही बल कम क्षेत्रफल पर लगने पर अधिक दाब लगाता है और अधिक क्षेत्रफल पर लगने पर कम दाब लगाता है। यही कारण है कि काटने में प्रयुक्त होने वाले औजार, जैसे चाकू और कुल्हाड़ी में हमेशा तीक्ष्ण धार होता है।

बहुत सारी परिस्थितियों में दाब को कम करने की आवश्यकता होती है। ऐसी परिस्थितियों में प्रणोद जिस क्षेत्रफल पर कार्य कर रहा होता है, उसे बढ़ा दिया जाता है। उदाहरण के लिए, इमारतों और बाँधों की नींव बड़े क्षेत्रफल पर बनाई जाती है। इसी प्रकार ज्यादा भार उठाने वाले ट्रकों और गाड़ियों के पहिए भी काफी चौड़े होते हैं। सौ हजार से ज्यादा भार वाला सेना का टैंक भी एक सतत चेन पर टिका होता है।

ikBxr iz'u 10-5

1. भारी बोझ उठाने वाले कुली सिर पर कपड़े का गोल टुकड़ा क्यों रखते हैं?
2. कील में एक सिरा तीक्ष्ण क्यों होता है?
3. कंधे पर लटकाने वाले थैलों में चौड़ी पट्टी क्यों लगी होती है?
4. दाब का अन्तरराष्ट्रीय मात्रक क्या है?

vkius D;k lh[kk

- वस्तु पर कार्य करनेवाला असंतुलित बल उसकी स्थिर अथवा गति की अवस्था को बदल देता है।

- संतुलित बल वस्तु की स्थिर अथवा गति की अवस्था को नहीं बदल सकता। संतुलित बल जिस वस्तु पर कार्य कर रहा होता है उसकी आकृति को बदल सकता है।
- वस्तुओं की विरामावस्था में रहने या गति की अवस्था को बदलने का विरोध करने की प्रवृत्ति को जड़त्व कहते हैं।
- वस्तु का द्रव्यमान उसके जड़त्व का माप है।
- न्यूटन का गति का प्रथम नियम बताता है कि वस्तु अपनी विरामावस्था अथवा सरल रेखा में एकसमान गति की अवस्था में तब तक बनी रहती है, जब तक कि उसकी इस अवस्था को बदलने के लिए उस पर कोई असंतुलित बल कार्य न करे।
- वस्तु का संवेग उसके द्रव्यमान एवं वेग का गुणनफल होता है। इसका SI मात्रक $kg\ ms^{-1}$ होता है।
- न्यूटन का गति का द्वितीय नियम बताता है कि किसी वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर वस्तु पर आरोपित असंतुलित बल के समानुपाती एवं बल की दिशा में होती है।
- बल का SI मात्रक न्यूटन है और इसका प्रतीक N है। एक न्यूटन का बल किसी 1 kg द्रव्यमान की वस्तु में $1\ ms^{-2}$ का त्वरण उत्पन्न करता है।
- न्यूटन का गति का तीसरा नियम बताता है कि प्रत्येक क्रिया के समान एवं विपरीत प्रतिक्रिया होती है। क्रिया और प्रतिक्रिया हमेशा दो विभिन्न वस्तुओं पर कार्य करती हैं।
- संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार किसी वियुक्त निकाय में कुल संवेग संरक्षित रहता है।
- घर्षण बल हमेशा वस्तु की गति का विरोध करता है। घर्षण संपर्क में रहने वाली सतहों की चिकनाई पर निर्भर करता है। यह अभिलंब प्रतिक्रिया पर भी निर्भर करता है।
- लोटनिक घर्षण सर्पी घर्षण से कम होता है।
- वस्तु की सतह के लम्बवत् कार्य करनेवाले बल को प्रणोद कहते हैं।
- प्रति एकांक क्षेत्रफल में लगनेवाले प्रणोद को दाब कहते हैं। दाब का SI मात्रक Nm^{-2} है। यह मात्रक पास्कल के नाम से जाना जाता है।

ikBkr i'u

1. अन्तिम रेखा पार करने के पश्चात् भी धावक कुछ समय तक क्यों दौड़ता रहता है?
2. बस की छत पर सामान को रस्सी से बाँधने का सुझाव क्यों दिया जाता है?
3. लटके हुए कम्बल को लकड़ी से पीटने पर धूल के कण क्यों अलग हो जाते हैं?
4. न्यूटन का गति का प्रथम नियम बताइए। जब बस अचानक चलना शुरू करती है तो उसमें खड़ा यात्री पीछे की दिशा में क्यों गिरने लगता है?
5. संवेग को परिभाषित कीजिए। संवेग में परिवर्तन की दर बल से किस प्रकार संबंधित है?

6. अगर 10 kg द्रव्यमान की कोई वस्तु 7 ms^{-1} के वेग से गतिशील है तब वस्तु का संवेग क्या होगा?
7. अगर 50 N का बल 10 kg द्रव्यमान वाली वस्तु पर कार्य करता है तब वस्तु में उत्पन्न होनेवाला त्वरण क्या होगा?
8. न्यूटन का गति का तीसरा नियम बताइए। आग बुझानेवाले व्यक्ति को होज पाइप, जिससे कि अधिक मात्रा तथा तेज चाल से पानी निकलता है, को पकड़ने में मुश्किल क्यों होती है?
9. 'क्रिया व प्रतिक्रिया बल परिमाण में सदैव बराबर व दिशा में विपरीत होते हैं'। तब, ये दोनों एक-दूसरे को सन्तुलित क्यों नहीं कर लेते?
10. एक मोटरसाइकिल 72 km/h की रतार से चल रही है और ब्रेक लगाने के पश्चात रुकने में 6 सेकण्ड का समय लेती है। मोटरसाइकिल पर ब्रेक द्वारा लगाए गए बल की गणना कीजिए, अगर चालक के साथ उसका द्रव्यमान 175 kg है।
11. 2 kg द्रव्यमानवाली वस्तु 10 ms^{-1} वेग से एक सरल रेखा के अनुदिश चलती हुई 6 kg द्रव्यमान की स्थिर वस्तु से टकराती है और उसके साथ चिपक जाती है। उसके बाद दोनों ही वस्तुएँ उसी सीधी रेखा में गतिशील हो जाती हैं। टकराने से ठीक पहले व टकराने के तुरंत बाद कुल संवेग की गणना कीजिए?
12. घर्षण बल क्या होता है? घर्षण को कम करने की दो विधियाँ बताइए।
13. प्रणोद और दाब के बीच क्या संबंध है? प्रणोद और दाब का SI मात्रक बताइए। ऊँट रेगिस्तान में आसानी से क्यों दौड़ सकता है?
14. मेज पर रखा एक लकड़ी का गुटका मेज की सतह पर 49 N का प्रणोद लगाता है। लकड़ी के गुटके की विमाएँ 40 cm × 20 cm × 10 cm हैं। लकड़ी के गुटके द्वारा लगाए गए दाब की गणना कीजिए यदि मेज की सतह के सम्पर्क में गुटके की विमाएँ (a) 20 cm × 10 cm और (b) 40 cm × 20 cm हों।

ikBxr i'uksa ds mÙkj

10.1

1. हाँ
2. आटे की लोई को हाथ से दबाना।

10.2

1. जब दो या दो से अधिक बल किसी वस्तु पर विपरीत दिशा में एक दूसरे को संतुलित करते हुए लगाए जाएँ तो वे बल सन्तुलित बल कहलाते हैं।

2. नहीं। सन्तुलित बल वस्तु की गति की अवस्था को नहीं बदलते हैं।

3. वस्तु पर कार्य करनेवाला असन्तुलित बल उसकी विराम अवस्था या गति की अवस्था में बदलाव कर सकता है।

10.3

1. विराम अवस्था के जड़त्व के कारण। जब हम कपड़े को झटकते हैं तो पानी अपनी अवस्था में बना रहता है और बाहर आ जाता है।

2. हमारे शरीर का निचला भाग स्थिर अवस्था में आ जाता है लेकिन जड़त्व के कारण ऊपरी हिस्से की आगे की दिशा में गति करने की प्रवृत्ति होती है और हम आगे की तरफ गिर जाते हैं।

3. संवेग द्रव्यमान × वेग के बराबर होता है। अतः भरे हुए ट्रक (अधिक द्रव्यमान) का संवेग ज्यादा होता है।

4. संवेग = द्रव्यमान × वेग = $5\ kg \times 10\ ms^{-1} = 50\ kgms^{-1}$

5. संवेग में परिवर्तन की दर को कम करने के लिए बॉक्सर अपना सिर पीछे की ओर करता है जिससे कि मुक्के का संघात (प्रभाव) कम हो।

10.4

1. कार के पहिए और जमीन के मध्य कार्य करनेवाले घर्षण बल के कारण।

2. क्योंकि केले के छिलके व जमीन के बीच घर्षण बहुत कम होता है।

3. ट्रेडेड टायर जमीन से अच्छी पकड़ देते हैं क्योंकि ऐसे टायरों में जमीन व टायर के मध्य घर्षण बहुत अधिक होता है।

10.5

1. कपड़े का गोल टुकड़ा कुली के सिर और भार के मध्य सम्पर्क के क्षेत्र को बढ़ाता है जिससे कि उसके सर पर दाब कम हो जाता है।

2. दाब बढ़ाने के लिए

3. दाब घटाने के लिए

4. Nm^{-2} या पास्कल (Pa)