

Chapter

2

FRICTION



0854CH12

You might have seen a driver of a car or a truck slowing down the vehicle at a traffic signal. You, too, slow down your bicycle whenever needed by applying brakes. Have you ever thought why a vehicle slows down when brakes are applied? Not only vehicles, any object, moving over the surface of another object slows down when no external force is applied on it. Finally it stops. Have you not seen a moving ball on the ground stopping after some time? Why do we slip when we step on a banana peel (Fig. 2.1)? Why is it difficult to walk on a smooth and wet floor?



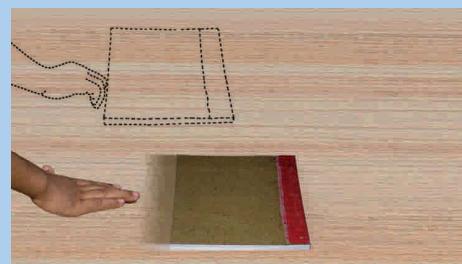
Fig. 2.1 : A boy falls down when he steps on a banana peel

You will find the answers to such questions in this chapter.

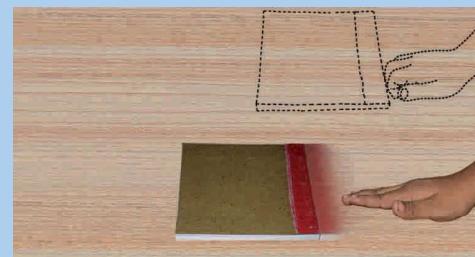
2.1 Force of Friction

Activity 2.1

Gently push a book on a table [Fig. 2.2(a)]. You observe that it stops after moving for some distance. Repeat this activity pushing the book from the opposite direction [Fig. 2.2, (b)]. Does the book stop this time, too? Can you think of an explanation? Can we say that a force must be acting on the book opposing its motion? This force is called the **force of friction**.



(a)



(b)

Fig. 2.2 (a), (b) : Friction opposes relative motion between the surfaces of the book and the table



మీరు ట్రాఫిక్ సిగ్నల్ వద్ద వాహన వేగాన్ని తగ్గించే కారు లేదా ట్రిక్సు డ్రైవర్ ని చూసి ఉండవచ్చు. నువ్వు కూడా అవసరమైనప్పుడు బ్రేక్లు వేయడం ద్వారా నీ సైకిల్ నెమ్ముదిగా పోనిస్తావు. బ్రేక్లు వేసినప్పుడు వాహనం ఎందుకు నెమ్ముదిగా వెళ్తుందో ఎప్పుడైనా ఆలోచించావా? వాహనాలు మాత్రమే కాదు, ఏదైనా వస్తువు, మరొక వస్తువు ఉపరితలంపై కదులుతున్నప్పుడు దానిపై భాహ్య బలం ప్రయోగించనప్పుడు అది నెమ్ముదించి చివరకు ఆగిపోతుంది. నేలపై కదులుతున్న బంతి కొంత సమయం తర్వాత ఆగిపోవడం మీరు చూడలేదా? అరబిపండు తొక్కుపై అడుగు వేసినప్పుడు మనం ఎందుకు జారిపోతాం (పటం. 2. 1)? మృదువైన, తడి నేలపై నడవడం ఎందుకు కష్టం?

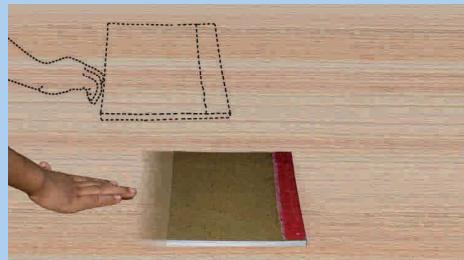


పటం 2.1 : అరబిపండు తొక్కు మీద అడుగు పెట్టినప్పుడు జాలుడు కీందపడిపోవట
ఇటువంటి ప్రశ్నలకు మీరు ఈ అధ్యాయంలో సమూధానాలు కనుగొంచారు.

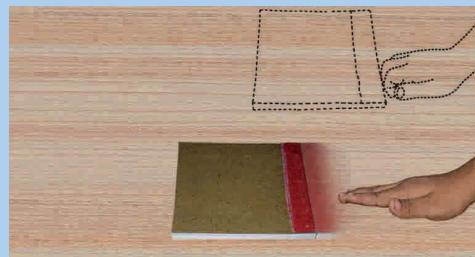
2.1 ఘర్షణబలం

కృత్యం 2.1

ఒక బలాలై పుస్తకాన్ని మెల్లగా నెట్టండి [పటం. 2.2(ఎ)]. కొంత దూరం వెళ్లిన తర్వాత అది ఆగిపోతుందని మీరు గమనిస్తారు. పుస్తకాన్ని వ్యతిరేక దిశ నుండి నెట్టడం ద్వారా ఈ చర్యను పునరావుతం చేయండి [పటం. 2.2, (బి)]. ఈసారి కూడా పుస్తకం ఆగిపోతుందా? మీరు ఈ వివరణ గురించి ఆలోచించగలరా? పుస్తకం చలనాన్ని వ్యతిరేకిస్తూ దానిపై ఒక బలం పనిచేస్తుందని మనం చెప్పగలమా? ఈ బలాన్ని ఘర్షణబలం అంటారు.



(ఎ)



(బి)

పటం. 2.2 (ఎ), (బి): ఘర్షణ అనేది పుస్తకం, బలాల ఉపరితలాల మధ్య సాపేక్ష చలనాన్ని వ్యతిరేకిస్తుంది.

You saw that if you apply the force along the left, friction acts along the right. If you apply the force along the right, the friction acts along the left direction. In both cases the force opposes the motion of the book. The force of friction always opposes the applied force.

In the above activity, the force of friction acts between the surface of the book and the surface of the table.

Is the friction the same for all the surfaces? Does it depend on the smoothness of the surfaces? Let us find out.

2.2 Factors affecting Friction

Activity 2.2

Tie a string around a brick. Pull the brick by a spring balance (Fig. 12.3). You need to apply some force. Note down the reading on the spring balance when the brick just begins to move. It gives you a measure of the force of friction between the surface of the brick and the floor.



Fig. 2.3 : A brick is being pulled by spring balance

Now wrap a piece of polythene around the brick and repeat the activity. Do you observe any difference in the readings of the spring balance in the above two cases? What might be the reason

for this difference? Repeat this activity by wrapping a piece of jute bag around the brick. What do you observe?

Spring Balance

Spring balance is a device used for measuring the force acting on an object. It consists of a coiled spring which gets stretched when a force is applied to it. Stretching of the spring is measured by a pointer moving on a graduated scale. The reading on the scale gives the magnitude of the force.



Activity 2.3

Make an inclined plane on a smooth floor, or on a table. You may use a wooden board supported by bricks, or books. [Fig. 2.4 (a)]. Put a mark with a pen at any point A on the inclined plane. Now let a pencil cell move down from this point. How far does it move on the table before coming to rest? Note down the distance. Now spread a piece of cloth

బలాన్ని ఎడమవైపునకు ప్రయోగిస్తే, ఘర్షణ కుడివైపునకు పని చేస్తుందని మీరు గమనించారు. మీరు బలాన్ని కుడివైపునకు ప్రయోగిస్తే, ఘర్షణ ఎడమవైపునకు పనిచేస్తుంది. రెండు సందర్భాల్లోనూ పుస్తకం కడలికను ఘర్షణ బలం వ్యతిరేకిస్తుంది. ఘర్షణ బలం ఎల్లప్పుడూ అనువర్తిత బలాన్ని వ్యతిరేకిస్తుంది.

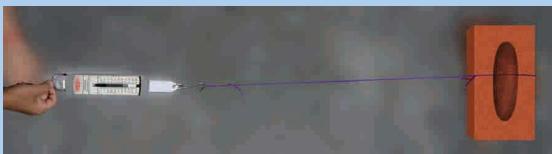
పై కృత్యంలో, పుస్తకం, బల్ల ఉపరితలాల మధ్య ఘర్షణబలం పనిచేస్తుంది.

అన్ని ఉపరితలాలకు ఘర్షణ ఒకేలా ఉందా? ఇది ఉపరితలాల నునుపుదనంపై ఆధారపడి ఉంటుందా? మనం తెలుసుకుండాం.

2.2 ఘర్షణను ప్రభావితం చేసే కారకాలు

కృత్యం 2.2

ఒక ఇటుక చుట్టూ తీగను కట్టండి. ఒక స్ప్రింగ్ ట్రాసు (పటం. 2.3) ద్వారా ఇటుకను లాగండి. మీరు కొంత బలాన్ని ఉపయోగించాలి. ఇటుక కదలడం ప్రారంభించినప్పుడు స్ప్రింగ్ ట్రాసు రీడింగ్‌ను గమనించండి. ఇది మీకు ఇటుక, నేల ఉపరితలం మధ్య ఘర్షణ బలం పరిమాణాన్ని తెలియజేస్తుంది.



పటం. 2.3: స్ప్రింగ్ ట్రాసు ద్వారా ఇటుకను లాగబడుతోంది

ఇప్పుడు ఇటుక చుట్టూ పాలిథిన్ ముక్కను చుట్టి, కృత్యాన్ని పునరావృతం చేయండి. పై రెండు సందర్భాలలో స్ప్రింగ్ ట్రాసు రీడింగులలో ఏదైనా తేడాను మీరు గమనించారా? ఈ తేడాకి కారణం ఏమై ఉండవన్న? ఇటుక చుట్టూ

జనపనార సంచిని చుట్టి ఈ కృత్యాన్ని మళ్ళీ చేయండి. మీరు ఏమి గమనించారు?

స్ప్రింగ్ ట్రాసు

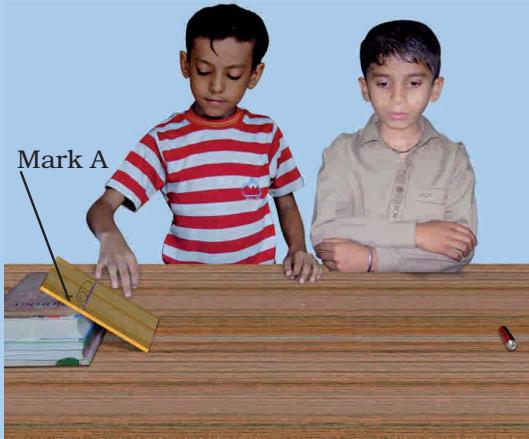
స్ప్రింగ్ ట్రాసు అనేది ఒక వస్తువైపై ప్రయోగింపబడిన బలాన్ని కొలవడానికి వాడే పరికరం. ఇది ఒక చుట్టబడిన స్ప్రింగ్‌ను కలిగి, దానిపై బలాన్ని ప్రయోగించినప్పుడు సాగుతుంది. స్ప్రింగ్ సాగుదలను గ్రాడ్యూయెట్ స్కేల్‌పై కదిలే సూచిక ద్వారా కొలుస్తారు. స్కేల్‌పై ఉన్న రీడింగు బలం పరిమాణాన్ని తెలియజేస్తుంది.



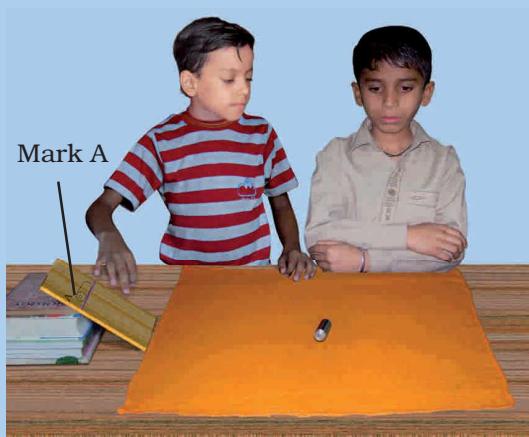
కృత్యం 2.3

ఒక మృదువైన నేలపై, లేదా ఒక బల్ల మీద వాలు తలాన్ని తయారుచేయండి. మీరు చెక్క బోర్డుని ఇటుకులు లేదా పుస్తకాల సహాయంతో ఏటవాలుగా నిలబెట్టండి. [పటం. 2.4 (ఎ)]. వాలు తలంలో ఏదైనా బిందువు 'ఎ' వద్ద పెన్చుతో ఒక గుర్తును ఉంచండి. ఇప్పుడు ఈ బిందువు నుండి పెన్సిల్ సెల్(బ్యాటరీ)ను క్రిందికి విడిచిపెట్టండి. నిశ్చలస్థితిలోకి రావడానికి ముందు అది బల్లపై ఎంత దూరం కదులుతుంది? దూరాన్ని నమోదుచేయండి. ఇప్పుడు బల్ల మీద ఒక వస్త్రాన్ని

over the table. Make sure that there are no wrinkles in the cloth. Try the activity again [Fig. 2.4 (b)].



(a)



(b)

Fig. 2.4 : The pencil cell covers different distances on different surfaces

Repeat this activity by spreading a thin layer of sand over the table. Maintain the same slope throughout the activity.

In which case is the distance covered the minimum? Why is the distance covered by the pencil cell different every time. Try to reason why? Discuss the result.

Does the distance covered depend on the nature of the surface on which the cell moves?

Could the smoothness of the surface of the cell also affect the distance travelled by it?



I shall try the activity by wrapping a piece of sandpaper around the cell.

Friction is caused by the irregularities on the two surfaces in contact. Even those surfaces which appear very smooth have a large number of minute irregularities on them (Fig. 2.5). Irregularities on the two surfaces lock into one another. When we attempt to move any surface, we have to apply a force to overcome interlocking. On rough surfaces, there are a larger number of irregularities. So the force of friction is greater if a rough surface is involved.

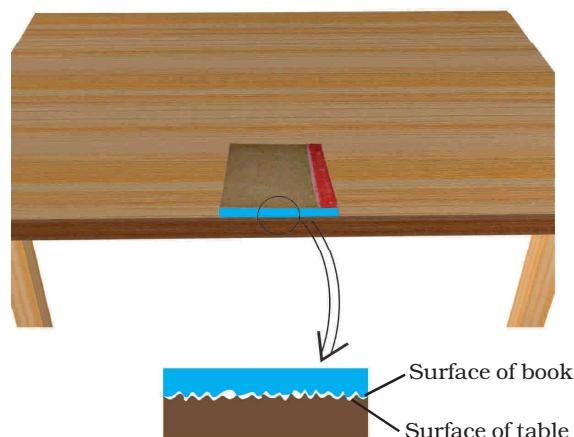
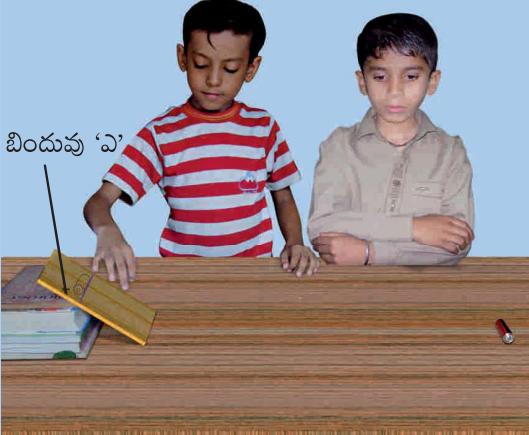


Fig. 2.5 : Surface irregularities

పరచండి. వస్తుంపై ముడతలు లేకుండా చూసుకోండి.
ఈ కృతాన్ని మళ్ళీ చేయడానికి ప్రయత్నించండి [పటం.

2.4 (బి)]



(ఎ)



(బి)

పటం. 2.4: పెన్సిల్ సెల్ వేర్వేరు దూరాలను వేరు వేరు
తలాలపై అధిగమిస్తుంది

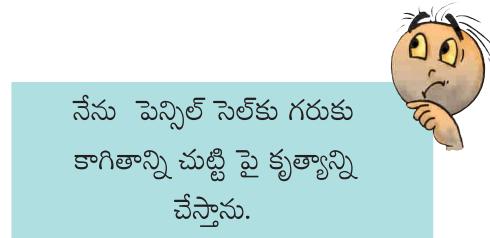
బల్లపై పలుచని ఇసుక పొరను ఏర్పరచడం ద్వారా ఈ
కృత్యం మళ్ళీ చేయండి. కృత్యం అంతటా ఒకే వాలు
ఉండేలా చూడండి.

ఏ సందర్భంలో దూరం కనిపుంగా ఉన్నది? ప్రతిసారీ
పెన్సిల్ సెల్ అధిగమించే దూరం ఎందుకు భిన్నంగా
ఉంటుంది? కారణం చెప్పడానికి ప్రయత్నించండి? ఘలితాన్ని
చర్చించండి.

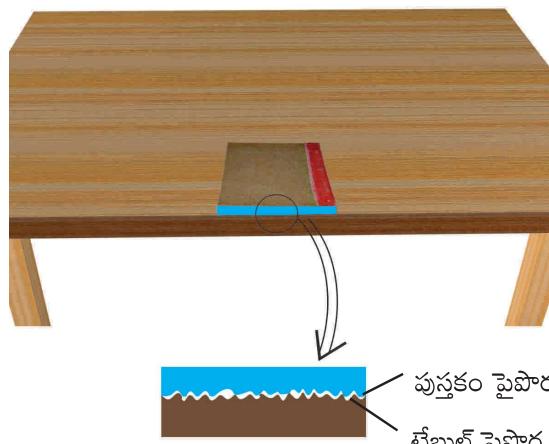
ఘర్షణ

పెన్సిల్ సెల్ కదిలే దూరం అది కదిలే తల స్వభావంపై
అధారపడి ఉంటుందా?

సెల్ ఉపరితలం నునుపుదనం అది ప్రయూషించే
దూరాన్ని కూడా ప్రభావితం చేయగలదా?



స్వర్ఘ లో ఉన్న రెండు అసమరీతుల తలాల వల్ల ఘర్షణ
ఏర్పడుతుంది. చాలా నునుపుగా కనిపించే ఆ ఉపరితలాలు
కూడా పెద్ద సంఖ్యలో అసమరీతుల్ని కలిగి ఉంటాయి. (పటం.
2.5). రెండు ఉపరితలాలపై గల ఎత్తు పల్లులు ఒకదానిలో
ఒకటి బంధించబడతాయి. మనం ఏదైనా ఉపరితలాన్ని
కదిలించాలంటే వాటి మధ్యగల అంతరబంధాల్ని
అధిగమించడానికి బలాన్ని ప్రయోగించాలి. గరుకైన
ఉపరితలాలపై, పెద్ద సంఖ్యలో ఎత్తు, పల్లులు ఉంటాయి.
కాబట్టి ఉపరితలం గరుకుదనం పెరిగితే ఘర్షణ బలం ఎక్కువగా
ఉంటుంది.



పటం. 2.5: గరుకు ఉపరితలాలు

We see that the friction is caused by the interlocking of irregularities in the two surfaces. It is obvious that the force of friction will increase if the two surfaces are pressed harder. You can experience it by dragging a mat when nobody is sitting on it, and when a person is sitting on it.



Fig. 2.6 : You have to push on the box to keep it moving

Recall your experience when last time you moved a heavy box from one place to another (Fig. 2.6). If you have no such experience, get that experience now. What is easier — to move the box from rest, or to move it when it is already in motion?

The force required to overcome friction at the instant an object starts moving from rest is a measure of static friction. On the other hand, the force required to keep the object moving with the same speed is a measure of sliding friction.

When the box starts sliding, the contact points on its surface, do not get enough time to lock into the contact points on the floor. So, the sliding friction is slightly smaller than the static

friction and you find it somewhat easier to move the box already in motion than to get it started.

2.3 Friction : A Necessary Evil

Recall now some of your experiences. Is it easier to hold a *kulhar* (earthen pot) or a glass tumbler? Suppose the outer surface of the tumbler is greasy, or has a thin layer of cooking oil on it; would it become easier or more difficult to hold it? Just think : would it be possible to hold the glass at all if there is no friction?

Recall also how difficult it is to move on a wet muddy track, or wet marble floor. Can you imagine being able to walk at all if there were no friction?

You could not write with pen or pencil if there were no friction. When your teacher is writing with chalk on the blackboard, its rough surface rubs off some chalk particles which stick to



Fig. 2.7 : A nail is fixed in the wall due to friction



పటం. 2.7: పెట్టే కదులతూ ఉండడానికి దానిని మీరు నెఱ్చుతూ ఉండాలి.

చివరిసారి మీరు భారీ పెట్టేను ఒక ప్రదేశం నుండి మరొక ప్రదేశానికి తరలించినప్పుడు మీ అనుభవాన్ని గుర్తుచేసుకోండి (పటం. 2.6). మీకు అలాంచి అనుభవం లేకుంటే, ఇప్పుడే ఆ అనుభవాన్ని పొందండి. నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న పెట్టేను కదిలించడం లేదా అది అప్పటికే చలనంలో ఉన్న దానిని కదిలించడం-పీనిలో ఏది నుంభం?

ఒక వస్తువు నిశ్చలస్థితి నుండి కదలడం ప్రారంభించిన తక్షణం ఘుర్చాను అధిగమించడానికి అవసరమైన బలాన్ని షైతిక ఘుర్చణ చెప్పవచ్చు. మరోవైపు, వస్తువును అదే వేగంతో కదులతూ ఉండేలా చేయటకు అవసరమైన బలాన్ని జారుడు ఘుర్చణ చెప్పవచ్చు.

పెట్టే జారడం మొదలైనప్పుడు, దాని ఉపరితలంపై ఉన్న స్వర్యాభిందువులు, నేలపై ఉన్న స్వర్యాభిందువులతో బంధించబడుటకు తగినంత సమయం లభించదు. కాబట్టి, జారుడు ఘుర్చణ, షైతిక ఘుర్చణ కంటే కొంచెం తక్కువగా

ఉంటుంది. నిశ్చలస్థితిలో ఉన్నప్పటికంటే అప్పటికే చలనంలో ఉన్న పెట్టేను కదిలించడం కొంత సులభం అని మీరు తెలుసుకుంటారు.

2.3 ఘుర్చణ :ఆవశ్యకమైన అవర్థం

మీ అనుభవాలలో కొన్నింటిని ఇప్పుడు గుర్తు చేసుకోండి. కుల్ఫర్ (మట్టి కుండ) లేదా గాజు గ్లాసు పట్టుకోవడం సులభమా? గాజు గ్లాసు బయటి ఉపరితలం జిడ్డుగా ఉందనుకోండి, లేదా దానిపై వంట నూనె పలుచని పొర ఉంటే దానిని పట్టుకోవడం సులభం అవుతుందా లేక కష్టంగా మారుతుందా? ఒక్కసారి ఆలోచించండి. ఘుర్చణ లేకపోతే గ్లాసును పట్టుకోవడం సాధ్యమేనా?

బురద దారి లేదా తడి పాలరాతి నేలపై వెళ్ళడం ఎంత కష్టమో కూడా గుర్తుచేసుకోండి. ఘుర్చణ లేకపోతే మీరు నడవగలరని అనుకుంటున్నారా?

ఘుర్చణ లేకుంటే మీరు పెన్న లేదా పెన్నిల్తో ప్రాయిలేరు. మీ టీచర్ నల్లబల్లపై సుద్ధతో ప్రాస్తున్నప్పుడు, గరుకుదనం గల ఉపరితలం మీద రుద్దడం వల్ల సుద్ధ కణాలు బోర్డుపై



పటం. 2.7: ఘుర్చణ కారణంగా గోడలో ఒక మేకను కొట్టుట

the black board. Could it happen if there were no friction between the chalk and the board?

If an object started moving, it would never stop if there were no friction. Had there been no friction between the tyres of the automobiles and the road, they could not be started or stopped or turned to change the direction of motion. You could not fix a nail on the wall (Fig. 2.7) or tie a knot. Without friction no building could be constructed.



Fig. 2.8 : Soles of shoes wear out due to friction

On the other hand, friction is an evil, too. It wears out the materials whether they are screws, ball bearings or soles of shoes (Fig. 2.8). You must have seen worn-out steps of foot over-bridges at railway stations.

Friction can also produce heat. Vigorously rub your palms together for a few minutes (Fig. 2.9). How do you feel? When you strike a matchstick against the rough surface, it catches fire (Fig. 2.10).

You might have observed that the jar of a mixer becomes hot when it is run



Fig. 2.9 : Rubbing of your palms makes you feel warm

for a few minutes. You can cite various other examples in which friction

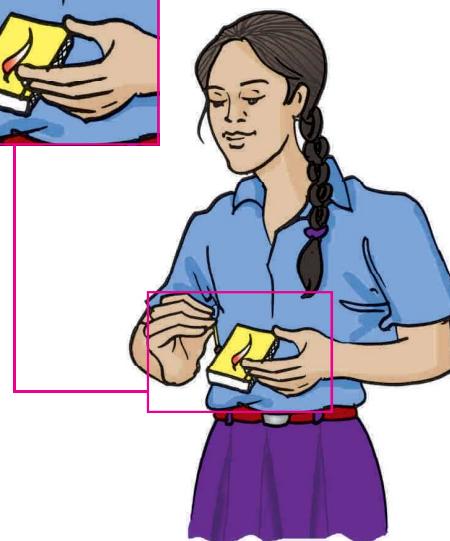


Fig. 2.10 : Striking a matchstick produces fire by friction

produces heat. In fact, when a machine is operated, heat generated causes much wastage of energy. We shall discuss the ways of minimising friction in the following section.

అతుక్కుంటాయి. సుద్ధముక్క, బోర్డు మధ్య ఘర్షణ లేనట్లయితే ఆది జరుగుతుందా?

ఒక వస్తువు కదలడం మొదలైనపుడు, ఘర్షణ లేనట్లయితే అది ఎప్పటికీ ఆగదు. మోటార్ వాహనాల టైర్లు, రోడ్డుకు మధ్య ఘర్షణ లేకుంటే, వాటిని కదిలించడం లేదా ఆపడం లేదా చలన దిశను మార్చడానికి పక్కకు తిప్పడం సాధ్యం కాదు. మనం గోడపై ఒక మేకును కొట్టలేం (పటం. 2.7) లేదా ఒక ముడిని వేయలేం. ఘర్షణ లేకుండా ఏ భవనం నిర్మించబడదు.



పటం. 2.8: ఘర్షణ వలన అరిగిన బూట్ల అడుగుభాగాలు

మరోవైపు, ఘర్షణ ఒక అనర్థం కూడా. ఇది స్మాలు, బాల్ బేరింగీలు లేదా బూట్ల అడుగుభాగం (పటం. 2.8) వంటి వాటిని అరగదీస్తుంది. రైల్సే స్టేప్ల్స్లలో కాలినడక వంతెనలపై అరిగిపోయిన మెట్లను మీరు చూసి ఉంటారు.

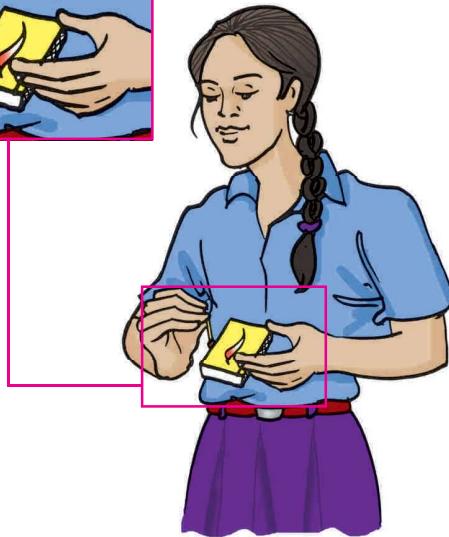
ఘర్షణ వేడిని కూడా ఉత్పత్తి చేస్తుంది. కొన్ని నిమిషాల పాటు మీ అరచేతులను గట్టిగా రుద్దండి (పటం. 2.9). మీకు ఎలా అనిపిస్తుంది? మీరు అగ్నిపుల్లని గరుకుతలంపై గీసినపుడు, అది మండుతుంది (పటం. 2.10).

మిక్కీ జార్ని వాడినపుడు కొన్ని నిమిషాల పాటు అది వేడిగా ఉండడం మీరు గమనించి ఉండవచ్చు.



పటం 2.9 : మీ అరచేతులను రుద్దడం వలన మీరు వెచ్చని అనుభూతిని పొందుట.

మీరు ఘర్షణ వల్ల ఉప్పాన్ని ఉత్పత్తిచేసే అనేక ఇతర ఉదాహరణలను చెప్పవచ్చు. వాస్తవానికి, ఒక యంత్రాన్ని



పటం. 2.10: ఘర్షణ వల్ల అగ్నిపుల్ల మండుట

వినియోగించినపుడు అది ఉత్పత్తి చేసే ఉప్పం చాలా శక్తిని వృధా చేస్తుంది. ఇప్పుడు ఈ క్రింది విభాగంలో ఘర్షణను తగ్గించే పద్ధతులను చర్చిద్దాం.

2.4 Increasing and Reducing Friction

As you have seen in the previous section, friction is desirable in some situations.

Have you ever thought why the sole of your shoe is grooved [Fig. 2.11 (a)]? It is done to provide the shoes better grip on the floor, so that you can move safely. Similarly, the treaded tyres of cars, trucks and bulldozers provide better grip with the ground.



Fig. 2.11 : (a) Soles of shoes and (b) tyres are treaded to increase friction

We deliberately increase friction by using brake pads in the brake system of bicycles and automobiles. When you are riding a bicycle, the brake pads do not touch the wheels. But when you press the brake lever, these pads arrest the motion of the rim due to friction. The wheel stops moving. You might have seen that *kabaddi* players rub their hands with soil for a better grip of their opponents. Gymnasts apply some coarse substance on their hands to increase friction for better grip.

In some situations, however, friction is undesirable and we would want to minimise it.

Why do you sprinkle fine powder on the carrom board (Fig. 2.12)? You might have noticed that when a few drops of oil are poured on the hinges of a door, the door moves smoothly. A bicycle and a motor mechanic uses grease between the moving parts of these machines. In all the above cases, we want to reduce



Fig. 2.12 : Powder is sprinkled on the carrom board to reduce friction

friction in order to increase efficiency. When oil, grease or graphite is applied between the moving part of a machine, a thin layer is formed there and moving surfaces do not directly rub against each other (Fig. 2.13). Interlocking of irregularities is avoided to a great extent. Movement becomes smooth. The substances which reduce friction are called **lubricants**. In some machines, it may not be advisable to use oil as lubricant. An air cushion between the moving parts is used to reduce friction.

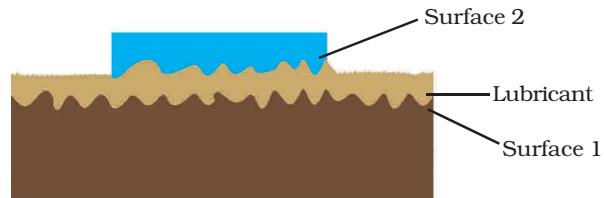


Fig. 2.13 : Action of lubricant

2.4 ఘర్షణను పెంచడం , తగ్గించడం.

మీరు మునుపటి విభాగంలో చూసినట్లుగా, కొన్ని పరిస్థితులలో ఘర్షణ ఉపయోగకరమైంది. మీ బూట్లు అడుగుభాగంలో ఎందుకు గాడులు చెక్కబడి ఉంటాయో మీరు ఎప్పుడైనా అలోచించారా?

పటం. [2.11 (ఎ)] ఇది బూట్లకు నేలపై మెరుగైన పట్టును అందించడానికి సహకరిస్తాయి. తద్వారా మీరు సురక్షితంగా నడవగలరు. అదేవిధంగా, కార్లు, ట్రిక్యులు, బండ్జరీలకి గాడులు కలిగిన టైర్లు నేలపై మెరుగైన పట్టును అందిస్తాయి.



పటం. 2.11 : (ఎ) బూట్ల అడుగుభాగం ,
(బి) టైర్లపై గల గాడులు ఘర్షణని
పెంచడానికి తోడ్పడతాయి.

సైకిళ్లు, మోటార్ వాహనాల బ్రైక్ సిఫ్ట్ మోర్ లో బ్రైక్ ప్యాడ్లను ఉపయోగించడం ద్వారా మనం ఘర్షణను పెంచవచ్చు. మీరు బైకిల్ నడుపుతున్నప్పుడు, బ్రైక్ ప్యాఫ్ట్ చక్కాలను తాకవు. కానీ మీరు బ్రైక్ లీవర్ను నొక్కినప్పుడు, ఈ ప్యాడ్లు ఘర్షణ కాణంగా రిమ్ కదలికను నిలుపుతాయి. చక్కం కదలడం ఆగిపోతుంది. కబ్బడీ ఆటగాళ్లు తమ ప్రత్యర్థులను మెరుగ్గా పట్టుకోవడం కోసం తమ చేతులను మళ్ళీతో రుద్దడం మీరు చూసి ఉంటారు. జిమ్మాప్ట్లు మెరుగైన పట్టు కోసం ఘర్షణను పెంచడానికి వారి చేతులపై కొన్ని గరుకు పదార్థాల్ని రాశుకుంటారు.

ఘర్షణ

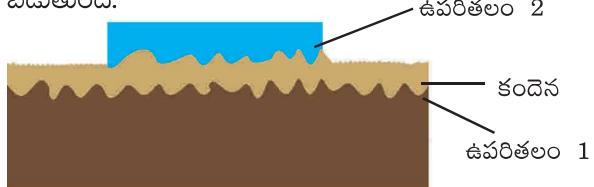
అయితే, కొన్ని పరిస్థితులలో, ఘర్షణ అవసరం లేదు కాబట్టి, దానిని మనం తగ్గించవలసి ఉంటుంది.

మీరు క్యారమ్ బోర్డు (పటం. 2.12)పై ఎందుకు మెత్తటి పౌడర్ చల్లుతారు? తలుపు మడత బందుల (కీలు) మీద కొన్ని చుక్కల నూనె పోస్తే, తలుపు సజావుగా కదులుతుందని మీరు గమనించి ఉంటారు. ఒక సైకిల్, మోటారు మెకానిక్ ఈ యంత్రాల కదిలే భాగాల మధ్య గ్రీజును ఉపయోగిస్తారు. పైన పేర్కొన్న అన్ని సందర్భాల్లో, మనం సామర్ఖ్యాన్ని పెంచడానికి ఘర్షణ తగ్గించాలని అనుకుంటున్నాం. యంత్రం కదిలే భాగాల



పటం. 2.12: ఘర్షణను తగ్గించడానికి క్యారమ్ బోర్డ్సపై పౌడర్సు చల్లుతారు.

మధ్య చమురు, గ్రీజు లేదా గ్రాఫైట్ పూయడం వల్ల అక్కడ ఒక పలుచని పొర ఏర్పడుతుంది, కదిలే ఉపరితలాలు ఒకదానికాకటి నేరుగా రాపిడికి గురికావు. (పటం. 2.13). ఎత్తు, పల్లాలు అంతర బంధనం చెందకుండా చాలా వరకు నివారిస్తాయి. కదలిక సాఫీగా మారుతుంది. ఘర్షణను తగ్గించే పదార్థాలను కండెన్లు అంటారు. కొన్ని యంత్రాలలో, నూనెను కండెనగా ఉపయోగించడం మంచిది కాదు. కదిలే భాగాల మధ్య గాలిదిండు ఘర్షణను తగ్గించడానికి ఉపయోగించబడుతుంది.



పటం. 2.13 : కండెన చర్చ



Can we reduce friction to zero by polishing surfaces or using large amount of lubricants?



Friction can never be entirely eliminated. No surface is perfectly smooth. Some irregularities are always there.

2.5 Wheels Reduce Friction

You must have seen attachés and other pieces of luggage fitted with rollers. Even a child can pull such pieces of luggage (Fig. 2.14). Why is it so? Let us find out.



Fig. 2.14 : Rolling reduces friction

Activity 2.4

Take a few pencils which are cylindrical in shape. Place them parallel to each other on a table. Place a thick book over it (Fig. 2.15). Now push the book. You observe the pencils rolling as the book moves. Do you feel it easier to move the book in this way than to slide it? Do you think that resistance to the motion of the book has been reduced? Have you seen heavy machinery being moved by placing logs under it?

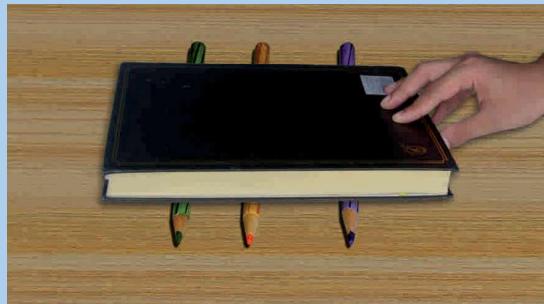


Fig. 2.15 : Motion of the book on rollers

When one body rolls over the surface of another body, the resistance to its motion is called **rolling friction**. Rolling reduces friction. It is always easier to roll than to slide a body over another. That is the reason it is convenient to pull luggage fitted with rollers. Can you now understand why the wheel is said to be one of the greatest inventions of mankind?

Since the rolling friction is smaller than the **sliding friction**, sliding is replaced in most machines by rolling by the use of ball bearings. Common examples are the use of ball bearings between hubs and the axles of ceiling fans and bicycles (Fig. 2.16).



ఉపరితలాలను నునుపు చేయడం ద్వారా
లేదా పెద్ద మొత్తంలో కందెనలను ఉపయోగించడం
ద్వారా ఘుర్చణను శూన్యానికి తగ్గించగలమా?



ఘుర్చణను పూర్తిగా తొలగించలేం.
ఏ ఉపరితలం సంపూర్ణంగా నునుపైనది
కాదు. కొన్ని ఎత్తు, పల్లలు ఎప్పుడూ
ఉంటాయి.

2.5 చక్కాలు ఘుర్చణను తగ్గిస్తాయి

చక్కాలు అమర్ఖబడిన లగేజి , ఇతర సామానులు మీరు చూసి ఉంటారు. ఒక పిల్లవాడు కూడా అలాంటి సామానులు లాగగలడు (పటం. 2.14) ఎందువల్ల? మనం తెలుసుకుండాం.



పటం. 2.14: దొర్లుడు అనేది ఘుర్చణని తగ్గిస్తుంది

కృత్యం 2.4

స్థూపాకారంలో ఉన్న కొన్ని పెన్నిట్టను తీసుకోండి. వాటిని ఒక దానికంటి నమాంతరంగా ఒక బల్లపై ఉంచండి. వాటిపై మందమైన పుస్తకాన్ని ఉంచండి. (పటం. 2.15). ఇప్పుడు పుస్తకాన్ని నెట్టండి. పుస్తకం కదులుతున్నప్పుడు పెన్నిట్టు కూడా దొర్లడం మీరు గమనిస్తారు. పుస్తకాన్ని జారేటట్లు చేయడం కంటే ఈ విధంగా కదిలించడం సులభం అని మీరు భావిస్తున్నారా? మనుస్తకం చలన నిరోధకత తగ్గిందని మీరు అనుకుంటున్నారా? దుంగలను క్రింది భాగాన ఉంచి భారీ యంత్రాన్ని తరలించడం మీరు చూశారా?



పటం. 2.15: రోలర్సపై పుస్తకం చలనం

ఒక వస్తువు మరొక వస్తువు ఉపరితలంపై దొర్లుతున్నప్పుడు, దాని కదలికకు ఉండే నిరోధకతను దొర్లుడు ఘుర్చణ అంటారు. దొర్లడం అనేది ఘుర్చణను తగ్గిస్తుంది. ఒక వస్తువు మరొక దానిపైకి జారడం కంటే దొర్లేటట్లు చేయడం ఎల్లప్పుడూ సులభం. రోలర్లు (దొర్లే పరికరాలు) అమర్ఖిన సామానులను లాగడం అనువుగా ఉంటుంది. మానవజాతి గొప్ప ఆవిష్కరణలలో చక్కం ఒకబిగా ఎందుకు చెప్పబడుతుందో ఇప్పుడు మీరు అర్థం చేసుకోగలరా?

దొర్లుడు ఘుర్చణ, సైలికఘుర్చణ కంటే తక్కువ కాబట్టి, బాల్ బేరింగ్లను ఉపయోగించుట ద్వారా జారుటకు బదులు దొర్లేటట్లు చేస్తారు. వక్కాల మధ్య భాగం, సీలింగ్ ఫ్యాన్లు, సైకిల్ ఇయసుల మధ్య బాల్బేరింగ్లను ఉపయోగించడం అనేవి సాధారణ ఉదాహరణలు (పటం. 2.16).

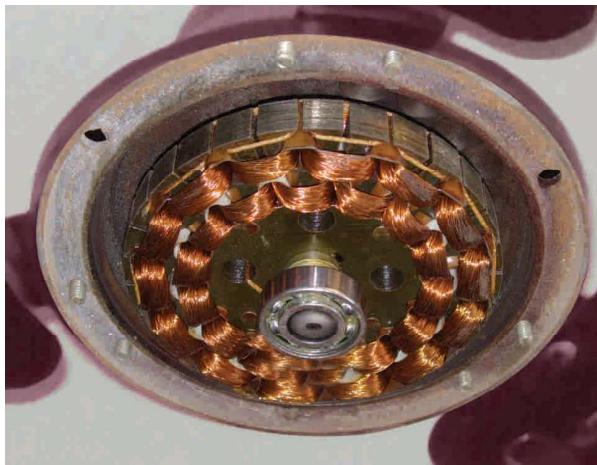


Fig. 2.16 : Ball bearings reduce friction

2.6 Fluid Friction

You know that air is very light and thin. Yet it exerts frictional force on objects moving through it. Similarly, water and other liquids exert force of friction when objects move through them. In science, the common name of gases and liquids

is **fluids**. So we can say that fluids exert force of friction on objects in motion through them.

The frictional force exerted by fluids is also called **drag**.

The frictional force on an object in a fluid depends on its speed with respect to the fluid. The frictional force also depends on the shape of the object and the nature of the fluid.

It is obvious that when objects move through fluids, they have to overcome friction acting on them. In this process they lose energy. Efforts are, therefore, made to minimise friction. So, objects are given special shapes. Where do you think scientists get hints for these special shapes? From nature, of course. Birds and fishes have to move about in fluids all the time. Their bodies must have evolved to shapes which would make them lose less energy in overcoming friction. You read about these shapes in Class VI. Look carefully at the shape of an aeroplane (Fig. 2.17). Do you find any similarity in its shape and that of a bird? In fact, all vehicles are designed to have shapes which reduce fluid friction.

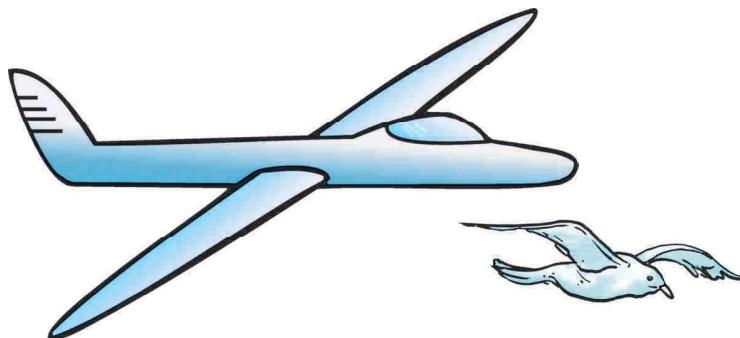


Fig. 2.17 : Similarity in shapes of an aeroplane and a bird



2.16: బాల్ బేరింగ్లు ఫుర్చును తగ్గిస్తాయి

2.6 ప్రవాహి ఫుర్చు

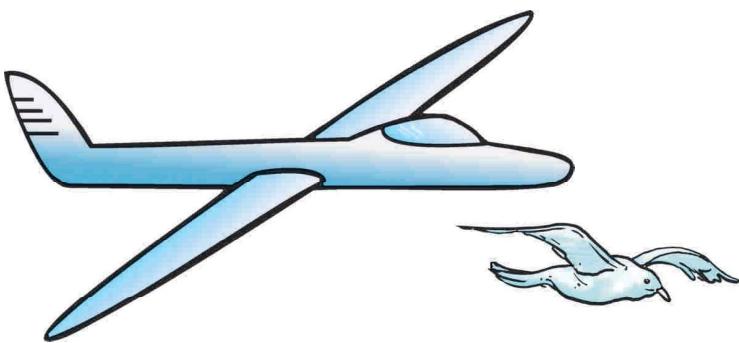
గాలి చాలా తేలికగా, పలుచగా ఉంటుందని మీకు తెలుసు. అయినప్పటికీ అది దాని గుండా కదిలే వస్తువులపై ఫుర్చు బలాన్ని ప్రయోగిస్తుంది. అదేవిధంగా, నీరు, ఇతర ద్రవాలు వాటి ద్వారా వస్తువులు కదిలినప్పుడు ఫుర్చు బలాన్ని కలిగిస్తాయి. శాస్త్రీయ భాషలో, వాయువులు, ద్రవాల సాధారణ

వేరు ప్రవాహాలు. కాబట్టి ప్రవాహాలు వాటి గుండా చలనంలో ఉన్న వస్తువులపై ఫుర్చు బలాన్ని కలిగిస్తాయని మనం చెప్పగలం.

ప్రవాహాలు ప్రయోగించే ఫుర్చు బలాన్ని డ్రాగ్ లేదా ప్రవాహి ఫుర్చు అని కూడా అంటారు.

ప్రవాహి లోని వస్తువుపై ఫుర్చు బలం ప్రవాహితో సంబంధించి దాని సాపేక్ష వేగంపై ఆధారపడి ఉంటుంది. ఫుర్చు బలం వస్తువు ఆకృతి, ప్రవాహి స్వభావంపై కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది.

వస్తువులు ప్రవాహాలలో చలించేటప్పుడు వాటిపై పనిచేసే ఫుర్చును అవి అధిగమించవలసి ఉంటుంది. ఈ ప్రక్రియలో అవి శక్తిని కోల్పేతాయి. అందువల్ల, ఫుర్చును తగ్గించడానికి ప్రయత్నాలు జరుగుతాయి. కాబట్టి, వస్తువులు ప్రత్యేక ఆకృతులలో రూపొందించబడ్డాయి. ఈ ప్రత్యేక ఆకృతుల కోసం శాప్తవేత్తలకు ఎలా ఆలోచనలు వస్తాయని మీరు అనుకుంటున్నారు? వాస్తవానికి ప్రకృతిలో పక్కలు, చేపలు నిరంతరం ప్రవాహాలలో చలిస్తూ ఉంటాయి.. వాటి శరీరాలు ఫుర్చును అధిగమించడంలో తక్కువ శక్తిని కోల్పేయేలా ఆకారాలను పొంది ఉంటాయి. మీరు ఈ ఆకృతుల గురించి నేవ తరగతిలో చదివారు. విమానం ఆకారాన్ని జాగ్రత్తగా చూడండి (పటం. 2.17). మీరు దాని ఆకారంలో, పక్కి ఆకారంలో ఏదైనా సారూప్యతను కనుగొన్నారా? వాస్తవానికి, అన్ని వాహనాలు ప్రవాహి ఫుర్చును తగ్గించే విధంగా ఆకృతులు కలిగి ఉండేలా రూపొందించబడ్డాయి.



పటం. 12.17 :విమానం, పక్కి ఆకారాలలో పోలిక లేదా సారూప్యత

KEYWORDS**BALL BEARING****DRAG****FLUID FRICTION****FRICTION****INTERLOCKING****LUBRICANTS****ROLLING FRICTION****SLIDING FRICTION****STATIC FRICTION****WHAT YOU HAVE LEARNT**

- ⌚ Friction opposes the relative motion between two surfaces in contact. It acts on both the surfaces.
- ⌚ Friction depends on the nature of surfaces in contact.
- ⌚ For a given pair of surfaces friction depends upon the state of smoothness of those surfaces.
- ⌚ Friction depends on how hard the two surfaces press together.
- ⌚ Static friction comes into play when we try to move an object at rest.
- ⌚ Sliding friction comes into play when an object is sliding over another.
- ⌚ Sliding friction is smaller than static friction.
- ⌚ Friction is important for many of our activities.
- ⌚ Friction can be increased by making a surface rough.
- ⌚ The sole of the shoes and the tyres of the vehicle are treaded to increase friction.
- ⌚ Friction is sometimes undesirable.
- ⌚ Friction can be reduced by using lubricants.
- ⌚ When one body rolls over another body, rolling friction comes into play. Rolling friction is smaller than sliding friction.
- ⌚ In many machines, friction is reduced by using ball bearings.
- ⌚ Fluid friction can be minimised by giving suitable shapes to bodies moving in fluids.

A riddle for you

*In some situations, I oppose the motion
in other situations, I facilitate the motion
but, I always oppose
the relative motion
between two moving surfaces.
Put some lubricant, and
I become small there.
Make the moving surfaces rough
I make the movement tough.
I may be—
static, sliding or rolling
but whenever two surfaces are in motion
I am always there,
Tell me who I am!*

కీలక పదాలు

బాల్ బేరింగ్

డ్రాగ్

ప్రవాహి ఘర్షణ

ఘర్షణ

అంతర బంధనం

కందెనలు

దొర్లుడు ఘర్షణ

జారుడు ఘర్షణ

షైతిక ఘర్షణ

మీరు ఏమి నేర్చుకున్నారు

- ⌚ స్పృశ్యలో ఉన్న రెండు ఉపరితలాల మధ్య సాపేక్ష చలనాన్ని ఘర్షణ వ్యతిరేకిస్తుంది. ఇది రెండు ఉపరితలాలపై పనిచేస్తుంది.
- ⌚ ఘర్షణ అనేది ఉపరితలాల స్వభావంపై ఆధారపడి ఉంటుంది.
- ⌚ ఇచ్చిన జత ఉపరితలాలపై ఘర్షణ ఆ ఉపరితలాల నునుపుదనంపై ఆధారపడి ఉంటుంది.
- ⌚ ఘర్షణ అనేది రెండు ఉపరితలాలు ఒకదానికొకటి ఎంత గట్టిగా నొక్కబడుంటాయి అనే దానిపై ఆధారపడి ఉంటుంది.
- ⌚ మనం ఒక వస్తువును నిశ్చలస్థితి నుండి కదిలించడానికి ప్రయత్నించినప్పుడు షైతిక ఘర్షణ పనిచేస్తుంది.
- ⌚ ఒక వస్తువు మరొకదానిపై జారుతున్నప్పుడు జారుడు ఘర్షణ పనిచేస్తుంది.
- ⌚ జారుడు ఘర్షణ షైతిక ఘర్షణ కంటే తక్కువ.
- ⌚ మన అనేక కార్బూకలాపాలకు ఘర్షణ ముఖ్యమైనది.
- ⌚ ఉపరితలాన్ని గరుకుగా చేయడం ద్వారా ఘర్షణను పెంచవచ్చు.
- ⌚ ఘర్షణను పెంచడానికి బాట్లు అడుగుభాగం , వాహనం లైన్లు గాడులు కలిగి ఉంటాయి
- ⌚ ఘర్షణ కొన్నిసారళ్ల అవాంఛనీయమైనది.
- ⌚ కందెనలు ఉపయోగించడం ద్వారా ఘర్షణను తగ్గించవచ్చు.
- ⌚ ఒక వస్తువు మరొక వస్తువు పై దొర్లినప్పుడు, దొర్లుడు ఘర్షణ పనిచేస్తుంది. జారుడు ఘర్షణ కంటే దొర్లుడు ఘర్షణ తక్కువ.
- ⌚ బాల్ బేరింగ్లు ఉపయోగించడం వల్ల అనేక యంత్రాలలో ఘర్షణ తగ్గించబడును.
- ⌚ ప్రవాహులలో కదిలే వస్తువులకు తగిన ఆకృతులు ఇవ్వడం ద్వారా ప్రవాహి ఘర్షణను తగ్గించవచ్చు.

మీకోసం ఒక చిక్కు ప్రశ్న

కొన్ని సందర్భాల్లో, నేను చలనాన్ని వ్యతిరేకిస్తాను, ఇతర పరిస్థితులలో నేను కదలికను ఆమోదిస్తాను. కానీ, నేను ఎల్లప్పుడూ రెండు కదిలే ఉపరితలాల మధ్య సాపేక్ష కదలికను వ్యతిరేకిస్తాను. కొన్ని కందెనలు ఉంచినప్పుడు నేను అక్కడ తగ్గించబడతాను. కదిలే ఉపరితలాలను గరుకుగా చేయండి నేను కదలికను కష్టతరం చేస్తాను. నేను షైతికంగా, జారుడుగా, దొర్లుడుగా ఉండవచ్చు. కానీ రెండు ఉపరితలాలు కదలికలో ఉన్నప్పుడు మాత్రం నేను ఎల్లప్పుడూ అక్కడ ఉంటాను. నేనెవరో చెప్పుకోండి!

Exercises

1. Fill in the blanks.
 - (a) Friction opposes the _____ between the surfaces in contact with each other.
 - (b) Friction depends on the _____ of surfaces.
 - (c) Friction produces _____.
 - (d) Sprinkling of powder on the carrom board _____ friction.
 - (e) Sliding friction is _____ than the static friction.
2. Four children were asked to arrange forces due to rolling, static and sliding frictions in a **decreasing order**. Their arrangements are given below. Choose the correct arrangement.
 - (a) rolling, static, sliding
 - (b) rolling, sliding, static
 - (c) static, sliding, rolling
 - (d) sliding, static, rolling
3. Alida runs her toy car on dry marble floor, wet marble floor, newspaper and towel spread on the floor. The force of friction acting on the car on different surfaces in **increasing order** will be
 - (a) wet marble floor, dry marble floor, newspaper and towel.
 - (b) newspaper, towel, dry marble floor, wet marble floor.
 - (c) towel, newspaper, dry marble floor, wet marble floor.
 - (d) wet marble floor, dry marble floor, towel, newspaper
4. Suppose your writing desk is tilted a little. A book kept on it starts sliding down. Show the direction of frictional force acting on it.
5. You spill a bucket of soapy water on a marble floor accidentally. Would it make it easier or more difficult for you to walk on the floor? Why?
6. Explain why sportsmen use shoes with spikes.
7. Iqbal has to push a lighter box and Seema has to push a similar heavier box on the same floor. Who will have to apply a larger force and why?
8. Explain why sliding friction is less than static friction.
9. Give examples to show that friction is both a friend and a foe.
10. Explain why objects moving in fluids must have special shapes.

అభ్యాసాలు

1. ఖాళీలను పూరించండి.
 - (ఎ) ఘుర్షణ అనేది ఒకదానితో ఒకటి స్వర్ఘలో ఉన్న ఉపరితలాల మధ్య _____ ని వృత్తిరేకిస్తుంది.
 - (బి) ఘుర్షణ అనేది ఉపరితలాల _____ పై ఆధారపడి ఉంటుంది.
 - (సి) ఘుర్షణ _____ ను ఉత్పత్తి చేస్తుంది.
 - (డి) క్యార్మ బోర్డ్ పై పొదర్ చల్లడం అనేది _____ ఘుర్షణ.
 - (ఇ) సైతిక ఘుర్షణ కంటే జారుడు ఘుర్షణ _____
2. దొర్లుడు, సైతిక, జారుడు ఘుర్షణల కారణంగా బలాలను అవరోహణ క్రమంలో అమర్యమని నఱుగురు పిల్లలను కోరు. వారి అమరికలు క్రింద ఇవ్వబడ్డాయి. స్వర్న అమరికను ఎంచుకోండి.
 - (ఎ) దొర్లుడు, సైతిక, జారుడు
 - (బి) దొర్లుడు, జారుడు, సైతిక
 - (సి) సైతిక, జారుడు, దొర్లుడు
 - (డి) జారుడు, సైతిక, దొర్లుడు
3. అలిడా తన బొమ్మకారును పొడిగా వున్న పాలరాతి నేల, తడి పాలరాతి నేల, వార్తాపత్రిక , నేలపై పరిచిన తువ్వాలుపై నడుపుతుంది. ఏఖిథ ఉపరితలాలపై ఉన్నప్పుడు కారుపై వనిచేసే ఘుర్షణ బలం ఆరోహణ క్రమంలో ఇలా ఉంటుంది.
 - (ఎ) తడి పాలరాయి నేల, పొడి పాలరాయి నేల, వార్తాపత్రిక , తువ్వాలు.
 - (బి) వార్తాపత్రిక, తువ్వాలు, పొడి పాలరాయి నేల, తడి పాలరాయి నేల
 - (సి) తువ్వాలు, వార్తాపత్రిక, పొడి పాలరాయి నేల, తడి పాలరాయి నేల
 - (డి) తడి పాలరాయి నేల, పొడి పాలరాయి నేల, తువ్వాలు, వార్తాపత్రిక
4. మీ టైటింగ్ డెస్క్ కొద్దిగా వంగి ఉండని అనుకుందాం. దానిపై ఉంచిన పుస్తకం క్రిందకు జారడం ప్రారంభమైనప్పుడు దానిపై వనిచేసే ఘుర్షణ బలం దిశను నూచించండి.
5. మీరు ఒక పాలరాతి నేలపై ఒక బకెట్ సబ్బు నీటిని చల్లండి. మీరు ఆ నేలపై నడవడం నులభతరం చేస్తుండా లేదా మరింత కష్టతరం చేస్తుండా? ఎందుకు?
6. క్రీడాకారులు సైక్ల్ (బుడిపె)లతో గల బూట్లు ఎందుకు ఉపయోగిస్తారో వివరించండి.
7. ఇక్కాల్ తేలికైన పెట్టెను నెట్టాలి, సీమా అదే నేలపై అదేరకమైన బరువైన పెట్టెను నెట్టాలి. ఎవరు ఎక్కువ బలాన్ని ఉపయోగించాలి? ఎందుకు?
8. జారుడుఘుర్షణ, సైతికఘుర్షణ కంటే ఎందుకు తక్కుపగా ఉంటుందో వివరించండి.
9. ఘుర్షణ అనేది స్నేహితుడు, విరోధి రెండూ అని చూపించడానికి ఉదాహరణలు ఇవ్వండి.
10. ప్రవాహులలో కదిలే వస్తువులు ప్రత్యేక ఆకృతులను ఎందుకు కలిగి ఉండాలో వివరించండి.

Extended Learning — Activities and Projects

1. What role does friction play in the sport of your choice? Collect some pictures of that sport in action where friction is either supporting it or opposing it. Display these pictures with proper captions on the bulletin board of your classroom.
2. Imagine that friction suddenly vanishes. How would life be affected. List ten such situations.
3. Visit a shop which sells sports shoes. Observe the soles of shoes meant for various sports. Describe your observations.
4. A toy to play with:

Take an empty match box. Take out its tray. Cut a used refill of a ball pen of the same width as the tray as shown in the figure below. Fix the refill with two pins on the top of the tray as shown in Fig. 2.18. Make two holes on the opposite sides of the tray. Make sure that the holes are large enough to allow a thread to pass through them easily. Take a thread about a metre long and pass it through the holes as shown. Fix beads at the two ends of the thread so that it does not come out. Insert the tray in the outer cover of the matchbox.

Suspend the match box by the thread. Leave the thread loose. The match box will start falling down due to gravity. Tighten the thread now and observe what happens.

Explain your observation. Can you relate it to friction?

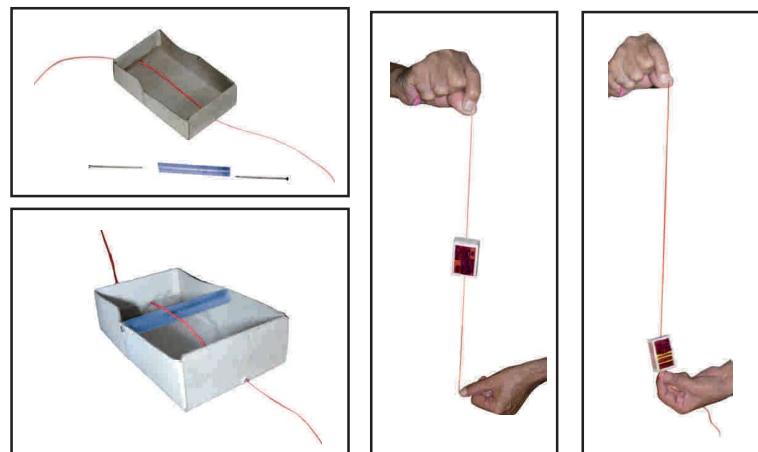


Fig. 2.18

You can read more on the related topic on the following websites :

- <http://www.school-for-champions.com/science/friction.htm>
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/firct2.html>

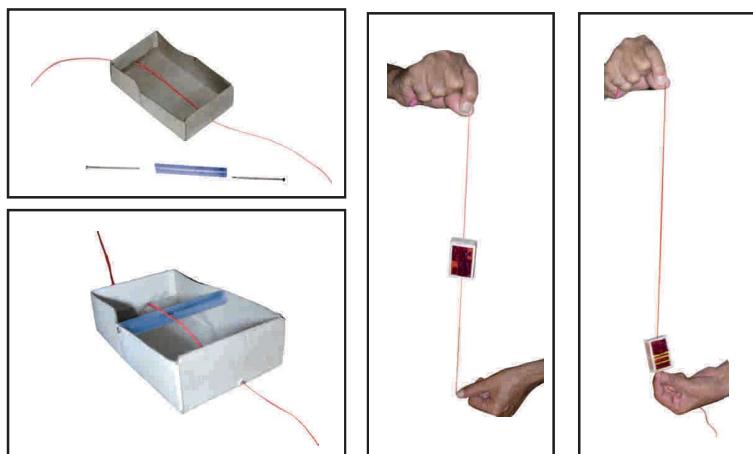
అభ్యసన కొనసాగింపు - కృత్యాలు , ప్రాజెక్టులు

1. మీరు ఎంచుకున్న క్రీడలో ఘర్షణ ఏ పొత్త పోషిస్తుంది? ఈ క్రీడా ప్రక్రియలో ఘర్షణ అనుకూలంగా లేదా వ్యతిరేకంగా ఉండే కొన్ని చిత్రాలు సేకరించండి. మీ తరగతి గది బలటిన్ బోర్డ్‌పై సరైన శీర్షికలతో ఈ చిత్రాలను ప్రదర్శించండి.
2. ఘర్షణ అకస్మాత్తుగా అడ్యవ్యవహరుతుందని ఊహించండి. జీవితం ఎలా ప్రభావితం అవుతుంది?. అలాంటి పది పరిస్థితుల జాబితా తయారుచేయండి.
3. స్టోర్ట్ మాలను విక్కయించే దుకాణాన్ని సందర్శించండి. వివిధ క్రీడల కోసం ఉద్దేశించిన బూట్లు అరికాళ్ళను గమనించండి. మీ పరిశీలనలను వివరించండి.
4. అడటానికి ఒక బొమ్మ:

ఖాళీ అగ్గిపెట్టే తీసుకోండి. దాని ట్రేని తీయండి. దిగువ చిత్రంలో చూపిన విధంగా ట్రేవలె అదే వెడల్పు కలిగిన బాల్పెనలో ఉపయోగించిన రీఫిల్సు కత్తిరించండి. పటం. 2.18లో చూపిన విధంగా ట్రే పైభాగంలో రెండు పిన్లలతో రీఫిల్సు అతికించండి. ట్రేకి ఎదురుగా రెండు రంధ్రాలు చేయండి. రంధ్రాలగుండా దారంసులభంగా వెళ్ళడానికి తగినంత పెద్దవిగా ఉండేలా చూడండి. ఒక మీటరు పొడవున్న దారాన్ని తీసుకుని, పటం లో చూపిన విధంగా రంధ్రాల గుండా గుచ్ఛిండి. దారం రెండు చివరల్లో పూసలను గుచ్ఛిండి. తద్వారా అది బయటకు రాదు. అగ్గిపెట్టే బయటి కవర్లో తయారు చేసిన ట్రేని ఉంచండి.

దారం ద్వారా అగ్గిపెట్టేను వేలాడదీయండి. దారం వదులుగా వదిలివేయండి. గురుత్వాకర్షణ కారణంగా అగ్గిపెట్టే కింద పడటం ప్రారంభమవుతుంది. ఇప్పుడు దారాన్ని బిగించండి, ఏమి జరుగుతుందో గమనించండి.

మీ పరిశీలనను వివరించండి. దీనికి ఘర్షణతో సంబంధం కలిగి ఉందని చెప్పగలరా?



పటం. 2.18

మీరు ఈ క్రింది వెబ్‌సైట్లలో సంబంధిత అంశంపై మరింత చదవవచ్చు:

- <http://www.school-for-champions.com/science/friction.htm>
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/firct2.html>