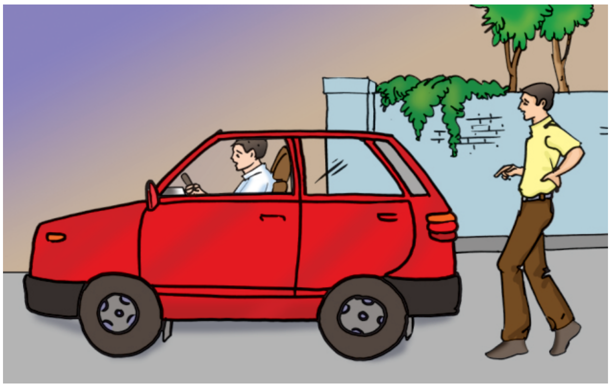
11.2 બળો આંતરક્રિયાને કારણે ઉદ્‌ભવે છે (Forces are due to an Interaction)

ધારો કે એક વ્યક્તિ સ્થિર કારની પાછળ ઊભો છે (આકૃતિ 11.2 (a)). તે વ્યક્તિની માત્ર હાજરીના કારણે કાર ગતિમાં આવશે ? ધારો કે વ્યક્તિ કારને હવે ધક્કો મારવાનું શરૂ કરે છે (આકૃતિ 11.2 (b)). એટલે કે તે તેના પર બળ લગાડે છે. લગાડેલાં બળની દિશામાં કાર ગતિ કરી શકે. નોંધો કે કારને ગતિમાં લાવવા માટે વ્યક્તિએ કારને ધક્કો મારવો પડે છે.



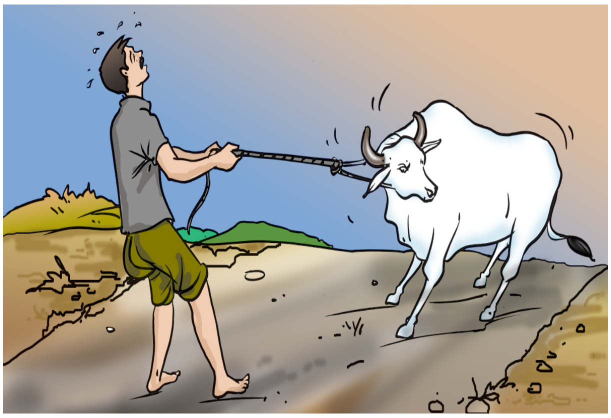
આકૃતિ 11.2 (a) : સ્થિર કારની પાછળ ઊભેલો એક વ્યક્તિ

આકૃતિ 11.2 (b) : એક વ્યક્તિ દ્વારા કારને ધક્કો મારવો

આકૃતિ 11.3 (a) : કોણ કોને ધક્કો મારે છે ?

તમે પરિચિત હો તેવી ત્રણ પરિસ્થિતિઓ આકૃતિ 11.3માં દર્શાવેલી છે. આ કિસ્સાઓમાં કોણ ધક્કો મારે છે, અને કોણ ખેંચે છે - તમે નક્કી કરી શકો છો ? આકૃતિ 11.3 (a) માં બંને છોકરીઓ એકબીજાને ધક્કો મારતી દેખાય છે. જ્યારે આકૃતિ 11.3 (b)માં એકબીજીને ખેંચતી દેખાય છે. તે જ રીતે આકૃતિ 11.3 (c)માં વ્યક્તિ અને ગાય એકબીજાને ખેંચતા દેખાય છે. અહીં દર્શાવેલી બે પરિસ્થિતિઓમાં છોકરીઓ એક બીજા પર બળ લગાડે છે. શું, વ્યક્તિ અને ગાય વચ્ચે આ શક્ય છે ? શું, આ સત્ય છે ?

આકૃતિ 11.3 (b) : કોણ કોને ખેંચી રહ્યું છે ?



આકૃતિ 11.3 (c) : કોણ કોને ખેંચી રહ્યું છે ?

આ ઉદાહરણો પરથી આપણે અનુમાન લગાવી શકીએ કે, બળ લાગવા માટે ઓછામાં ઓછા બે પદાર્થો વચ્ચે આંતરક્રિયા થવી જોઈએ. આમ, એક પદાર્થની બીજા પદાર્થ સાથે થતી આંતરક્રિયા બળમાં પરિણમે છે.

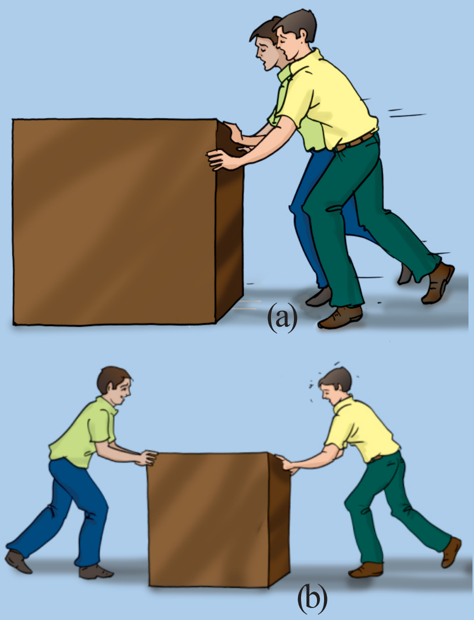
11.3 બળની શરૂઆત (Exploring Forces)

ચાલો, આપણે બળ વિશે વધારે શીખવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.2

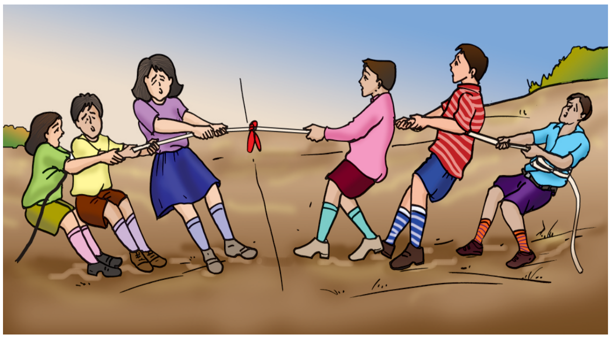
ટેબલ કે બૉક્સ જેવી ભારે વસ્તુ પસંદ કરો, જેને તમે વધારે ધક્કો મારીને જ ગતિમાં લાવી શકો. તેને તમે એકલા ધક્કો મારવાનો પ્રયત્ન કરો. શું તમે તેને ખસેડી શકો છો ? હવે, તમારા મિત્રોમાંથી કોઈ એક ને તેને તે જ દિશામાં ધક્કો મારવા માટે મદદ કરવાનું કહો (આકૃતિ 11.4 (a)). શું હવે તે સહેલાઈથી ખસે છે ? તમે સમજાવી શકો - શા માટે ?

હવે, તે જ વસ્તુને ધક્કો મારો, પણ તમારા મિત્રને વિરુદ્ધ બાજુથી ધક્કો મારવાનું કહો (આકૃતિ 11.4 (b)). શું વસ્તુ ખસે છે ? જો હા, તો કંઈ દિશામાં ખસે છે તે નોંધો. શું તમે અંદાજ લગાવી શકો કે, તમારા બેમાંથી કોણ વધારે બળ લગાડે છે ?



આકૃતિ 11.4 : *એક ભારે વસ્તુને ધક્કો મારતા બે મિત્રો (a) એક જ દિશામાં (b) વિરુદ્ધ દિશામાં*

તમે કયારેય દોરડાખેંચની રમત જોઈ છે ? આ રમતમાં બે ટીમ દોરડાને વિરુદ્ધ દિશામાં ખેંચે છે (આકૃતિ 11.5). બંને ટીમના સભ્યો દોરડાં ને પોતાની તરફ ખેંચવાનો પ્રયત્ન કરે છે. કેટલીક વાર દોરડું જરાય ખસતું નથી. શું તે આકૃતિ 11.3(b)માં દર્શાવેલી પરિસ્થિતિ જેવું જ નથી લાગતું ? જે ટીમ વધારે જોરથી ખેંચે છે, એટલે કે, વધારે બળ લગાડે તે અંતે રમત જીતી જાય છે.



આકૃતિ 11.5 : *જો બંને ટીમ દોરડાને સમાન બળથી ખેંચે તો દોરડું ખસતું નથી.*

આ ઉદાહરણો બળના પ્રકાર વિશે શું સૂચવે છે ?

પદાર્થ પર **એક જ દિશામાં લગાડેલ બળો એકબીજામાં ઉમેરાય છે.** હવે, યાદ કરો કે પ્રવૃત્તિ 11.2માં તમે અને તમારો મિત્ર ભારે બૉક્સને એક જ દિશામાં ધક્કો મારો છો, ત્યારે શું થાય છે ?

જો બંને બળો પદાર્થ પર વિરુદ્ધ દિશામાં લાગતા હોય, તો લાગતું પરિણામી બળ એ **બંને બળોના તફાવત જેટલું હોય છે.** જ્યારે તમે અને તમારો મિત્ર ભારે બૉક્સને એકબીજાની વિરુદ્ધ દિશામાં ધક્કો મારતા હતા ત્યારે પ્રવૃત્તિ 11.2 માં તમે શું જોયું ?

યાદ કરો કે, દોરડાંખેંચની રમતમાં બંને ટીમો દોરડાને સમાન બળથી ખેંચે છે ત્યારે, દોરડું કોઈ પણ દિશામાં ખેંચાતું નથી.

આમ, આપણે શીખ્યા કે એક બળ બીજા કરતા વધારે કે ઓછું હોઈ શકે. સામાન્ય રીતે બળની માત્રા એ એના **મૂલ્ય (magnitude)** વડે દર્શાવવામાં આવે છે. બળ કંઈ દિશામાં લાગે છે, તેનો પણ આપણે ઉલ્લેખ કરવો પડે. જો બળનું મૂલ્ય કે દિશા બદલાય તો તેની અસર પણ બદલાય છે.

શું એનો મતલબ એવો થાય છે કે જો પદાર્થ પર લાગતાં બંને બળો વિરુધ્ધ દિશામાં હોય તો પદાર્થ પર લાગતું ચોખ્ખું (પરિણામી) બળ શૂન્ય હોય ?

વ્યાપક રીતે, પદાર્થ પર એક કરતા વધારે બળ લાગી શકે. જો કે, પદાર્થ પર થતી અસર તેના પર લાગતા ચોખ્ખા (પરિણામી) બળને કારણે હોય છે.

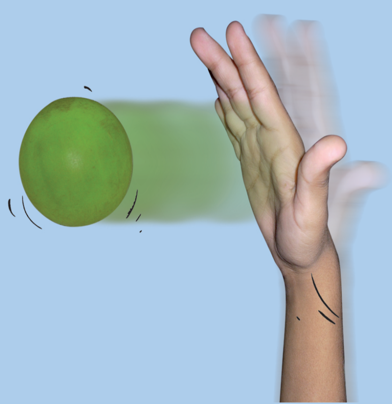
11.4 બળ પદાર્થની ગતિની અવસ્થા બદલી શકે (A Force can Change the State of Motion)

જ્યારે પદાર્થ પર બળ લાગે છે ત્યારે શું થાય છે, ચાલો આપણે જોઈએ.

પ્રવૃત્તિ 11.3

એક રબરનો દડો લો અને તેને ટેબલ કે કૉંક્રિટના ભોંય-તળિયા જેવી સમતલ સપાટી પર મૂકો. હવે, દડાને સમતલ સપાટી પર ધીમેથી ધક્કો મારો (આકૃતિ 11.6). શું દડો ગતિની શરૂઆત કરે છે ? દડો હજુ ગતિમાં હોય ત્યારે ફરીથી ધક્કો મારો. શું તેની ઝડપમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ? શું તે વધે છે કે ઘટે છે ?

પછી તમારી હથેળીને ગતિમાન દડાની સામે રાખો. જેવો દડો હથેળીને સ્પર્શે કે તરત જ હથેળીને દૂર કરો. શું હથેળી દડા પર બળ લગાડે છે ? હવે, દડાની ઝડપમાં શું ફેરફાર થાય છે ? શું તે વધે છે કે ઘટે છે ? જો તમે ગતિમાન દડાની સામે હથેળી રાખો, તો શું થશે ?



આકૃતિ 11.6 : બળ લગાડતાં જ સ્થિર સ્થિતિમાં રહેલો દડો ગતિમાં આવે છે.

કદાચ તમને સમાન પરિસ્થિતિ યાદ હશે. ઉદાહરણ તરીકે, ફૂટબૉલની રમતમાં જ્યારે પેનલ્ટી કિક લેવામાં આવે છે ત્યારે ખેલાડી બૉલ પર બળ લગાડે છે. બૉલને ફટકારતા પહેલાં, બૉલ સ્થિર હતો અને તેથી તેની ઝડપ શૂન્ય હતી. લગાડેલ બળને કારણે બૉલ લક્ષ્ય તરફ ગતિ કરે છે. ધારો કે, ગોલકીપર ગોલ બચાવવા માટે કૂદકો મારે છે. આ રીતે ગોલકીપર ગતિમાન બૉલ પર બળ લગાડવાનો પ્રયત્ન કરે છે. લાગુ પાડેલું બળ વડે તે બૉલને રોકી શકે છે કે ગતિની દિશા બદલી શકે છે. જો ગોલકીપર બૉલને રોકવામાં સફળ થાય, તો તેની ઝડપ ઘટીને શૂન્ય થાય છે.

આ અવલોકનો સૂચવે છે કે, બળ લગાડતા પદાર્થની ઝડપમાં ફેરફાર થઈ શકે. જો પદાર્થની ગતિની દિશામાં બળ લગાડવામાં આવે તો પદાર્થની ઝડપ વધે છે. જો બળ ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લગાડવામાં આવે તો પરિણામે પદાર્થની ઝડપમાં ઘટાડો થાય છે.

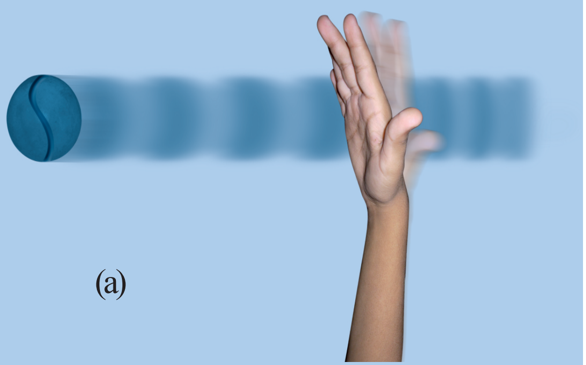
મેં બાળકોને એકબીજા સાથે રબરના ટાયરને કે કોઈ રિંગને ધક્કો મારીને ઝડપથી ચલાવવાની સ્પર્ધા કરતા જોયા છે (આકૃતિ 11.7). હવે હું સમજી ગયો છું કે ધક્કો દેવાથી ટાયરની ઝડપ કેમ વધી જાય છે.

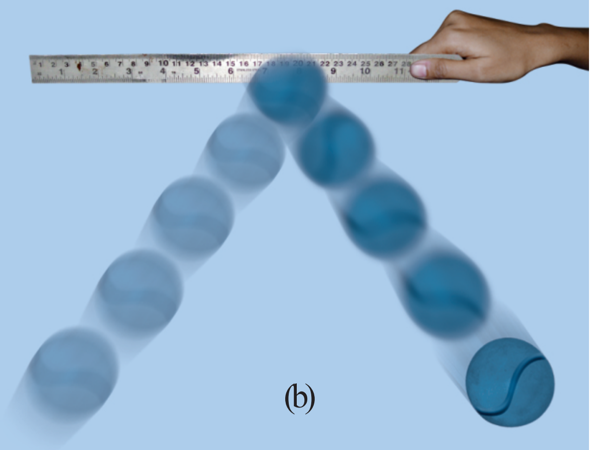
આકૃતિ 11.7 : ટાયરને ઝડપથી ચલાવવા માટે તેને વારંવાર ધક્કો મારવો પડે છે.

પહેલી એ જાણવા આતુર છે કે પદાર્થ પર લાગુ પાડેલું બળ માત્ર પદાર્થની ઝડપમાં ફેરફાર કરે છે ? ચાલો, આપણે જોઈએ.

પ્રવૃત્તિ 11.4

જેમ તમે પ્રવૃત્તિ 11.3માં કર્યુ હતું. તે રીતે એક દડો લો અને તેને સમતલ સપાટી પર મૂકો. તેને ધક્કો મારીને ગતિમાં લાવો. હવે કંપાસ બૉક્સમાંથી ફૂટપટ્ટી લઈ તેના ગતિમાર્ગમાં આકૃતિ 11.8માં દર્શાવ્યા મુજબ મૂકો. આમ કરવાથી, તમે ગતિમાન દડા પર બળ લગાડો છો. શું દડો ફૂટપટ્ટીને અથડાયા પછી તે જ દિશામાં ગતિ ચાલુ રાખશે ? પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો અને ગતિમાન દડાને અવરોધવા માટે ફૂટપટ્ટીને એવી રીતે મૂકો કે જેથી, તે ગતિમાર્ગ સાથે જુદા જુદા કોણ બનાવે. દરેક કિસ્સામાં ફૂટપટ્ટીને અથડાયા પછી દડાની ગતિની દિશા અંગેના અવલોકનો નોંધો.


(a)


(b)

આકૃતિ 11.8 : કોઈ સમતલ સપાટી પર (a) દડાને ધક્કો મારીને ગતિમાં લાવવો. (b) દડાના ગતિપથમાં મૂકેલી ફૂટપટ્ટી સાથે અથડાયા પછી દડાની ગતિની દિશા.

ચાલો, આપણે થોડા વધુ ઉદાહરણો જોઈએ. વોલીબૉલની રમતમાં, ખેલાડીઓ અવારનવાર ગતિમાન દડાને તેમના સાથી ખેલાડીઓ તરફ ધક્કો મારીને મોકલતા હોય છે. ક્યારેક દડો ધક્કો મારીને કે ફટકો (સ્મેશ) મારીને કોર્ટની બીજી બાજુ મોકલવામાં આવે છે. ક્રિકેટમાં, બેટ્સમૅન બેટ વડે ફટકારીને દડા પર બળ લગાડે છે. શું આ કિસ્સાઓમાં દડાની ગતિની દિશામાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ? આ બધા ઉદાહરણોમાં ગતિમાન દડા ઉપર બળ લગાડવાથી ઝડપ અને ગતિની દિશા બદલાય છે. આ પ્રકારના બીજા વધારે ઉદાહરણો તમે આપી શકો.

પદાર્થની ઝડપ કે દિશા કે બંને બદલાય ત્યારે પદાર્થની **ગતિની અવસ્થા બદલાય છે** તેમ કહેવાય. આમ, પદાર્થ પર લાગતુ બળ **પદાર્થની ગતિની અવસ્થામાં ફેરફાર કરે છે.**

ગતિની અવસ્થા

પદાર્થની ગતિની અવસ્થા તેની ઝડપ અને ગતિની દિશા દ્વારા વર્ણવવામાં આવે છે. સ્થિર અવસ્થાને શૂન્ય ઝડપવાળી અવસ્થા ગણવામાં આવે છે. પદાર્થ સ્થિર હોય કે ગતિમાં હોય, બંને ગતિની અવસ્થા કહેવાય છે.

શું આનો મતલબ એવો થાય કે બળ હંમેશાં પદાર્થની ગતિની અવસ્થામાં ફેરફાર કરશે ? ચાલો, આપણે શોધીએ.

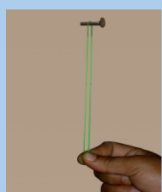
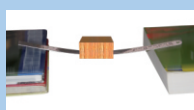
આપણો સામાન્ય અનુભવ છે કે, ઘણી વખત બળને કારણે પદાર્થની ગતિની અવસ્થા બદલાતી નથી. ઉદાહરણ તરીકે, એક ભારે બૉક્સ તમારી તાકાત હોય એટલું બળ લગાડવા છતા પણ ન ખસે. આ જ રીતે, જ્યારે તમે દિવાલને ધક્કો મારવાનો પ્રયત્ન કરો છો ત્યારે તેના પર બળની કોઈ અસર દેખાતી નથી.

11.5 બળ પદાર્થનો આકાર બદલી શકે છે. (Force can Change the Shape of an Object)

પ્રવૃત્તિ 11.5

કોષ્ટક 11.2 ના કૉલમ-1માં થોડી એવી પરિસ્થિતિઓ આપેલ છે. જેમાં વસ્તુઓ ગતિ કરવા માટે મુક્ત નથી. જ્યારે કોષ્ટકની કૉલમ-2 દરેક પદાર્થ પર કેવી રીતે બળ લગાડેલું છે તે સૂચવે છે. જ્યારે કૉલમ-3 ક્રિયાનો આકાર દર્શાવે છે. શક્ય હોય તેટલી વધારે પરિસ્થિતિઓમાં બળની અસરનું અવલોકન કરો. તમે આ પ્રકારની જ બીજી પરિસ્થિતિઓ તમારી આસપાસનાં ઉપલબ્ધ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરીને ઉમેરી શકો. કોષ્ટકના કોલમ-4 અને 5માં તમારા અવલોકનો નોંધો.

કોષ્ટક 11.2 : પદાર્થો પર બળની અસરનો અભ્યાસ

પરિસ્થિતિનું વર્ણન	બળ કેવી રીતે લાગે છે ?	આકૃતિ	બળની ક્રિયા			
			ગતિની અવસ્થામાં ફેરફાર		આકારમાં ફેરફાર	
			હા	ના	હા	ના
પ્લેટમાં રાખેલો લોટનો કણક	હાથ વડે નીચે તરફ દબાવવાથી					
સાઇકલની સીટમાં જડેલી સ્પ્રિંગ	સીટ પર બેસવાથી					
દીવાલ પર જડેલી ખીંટી કે ખીલી દ્વારા લટકાવેલી રબર બેન્ડ	તેના મુક્ત છેડા પર વજન લટકાવીને કે મુક્ત છેડાને ખેચવાથી					
બે ઈંટો વચ્ચે મુકેલી પ્લાસ્ટિકની કે ધાતુની પટ્ટી	ફૂટપટ્ટીના મધ્યભાગ પર વજન મુકવાથી					

કોષ્ટક 11.2માં નોંધેલા અવલોકનો પરથી તમે શું તારણ કાઢો છો ? જ્યારે તમે પોતાની હથેળીઓની વચ્ચે એક ફૂલાવેલા ફુગ્ગાને રાખીને દબાવો છો ત્યારે, શું થાય છે ? જ્યારે બાંધેલા (ગૂંદેલા) લોટના પિંડાને વણીને રોટી બનાવો છો ત્યારે, તેના આકારમાં શું ફેરફાર થાય છે ? જ્યારે, તમે ટેબલ પર રાખેલા (મૂકેલા) રબરના દડાને દબાવો છો ત્યારે, શું થાય છે ? આ બધા ઉદાહરણોમાં તમે જોયું કે **કોઈ પદાર્થ પર બળ લગાડવાથી તેના આકારમાં ફેરફાર થઈ શકે છે.**

ઉપરની બધી પ્રવૃત્તિઓ કરી લીધા પછી તમે સમજી ગયા હશો કે બળ :

- કોઈ પદાર્થને સ્થિર સ્થિતિમાંથી ગતિમાં લાવી શકે છે.
- જો પદાર્થ ગતિમાં હોય, તો તેની ઝડપમાં ફેરફાર કરી શકે છે.
- ગતિમાન પદાર્થની દિશામાં ફેરફાર કરી શકે છે.
- પદાર્થના આકારમાં ફેરફાર કરી શકે છે.
- આ બધામાંથી થોડી અથવા બધી જ અસરો ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

એ યાદ રાખવું આવશ્યક છે કે બળ આ બધામાંથી એક અથવા વધારે અસર ઉત્પન્ન કરી શકે છે. તથા આ બધામાંથી કોઈપણ અસર બળ વગર ઉત્પન્ન થઈ શકતી નથી. આમ, બળ લગાડ્યા વગર કોઈ પદાર્થ આપમેળે ગતિમાં આવી શકતો નથી. આપમેળે ગતિની દિશા બદલી નથી શકતો અને આપમેળે પોતાનો આકાર બદલી શકતો નથી.

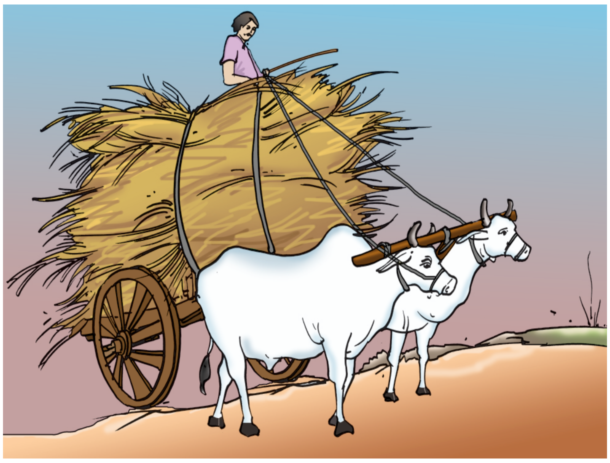
11.6 સંપર્ક બળ (Contact Forces)

સ્નાયુબળ (Muscular Force)

શું તમે ટેબલ પર પડેલા પુસ્તકને સ્પર્શ કર્યા વગર ધક્કો મારી શકો છો કે ઉપાડી શકો છો ? શું પકડ્યા વગર પાણીની કોઈ ડોલ (બાલદી)ને તમે ઊચકી શકો છો ? સામાન્ય રીતે, કોઈ વસ્તુ પર બળ લગાડવા માટે, તમારા શરીરનો વસ્તુની સાથે સંપર્ક થવો જરૂરી છે. સંપર્ક કોઈ લાકડી કે દોરડા વડે પણ થઈ શકે છે. જ્યારે આપણે કોઈ વસ્તુ, જેવી કે સ્કૂલ બૅગને ધક્કો મારીએ છીએ કે પાણીની ડોલ (બાલદી)ને ઊંચકીએ છીએ. ત્યારે, બળ ક્યાંથી આવે છે ? આ બળ આપણા શરીરના સ્નાયુઓ દ્વારા લાગે છે. આપણા સ્નાયુઓની ક્રિયાને લીધે લાગતા બળને **સ્નાયુબળ** કહે છે.

સ્નાયુબળ જ આપણને બધી પ્રવૃત્તિઓ કરવા યોગ્ય બનાવે છે. આ પ્રવૃત્તિઓમાં શરીરનું હલનચલન કે શરીરનું વળવું પણ સામેલ છે. ધોરણ-VIIમાં તમે શીખ્યા છો કે પાચનની ક્રિયામાં ખોરાક અન્નનળીમાં ધકેલાય છે. શું આ પ્રક્રિયા સ્નાયુબળ દ્વારા થાય છે ? તમે તે પણ જાણો છો કે શ્વસન પ્રક્રિયામાં, શ્વાસ અંદર લેતી વખતે અને બહાર છોડતી વખતે, ફેફસાં ફૂલે છે અને સંકોચાય છે. શ્વસનક્રિયાને શક્ય બનાવે તે સ્નાયુઓ ક્યાં આવેલા છે ? આપણા શરીરમાં સ્નાયુઓ વડે લાગતા બળ વિશે શું તમે થોડા વધારે ઉદાહરણો આપી શકો ?

પ્રાણીઓ પણ તેમની શારિરીક ક્રિયાઓ અને બીજા કાર્યો કરવા માટે સ્નાયુબળનો ઉપયોગ કરે છે. આપણા વિવિધ કાર્યો કરવા માટે બળદ, ઘોડા, ગધેડા અને ઊંટ જેવા પ્રાણીઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ કાર્યો કરવા માટે તેઓ સ્નાયુબળનો ઉપયોગ કરે છે (આકૃતિ 11.9).



આકૃતિ 11.9 : *પ્રાણીઓનું સ્નાયુબળ ઘણા કઠિન કાર્યો કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે.*

એટલે કે, સ્નાયુબળ ત્યારે જ લાગુ પાડી શકાય છે. જ્યારે સ્નાયુઓ કોઈ પદાર્થ સાથે સંપર્કમાં હોય, આથી તેને **સંપર્કબળ (contact force)** પણ કહે છે. શું અન્ય પ્રકારના સંપર્ક બળો પણ હોય છે ? ચાલો, આપણે શોધીએ.

ઘર્ષણ (Friction)

પોતાના થોડા અનુભવોને યાદ કરો. જમીન પર ગબડતો દડો ધીરે - ધીરે ધીમો થઈ જાય છે અને અંતે અટકી જાય છે. સાઈકલ ચલાવતી વખતે જ્યારે આપણે પેંડલ મારવાનું બંધ કરી દઈએ ત્યારે તે પણ ધીરે - ધીરે ધીમી થઈ જાય છે અને અંતે અટકી જાય છે. કોઈ કાર કે સ્કૂટરના એન્જિનને બંધ કરી દેવાથી તે પણ થોડા સમય પછી અટકી જાય છે. એવી રીતે જ હોડીને હલેસા મારવાનું બંધ કરીએ તો, તે થોડે દૂર જઈને સ્થિર થઈ જાય છે. શું, તમે આ પ્રકારના થોડા વધારે અનુભવો ઉમેરી શકો છો ?

ઉપરની બધી જ પરિસ્થિતિમાં વસ્તુઓ પર દેખીતી રીતે કોઈ બળ લાગતું નથી છતાં પણ તેમની ઝડપ ક્રમશઃ ઘટતી જાય છે અને થોડા સમય પછી તેઓ સ્થિર થઈ જાય છે. તેમની ગતિની અવસ્થા શેના કારણે બદલાય છે ? શું તેમના પર કોઈ બળ લાગતું હોય છે ? શું તમે અનુમાન લગાવી શકો છો, કે દરેક કિસ્સામાં બળ કઈ દિશામાં લાગતું હોવું જોઈએ ?

આ બધા ઉદાહરણોમાં પદાર્થની ગતિની અવસ્થામાં ફેરફારનું કારણ **ઘર્ષણબળ (Frictional force)** છે. જમીન તથા દડાની સપાટી વચ્ચે લાગતું ઘર્ષણબળ જ ગતિમાન દડાને સ્થિર સ્થિતિમાં લાવે છે. તે જ રીતે, પાણી અને હોડીની સપાટી વચ્ચે ઘર્ષણબળ, એક વાર હલેસા મારવાનું બંધ કરવાથી હોડીને સ્થિર કરી દે છે.

ઘર્ષણબળ બધા ગતિમાન પદાર્થો પર લાગે છે અને તેની દિશા હંમેશાં પદાર્થની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં હોય છે. કારણ કે, ઘર્ષણબળ બે સપાટીઓ વચ્ચે સંપર્કને લીધે ઉત્પન્ન થાય છે તેથી તે સંપર્ક બળનું પણ એક ઉદાહરણ છે. આ બળ વિશે પ્રકરણ - 12માં તમે વધારે શીખશો.

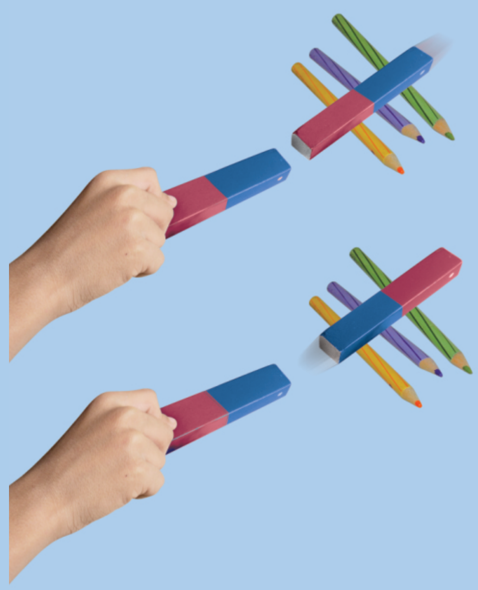
તમે એ જાણવા ઉત્સુક હશો કે શું એ આવશ્યક છે કે કોઈ પદાર્થ પર લાગતું બળ હંમેશાં સંપર્ક બળ જ હોય ? ચાલો આપણે શોધીએ.

11.7 બિનસંપર્ક બળો (Non-contact Forces)

ચુંબકીય બળ (Magnetic Force)

પ્રવૃત્તિ 11.6

ગજિયા ચુંબકોની એક જોડ લો. આકૃતિ 11.10માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક ચુંબકને ત્રણ ગોળાકાર પેન્સિલ પર અથવા લાકડાના નળાકાર (રોલર્સ) પર મૂકો. હવે, બીજા ચુંબકના એક છેડાને નળાકાર પર મૂકેલા ચુંબકના છેડા પાસે લાવો. બંને ચુંબકો એકબીજો સ્પર્શે નહિ તેનું ધ્યાન રાખો. હવે શું થાય છે તેનું અવલોકન કરો. હવે, ચુંબકના બીજા છેડાને નળાકાર પર રાખેલા ચુંબકના તે જ છેડા પાસે લાવો (આકૃતિ 11.10). દર વખતે બીજા ચુંબકને નળાકાર પર મૂકેલા ચુંબક પાસે લાવવામાં આવે ત્યારે, તેના પર શું અસર થાય છે તે નોંધો.



આકૃતિ 11.10 : બે ચુંબકો વચ્ચે આકર્ષણ અને અપાકર્ષણનું અવલોકન કરવું.

બીજા ચુંબકને નજીક લાવતા શું નળાકારો પર રાખેલ ચુંબક ગતિ શરૂ કરે છે ? શું તે હંમેશાં નજીક લાવવામાં આવતા ચુંબકની દિશામાં ગતિ કરે છે ? આ અવલોકનો શું સૂચવે છે ? શું એનો અર્થ એવો થાય કે બે ચુંબકો વચ્ચે કોઈ બળ ચોક્કસ લાગતું હોવું જોઈએ ?

ધોરણ - VIમાં તમે શીખ્યા છો કે બે ચુંબકના સમાન ધ્રુવો એકબીજાને અપાકર્ષે છે અને અસમાન ધ્રુવો એકબીજાને આકર્ષે છે. બે પદાર્થો વચ્ચે લાગતા આકર્ષણ કે અપાકર્ષણને પણ ખેંચાણ કે ધક્કો મારવાના સ્વરૂપે જોઈ શકાય છે. શું ચુંબકો વચ્ચે લાગતા બળના અવલોકન માટે બે ચુંબકો વચ્ચે સંપર્ક કરાવવો જરૂરી છે ? એક ચુંબક બીજા ચુંબક પર સંપર્કમાં આવ્યા વગર પણ બળ લગાડી શકે છે. ચુંબક દ્વારા લાગતું બળ એ **અસંપર્ક (બિનસંપર્ક) બળનું** ઉદાહરણ છે.

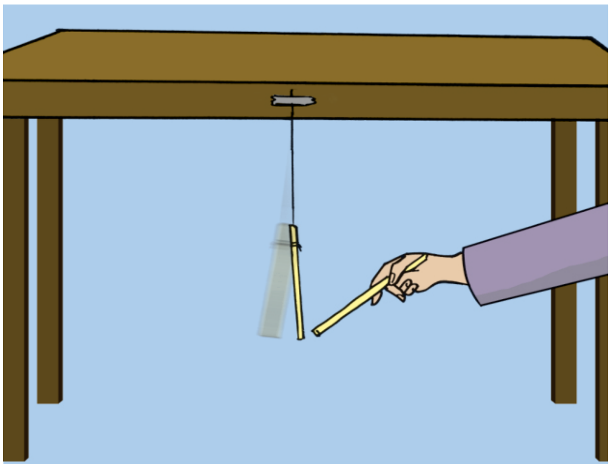
એ જ રીતે ચુંબક દ્વારા કોઈ લોખંડના ટુકડા પર લગાડવામાં આવતું બળ પણ અસંપર્ક (બિનસંપર્ક) બળ છે.

સ્થિત વિદ્યુતબળ (Electrostatic Force)

પ્રવૃત્તિ 11.7

પ્લાસ્ટિકની એક સ્ટ્રો લો. તેના લગભગ બે સરખા ટુકડા કરો. એક દોરીની મદદથી એક ટુકડાને કોઈ ટેબલની ધાર પરથી લટકાવો (આકૃતિ 11.11). હવે સ્ટ્રોના બીજા ટુકડાને પોતાના હાથમાં પકડો અને તેના મુક્ત છેડાને કાગળના ટુકડા સાથે ઘસો. સ્ટ્રોના ઘસેલા છેડાને લટકાવેલ સ્ટ્રો પાસે લાવો. બે ટુકડાઓ એકબીજાને સ્પર્શે નહિ તેનું ધ્યાન રાખો. તમને શું જોવા મળ્યું ?

હવે, લટકાવેલ સ્ટ્રોના મુક્ત છેડાને કાગળના ટુકડા સાથે ઘસો ફરીથી, અગાઉ કાગળ સાથે ઘસેલા સ્ટ્રોના ટુકડાને લટકાવેલ સ્ટ્રોના મુક્ત છેડા પાસે લાવો. હવે તમે શું જુઓ છો ?



આકૃતિ 11.11 : *કાગળ સાથે ઘસેલી એક સ્ટ્રો બીજી સ્ટ્રોને આકર્ષે છે. પરંતુ લટકાવેલ સ્ટ્રોને પણ કાગળના ટુકડા સાથે ઘસવામાં આવે તો તેને અપાકર્ષે છે.*

સ્ટ્રોને કાગળના ટુકડા સાથે ઘસવાથી સ્ટ્રો સ્થિત વિદ્યુતભાર પ્રાપ્ત કરે છે, તેમ કહેવાય. આવી સ્ટ્રો એ વિદ્યુતભારિત પદાર્થનું ઉદાહરણ કહેવાય.

એક વિદ્યુતભારિત પદાર્થ વડે બીજા વિદ્યુતભારિત કે વિદ્યુતભાર રહિત પદાર્થ પર લાગતા બળને **સ્થિત વિદ્યુતબળ** કહે છે. બે પદાર્થો સંપર્કમાં ન હોય ત્યારે પણ આ બળ અસ્તિત્વમાં આવે છે. તેથી સ્થિત વિદ્યુતબળ એ અસંપર્ક બળનું અન્ય ઉદાહરણ છે. તમે પ્રકરણ 15માં વિદ્યુતભારો વિશે વધુ શીખશો.

ગુરુત્વાકર્ષણ બળ (Gravitational Force)

તમે જાણો છો કે કોઈ સિક્કો કે પેન તમારા હાથમાંથી છટકી જાય તો તે જમીન તરફ પડે છે. વૃક્ષથી અલગ થયા પછી પાંદડાઓ અને ફળ પણ જમીન તરફ જ પડે છે. શું તમને ક્યારેય આશ્ચર્ય થયું છે કે, આવું શા માટે થાય છે ?

જ્યારે, સિક્કો તમારા હાથમાં પકડેલો હોય છે. ત્યારે તે સ્થિર અવસ્થામાં હોય છે. જેવા તેને છોડવામાં આવે કે, તે નીચે તરફ ગતિ કરવાની શરૂઆત કરે છે. તે પરથી સ્પષ્ટ છે કે સિક્કાની ગતિની અવસ્થામાં ફેરફાર થાય છે. શું તેના પર બળ લાગ્યા વગર આવું શક્ય છે ? આ કયું બળ છે ?

પદાર્થો કે વસ્તુઓ પૃથ્વી તરફ એટલે પડે છે, કારણ કે પૃથ્વી તેમને પોતાની તરફ ખેંચે છે. આ બળને **ગુરુત્વ બળ** (force of gravity), **ગુરુત્વાકર્ષી બળ** (gravitational force) અથવા માત્ર **ગુરુત્વ** (gravity) કહે છે. ગુરુત્વ બળ બધા જ પદાર્થો પર લાગે છે.

ગુરુત્વ બળ આપણા બધા પર દરેક સમયે આપણી જાણકારી વગર લાગતું રહેતું હોય છે. જ્યારે, આપણે કોઈ નળ ખોલીએ છીએ ત્યારે પાણી જમીન તરફ વહેવા લાગે છે. ગુરુત્વ બળને કારણે જ નદીઓમાં પાણી નીચે તરફ વહે છે.

ગુરુત્વ એ માત્ર પૃથ્વીનો એકલાનો ગુણધર્મ નથી. હકીકતમાં વિશ્વનો દરેક પદાર્થ, નાનો હોય કે મોટો, એકબીજા પર બળ લગાડે છે. આ બળને ગુરુત્વાકર્ષણ બળ કહે છે.

11.8 દબાણ (Pressure)

તમે ધોરણ - VIIમાં શીખ્યા છો કે વંટોળ કે ચક્રવાત વખતે તોફાની પવન ઘરની છત ને પણ ઉડાવી લઈ જાય છે. તમે એ પણ શીખ્યા છો કે વંટોળ અને ચક્રવાત એ હવાના દબાણના તફાવતને લીધે ઉત્પન્ન થાય છે. શું દબાણ અને બળ વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે ? ચાલો, આપણે શોધીએ.

કોઈ લાકડાના પાટિયામાં એક ખીલીને તેના શીર્ષથી ઠોકવાનો પ્રયત્ન કરો. શું તમે સફળ થાઓ છો ? હવે ખીલીને તેના અણીદાર છેડા પાસેથી ઠોકવાનો પ્રયત્ન કરો (આકૃતિ 11.12). શું તમે આ વખતે તેને ઠોકી શકો છો ? શાકભાજીને કોઈ બુઠ્ઠી તથા ધારદાર છરી વડે કાપવાનો પ્રયત્ન કરો. કયું સરળ છે ?

આકૃતિ 11.12 : *લાકડાના પાટિયામાં ખીલી ઠોકવી*

શું, તમને એવું લાગે છે કે જે ક્ષેત્રફળ પર બળ લગાડવામાં આવે છે, (ઉદાહરણ તરીકે, ખીલીના અણીદાર છેડાથી) તે ક્ષેત્રફળ આ કાર્યોને સહેલું બનાવવામાં એક અગત્યની ભૂમિકા ભજવે છે ?

એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ લાગતા બળને **દબાણ** કહે છે.

$$\text{દબાણ}(P) = \frac{\text{બળ } (F)}{\text{જે સપાટી (પૃષ્ઠ) પર લાગતું હોય તેનું ક્ષેત્રફળ } (A)}$$

અહીં, આપણે માત્ર એ જ બળોનો વિચાર કરીએ છે જે આ પૃષ્ઠ (સપાટી)ને લંબ હોય, જેના પર લાગતું દબાણ આપણે શોધવું છે.

હવે, મને સમજાયું કે કુલીઓને જ્યારે, ભારે બોજ ઉપાડવાનો હોય છે. ત્યારે તેઓ પોતાના માથા પર એક કપડાને ગોળ વીંટાળીને કેમ રાખે છે ? (આકૃતિ 11.13). આમ કરીને તેઓ પોતાના માથા સાથે બોજના સંપર્ક ક્ષેત્રફળને વધારી દે છે. આથી, તેમના માથા પર લાગતું દબાણ ઘટી જાય છે અને તેઓ તે બોજને સરળતાથી ઉઠાવી શકે છે.

આકૃતિ 11.13 : *ભારે વજનને લઈ જતો કુલી*

નોંધો, કે ઉપરના સૂત્રમાં ક્ષેત્રફળ છેદમાં છે. તેથી, જો બળ સમાન હોય તો પૃષ્ઠનું ક્ષેત્રફળ જેટલું ઓછું હોય, તેના પર લાગતું દબાણ એટલું જ વધારે હશે. ખીલીના અણીદાર ભાગનું ક્ષેત્રફળ એ તેના શીર્ષના ક્ષેત્રફળ કરતાં ઘણું ઓછું છે. તેથી તે બળ, ખીલીના અણીદાર ભાગને લાકડાના પાટિયામાં ઠોકવા માટે પૂરતું દબાણ ઉત્પન્ન કરે છે.

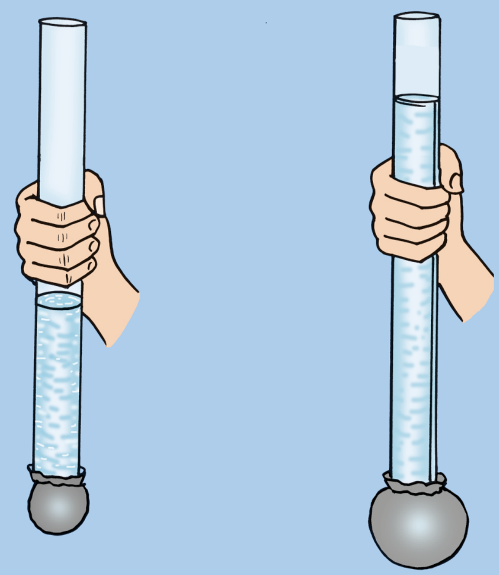
શું હવે, તમે બતાવી શકો કે ખભા પર લટકાવવા માટેનાં થેલામાં પહોળી પટ્ટી કેમ લગાડવામાં આવે છે ? આ થેલામાં પાતળી પટ્ટી કેમ લગાવવામાં આવતી નથી? અને કાપવા તથા કાણાં પાડવા માટેના ઓજારોની ધાર હંમશાં તીક્ષ્ણ કેમ હોય છે ?

શું, પ્રવાહીઓ અને વાયુઓ દ્વારા પણ દબાણ લાગે છે ? શું, એ જે ક્ષેત્રફળ પર બળ લાગતું હોય તેના પર આધાર રાખે છે ? ચાલો, આપણે શોધીએ.

11.9 પ્રવાહીઓ તથા વાયુઓ દ્વારા લગાડવામાં આવતું દબાણ (Pressure Exerted by Liquids and Gases)

પ્રવૃત્તિ 11.8

પારદર્શક કાચની એક નળી અથવા પ્લાસ્ટિકનો પાઇપ લો. પાઇપ/નળીની લંબાઈ લગભગ 15 સેમી તથા તેનો વ્યાસ લગભગ 5 થી 7.5 સેમી હોવો જોઈએ. એક સારી ગુણવત્તાવાળા પાતળા રબરનો ટુકડો પણ લો. તમે રબરનો ફુગ્ગો પણ લઈ શકો છો. પાઇપના એક છેડા પર રબરની શીટને ખેંચીને બાંધી દો. પાઇપને ઉર્ધ્વસ્થિતિમાં રાખીને તેને મધ્ય ભાગથી પકડો. આકૃતિ (11.14) માં દર્શાવ્યા મુજબ તમારા કોઈ એક મિત્રને પાઇપમાં પાણી રેડવાનું કહો. શું, રબરનું પડ બહારની બાજુ ઊપસે છે ? પાઇપમાં પાણીના સ્તંભની ઊંચાઈનું પણ અવલોકન કરો. પાઇપમાં થોડું વધારે પાણી રેડો. રબરના પડના ઊપસેલા ભાગનું તથા પાઇપમાં પાણીના સ્તંભની ઊંચાઈનું ફરીથી અવલોકન કરો. આ પ્રક્રિયાનું થોડી વધારે વખત પુનરાવર્તન કરો. શું, તમે રબરના પડના ઊપસેલા ભાગ અને પાઇપમાં પાણીની ઊંચાઈના સ્તંભ વચ્ચે કોઈ સંબંધ જોઈ શકો છો ?



આકૃતિ 11.14 : *પાત્રના તળિયે પાણીને કારણે લાગતું દબાણ સ્તંભની ઊંચાઈ પર આધાર રાખે છે.*

પ્રવૃત્તિ 11.9

પ્લાસ્ટિકની એક બૉટલ લો. તમે પાણી કે સોફ્ટ ડ્રીંકની વપરાયેલી કોઈ બૉટલ લઈ શકો છો. આકૃતિ 11.15માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બૉટલના તળિયા પાસે થોડા સેમી લાંબી એક નળાકાર નળી (ટ્યૂબ) બેસાડો (લગાડો). એવું કરવા માટે કાચની ટ્યૂબના એક છેડાને થોડું ગરમ કરો અને પછી તરત જ બૉટલના તળિયાની પાસે તેને દાખલ કરો (ઘૂસાડી દો). જોડાણ (સાંધા) પાસે પાણી લીક થતું નથી તેનું ધ્યાન રાખો. જો પાણી લીક થતું હોય તો તેને પીગળાવેલાં મીણથી સીલ કરો. કાચની નળીના મોઢાને પ્રવૃત્તિ 11.8 અનુસાર એક પાતળી રબર શીટ વડે બંધ કરો. હવે બૉટલને પાણીથી અડધી ભરો. તમે શું જુઓ છો ? આ સમયે કાચની નળીના મોઢા પર લગાડેલી રબરની શીટ કેમ ફૂલી જાય છે ? બૉટલમાં થોડું વધારે પાણી

રેડો. શું રબરની શીટના ઊપસેલા ભાગમાં કોઈ ફેરફાર થાય છે ?

આકૃતિ 11.15 : *પ્રવાહી પાત્રની દીવાલો પર દબાણ લગાડે છે.*

નોંધો, કે રબરની શીટને પાત્રના (બૉટલના) તળિયે નહિ પરંતુ, બાજુમાં (દીવાલમાં) લગાડવામાં આવે છે. શું આ કિસ્સામાં રબરની શીટનું ફૂલવાનું દર્શાવે છે કે પાણી પાત્રની દીવાલો પર પણ દબાણ લગાડે છે ? ચાલો, તેની વધારે તપાસ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.10

પ્લાસ્ટિકની એક ખાલી બૉટલ અથવા એક નળાકાર પાત્ર લો. તમે ટેલકમ પાવડરનો ખાલી ડબ્બો કે સોફ્ટ ડ્રિંકની પ્લાસ્ટિકની બૉટલનો ઉપયોગ કરી શકો છો. બૉટલના તળિયા પાસે ચારેય દિશામાં ચાર છિદ્ર કરો. ધ્યાન રાખો કે આ છિદ્રો તળિયાથી સમાન ઊંચાઈ પર હોય (આકૃતિ 11.16). હવે બૉટલને પાણીથી ભરો. તમે શું અવલોકન કરો છો ?
શું છિદ્રોમાંથી નીકળતું પાણી બૉટલથી સમાન અંતરે પડે છે ? આ શું દર્શાવે છે ?

આકૃતિ 11.16 : *પ્રવાહી સરખી ઊંડાઈએ સરખું દબાણ લગાડે છે.*

હવે તમે કહી શકો કે, **પ્રવાહી પાત્રની દિવાલ પર દબાણ લગાડે છે ?**

શું વાયુઓ પણ દબાણ લગાડે છે ? શું તેઓ પણ જે પાત્રમાં ભર્યા હોય તેની દીવાલો પર દબાણ લગાડે છે ? ચાલો, આપણે શોધીએ.

પાણી (પૂરવઠો) પૂરું પાડતી પાઇપોના લીક થતાં જોડાણો કે છિદ્રોમાંથી મેં પાણીના ફુવારાઓ બહાર આવતા જોયા છે. શું તે પાણી દ્વારા પાઇપની દીવાલો પર લગાડવામાં આવતા દબાણને કારણે નથી ?

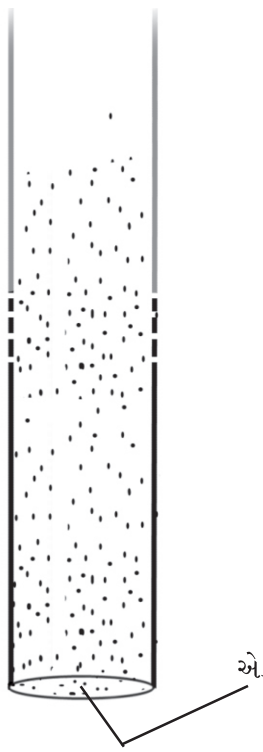
તમે જ્યારે, કોઈ ફુગ્ગાને ફુલાવો છો તો તેના મોંને કેમ બંધ કરવું પડે છે ? જો કોઈ ફુલાવેલા ફુગ્ગાના મોંને ખોલી દઈએ તો શું થાય છે ? માની લો, કે તમારી પાસે એક એવો ફુગ્ગો છે જેમાં કાણું (છિદ્ર) છે. શું તમે

તેને ફુલાવી શકશો ? જો નહિ, તો કેમ ? શું આપણે કહી શકીએ છીએ કે હવા બધી દિશાઓમાં બળ લગાડે છે ?

યાદ કરો, કે જો સાઈકલની ટ્યૂબમાં પંક્ચર પડે તો તેની અંદરની હવાનું શું થાય છે ? શું આ અવલોકનો સૂચવે છે, કે હવા કોઈ ફુલાવેલા ફુગ્ગા કે સાઈકલની ટ્યૂબની અંદરની દીવાલો (સપાટી) પર દબાણ લગાડે છે ? આમ, આપણે જોયું કે **વાયુઓ પણ જે પાત્રમાં ભર્યા હોય તેની દીવાલો પર દબાણ લગાડે છે.**

11.10 વાતાવરણનું દબાણ (Atmospheric Pressure)

આપણે જાણીએ છીએ કે, આપણી ચારેય બાજુ હવા છે. આ આવરણને **વાતાવરણ** કહે છે. વાતાવરણની હવા એ પૃથ્વીની સપાટીથી ઉપર ઘણા વધારે કિલોમીટરો સુધી ફેલાયેલી હોય છે. આ હવા વડે લાગતા દબાણને **વાતાવરણનું દબાણ** કહે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ લાગતા બળને દબાણ કહે છે. જો આપણે એકમ ક્ષેત્રફળની કલ્પના કરીએ, અને તેના પર એક હવાથી ભરેલો લાંબો નળાકાર ઊભેલો વિચારીએ, તો આ નળાકારમાં હવાનું વજન એ વાતાવરણના દબાણ જેટલું હશે (આકૃતિ 11.17).



આકૃતિ 11.17 : એકમ ક્ષેત્રફળના હવાના સ્તંભના વજનને વાતાવરણનું દબાણ કહે છે.

પરંતુ, વાતાવરણનું દબાણ કેટલું વધારે કે ઓછું હોય છે ? ચાલો, આપણે તેના મૂલ્ય વિશે ખ્યાલ મેળવીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.11

એક સારી ગુણવત્તાવાળા રબરનું એક ચૂસક (sucker) લો. તે એક રબરના નાના કપ જેવો દેખાય છે (આકૃતિ 11.18). તેને કોઈ લીસી સમતલ સપાટી પર જોરથી દબાવો. શું તે સપાટી સાથે ચોંટી જાય છે ? તેને ખેંચીને સપાટીથી ઉખેડવાનો પ્રયત્ન કરો. શું તમે આ કરી શકો છો ?

***આકૃતિ 11.18 :** સપાટી પર દબાવેલું રબરનું ચૂસક*

જ્યારે તમે ચૂસકને દબાવો છો ત્યારે કપ તથા સપાટી વચ્ચેની મોટા ભાગની હવા બહાર નીકળી જાય છે. ચૂસક પર વાતાવરણનું દબાણ લાગે છે. તેથી તે સપાટી સાથે ચોંટી જાય છે. ચૂસકને સપાટીથી ખેંચીને અલગ કરવા લાગુ પાડેલ બળ એટલું પૂરતું હોવું જોઈએ, જેથી તે વાતાવરણના દબાણને પાર કરી શકે. આ પ્રવૃત્તિથી કદાચ તમને વાતાવરણના દબાણના મૂલ્ય વિશે ખ્યાલ આવી ગયો હશે. વાસ્તવમાં, જો ચૂસક તથા સપાટી વચ્ચેથી બધી જ હવાને બહાર કાઢી નાખવામાં આવે તો કોઈ પણ

મનુષ્ય માટે ચૂસકને સપાટીથી ખેંચી અલગ કરવાનું શક્ય નહિ બને. શું આ પરથી તમે અનુમાન લગાવી શકો કે વાતાવરણનું દબાણ કેટલું વધારે હોય છે ?

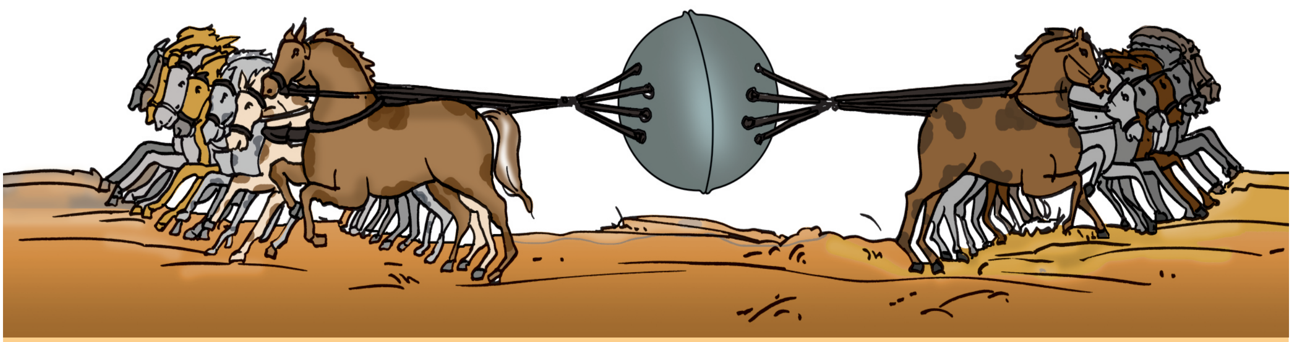
જો મારા માથાનું ક્ષેત્રફળ 15 cm x 15 cm હોય તો હું માથા પર હવાનું કેટલું વજન વહન કરું છું ?

એક 15 cm x 15 cm ક્ષેત્રફળ અને વાતાવરણની ઊંચાઈ (આકૃતિ 11.19) જેટલા સ્તંભમાં હવાનું વજન લગભગ 225 kg (2250N) દળના કોઈ પદાર્થના વજન જેટલું હોય છે. આ વજનની નીચે આપણે દબાઈને કચડાઈ કેમ નથી જતા ? એનું કારણ એ છે કે આપણા શરીરની અંદરનું દબાણ પણ વાતાવરણના દબાણ જેટલું હોય છે અને તે બહારના દબાણને નાબૂદ કરી દે છે.

આકૃતિ 11.19 : તમારા માથા પર વાતાવરણનું દબાણ

શું તમે જાણતા હતા ?

17 મી સદીમાં જર્મનીના એક વૈજ્ઞાનિક ઓટો વોન ગેરિકે પાત્રોમાંથી હવા બહાર કાઢવા માટેના એક પંપનો આવિષ્કાર કર્યો. આ પંપની મદદથી તેણે હવાના દબાણને લીધે લાગતા બળનું નાટકીય રીતે નિદર્શન કર્યું. તેણે ધાતુના બે પોલા અર્ધગોળાઓ લીધા. જેમાં દરેકનો વ્યાસ 51 cm હતો. આ અર્ધગોળાઓને એકસાથે જોડીને તેમના વચ્ચેની હવા કાઢી લેવામાં આવી. પછી, તેણે બંને અર્ધગોળાને એકબીજાની વિરુદ્ધ દિશામાં ખેંચી અલગ કરવા માટે આઠ-આઠ ઘોડાઓનો ઉપયોગ કર્યો (આકૃતિ 11.20). હવાના દબાણને કારણે લાગતું બળ એટલું બધું મોટું હતું કે આ ઘોડાઓ પણ આ અર્ધગોળાઓને અલગ ન કરી શક્યા.



આકૃતિ 11.20 : અર્ધગોળાઓને ખેંચતા ઘોડાઓ

પારિભાષિક શબ્દો

વાતાવરણનું દબાણ (Atmospheric Pressure)

સંપર્ક બળ (Contanct Force)

સ્થિત વિદ્યુતીય બળ (Electrostatic Force)

બળ (Force)

ઘર્ષણ (Friction)

ગુરુત્વાકર્ષી બળ (Gravitational Force)

ગુરુત્વ (Gravity)

ચુંબકીય બળ (Magnetic Force)

સ્નાયુ બળ (Mascular Force)

અસંપર્ક (બિનસંપર્ક) બળ (Non-contact Force)

દબાણ (Pressure)

ખેંચવું (Pull)

ધક્કો (Push)

તમે શું શીખ્યાં ?

- બળ એ ધક્કો કે ખેંચાણ હોઈ શકે.
- બળ બે પદાર્થો વચ્ચે થતી આંતરક્રિયાને કારણે ઉદ્ભવે છે.
- બળને મૂલ્ય ઉપરાંત દિશા હોય છે.
- પદાર્થની ઝડપ બદલાય કે તેની ગતિની દિશા બદલાય કે બંને બદલાય ત્યારે તેની ગતિની અવસ્થા બદલાય છે.
- પદાર્થ પર બળ લાગવાને કારણે તેની ગતિની અવસ્થા બદલાય છે કે તેનો આકાર બદલાય છે.
- પદાર્થ પર સંપર્કમાં આવીને કે સંપર્કમાં આવ્યા વગર બળ લાગી શકે.
- એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ લાગતા બળને દબાણ કહે છે.
- પ્રવાહીઓ અને વાયુઓ તેમના પાત્રની દિવાલો પર દબાણ લગાડે છે.
- આપણી આસપાસ રહેલી હવા વડે લાગતા દબાણને વાતાવરણનું દબાણ કહે છે.

સ્વાધ્યાય

1. એવી પરિસ્થિતિઓના બે ઉદાહરણ આપો કે જેમાં, તમે ધક્કો મારીને કે ખેંચીને પદાર્થોની ગતિની અવસ્થા બદલો છો.
2. એવી પરિસ્થિતિઓના બે ઉદાહરણ આપો કે, જેમાં લાગુ પાડેલાં બળના કારણે પદાર્થનો આકાર બદલાય છે.
3. નીચેના વાક્યોમાં ખાલી જગ્યા પૂરો :
   (a) કૂવામાંથી પાણી ખેંચવા માટે આપણે દોરડાં પર ______ લગાડવું પડે છે.
   (b) એક વિદ્યુતભારિત પદાર્થ વિદ્યુતભાર રહિત પદાર્થને પોતાની તરફ ______ છે.
   (c) સામાન ભરેલી ટ્રોલીને ગતિ કરાવવા માટે આપણે તેને ______ પડે.
   (d) એક ચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ બીજા ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવને ______ છે.

4. એક તીરંદાજ લક્ષ્ય તરફ નિશાન તાકવા માટે પોતાના ધનુષ્યની પણછને ખેંચે છે, પછી તે બાણ છોડે છે, જે લક્ષ્ય તરફ ગતિ શરૂ કરે છે. આ માહિતીને આધારે નીચેના શબ્દોનો ઉપયોગ કરીને નીચેના વિધાનોમાં ખાલી જગ્યા પૂરો :

(સ્નાયુ, સંપર્ક, બિનસંપર્ક, ગુરુત્વ, ઘર્ષણ, આકાર, આકર્ષણ)

(a) ધનુષ્યને ખેંચવા માટે તીરંદાજ બળ લગાડે છે જેના કારણે તેના ____________માં ફેરફાર થાય છે.

(b) ધનુષ્યને ખેંચવા માટે તીરંદાજ વડે લાગુ પાડેલ બળ એ ____________ બળનું ઉદાહરણ છે.

(c) બાણની ગતિની અવસ્થા બદલવા માટે જવાબદાર બળનો પ્રકાર, એ ____________ બળનું ઉદાહરણ છે.

(d) જ્યારે, બાણ લક્ષ્ય તરફ ગતિ કરતું હોય ત્યારે તેના પર લાગતા બળો ____________ ને કારણે અને હવાના ____________ ને કારણે હોય છે.

5. નીચેની પરિસ્થિતિઓમાં બળ લગાડનાર તથા જે વસ્તુ પર બળ લાગી રહ્યું હોય, તેને ઓળખો. દરેક પરિસ્થિતિમાં જે પ્રકારે બળની અસર દેખાય છે તે પણ બતાવો :

(a) રસ કાઢવા માટે લીંબુના ટુકડાઓને આંગળીઓ વડે દબાવવા.

(b) ટૂથપેસ્ટની ટ્યૂબમાંથી પેસ્ટ કાઢવી.

(c) દિવાલમાં જડેલા એક હૂકથી લટકાવેલ સ્પ્રિંગના બીજા છેડે લટકાવેલું વજન.

(d) ઊંચો કૂદકો લગાવતી વખતે એક ખેલાડી દ્વારા એક નિશ્ચિત ઊંચાઈનો (બાર) અવરોધ પાર કરવો.

6. એક ઓજાર બનાવતી વખતે કોઈ લુહાર લોખંડના ગરમ ટુકડાને હથોડો મારે છે, હથોડો મારવાને કારણે લાગતું બળ લોખંડના ટુકડાને કઈ રીતે અસર કરે છે ?

7. એક ફુલાવેલા ફુગ્ગાને સિન્થેટીક કાપડના એક ટુકડા વડે ઘસીને એક દીવાલ પર દબાવવામાં આવ્યો. એવું જોવા મળ્યું કે ફુગ્ગો દીવાલ સાથે ચોંટી જાય છે. દીવાલ અને ફુગ્ગા વચ્ચે થતા આકર્ષણ માટે કયું બળ જવાબદાર હશે ?

8. તમે તમારા હાથમાં પાણીથી ભરેલી એક પ્લાસ્ટિકની ડોલ જમીનથી ઉપર પકડી રાખેલી છે. ડોલ પર લાગતા બળોના નામ જણાવો. ડોલ પર લાગતા બળોને કારણે તેની ગતિની અવસ્થામાં કેમ ફેરફાર થતો નથી તેની ચર્ચા કરો.

9. કોઈ ઉપગ્રહને તેની કક્ષામાં તરતો મૂકવા માટે એક રોકેટને ઉપર તરફ પ્રક્ષિપ્ત કરવામાં આવ્યું. પ્રક્ષેપણ સ્થાન (લોન્ચ પેડ) પરથી છોડવાના તરત જ બાદ રોકેટ પર લાગતા બે બળોના નામ જણાવો.

10. જ્યારે પાણીમાં ડૂબાડેલી નોઝલવાળા ડ્રૉપરના ફુલેલા ભાગને દબાવવામાં આવે છે ત્યારે ડ્રૉપરમાં રહેલી હવા પરપોટા રૂપે બહાર નીકળતી જોવા મળે છે. જ્યારે ફુલેલાં ભાગ પરથી લગાડેલું દબાણ દૂર કરવામાં આવે છે ત્યારે ડ્રૉપરમાં પાણી ભરાય છે. ડ્રૉપરમાં પાણી ચઢવાનું કારણ .... છે.

(અ) પાણીનું દબાણ

(બ) પૃથ્વીનું ગુરુત્વ

(ક) રબરના બલ્બનો આકાર

(ડ) વાતાવરણનું દબાણ

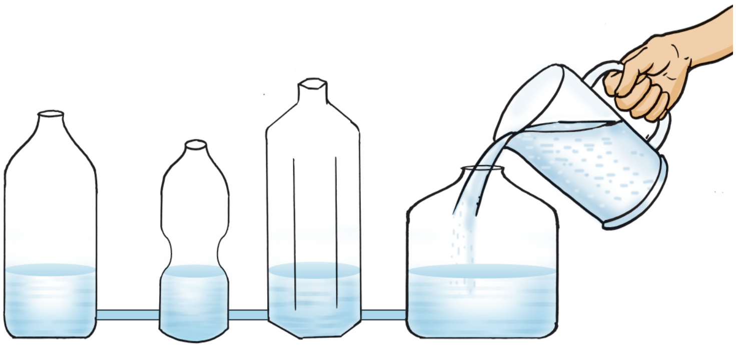
વિસ્તૃત અભ્યાસ માટેની પ્રવૃત્તિઓ અને પ્રૉજેક્ટસ

1. સૂકી રેતીનો લગભગ 10 cm જાડાઈનો તથા 50 cm x 50 cm ક્ષેત્રફળવાળો એક ક્યારો બનાવો. નિશ્ચિત કરો, કે તેની ઉપરની સપાટી સમતલ રહે. લાકડાનું કે પ્લાસ્ટિકનું એક ટેબલ લો. આલેખપત્ર (ગ્રાફ પેપર)ની 1 cm જાડાઈની બે પટ્ટીઓ કાપો. ટેબલના કોઈપણ પાયા પર એક પટ્ટીને તેના તળિયે અને બીજી પટ્ટીને ઉપરની બાજુ ચોંટાડો. હવે ટેબલને ધીમેથી રેતના ક્યારા પર એવી રીતે મૂકો કે તેના પાયાઓ રેત પર રહે. જો જરૂર હોય તો રેતના ક્યારાની સાઈઝ વધારી દો. હવે ટેબલની સીટ પર એક વજન, જેમ કે ચોપડીઓથી ભરેલી બૅગ મૂકો. આલેખપત્રની પટ્ટી પર રેતીનાં સ્તરનું નિશાન બનાવો. આના પરથી તમને એ ખબર પડશે કે ટેબલનો પાયો રેતીમાં કેટલી ઊંડાઈ સુધી ખૂંપેલો (ડૂબેલો) છે. હવે ટેબલને ઉલટાવી દો, જેથી તેની સીટ રેતનાં ક્યારા પર રહે. ટેબલ હવે કેટલી ઊંડાઈ સુધી ખૂંપે (ડૂબે) છે તે નોંધો. હવે, ફરીથી એટલાં જ વજનને ટેબલ પર રાખો જે તમે પહેલી વાર રાખ્યો હતો. નોંધો કે ટેબલ કેટલી ઊંડાઈ સુધી રેતીમાં ખૂંપે છે. બંને પરિસ્થિતિઓમાં ટેબલ દ્વારા લાગતા દબાણની સરખામણી કરો.

2. એક કાચનો ગ્લાસ લો, અને તેને પાણીથી ભરો. હવે ગ્લાસના મોંઢાને પોસ્ટકાર્ડ જેવા એક જાડા કાર્ડથી ઢાંકો. એક હાથથી ગ્લાસને પકડો અને બીજા હાથથી કાર્ડને તેના મોઢા પર દબાવીને રાખો. કાર્ડને હાથથી દબાવી રાખીને ગ્લાસને ઉલટાવો, નિશ્ચિત કરો કે ગ્લાસ ઉર્ધ્વ રહે. કાર્ડ ઉપર રાખેલા હાથને ધીરેથી હટાવો. તમે શું અવલોકન કરો છો ? શું કાર્ડ નીચે પડે છે અને પાણી ઢોળાઈ જાય છે ? થોડી પ્રૅક્ટિસ પછી તમે જોશો કે કાર્ડને ટેકો આપેલા હાથ હટાવી દીધા પછી પણ કાર્ડ પડતું નથી અને તે પાણીને ગ્લાસમાં રોકી રાખે છે. આ પ્રવૃત્તિને કાર્ડના સ્થાને કાપડનો ટુકડો લઈને કરવાનો પ્રયત્ન કરો.

આકૃતિ : 11.21

3. જુદા - જુદા કદ અને આકારની 4થી 5 પ્લાસ્ટિકની બૉટલો લો. આકૃતિ 11.22માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેમને કાચ અથવા રબરની ટ્યૂબના નાના ટુકડાઓ વડે જોડો. આ વ્યવસ્થા(ગોઠવણ)ને એક સમતલ સપાટી પર રાખો. હવે કોઈપણ એક બૉટલમાં પાણી રેડો. જુઓ કે જે બૉટલમાં પાણી રેડ્યું હતું તે પહેલી ભરાય છે કે બધી જ બૉટલો એકસાથે ભરાય છે. બધી બૉટલોમાં પાણીના સ્તરને થોડા થોડા સમયે નોંધો. તમારા અવલોકનોને સમજાવવાનો પ્રયત્ન કરો.



આકૃતિ : 11.22

બળ અને દબાણ વિશે વધારે માહિતી માટે નીચેની website ની સહાયતા લો.

- www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/class/newtlauws/u2l2a.html
- www.hatesville.k12.in.us/physics/phyNet/Mechanics/Newton2/Pressure.html
- kids.earth.nasa.gov/archive/air_pressure/

પ્રકરણ

12 ઘર્ષણ (Friction)

તમે ટ્રાફિક સિગ્નલ પાસે કાર કે ટ્રકના ડ્રાઇવરને વાહનને ધીમું પાડતા જોયા હશે. તમે પણ તમારી સાઈકલને જરૂર પડ્યે બ્રેક લગાડીને ધીમી પાડો છો. તમે ક્યારેય એવું વિચાર્યું છે કે બ્રેક મારવાથી વાહન શા માટે ધીમું પડે છે ? માત્ર વાહનો જ નહિ, પણ કોઈ પણ વસ્તુ જ્યારે બીજી વસ્તુની સપાટી પર ગતિ કરતી હોય ત્યારે બાહ્ય બળ લગાડ્યા વગર ધીમી પડે છે અને અંતે સ્થિર થઈ જાય છે. શું તમે જમીન પર ગતિ કરતા દડાને થોડા સમય પછી સ્થિર થઈ જતા જોયો નથી ? કેળાંની છાલ પર પગ પડતાં જ આપણે શા માટે લપસી જઈએ છીએ ? (આકૃતિ 12.1) કોઈ લીસા અને ભીના ભોંયતળિયા પર ચાલવું શા માટે મુશ્કેલ છે ?

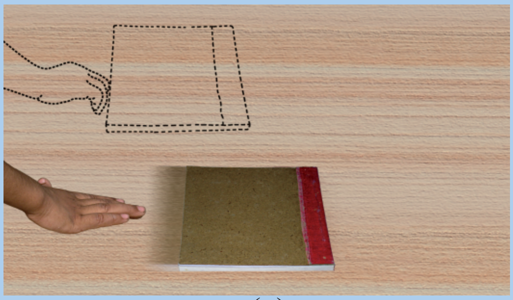
આકૃતિ 12.1 : કેળાંની છાલ પર પગ આવતાં છોકરો લપસીને પડી જાય છે.

આ પ્રકરણમાંથી તમે આવા પ્રશ્નોના જવાબો શોધી શકશો.

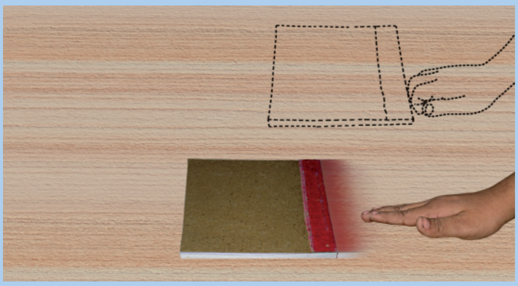
12.1 ઘર્ષણ બળ (Force of Friction)

પ્રવૃત્તિ 12.1

ટેબલ પર પડેલાં પુસ્તકને ધીમેથી ધક્કો મારો [આકૃતિ 12.2 (a)]. તમે જોશો કે તે થોડું અંતર કાપીને સ્થિર થઈ જાય છે. હવે પુસ્તકને વિરુદ્ધ દિશામાંથી ધક્કો મારીને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો [આકૃતિ 12.2 (b)]. શું પુસ્તક આ વખતે પણ સ્થિર થઈ જાય છે ? શું તમે એવું શા માટે બને છે તે વિચારી શકો છો ? શું આપણે કહી શકીએ કે પુસ્તકની ગતિનો વિરોધ કરવા માટે તેના પર કોઈ બળ લાગતું હોવું જોઈએ ? આ બળને ઘર્ષણ બળ કહે છે.



(a)



(b)

આકૃતિ 12.2 (a), (b) : ઘર્ષણ પુસ્તક અને સપાટી વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિનો વિરોધ કરે છે.

તમે જોયું કે જો તમે ડાબી બાજુએ બળ લગાડો છો ત્યારે ઘર્ષણ બળ જમણી બાજુએ લાગે છે. જો તમે જમણી બાજુએ બળ લગાડો છો ત્યારે ઘર્ષણ બળ ડાબી બાજુએ લાગે છે. બંને કિસ્સાઓમાં ઘર્ષણ બળ પુસ્તકની ગતિનો વિરોધ કરે છે. ઘર્ષણ બળ હંમેશાં લગાડેલાં બળનો વિરોધ કરે છે.

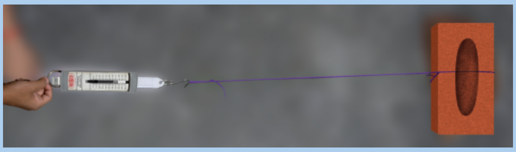
ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં ઘર્ષણ બળ પુસ્તકની સપાટી અને ટેબલની સપાટી વચ્ચે લાગે છે.

શું ઘર્ષણ બધી જ સપાટીઓ માટે સરખું હોય છે ? શું તે સપાટીઓના લીસાપણા પર આધાર રાખે છે ? ચાલો આપણે જોઈએ.

12.2 ઘર્ષણ પર અસર કરતા પરિબળો (Factors Affecting Friction)

પ્રવૃત્તિ 12.2

કોઈ ઈંટની ફરતે એક દોરી બાંધો (વીંટાળો). સ્પ્રિંગકાંટાની મદદથી ઈંટને ખેંચો (આકૃતિ 12.3). આ માટે તમારે બળ લગાડવું પડશે. જ્યારે ઈંટ ગતિ કરવાની શરૂઆત કરે ત્યારે સ્પ્રિંગકાંટા પરનું અવલોકન નોંધો. તે તમને ઈંટની સપાટી અને ભોંયતળિયા વચ્ચે લાગતા ઘર્ષણ બળનું મૂલ્ય આપે છે.



આકૃતિ 12.3 : *સ્પ્રિંગકાંટા વડે ઈંટ ખેંચાય છે.*

હવે, ઈંટ પર પોલિથીનનો ટુકડો લપેટો (વીંટાળો) અને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. શું તમે ઉપરની બંને પ્રવૃત્તિઓમાં સ્પ્રિંગકાંટાનાં અવલોકનોમાં તફાવત જોઈ શકો છો ? આ તફાવત માટેનું કારણ શું હોઈ શકે ? હવે ઈંટની ફરતે શણનો ટુકડો વીંટાળીને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. તમે શું અવલોકન કરો છો ?

સ્પ્રિંગકાંટો (Spring Balance)

સ્પ્રિંગકાંટો એ વસ્તુ પર લાગતા બળનું માપન કરતું સાધન છે. તે એક સ્પ્રિંગ કોઈલ(ગૂંચળું)નું બનેલું હોય છે, જે તેના પર બળ લગાડવાથી ખેંચાય છે. સ્પ્રિંગનું ખેંચાણ અંકિત કરેલા માપક્રમ પર સરકતા દર્શક દ્વારા માપી શકાય છે. માપક્રમનું અવલોકન એ બળનું મૂલ્ય આપે છે.

પ્રવૃત્તિ 12.3

લીસા ભોંયતળિયા પર કે ટેબલ પર એક ઢાળ બનાવો. આ માટે તમે ઈંટ કે પુસ્તકોના ટેકે રાખેલા લાકડાના પાટિયાનો ઉપયોગ કરી શકો [આકૃતિ 12.4 (a)]. ઢાળ પર પેન વડે કોઈ બિંદુ A પર નિશાની કરો. હવે એક પેન્સિલ

સેલને બિંદુ Aથી નીચે ગતિ કરવા દો. સ્થિર થતાં પહેલાં તે ટેબલ પર કેટલી દૂર જાય છે ? તે અંતર નોંધો. હવે ટેબલ પર કાપડનો ટુકડો ફેલાવીને મૂકો. કાપડ પર કરચલી ન રહે તેનું ધ્યાન રાખો. ફરીથી આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો [આકૃતિ 12.4 (b)].

(a)

(b)

આકૃતિ 12.4 : પેન્સિલ સેલ જુદી-જુદી સપાટીઓ પર જુદું જુદું અંતર કાપે છે.

ટેબલ પર રેતીનું પાતળું સ્તર લગાવીને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. આ સમગ્ર પ્રવૃત્તિ દરમિયાન ઢાળ એકસરખો રાખો.

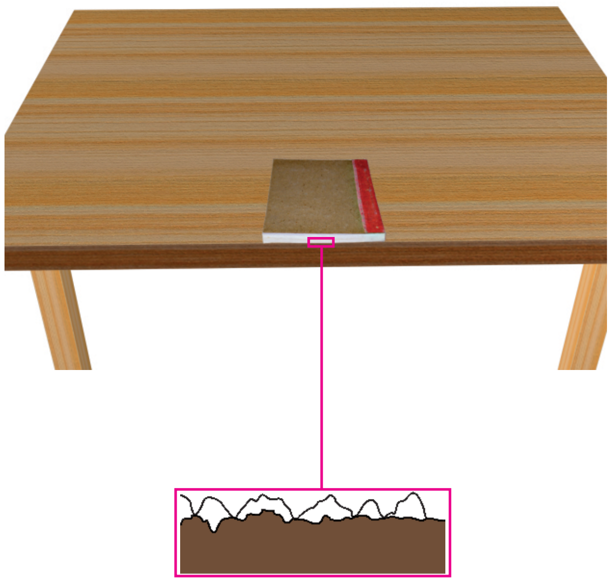
કયા કિસ્સામાં કપાયેલું અંતર ઓછામાં ઓછું છે ? દરેક વખતે પેન્સિલ સેલ દ્વારા કપાયેલું અંતર જુદું જુદું શા માટે છે ? આ માટેનું કારણ જાણવાનો પ્રયત્ન કરો. પરિણામની ચર્ચા કરો.

શું પેન્સિલ સેલ દ્વારા કપાયેલું અંતર એ સેલ જે સપાટી પર ગતિ કરે છે, તેના પ્રકાર પર આધાર રાખે છે ?

શું, સેલની સપાટીનું લીસાપણું પણ સેલ દ્વારા કપાયેલા અંતર પર અસર કરે છે ?

હું પેન્સિલ સેલ પર કાચપેપર વીંટાળીને આ પ્રવૃત્તિ કરવાનો પ્રયત્ન કરીશ.

ઘર્ષણનું કારણ સંપર્કમાં રહેલી બે સપાટીઓનું ખરબચડાપણું છે. લીસી લાગતી સપાટીઓ પર પણ મોટા પ્રમાણમાં આવી સૂક્ષ્મ અનિયમિતતાઓ હોય છે (આકૃતિ 12.5). બે સપાટીઓ પર રહેલી અનિયમિતતાઓ (ખરબચડાપણું) એકબીજામાં ભરાઈ જાય છે. જ્યારે આપણે કોઈ સપાટીને ખસેડવાનો (ગતિ કરાવવાનો) પ્રયત્ન કરીએ છીએ ત્યારે આપણે આ જોડાણ (interlocking) વિરુદ્ધ બળ લગાડવું પડે છે. ખરબચડી સપાટીઓ પર વધારે પ્રમાણમાં અનિયમિતતાઓ (ખાંચાઓ) હોય છે. તેથી જો સપાટી ખરબચડી હોય તો ઘર્ષણ બળ વધારે હોય છે.



આકૃતિ 12.5 : સપાટીની અનિયમિતતા