# 5

# गति एवं बल

जरा अपने चारों और देखिये। आकाश में उड़ान भरते हुए पक्षी, पार्क में दौड़ते हुए बच्चे, नहर में बहता हुआ पानी, घड़ी का हिलता हुआ पेंडुलम, छत पर घूमता हुआ पंखा–अनेक ऐसी चीजें हैं, जिनको हम कहते हैं कि ये चल रही हैं। आखिर यह 'चलना' क्या है?

सड़क के किनारे खड़ा पेड़, पार्क में पड़ा पत्थर और स्कूल की इमारत की बात करें तो इनको हम कहते हैं कि ये स्थिर हैं, यानि चल नहीं रही हैं। हम ऐसा क्यों कहते हैं?

चलना यानि 'गति' जीवन के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। सोचिए, यदि आपके स्कूल में सारी गतियाँ रुक जाएं, हम चीज ठहर जाए, तो क्या होगा?

प्रश्न यह भी है कि गति का मूल कारण क्या है? वस्तु की गति में परिवर्तन कैसे होता है? गति का नियमन किन सिद्धांतों के अनुसान होता है।

आइये, इस पाठ में हम गति, इसके प्रकार और इसके कारण के बारे में पढ़ते हैं। इसके अलावा गति पर बल के प्रभाव और गतिरोधक बल यानी घर्षण के बारे में भी अध्ययन करेंगे।

## उद्देश्य

यह पाठ पढ़ने के बाद आप सक्षम होंगे :

- आपकों चारों ओर होने वाली विभिन्न प्रकार की गतियों में अंतर कर पाने में;
- विराम एवं गति को समझ पाने में;
- द्रव्यमान और भार को समझ पाने में; और
- घर्षण बल को समझ पाने में।

## 5.1 विराम एवं गति

जब आप घर से चल कर कहीं दूसरी जगह जाते हैं, तो समय के साथ आपकी स्थिति बदल जाती है। समय के साथ वस्तु की स्थिति में परिवर्तन होना ही गति कहलाता है।

चित्र 5.1 कुछ गतिमान वस्तुएँ

अब आप सड़क के किनारे खडे वृक्ष के बारे में सोचिए। वह कल जहाँ था, आज भी वहीं है। समय के साथ इसकी स्थिति नहीं बदलती इसलिए यह स्थिन यानि विरामावस्था में है। अत: जो वस्तुएं समय के साथ अपनी स्थिति नहीं बदलती हैं, वे विराम अवस्था में कही जाती हैं।

## गति के प्रकार

आगे दिए गये चित्र में दिखाई गई गतियों के बारे में सोचिए। क्या ये सभी एक ही प्रकार की गतियां हैं?

(1) उड़ती हुई तितली

(2) ऊंचाई से गिरी हुई गेंद

(3) समतल पट्टी पर फिसलता हुआ बच्चा

(4) लट्टू

(5) मैरी गो-राऊंड में झूलते हुए बच्चे

(6) झूले में झूलता हुआ बच्चा

आइये, इन गतियों को विश्लेषण करें और उस आधार पर इनका वर्गीकरण करें:

**उड़ती हुए तितली,** एक अनियमित पथ पर जाती है, चलते-चलते चाहे जब इसकी गति की दिशा बदल जाती है। इस तरह की गति को यादृच्छिक या बेतरतीब गति कहते हैं।

**ऊंचाई से गिरती हुई गेंद** एक सरल रेखा में चलती है, किसी एक पल इसके सभी कण एक ही दिशा में चलते हुए पाये जाते हैं। इस प्रकार की गति रैखिक गति कहलाती है। इसी तरह समतल पट्टी पर फिसतले हुए बच्चे की गति भी रैखिक गति का उदाहरण है।

**लट्टू की गति** धूर्णी गति है, जिसमें लट्टू अपनी ही कक्षा के चारों ओर चक्रीय रूप में घूमला है।

**मैरी गो-राऊंड में बच्चे** वृत्ताकार पथ पर एक अक्ष के चारों ओर घूमते हैं। इस प्रकार की गति वृत्तीय गति कहलाती है।

**झूला झूलता हुआ बच्चा** बार-बार एक मध्य बिन्दु के इधर-उधर जाता है। ऐसी गति को दोलन गति कहते है।

कई बार कुछ वस्तुओं की गति ऐसी भी होती है, जिसमें एक साथ एक से अधिक प्रकार की गतियाँ होती हैं। उदाहरण के लिए, गाड़ी का पहिया अपनी धुरी पर घूर्णन भी करता है तथा साथ ही आगे भी बढ़ता है, इसका मतलब है कि इसकी गति रैखिक गति भी है और घर्णी गति भी।

## क्रियाकलाप 5.1

**आपको क्या करना है :** विभिन्न प्रकार की गतियों का अध्ययन करना

**आपको क्या चाहिए :** एक छोटा पत्थर, धागा, कापी और पैन

**आपको कैसे करना है :**

(i) पहले तो पत्थर को तीन-चार बार विभिन्न ऊंचाईयों से गिराकर देखिये।

(ii) फिर पत्थर को धागे से बाँध कर गोल-गोल घुमाइए।

(iii) अब पत्थर को धागे से बाँध कर एक कील से लटकाइए और एक तरफ हटा कर छोड़ दीजिए। फिर इसकी गति पर ध्यान दीजिए।

(iv) इसी तरह कापी पर प्रेक्षण नोट करते समय पैन की निब की गति देखिए।

**आपने क्या देखा :**

(i) पहली स्थिति में पत्थर की गति रेखीय गति है।

(ii) दूसरी स्थिति में पत्थर वृत्तीय पथ पर घूम रहा है।

(iii) तीसरी स्थिति में पत्थर की गति दोलन गति है।

(iv) जब कि पेन की निब की दिशा बेतरतीबी से बदलती रहती है।

## पाठगत प्रश्न 5.1

1. निम्नलिखित में से कौन से पिंड गतिशील हैं और कौर से विरामावस्था में?

   (क) ठोकर मारने के तुरन्त बाद फुटबाल।

   (ख) चलती हुई घड़ी की सुइयाँ।

   (ग) आपकी कक्षा का श्याम पट्ट।

   (घ) सौर-परिवार के ग्रह।

2. निम्नलिखित गतियां किस प्रकार की गति के उदाहरण हैं?

   (क) खेल के मैदान में हॉकी खेलते हुए खिलाड़ी की गति।

   (ख) झूला झूलते हुए बच्चे की गति।

   (ग) सीढ़ियाँ चढ़ते हुए आदमी की गति।

   (घ) सूर्य के चारों ओर घूमती हुई पृथ्वी की गति।

### गति का विवरण देने में प्रयुक्त होने वाले विशेष पद

दूरी, विस्थापन, चाल, वेग एवं त्वरण

**(क) दूरी :** जब हम गतिमान पिंड की बात करते हैं, तो हम कहते हैं कि वह समय के साथ अपनी स्थिति बदलता है। कोई पिंड एक स्थान से

दूसरे स्थान तक वह जिस रास्ते पर चलकर जाता है, उस रास्ते की लम्बाई उस पिंड द्वारा चली गई दूरी कहलाती है। उदाहरण के लिए माना कि आप अपनी कक्षा से मैदान में 100 मीटर दूर खड़े एक पेड़ तक सरल रेखा में चल कर जाते हैं और उसी मार्ग पर 20 मीटर वापस लौटते हैं, तो आपके द्वारा चली गई कुल दूरी 120 मीटर है।

**(ख) विस्थापन :** हमने अभी दूरी की परिभाषा दी है। किसी संदर्भ बिन्दु से किसी वस्तु की दूरी मात्र का विवरण देने से उस वस्तु की वास्तविक स्थिति का पता नहीं चला पाता है।

आइए, एक उदाहरण से इस बात को समझें। माना कि आप अपने मित्र को बतायें कि यहाँ से ठीक 2 कि.मी. चल कर वह आपके घर पहुँच जायेगा तो क्या वह वास्तव में आपके घर पहुँच सकता है। नहीं, क्योंकि यह 2 कि.मी. दूरी तो किसी भी दिशा में हो सकती है।

लेकिन यदि आप अपने मित्र को बतायें कि वह 2 कि.मी. पश्चिम दिशा में चलकर आपके घर पहुँच सकता है तो वह निश्चित ही सही स्थान पर पहुँच जायेगा। दूरी के संदर्भ में दिये गये उदाहरण पर फिर से विचार करें तो पायेंगे कि आप क्योंकि 100 मी. वृत्त की ओर चलकल 20 मी. वापस लौट आये हैं, प्रारंभिक स्थान से आपका विस्थापन 80 मी. होता है। क्योंकि आपने दूरी के साथ किस दिशा में है, सही दिशा का वर्णन भी कर दिया है।

## क्रियाकलाप 5.2

**आपको क्या करना है :** चलित दूरी एवं विस्थापन में अंतर समझना

**आपकों क्या चाहिए :** मीटर पैमाना, ग्राफ पेपर, मटर या चने का दाना, स्केल, पेंसिल।

**आपको कैसे करना है :**

1. कागज पर एक चिह्न (A) लगाइए। A पर चने का दाना रख दीजिए।
2. A से दाने को सरल रेखा में पूर्व की ओर 12cm बउ की दूरी पर स्थित बिन्दु B तक सरकाकर रोक दीजिए।
3. A व B को मिलाइए।
4. दाने को बिन्दु B से 5cm उत्तर की ओर स्थित बिन्दु B तक सरकाकर रोक दीजिए।
5. अब आप दाने के विस्थापन और उसके द्वारा चली दूरी ज्ञात कीजिए।

**आपने क्या देखा :**

1. दूरी $= AB + BC = 12cm + 5cm = 17$ cm
2. विस्थापरन $= AC = 13cm$ उत्तर-पूर्प दिशा में।

**(ग) चाल :** हमें कई बार चलती हुई वस्तुओं की गतियों की तुलना करने की आवश्यकता पड़ती है। चित्र में दी गई वस्तुओं की गतियों की तुलना करें तो पाते हैं कि घोंघा बहुत धीमे चलता है और हवाई जहाज

चित्र 5.2 विभिन्न गतियाँ

बहुत तेज। एक घंटे में घोंघा मुश्किल से मात्र 0.05 किलोमीटर की दूरी तय कर पाता है जबकि हवाई जहाज 200 किलोमीटर से भी अधिक चला जाता है। एकांक समय में वस्तु द्वारा चली गई यह दूरी उसकी चाल कहलाती है और वस्तुओं की गतियों की तुलना करने में हमारी मदद करती है।

यदि दूरी को मीटर (m) में और समय को सेकंड (s) में मापें, तो चाल का मात्रक मीटर/सेकंड (m/s) यानि मीटर प्रति सेकंड होता है।

**(घ) वेग :** किसी वस्तु की चाल से यह तो पता चल जाता है कि वस्तु कितनी तेज चल रही है। लेकिन एक निश्चित समय के बाद वह कहाँ पहुँयेगी यह जानने के लिए उसके चलने की दिशा जानना भी आवश्यक होता है। वह राशि जो यह बताती है कि कोई वस्तु दी गई दिशा में कितनी तेज चलती है, उस वस्तु का वेग कहलाती है।

विस्थापन का मात्रक मीटर है और समय का सेकंड। इसलिए वेग का मात्रक मीटर प्रति सेकंड (m/s) है।

**(ड.) त्वरण :** जब हम बस से यात्रा करते हैं तो क्या बस की चाल गति की समस्त अवधि में एक समान बनी रहती है? आप जानते हैं कि ऐसा नहीं है। यह विराम से चलना शुरू करती है फिर धीरे-धीरे इसकी चाल बढ़ती है। रास्ते में बाधा आने पर उसकी चाल कम होती है और अगला बस स्टैंड आने पर यह बस धीरे-धीरे धीमी होकर रुक जाती है। चाल यदि एक समान रहे तो भी यदि गति की दिशा बदल जाती है तो वेग बदल जाता है। इकाई समय में वस्तु के वेग में होने वाला परिवर्तन त्वरण कहालाता है।

वेग का मात्रक मीटर प्रति सेकेंड ($ms^{-1}$) एवं समय का सेकेंड (s) है। इसलिए त्वरण का मात्रक ($ms^{-2}$) है।

## पाठगत प्रश्न 5.2

1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए:

   (i) किसी वस्तु द्वारा चलित दूरी उसके यात्रा-पथ की ..... है।

   (ii) वस्तु का विस्थापन बताने के लिए उसके द्वारा चली गई ..... एवं गति की ..... दोनों बताने आवश्यक हैं।

   (iii) यदि वस्तु की चाल 30 कि.मी. प्रति घंटा हो तो यह एक घंटे में ..... कि.मी. दूरी तय करती है।

   (iv) यदि वस्तु का वेग बदल रहा हो तो इसमें ..... हो रहा है।

2. चाल की सामान्य इकाई क्या होती है?

3. त्वरण की सामान्य इकाई क्या है?

## 5.2 गति-परिवर्तन का कारण : बल

आपने शायद यह अनुभव किया होगा कि सड़क के किनारे पड़ा पत्थर अपना स्थान नहीं बदलता जब तक कि कोई उसको धकेल कर या खींचकर उस स्थान से न हटाये। इसी प्रकार चलती हुई वस्तु की चाल या गति की दिशा भी अपने आप नहीं बदल सकती। वस्तु की चाल या वेग बदलने के लिए उस पर घक्का या खिंचाव लगाना पड़ता है। किसी वस्तु पर लगाया गया यह ध क्का सा खिंचाव, बल कहलाता है।

### गति के नियम

गति मे बल के द्वारा पड़ने वाले प्रभाव के बारे में लोग काफी समय से जानते थे। परन्तु गति में बल के प्रभाव का विस्तृत अध्ययन महान अंग्रेज वैज्ञानिक आइजक न्यूटन (1642-1727) ने किया और अपने अध्ययन में परिणाम को तीन नियमों के रूप में प्रस्तुत किया।

## (1) न्यूटन का गति का प्रथम नियम

नियम को समझने की शुरुआत आइये कुछ क्रियाकलापों से करें :

### क्रियाकलाप 5.3

**आपको क्या करना है :** देखना कि स्थिर वस्तु में स्थिर बने रहने की प्रवृत्ति है।

**आपको क्या चाहिए :** एक मोटा चिकना कार्ड, काँच का एक गिलास, एक रुपये का सिक्का

**आपको कैसे करना है :**

1. गिलास को मेज पर रखकर उसके मुँह को कार्ड से ढक दें और कार्ड के ऊपर बीच में एक रुपये का सिक्का रख दें।
2. कार्ड को झटके से धक्का दें।

**आप देखेंगे कि :** सिक्का गिलास में गिर जाता है। क्या आपने सोचा है कि ऐसा क्यों होता है? सिक्का कार्ड में ऊपर स्थिर रखा था। क्योंकि इसके ऊपर कोई बल नहीं लगाया गया यह अपने स्थान पर स्थिर बना रहा और नीचे से कार्ड हटा लेने के कारण गिलास में गिर गया।

### क्रियाकलाप 5.4

**आपको क्या करना है :** ये देखना है कि चलती हुई वस्तु में चलते रहने की प्रवृत्ति है।

**आपको क्या चाहिए :** जूते का डब्बा, गेंद

**आपको कैसे करना है :**

1. जूते के डब्बे का ढक्कन हटाइये। चौडाई वाले पक्ष से एक और का

गत्ता भी तोड़ कर हटा दीजिए। डब्बे के दूसरी ओर की दीवार के साथ गेंद रख दीजिए।

2. डब्बे को मेज के एक सिरे पर रखकर धकेलिये, ताकि गेंद गति के विपरीत वाली दीवार के साथ सटी रहे।

3. डब्बे को चलाते-चलाते एकाएक रोक दीजिए।

**आपने क्या देखा :**

गत्ते के डिब्बे को रोकते ही गेंद चलने लगती है और खुले भाग से बाहर निकल जाती है।

**क्या आपने सोचा है कि ऐसा क्यों होता है?**

जब डब्बा चल रहा था तो उसके अंदर रखी गेंद भी उसी वेग से चल रही थी। डब्बे को रोक देने पर भी उसके अंदर रखी गेंद अपने पहले वाले वेग से ही चलती रहती है, क्योंकि इसको चलने से रोकने के लिए इस पर कोई बल नहीं लगाया गया है।

ऊपर बताये क्रियाकलापों के निष्कर्ष को ही न्यूटन के प्रथम नियम के रूप में समझ सकते हैं। इस नियम के अनुसार ''यदि कोई वस्तु स्थिन है तो वह स्थिर रहेगी और यदि कोई वस्तु चल रही है तो चलती रहेगी जब तक कि उस पर कोई बाहरी असंतुलित बल न लगाया जाए''।

असंतुलित बल का अर्थ समझने के लिए हम रस्साकशी प्रतियोगिता के रस्से की स्थिति पर विचार करें। उसको खींचने वाली दोनों टीमें यदि बराबर बल लगायें तो रस्से पर लगने वाला कुल बल शून्य हो जायेगा और रस्सा संतुलन में रहेगा। परन्तु यदि एक टीम का बल दूसरी से अधिक हो जायेगा तो इस अतिरिक्त बल को असंतुलित बल कहेंगे और इसके कारण रस्सा उस टीम की ओर खींच लिया जायेगा।

## (2) न्यूटन का गति का द्वितीय नियम

इस नियम को समझने में भी दो क्रियाकलाप सहायता करेंगे।

यदि अलग-अलग द्रव्यमान वाली दो वस्तुओं पर बराबर बल लगाया जाये तो उनमें उत्पन्न त्वरण में क्यो अंतर होता है?

### क्रियाकलाप 5.5

**आपको क्या करना है :** न्यूटन का गति का द्वितीय नियम का अध्ययन करना।

**आपको क्या चाहिए :** इसके लिए आप एक क्रिकेट की गेंद (भारी) तथा एक टेनिस की गेंद (हल्की) लीजिए।

**आपको कैसे करना है :** दोनों गेंदों को पास-पास जमीन पर रखिये तथा वाईपर या किसी डण्डे की सहायता से उन को एक साथ धकेलिए और देखिये कि कौन सी गेंद तेज चलती है और देर तक चलती रहती है।

**आप देखेंगे कि :** टेनिस की गेंद अधिक तेज चलती है और अधिक देर तक चलती रहती है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि यदि दो वस्तुओं पर बराबर बल लगाया जाए तो उनमें पैदा होने वाला त्वरण उनके द्रव्यमान के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

### क्रियाकलाप 5.6

**आपको क्या करना है :** किसी वस्तु पर लगाए गए बल का परिमाण बदलने पर उसमें त्वरण पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

**आपको क्या चाहिए :** कोई एक गेंद, वाईपर

**आपको कैसे करना है :**

1. गेंद को फर्श पर रखिए।
2. उसे वाईपर द्वारा हल्के से धकेलिए और देखिए गेंद कितनी दूर जाकर रुकती है।
3. फिर से गेंद को उसी स्थान पर रखकर जोर से धकेलिए और देखिए गेंद कितनी दूर जाकर रुकती है।

**आप देखेंगे कि :** जोर से धकेलने पर गेंद अधिक दूर जाकर रुकती है, क्योंकि इसमें अधिक त्वरण होता है। इससे हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि वस्तु का त्वरण उस पर लगाये गये बल के समानुपाती होता है।

ऊपर के क्रियाकलापों के निष्कर्षों को ही न्यूटन का गति का दूसरा नियम कहा जा सकता है। अत: इस नियम से यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि पिंड पर लगाया गया बल पिंड के द्रव्यमान और बल द्वारा पिंड में उत्पन्न हुए त्वरण के गुणनफल के बराबर होता है। यानि :

बल  द्रव्यमान  त्वरण

बल का मात्रक न्यूटन (N) है। 1 न्यूटन बल वह बल है जो 1kg द्रव्यमान के पिंड पर लगाने पर उसमें $1ms^{-2}$ का त्वरण पैदा करे। 1N बल के परिमाण को अनुभव करने के लिए अपनी हथेली पर 100b का भार रख कर उसके कारण बल का अनुभव कीजिए। यह लगभग 1N बल के बराबर ही है।

## (3) न्यूटन का गति का तीसरा नियम

चित्र 5.7 में दिखाई गई स्थिति पर विचार कीजिए। यदि नदी में खड़ी नाव से आप तट पर कूदते हैं तो नाव किस दिशा में धकेली जाती है? तट के विपरीत दिशा में न। क्या आपने सोचा है, ऐसा क्यों होता है? न्यूटन के गति के तीसरे नियम के अनुसार उनकी व्याख्या की जा सकती है। इस नियम के अनुसार

चित्र 5.3 न्यूटन का गति का तीसरा नियम

''हर क्रिया की विपरीत दिशा में उतनी ही प्रतिक्रिया होती है''। आप नाव पर बल लगाकर उसे पानी में धकेलते हैं तो नाव उतने ही बल से आपको तट पर धकेल देती है।

## क्रियाकलाप 5.7

**आपको क्या करना है :** गुब्बारा रॉकेट द्वारा गति के तृत्तीय नियम का अध्ययन करना।

**आपको क्या चाहिए :** एक गुब्बारा, धागा, दो कीलें, सैलो टेप, कागज की नलकी।

**आपको कैसे करना है :**

1. कीलों को कमरे की विपरीत दीवारों पर ठोंक दीजिए।
2. एक कील में धागे का एक सिरा बाँध दीजिए।
3. धागे को नलकी में से निकाल कर उसका दूसरा सिरा दूसरी कीप पर बाँध दीजिए।
4. गुब्बारे को फुला कर उसका मुंह बंद करके पकड़ लीजिए और सैले टेप की सहायता से कागज की नलकी के साथ मजबूती से चिपका दीजिए।
5. अब गुब्बारे को छोड़ दीजिए ताकि हवा उसके मुँह से धीरे-धीरे बाहर निकले।

**आपने क्या देखा :** जिस दिखा में हवा गुब्बारे से बाहर आती है धागे पर गुब्बारा उसे विपरीत दिशा में चलने लगता है। इससे आप यह स्वाभाविक निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि हर क्रिया की विपरीत दिशा में उतनी ही प्रतिक्रिया होती है।

## स्वतंत्र रूप से गिरती हुए वस्तुएं

यदि किसी वस्तु को फर्श से ऊपर उठाकर छोड़ दिया जाए तो यह हमेशा नीचे की ओर ही गिरती है। क्या आपने सोचा ऐसा क्यों होता है? पेड़ से गिरते सेब को देख कर जब न्यूटन ने सोचा कि सेब पेड़ से नीचे ही क्यों गिरता है, तो वह इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि ऐसा इसलिए होता है क्योंकि पृथ्वी इसे अपनी ओर खींचती है। पृथ्वी का यह बल गुरुत्व बल कहलाता है।

जब किसी वस्तु पर बल लगता है तो उसमें त्वरण उत्पन्न होता है। पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण नीचे की ओर गिरती वस्तु में होने वाला यह त्वरण गुरुत्वीय त्वरण कहलाता है। इसे 'g' से निरुपति किया जाता है और इसका मान $9.8 ms^{-2}$ है। यानि स्वतंत्र रूप से पृथ्वी की ओर गिरती वस्तु का वेग 1 सेकेंड में 9.8 मीटर प्रति सेकेंड बढ़ जाता है। आपको यह जानकर शायद आश्चर्य होगा कि 'g' का यह मान वायु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता। भारी वस्तु भी उसी त्वरण से नीचे गिरती है जितने त्वरण से हल्की वस्तु। यही कारण है कि यदि आप एक लोहे की गेंद और एक लकड़ी की गेंद को एक साथ किसी ऊंचाई से गिरायें तो वे एक साथ ही पृथ्वी से आकर टकराएंगी।

## द्रव्यमान एवं भार

वस्तु का द्रव्यमान एवं भार दो अलग-अलग राशियाँ हैं। वस्तु के द्रव्यमान का अर्थ है उस पदार्थ की मात्रा जिससे वह वस्तु बनी है। पीतल के एक लोटे का द्रव्यमान ½kg है, इसका अर्थ यह है कि लोटे में ½kg पीतल लगा है।

वस्तु का भार वह बल है, जिससे पृथ्वी उस वस्तु को अपनी ओर खींचती है। भार का एक मात्रक न्यूटन है और दूसरा किलोग्राम भार (kg wt)।

1kg wt = 9.8 न्यूटन।

हम कह सकते हैं कि लोटे का भार ½ kg wt या 4.9 न्यूटन है।

भार और द्रव्यमान में निम्नलिखित संबंध है :

भार  द्रव्यमान  गुरुत्वीय त्वरण

भार को हम कमानीदार तुला से नापते हैं और द्रव्यमान को भौतिक तुला से। किसी वस्तु का द्रव्यमान एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने से नहीं बदलता पर उस का भार बदल सकता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि 'g' का मान विभिन्न स्थानों पर अलग-अलग होता है। पृथ्वी पर जिस वस्तु का भार 60kg है चन्द्रमा पर उसका भार सिर्फ 10kg रह जायेगा क्योंकि चन्द्रमा पर गुरुत्वीय त्वरण का मान पृथ्वी की तुलना में 1/6 है।

## 5.4 घर्षण बल

घर्षण को समझने के लिए आइए एक क्रियाकलाप करें।

### क्रियाकलाप 7.8

**आपको क्या करना है :** देखना कि घर्षण बल सतह की प्रकृति पर निर्भर करता है।

**आपको क्या चाहिए :** लकड़ी का 30 ( ) लंबा पैमाना, दो मोटी पुस्तकें, इस्तेमाल किया हुआ टार्च का सेल अथवा कंचा, मोटे कपड़े का एक आध ा मीटर लंबा दस सेंटीमीटर चौड़ा टुकड़ा।

**आपको कैसे करना है :**

1. पैमाने के एक सिरे को पुस्तकों पर रखकर एक आनत समतल बना लें।

2. आनत समतल पर निचले सिरे से लगभग 20 ( ) की दूरी पर एक निशान लगा लें।

3. अब निशान पर सैल (या कंचे) को रखकर छोड़ें ताकि यह आनत तल पर लुढ़कता हुआ नीचे आये।

4. देखिए यह लुढ़क कर मेज पर कितनी दूर जाकर रुकता है। वहाँ पर निशान लगा लें।

5. अब आनत समतल से सटाकर कपड़ा मेज पर बिछाएं और सैल को फिर से उसी निशान से लुढ़काएं। अब यह कपड़े के ऊपर लुढ़कता हुआ जहाँ जाकर रुकता है, वहाँ फिर से निशान लगाएं।

**आपने क्या देखा :** कपड़े पर सैल कम दूरी तक जाता है और खाली मेज पर अधिक दूरी तक जाता है।

इससे हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि विभिन्न सतहों के लिए घर्षण बल का मान अलग-अलग होता है।

घर्षण के लाभ भी हैं और हानि भी। आइए घर्षण के लाभ और हानियों के विषय में कुछ और विस्तार से जानें।

## घर्षण के लाभ

1. अगर घर्षण नहीं होता तो हमारा चलना कठिन हो जाता। क्या आप चिकने फर्श पर या काई लगे पत्थरों पर आसानी से चल पाते हैं?

2. घर्षण के अभाव में चलती हुई वस्तु का रुकना भी मुश्किल हो जाता है, क्योंकि घर्षण का बल ही चलती हुई वस्तु की गति का विरोध कर इसे रोकता है।

3. घर्षण के बिना किसी वस्तु को पकड़ कर रख पाना कठिन हो जाता है। वस्तु और उंगलियों के बीच बल ही उस वस्तु को पकड़े रखने में सहायक होता है।

4. बिना घर्षण के क्या आप दियासलाई की तीली जला पाते? आदिमानव ने भी दो चकमक पत्थरों के बीच घर्षण द्वारा ही आग जलाई थी।

5. साईकल के पहिये के रिम और ब्रेक पैड के बीच घर्षण के कारण ही आपकी साइलिक रुकती है।

### घर्षण से हानि

1. मशीनों के कई हिस्से एक दूसरे से रगड़ते हुए चलते हैं। घर्षण के कारण ये घिस जाते हैं और मशीन की उम्र कम हो जाती है।

2. घर्षण के कारण वस्तुएं गर्म हो जाती हैं और इस कारण काफी ऊर्जा नष्ट हो जाती है। परिणाम स्वरूप मशीनों की कार्य क्षमता घट जाती है।

इन हानियों से बचने के लिए मशीनों में घर्षण कम करने की आवश्यकता होती है। सिलाई मशीन जैसी मशीनों में इसके लिए तेल डालते हैं और साइकिल जैसे मशीनों में बाल बियरिंग या रोलर बियरिंग इस्तेमाल में लाते हैं।

## पाठगत प्रश्न 5.3

1. निम्नलिखित स्थितियों में गति का कौन सा नियम लागू होता है?

   (क) सड़क पर पड़ा हुआ सिक्का वहीं पड़ा रहता है जब तक कि कोई उसको हटाये नहीं।

   (ख) पानी से भरा घड़ा सिर पर रखकर ले जाती हुई महिला घड़े पर उतना ही बल लगाती है जितना घड़ा उसके सिर पर लगाता है।

   (ग) एक खिलौना कार एवं एक असली कार को बराबर बल लगाकर ढकेला जाए तो खिलौना कार में अधिक त्वरण होता है।

2. दिए गए शब्दों में से उचिक शब्द चुनकर रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए:

(क) चन्द्रमा पर आपका द्रव्यमान, पृथ्वी पर आपके द्रव्यमान ..... होगा (के बराबर, से अधिक, से कम)

(ख) चन्द्रमा पर आपका भार पृथ्वी पर आपके भार की तुलना में ..... होगा। (बराबर, अधिकण कम)

(ग) मशीन में तेल ..... को कम करने के लिए डाला जाता है। (घर्षण, बल, गुरुत्व बल)

## आपने क्या सीखा

जिस वस्तु की स्थिति में समय के साथ परिवर्तन होता है यह वस्तु गतिमान और जिसकी स्थिति में समय के साथ परिवर्तन नहीं होता वह स्थिर कहलाती है।

- एक रेखीय पथ पर चलती हुई वस्तु की गति रेखीय गति कहलाती है।
- यदि वस्तु समय के साथ गति की दिशा बदलती रहे तो इसकी गति बेतरतीब गति कहलाती है।
- लट्टू की तरह वस्तु गोल-गोल घूमती है तो इसकी गति घूर्णन गति कहलाती है।
- यदि वस्तु झूले की तरह एक मध्य बिंदु के इधर-उधर आती जाती है तो इसकी गति दोलन गति कहलाती है।
- किसी वस्तु द्वारा तय की गई दूरी उस रास्ते की लंबाई है, जिस पर चलकर वह प्रारंभिक स्थिति से अंतिम स्थिति तक पहुंची है। दूरी का मात्रक मीटर है।

- विस्थापन वस्तु की प्रारंभिक एवं अंतिम स्थितियों के बीच की न्यूनतम दूरी है। इसका मात्रक भी मीटर है।
- इकाई समय में चली गई दूरी चाल कहलाती है। इकाई समय में होने वाला विस्थापन वेग कहलाता है। दोनों के मात्रक मीटर प्रति सेकेंड या $ms^{-2}$ है।
- इकाई समय में वस्तु के वेग में होने वाला परिवर्तन त्वरण कहलाता है। इसका मात्रक $ms^{-2}$ है।
- वस्तु पर लगने वाला धक्का या खिंचाव बल कहलाता है।
- न्यूटन का गति का प्रथम नियम बताता है कि वस्तु की गति या विराम की अवस्था तब तक नहीं बदल सकती जब तक कि उस पर एक असंतुलित बल न लगाया जाए।
- न्यूटन के द्वितीय नियम के अनुसार बल  द्रव्यमान  त्वरण
- न्यूटन का गति का तृतीय नियम बताता है कि हर क्रिया की विपरीत दिशा में उतनी ही प्रतिक्रिया होती है।
- प्रत्येक स्वतंत्रापूर्वक गिरती वस्तु पृथ्वी के गुरुत्व बल के कारण नीचे आती है और इसमें $9.8ms^{-2}$ का त्वरण उत्पन्न होता है।
- जब तक एक सतह दूसरी सतह पर फिसलती है तो उनकी गति का विरोध करने के लिए उनके बीच घर्षण बल प्रभावी हो जाता है।
- घर्षण के अपने लाभ भी हैं और हानियां भी।

## पाठांत प्रश्न

1. गतिशील एवं स्थिर वस्तुओं के दो, दो उदाहरण दीजिए।
2. गति के विभिन्न प्रकार कौन-कौन से हैं? प्रत्येक का एक उदाहरण दीजिए।
3. आप साईकिल से 105m परिधि वाले वृत्त का पूरा एक चक्कर लगाते हैं। आपका विस्थापन और आपके द्वारा चलित दूरी कितनी है?
4. एक लड़का 10s में 50m दौड़ता है। इसकी चाल बताइए।
5. त्वरण की परिभाषा दीजिए। इसका मात्रक भी बताइए।
6. बल क्या है? समझाइए।
7. उस बल का नाम बताइए, जिससे पृथ्वी प्रत्येक वस्तु को अपने केन्द्र की ओर खींचती है।
8. वस्तु का द्रव्यमान मापने के लिए प्रयुक्त होने वाले उपकरण का नाम बताइए।
9. वस्तु का भार मापने के लिए प्रयुक्त होने वाले उपकरण का नाम बताइए।
10. बारिश के फौरन बाद चिकनी मिट्टी वाली जमीन पर साईकिल चलाने में कठिनाई क्यों होती है?
11. घर्षण के तीन लाभ और हानियां बताइए।
12. घर्षण कम करने के दो उपास लिखिये।
13. फुटबाल खेलते हुए बच्चे की गति को बेतरतीब गति क्यों कहा जाता है?
14. न्यूटन के गति के नियम लिखिये।

15. बल के मात्रक (न्यूटन) की परिभाषा दीजिए।

16. निम्नलिखित में अंतर स्पष्ट कीजिए :

(i) दूरी एवं विस्थापन (ii) चाल एवं वेग (iii) द्रव्यमान एवं भार

17. स्तम्भ 'क' की राशियों को स्तम्भ 'ख' में लिए गए मात्रकों से मिलान कीजिए।

| **(क)** | **(ख)** |
|---|---|
| 1. वेग | (a) N |
| 2. त्वरण | (b) $ms^{-1}$ |
| 3. बल | (c) $Ms^{-2}$ |
| 4. द्रव्यमान | (d) m |
| 5. दूरी | (e) kg |

18. निम्नलिखित में सही उत्तर के सामने सही का निशान लगाइए :

(क) घंटा घड़ी के लोलक की गति किस प्रकार की होती है??

(i) रेखीय गति (ii) बेतरतीब गति (iii) दोलन गति (iv) घूर्णी गति

(ख) यदि आप मैरी-गो-राऊंड में घूमते हुए जहाँ से चले थे इस चक्कर को लगा कर उसी स्थान पर उतरें तो आपका विस्थापन कितना होगा?

(i) मैरी-गो-राऊंड की परिधि के बराबर (ii) शून्य (iii) मैरी-गो-राऊंड के व्यास के बराबर (iv) मैरी-गो-राऊंड की परिधि के दस गुने के बराबर

(ग) दीवाली पर चलाए जाने वाले रॉकेट निम्नलिखित में से किस सिद्धांत पर आधारित है?

(i) न्यूटन की गति का प्रथम नियम (ii) न्यूटन की गति का द्वितीय नियम (iii) न्यूटन की गति का तृतीय नियम (iv) उपरोक्त में कोई नहीं।

(घ) किस बल के द्वारा आप ब्रेक लगा कर चलती हुई बाईसिकल को रोकते हैं।

(i) गुरुत्वाकर्षण बल (ii) प्रतिक्रिया बल (iii) घर्षण बल (iv) चुम्बकीय बल

(ड.) यदि कोई आधे घंटे में 20 किलोमीटर चले तो उसकी चाल कितनी होगी?

(i) 10 कि.मी. प्रति घंटा (ii) 20 कि.मी. प्रति घंटा

(ii) 40 कि.मी. प्रति घंटा (iv) 80 कि.मी. प्रति घंटा

(च) गति के नियम किस वैज्ञानिक ने प्रस्तुत किएद्य

(i) अरस्तु (ii) गैलीलियो (iii) फैराडे (iv) न्यूटन

## उत्तरमाला

**5.1**

1. गतिशील :- (क), (ख), (ग) विरामावस्था-(ग)
2. (क) यादृच्छिक गति

(ख) दोलन गति

(ग) रेखिक गति

(घ) वृत्तीय गति

**5.2**

1. (1) लम्बाई, (2) दूरी, दिशा, (3) 30, (4) त्वरण
2. मीटर/सेकेंड
3. मीटर/सेकेंड

**5.3**

1. (क) प्रथम नियम, (ख) तृतीय नियम, (ग) द्वितीय नियम
2. (क) के बराबर, (ख) कम, (ग) घर्षण