પ્રકરણ

9 ઘર્ષણ (Friction)

HA29HP

તમે ટ્રાફિક સિગ્નલ પાસે કાર કે ટ્રકના ડ્રાઈવરને વાહન ધીમું પાડતા જોયા હશે. તમે પણ તમારી સાઈકલને જરૂર પડ્યે બ્રેક લગાડીને ધીમી પાડો છો. શું તમે ક્યારેય એવું વિચાર્યું છે કે બ્રેક મારવાથી વાહન શા માટે ધીમું પડે છે ? માત્ર વાહનો જ નહિ, કોઈ પણ વસ્તુ જ્યારે બીજી વસ્તુની સપાટી પર ગતિ કરતી હોય ત્યારે તેની પર બાહ્ય બળ લગાડ્યા વગર ધીમી પડે છે. 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 9.1) ? કોઈ લીસા અને ભીના ભોંયતળિયા પર ચાલવું શા માટે મુશ્કેલ છે ?

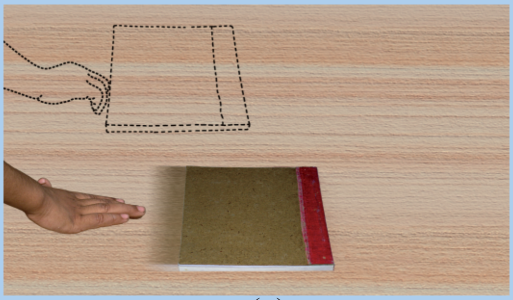
આકૃતિ 9.1 : કેળાંની છાલ પર પગ આવતાં છોકરો લપસીને પડી જાય છે.

તમને આ પ્રકરણમાં આવા પ્રશ્નોના જવાબો મળશે.

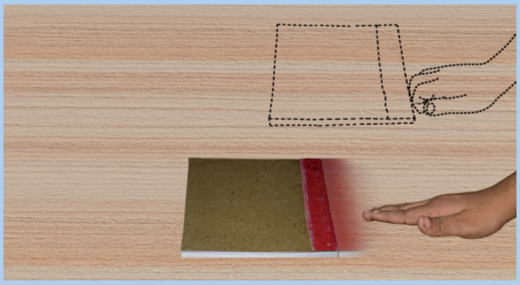
9.1 ઘર્ષણ બળ (Force of Friction)

પ્રવૃત્તિ 9.1

ટેબલ પર પડેલાં પુસ્તકને ધીમેથી ધક્કો મારો [આકૃતિ 9.2 (a)]. તમે અવલોકન કરશો કે તે થોડું અંતર કાપીને સ્થિર થઈ જાય છે. હવે પુસ્તકને વિરુદ્ધ દિશામાંથી ધક્કો મારીને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો [આકૃતિ 9.2 (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 9.2 (a), (b) : ઘર્ષણ પુસ્તક અને સપાટી વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિનો વિરોધ કરે છે.

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

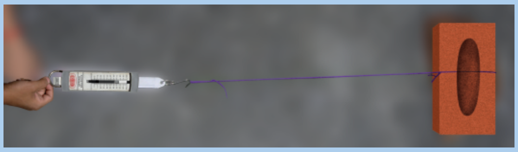
ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં ઘર્ષણ બળ પુસ્તકની સપાટી અને ટેબલની સપાટી વચ્ચે લાગે છે.

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

9.2 ઘર્ષણ પર અસર કરતાં પરિબળો (Factors Affecting Friction)

પ્રવૃત્તિ 9.2

કોઈ ઈંટની ફરતે એક દોરી બાંધો. સ્પ્રિંગકાંટાની મદદથી ઈંટને ખેંચો (આકૃતિ 9.3). આ માટે તમારે થોડું 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 9.3 : સ્પ્રિંગકાંટા વડે ઈંટ ખેંચાય છે.

હવે, ઈંટ પર પોલિથીનનો ટુકડો વીંટાળો અને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. શું તમે ઉપરના બંને કિસ્સાઓમાં 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 ?

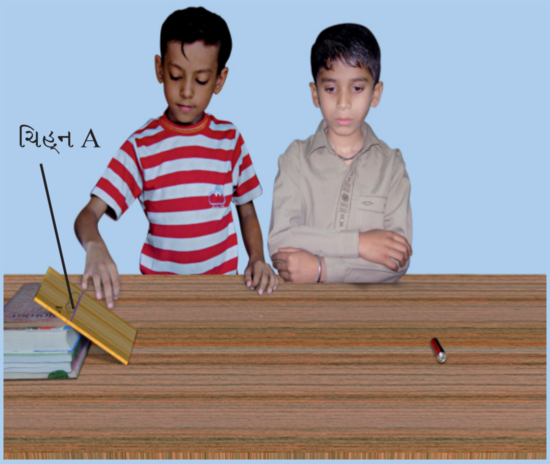
સ્પ્રિંગકાંટો (Spring Balance)

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 9.3

લીસા ભોંયતળિયા પર કે ટેબલ પર એક ઢાળ બનાવો. આ માટે તમે ઈંટ કે પુસ્તકોના ટેકે રાખેલા લાકડાના પાટિયાનો ઉપયોગ કરી શકો [આકૃતિ 9.4 (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 9.4 (b)].



(a)

(b)

આકૃતિ 9.4 : *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 જાળવી રાખો.

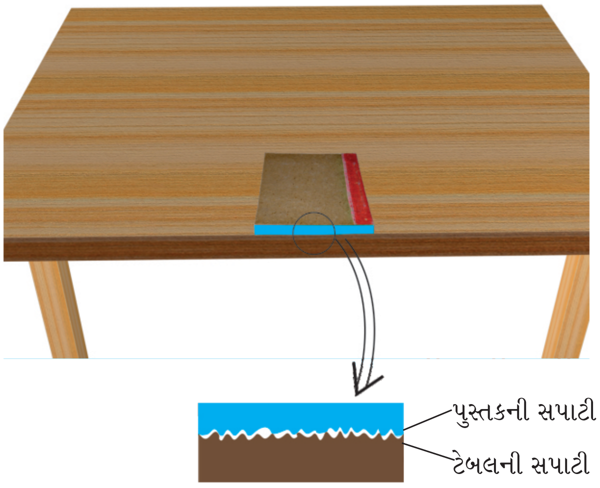
કયા કિસ્સામાં કપાયેલું અંતર ઓછામાં ઓછું છે ? દરેક વખતે પેન્સિલ સેલ દ્વારા કપાયેલું અંતર જુદું જુદું શા માટે છે ? આ માટેનું કારણ જાણવાનો પ્રયત્ન કરો. પરિણામની ચર્ચા કરો.

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 9.5). 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) દૂર કરવા માટે 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 9.5 : *સપાટીની અનિયમિતતા*

આપણે જોયું છે કે બે સપાટીઓના ખરબચડા ભાગોના જોડાણ(interlocking)ને કારણે ઘર્ષણ લાગે છે. તે સ્પષ્ટ છે કે બે સપાટીઓને બળપૂર્વક દબાવવામાં આવે તો ઘર્ષણ બળ વધશે. જ્યારે સાદડી પર કોઈ વ્યક્તિ બેઠેલો ન હોય ત્યારે અને બેઠેલો હોય ત્યારે સાદડી (ચટાઇ) ને ખેંચવાથી તમે આ અનુભવ કરી શકો છો.

આકૃતિ 9.6 : *બૉક્સને ગતિમાન રાખવા માટે સતત બળ લગાડવું પડે છે.*

તમારા એ અનુભવને યાદ કરો કે જેમાં, તમે કોઈ ભારે બૉક્સને એક જગ્યાથી બીજી જગ્યાએ ખસેડ્યું હતું (આકૃતિ 9.6). જો તમને આ પ્રકારનો કોઈ અનુભવ ન હોય તો હવે આ પ્રકારનો અનુભવ કરો. તમને શું સરળ લાગે છે - બૉક્સને સ્થિર સ્થિતિમાંથી ગતિમાં લાવવું કે ગતિમાન બૉક્સને તે જ દિશામાં ગતિ ચાલુ રખાવવી ?

પદાર્થને સ્થિર સ્થિતિમાંથી ગતિમાં લાવવા માટે જરૂરી બળ એ સ્થિત ઘર્ષણ (static friction) બળનું માપ છે. આનાથી વિપરિત, જ્યારે પદાર્થની અચળ ઝડપથી ગતિ ચાલુ રાખવા માટે જરૂરી બળ એ સરકતા (ગતિક) ઘર્ષણ(sliding friction)નું માપ છે.

જ્યારે બૉક્સ સરકવાનું શરૂ કરે ત્યારે, તેની સપાટી પરના સંપર્ક બિંદુઓને ભોંયતળિયાની સપાટીના સંપર્ક બિંદુઓમાં ઘૂસી જવા માટે પૂરતો સમય મળતો નથી. તેથી સરકતું ઘર્ષણ એ સ્થિત ઘર્ષણ કરતાં ઓછું હોય છે. તેથી, તમારા માટે પદાર્થને સ્થિર સ્થિતિમાંથી ગતિમાં લાવવા કરતાં, ગતિમાન પદાર્થની ગતિ ચાલુ રાખવી સરળ છે.

9.3 ઘર્ષણ : એક જરૂરી દૂષણ (Friction : A Necessary Evil)

હવે, તમારા કેટલાક અનુભવો યાદ કરો. કોઈ કાચનો ગ્લાસ કે કુલડી (માટીનો ઘડો)એ બેમાંથી કોને પકડી રાખવું સરળ છે ? ધારો કે કાચના ગ્લાસની બહારની દીવાલ ચીકણી છે અથવા તેના પર રાંધવાના તેલનું સ્તર લાગેલું છે. હવે તેને પકડવું સરળ બનશે કે મુશ્કેલ બનશે ? જરા વિચારો : જો ઘર્ષણ ન હોય તો કાચના ગ્લાસને પકડી રાખવું શક્ય બનશે ?

એ પણ યાદ કરો કે, ભીના, કાદવવાળા રસ્તા પર કે આરસ(માર્બલ)ના ભીના ભોંયતળિયા પર ચાલવું કેટલું મુશ્કેલ છે ? જો કોઈ જ ઘર્ષણ ન હોય તો શું તમે ચાલી શકવાની કલ્પના કરી શકો છો ?

જો ઘર્ષણ ન હોય તો, તમે પેન કે પેન્સિલથી લખી શકતા નથી. જ્યારે તમારા શિક્ષક બ્લૅકબૉર્ડ પર ચૉકથી લખે છે ત્યારે, તેની ખરબચડી સપાટી ચૉકના થોડા કણોને

આકૃતિ 9.7 : *ઘર્ષણને કારણે દીવાલમાં ખીલી ઠોકી શકાય છે.*

ઉતારી દે છે. જે બ્લૅકબૉર્ડ પર ચોંટી જાય છે. જો ચૉક અને બૉર્ડ વચ્ચે ઘર્ષણ ન હોત તો આવું બની શકત ?

જો કોઈ જ ઘર્ષણ ન હોય તો કોઈ વસ્તુ ગતિ શરૂ કરે છે તો તે ક્યારેય રોકાશે નહિ. જો રસ્તા અને વાહનોના ટાયરોની વચ્ચે ઘર્ષણ ન હોય તો તે વાહનોની ના તો ગતિ શરૂ થઈ શકે, ના તો તેમને રોકી શકાય અને ના તો તેમની ગતિની દિશામાં ફેરફાર કરી શકાય. દીવાલમાં ખીલી ન ઠોકી શકાય (આકૃતિ 9.7), કે ટાઈમાં ગાંઠ ન બાંધી શકાય. ઘર્ષણ વગર કોઈ ઈમારત ન બાંધી શકાય.

આકૃતિ 9.8 : *ઘર્ષણને કારણે બૂટ-ચંપલના તળિયા ઘસાઈ જાય છે.*

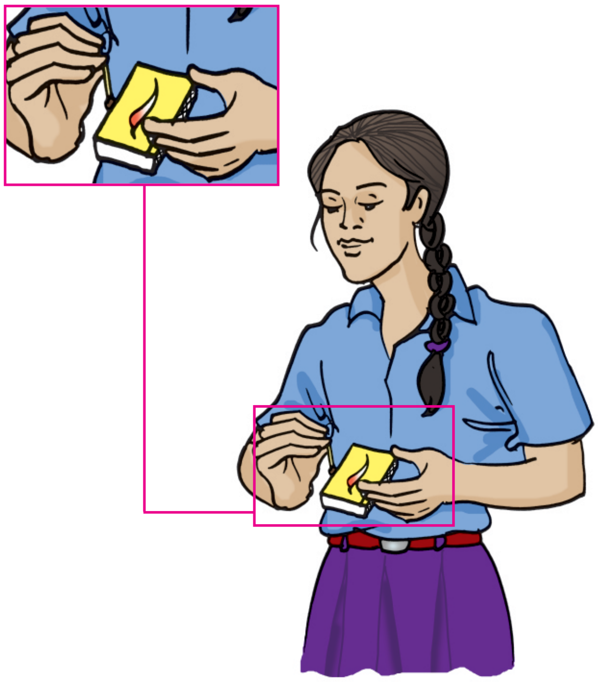
આનાથી વિપરિત, ઘર્ષણ હાનિકારક પણ છે. ઘર્ષણને કારણે વસ્તુઓ ઘસાઈ જાય છે, પછી ભલે તે સ્ક્રૂ, બૉલબેરિંગ કે બૂટ-ચંપલના તળિયા (સોલ - sole) કેમ ન હોય (આકૃતિ 9.8). તમે રેલવે સ્ટેશનો પર ચાલવાના ઓવરબ્રિજ પર ઘસાયેલા પગથિયાં જોયાં જ હશે.

ઘર્ષણથી ઉષ્મા પણ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે. થોડી મિનિટો સુધી પોતાની હથેળીઓને જોરજોરથી એકબીજા સાથે ઘસો (આકૃતિ 9.9). તમે કેવો અનુભવ કરો છો ? જ્યારે તમે માચીસની દીવાસળીને કોઈ ખરબચડી સપાટી પર ઘસો છો ત્યારે તે આગ પકડી લે છે (આકૃતિ 9.10).

તમે એ જોયું હશે કે મીક્ષરને થોડી મિનિટ ચલાવવાને લીધે તેનું જાર (Jar) ગરમ થઈ જાય છે. તમે

આકૃતિ 9.9 : *હથેળીઓ ઘસવાથી તમે ગરમીનો અનુભવ કરો છો.*

એવા ઘણા ઉદાહરણો આપી શકો છો, જેમાં ઘર્ષણ દ્વારા ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે. હકીકતમાં, જ્યારે આપણે કોઈ



આકૃતિ 9.10 : *ઘર્ષણને કારણે માચીસની દીવાસળીને ઘસવાથી આગ ઉત્પન્ન થાય છે.*

મશીનનો ઉપયોગ કરીએ છીએ ત્યારે, ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માને કારણે ઊર્જાનો ઘણો વ્યય થાય છે. હવે પછીના વિભાગમાં આપણે ઘર્ષણ ઓછું કરવાના ઉપાયો વિશે ચર્ચા કરીશું.

9.4 ઘર્ષણનું વધારવું અને ઘટાડવું (Increasing and Reducing Friction)

અગાઉના વિભાગમાં તમે જોયું કે અમુક પરિસ્થિતિઓમાં ઘર્ષણ ઈચ્છનીય હોય છે.

શું તમે ક્યારેય એ વિચાર્યું છે, કે તમારા બૂટ-ચંપલના સોલ ખાંચાવાળા કેમ હોય છે [આકૃતિ 9.11 (a)] ? બૂટ-ચંપલની ભોંયતળિયા સાથે વધારે સારી રીતે પકડ રહે તે માટે આમ કરવામાં આવે છે. જેથી તમે સલામત રીતે ચાલી શકો છે. તે જ રીતે કાર, ટ્રક અને બુલડોઝરના ટાયરો પણ ખાંચાવાળા હોય છે જેનાથી રસ્તા સાથે તેમની પકડ વધુ સારી રહે છે.

(a) (b)

આકૃતિ 9.11 : (a) બૂટ-ચંપલના સોલ (b) ઘર્ષણ વધારવા માટે ટાયરની સપાટી ખાંચાવાળી બનાવવામાં આવે છે.

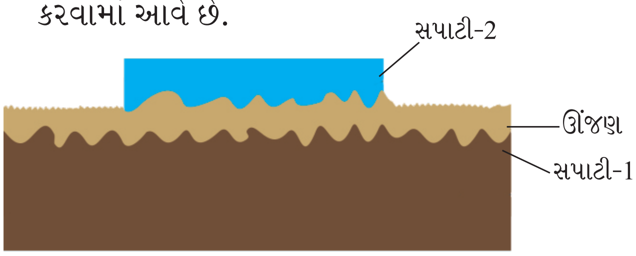
વાહનો અને સાઈકલોની બ્રેક પ્રણાલી(Brake System)માં બ્રેક પેડ (Brake Pads) નો ઉપયોગ કરીને આપણે જાણી જોઈને ઘર્ષણમાં વધારો કરીએ છીએ. જ્યારે તમે સાઇકલ ચલાવો છો તો તેના બ્રેક પેડ પૈડાંને સ્પર્શ કરતા નથી. પરંતુ, જ્યારે તમે બ્રેક લીવરને દબાવો છો ત્યારે આ પેડ ઘર્ષણને કારણે પૈડાંની કોર(Rim)ની ગતિને રોકી દે છે. અને પૈડું ગતિ કરવાનું બંધ કરી દે છે. તમે એ જોયું હશે કે કબડ્ડીના ખેલાડીઓ પોતાના વિરોધીઓ (opponents)ને વધારે સારી રીતે પકડી શકે તે માટે પોતાના હાથ પર માટી ઘસે છે. કસરતબાજ (Gymnasts) પોતાના હાથ પર કોઈ બરછટ પદાર્થ લગાવી દે છે જેથી ઘર્ષણમાં વધારો કરીને સારી પકડ બનાવી શકે.

અમુક પરિસ્થિતિઓમાં જો કે, ઘર્ષણ અનિચ્છનીય હોય છે. આથી, આપણે તેને ઓછું કરવા ઈચ્છીએ છીએ.

કેરમબૉર્ડ પર તમે બારીક પાવડર કેમ છાંટો છો (આકૃતિ 9.12) ? તમે કદાચ નોંધ્યું હશે કે જ્યારે તમે દરવાજાના મિજાગરામાં તેલનાં થોડાં ટીપાં નાંખો છો ત્યારે દરવાજો સરળતાથી હલનચલન કરે છે. સાઇકલ તથા મોટરના કારીગરો આ મશીનોના ગતિશીલ ભાગોની વચ્ચે ગ્રીસ લગાડે છે. ઉપરના બધા કિસ્સાઓમાં આપણે કાર્યક્ષમતા વધારવા માટે ઘર્ષણને ઓછું કરીએ છીએ. જ્યારે તેલ, ગ્રીસ કે ગ્રૅફાઇટને મશીનના ગતિશીલ

આકૃતિ 9.12 : ઘર્ષણ ઘટાડવા માટે કેરમબૉર્ડ પર પાવડર છાંટવામાં આવે છે.

ભાગ વચ્ચે લગાડવામાં આવે છે, ત્યારે ત્યાં એક પાતળું સ્તર બને છે અને ગતિશીલ સપાટીઓ સીધી એકબીજા સાથે ઘસાતી નથી (આકૃતિ 9.13). આ રીતે અનિયમિતતાઓ (ખરબચડાપણાં)નું એકબીજા સાથેનું જોડાણ (interlocking) મોટા પ્રમાણમાં દૂર થઈ જાય છે અને હલનચલન (movement) સરળ બની જાય છે. ઘર્ષણ ઓછું કરતા પદાર્થોને **ઊંજણ (lubricants)** કહે છે. કોઈ મશીનોમાં ઊંજણ તરીકે તેલનો ઉપયોગ ન કરવાની સલાહ આપવામાં આવે છે. ત્યાં ઘર્ષણ ઓછું કરવા માટે ગતિશીલ ભાગો વચ્ચે હવાના સ્તરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 9.13 : ઊંજણની ક્રિયા (અસર)

શું આપણે સપાટીઓ પર પૉલિશ કરીને કે વધારે માત્રામાં ઊંજણનો ઉપયોગ કરીને ઘર્ષણને ઘટાડીને શૂન્ય કરી શકીએ છીએ ?

ઘર્ષણ ક્યારેય સંપૂર્ણપણે દૂર કરી શકાતું નથી. કોઈ પણ સપાટી સંપૂર્ણ લીસી નથી હોતી, તેમાં થોડી અનિયમિતતાઓ (ખાંચાઓ) હંમેશાં હોય છે.

9.5 પૈડાં ઘર્ષણ ઘટાડે છે (Wheels Reduce Friction)

તમે સૂટકેસ (attaches) અને અન્ય ભારે સામાન સાથે પૈડાં (rollers) લગાડેલા જોયા હશે. આવા સામાનને કોઈ નાનું બાળક પણ આસાનીથી ખેંચી શકે છે (આકૃતિ 9.14). આવું કેમ થાય છે ? ચાલો, આપણે જોઈએ.

આકૃતિ 9.14 : *ગબડવાથી ઘર્ષણ ઘટે છે.*

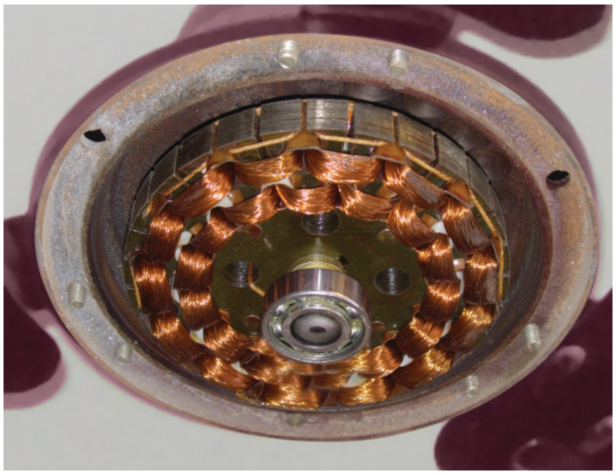
પ્રવૃત્તિ 9.4

નળાકાર આકારની થોડી પેન્સિલ લો. તેમને ટેબલ પર એકબીજાને સમાંતર મૂકો. તેમના ઉપર કોઈ જાડું પુસ્તક મૂકો. હવે પુસ્તકને ધક્કો મારો. તમે જોશો કે પુસ્તક ગતિમાં આવવાથી બધી જ પેન્સિલ ગબડે છે. શું તમે એવો અનુભવ કરો છો કે પુસ્તકને સરકાવવા કરતાં આવી રીતે ગતિ કરાવવાનું સરળ છે? શું તમને લાગે છે કે પુસ્તકની ગતિ દરમિયાન અવરોધ ઓછો થઈ ગયો છે? શું તમે ભારે મશીનોને તેમની નીચે લાકડાનો નળાકાર (log) રાખીને એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન સુધી લઈ જતા જોયા છે ?

આકૃતિ 9.15 : *નળાકાર (રોલર્સ) પર પુસ્તકની ગતિ*

જ્યારે, એક વસ્તુ કોઈ બીજી વસ્તુની સપાટી પર ગબડે છે ત્યારે, તેની ગતિને અવરોધતા બળને **લોટણ ઘર્ષણ** (rolling friction) કહે છે. ગબડવાની ક્રિયા એ ઘર્ષણ ઘટાડી દે છે. કોઈ વસ્તુને બીજી વસ્તુ પર સરકાવવા કરતા ગબડાવવી હંમેશાં સરળ હોય છે. આ જ કારણ છે, કે પૈડાં લગાવેલા સામાન ખેંચવા સગવડભર્યા હોય છે. શું હવે, તમે એ સમજી શકો છો કે પૈડાંના આવિષ્કારને માનવજાતિની મહાન શોધોમાં કેમ ગણવામાં આવે છે ?

લોટણ ઘર્ષણ એ **સરકતાં (sliding) ઘર્ષણ** કરતાં ઓછું હોવાથી મોટાભાગના મશીનોમાં સ્લાઈડિંગને બૉલ-બેરિંગના ઉપયોગ દ્વારા લોટણમાં બદલવામાં (Replace-કરવામાં) આવે છે. છતના પંખાઓ અને સાઈકલોમાં ધરી (axle) અને કેન્દ્ર(hub)ની વચ્ચે બૉલ- બેરિંગનો ઉપયોગ આના સામાન્ય ઉદાહરણો છે (આકૃતિ 9.16).



આકૃતિ 9.16 : બૉલબેરિંગ ઘર્ષણ ઘટાડે છે.

8SM94E

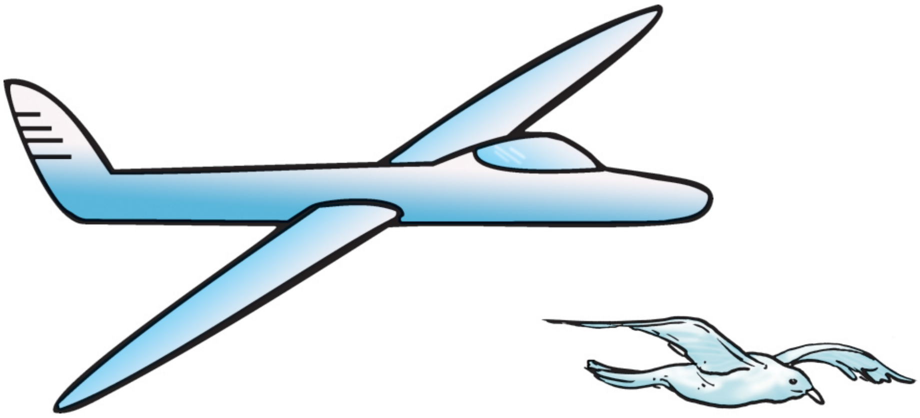
9.6 તરલ ઘર્ષણ (Fluid Friction)

તમે જાણો છો કે, હવા ઘણી હલકી અને પાતળી હોય છે. છતાં, તેમાં પસાર થઈને ગતિ કરતી વસ્તુઓ પર હવા ઘર્ષણ બળ લગાડે છે. તે જ રીતે, પાણી અને અન્ય પ્રવાહીઓ તેમનામાંથી પસાર થતી વસ્તુઓ પર ઘર્ષણ બળ લગાડે છે. વિજ્ઞાનમાં, વાયુઓ અને પ્રવાહીઓનું સામાન્ય નામ **તરલ** છે. આથી, આપણે કહી શકીએ કે તરલ તેમાં પસાર થઈને ગતિ કરતી વસ્તુઓ પર ઘર્ષણ બળ લગાડે છે.

> તરલો દ્વારા લગાડવામાં આવતા ઘર્ષણ બળને **ઘસડાવું (drag)** પણ કહે છે.

કોઈ વસ્તુ પર તરલ દ્વારા લાગતું ઘર્ષણ બળ એ વસ્તુની તરલની સાપેક્ષે ઝડપ પર આધાર રાખે છે. ઘર્ષણ બળ પદાર્થના આકાર અને તરલના પ્રકાર પર પણ આધાર રાખે છે.

તે સ્પષ્ટ છે કે જ્યારે, વસ્તુઓ કોઈ તરલમાં થઈને ગતિ કરે છે. ત્યારે તેમણે તેમના પર લાગતા ઘર્ષણ બળને દૂર (overcome) કરવું પડતું હોય છે. આ પ્રક્રિયામાં તેઓ ઊર્જા ગુમાવે છે. આથી, ઘર્ષણ ઘટાડવાના પ્રયત્નો કરવામાં આવે છે. તેથી પદાર્થોને વિશિષ્ટ આકાર આપવામાં આવે છે. તમારા ખ્યાલે વૈજ્ઞાનિકોને આ વિશિષ્ટ આકારો વિશે ક્યાંથી સંકેત (hint) પ્રાપ્ત થાય છે ? કુદરતી રીતે, અલબત્ત, પક્ષીઓ અને માછલીઓ દરેક વખતે તરલમાં ગતિ કરતા હોય છે. તેમના શરીરનો વિકાસ એ રીતે થયો હશે કે તરલમાં ગતિ કરતી વખતે ઘર્ષણ પાર કરવામાં તેમની ઊર્જાનો વ્યય શક્ય તેટલો ઓછો હોય. હવાઈ જહાજ(વિમાન)ના આકારને કાળજીપૂર્વક જુઓ (આકૃતિ 9.17). શું તમને તેના આકાર અને કોઈ પક્ષીના આકારમાં કોઈ સમાનતા જોવા મળે છે ? હકીકતમાં, બધા વાહનોની આકારની રચના (design)એ રીતે કરવામાં આવે છે કે તરલ ઘર્ષણ ઘટી જાય.



આકૃતિ 9.17 : વિમાન અને પક્ષીના આકારમાં સામ્યતા

પારિભાષિક શબ્દો

- બૉલબેરિંગ (Ball Bearing)
- ઘસડાવું (Drag)
- તરલ ઘર્ષણ (Fluid Friction)
- ઘર્ષણ (Friction)
- જોડાણ (Interlocking)
- ઊંજણ (Lubricants)
- લોટણ ઘર્ષણ (Rolling Friction)
- સરકતું (ગતિક) ઘર્ષણ(Sliding Friction)
- સ્થિત ઘર્ષણ (Static Friction)

તમારા માટે એક ઉખાણું

કોઈ પરિસ્થિતિમાં હું ગતિનો વિરોધ કરું છું,
અન્ય કોઈ પરિસ્થિતિમાં હું ગતિને સરળ બનાવું છું,
પણ, હું હંમેશા બે સપાટીઓ વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિનો વિરોધ કરું છું,
કોઈ ઊંજણ મૂકો (ભરો) અને હું ત્યાં ઘટી જાઉં છું,
બનાવો ગતિમાન સપાટીઓને ખરબચડી,
હું ગતિને મુશ્કેલ બનાવી દઉં છું.
હું હોઈ શકું છું -
સ્થિત, સરકતું કે ગબડતું
પરંતુ જ્યારે હોય છે બે સપાટીઓ ગતિમાન,
હોઉં છું હું હંમેશા ત્યાં,
કહો કે હું કોણ છું ?

તમે શું શીખ્યાં ?

- ઘર્ષણ સંપર્કમાં રાખેલી બે સપાટીઓ વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિનો વિરોધ કરે છે. તે બંને સપાટીઓ પર લાગે છે.
- ઘર્ષણ સંપર્કમાં રહેલી સપાટીઓના પ્રકાર પર આધાર રાખે છે.
- આપેલી સપાટીઓની જોડ માટે ઘર્ષણ આ સપાટીઓના લીસાપણા પર આધાર રાખે છે.
- બે સપાટીઓ એકબીજાને કેટલા બળપૂર્વક દબાવે છે. એ બાબત પર ઘર્ષણ આધાર રાખે છે.
- જ્યારે આપણે કોઈ વસ્તુને સ્થિર સ્થિતિમાંથી ગતિમાં લાવવાનો પ્રયત્ન કરીએ ત્યારે, સ્થિત ઘર્ષણ અસ્તિત્વમાં આવે છે.
- જ્યારે એક વસ્તુ બીજી વસ્તુ પર સરકતી હોય ત્યારે સરકતું (ગતિક) ઘર્ષણ અસ્તિત્વમાં આવે છે.
- સરકતું ઘર્ષણ એ સ્થિત ઘર્ષણ કરતાં ઓછું હોય છે.
- ઘર્ષણ આપણી ઘણી પ્રવૃત્તિઓ માટે મહત્ત્વપૂર્ણ હોય છે.
- કોઈ સપાટીને ખરબચડી (rough) બનાવીને ઘર્ષણ વધારી શકાય છે.
- પગરખાંના તળિયા (sole) અને વાહનોના ટાયરને ઘર્ષણ વધારવા માટે ખાંચાવાળા બનાવવામાં આવે છે.
- ક્યારેક ઘર્ષણ અનિચ્છનીય હોય છે.
- ઊંજણનો ઉપયોગ કરીને ઘર્ષણ ઘટાડી શકાય છે.
- જ્યારે એક વસ્તુ બીજી વસ્તુ પર ગબડે છે, ત્યારે લોટણ ઘર્ષણ અસ્તિત્વમાં આવે છે. લોટણ ઘર્ષણ એ સરકતા ઘર્ષણ કરતાં ઓછું હોય છે.
- ઘણા મશીનોમાં બૉલબેરિંગનો ઉપયોગ કરીને ઘર્ષણ ઘટાડી શકાય છે.
- તરલમાં ગતિ કરતી વસ્તુઓને યોગ્ય આકાર આપીને તરલ ઘર્ષણને ઘટાડી શકાય છે.

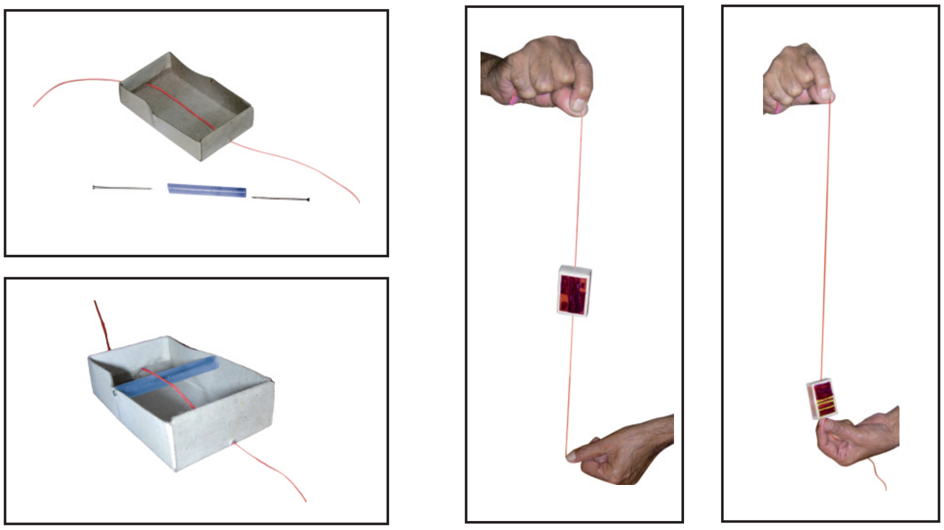
સ્વાધ્યાય

1. ખાલી જગ્યા પૂરો :
   (a) ઘર્ષણ એકબીજાના સંપર્કમાં રાખેલી બે વસ્તુઓની સપાટીની વચ્ચે ____________નો વિરોધ કરે છે.
   (b) ઘર્ષણ સપાટીઓના ____________ પર આધાર રાખે છે.
   (c) ઘર્ષણ ____________ ઉત્પન્ન કરે છે.
   (d) કેરમબૉર્ડ પર પાવડર છાંટવાથી ઘર્ષણ ____________ થઈ જાય છે.
   (e) સરકતું ઘર્ષણ એ સ્થિત ઘર્ષણ કરતાં ____________ હોય છે.
2. ચાર બાળકોને લોટણ, સ્થિત અને સરકતા ઘર્ષણને કારણે લાગતા બળોને **ઘટતા ક્રમમાં** ગોઠવવાનું કહેવામાં આવ્યું. આ ગોઠવણ નીચે આપેલ છે. સાચી ગોઠવણ પસંદ કરો :
   (a) લોટણ, સ્થિત, સરકતું
   (b) લોટણ, સરકતું, સ્થિત
   (c) સ્થિત, સરકતું, લોટણ
   (d) સરકતું, સ્થિત, લોટણ
3. આલિદા પોતાની રમકડાંની કારને આરસના સૂકા ભોંયતળિયા પર, આરસના ભીના ભોંયતળિયા પર, ભોંયતળિયા પર પાથરેલા સમાચાર પત્ર અને ટુવાલ પર ચલાવે છે. તો કાર પર જુદી જુદી સપાટી દ્વારા લાગતા ઘર્ષણ બળનો **ચડતો ક્રમ** કયો હશે ?
   (a) આરસનું ભીનું ભોંયતળિયું, આરસનું સૂકું ભોંયતળિયું, સમાચાર પત્ર, ટુવાલ
   (b) સમાચાર પત્ર, ટુવાલ, આરસનું સૂકું ભોંયતળિયું, આરસનું ભીનું ભોંયતળિયું
   (c) ટુવાલ, સમાચાર પત્ર, આરસનું સૂકું ભોંયતળિયું, આરસનું ભીનું ભોંયતળિયું
   (d) આરસનું ભીનું ભોંયતળિયું, આરસનું સૂકું ભોંયતળિયું, ટુવાલ, સમાચાર પત્ર
4. ધારો કે તમે લખવાના ડેસ્ક(desk)ને થોડું નમાવો છો. તેના પર મૂકેલું કોઈ પુસ્તક નીચે તરફ સરકવાનું શરૂ કરે છે. તેના પર લાગતા ઘર્ષણ બળની દિશા દર્શાવો.
5. તમે સાબુના પાણીથી ભરેલી ડોલ (બાલદી) આકસ્મિક રીતે આરસના ભોંયતળિયા પર ઢોળો છો. આ ભીના ભોંયતળિયા પર તમારા માટે ચાલવું સરળ હશે કે મુશ્કેલ ? શા માટે ?
6. સમજાવો કે રમતવીરો ખીલીઓવાળા બૂટ (spike) કેમ પહેરે છે.
7. ઈકબાલને એક હલકા બૉક્સને ધક્કો મારવો છે અને સીમાને તે જ ભોંયતળિયા પર એક ભારે બૉક્સને ધક્કો મારવો છે. કોણે વધારે બળ લગાડવું પડશે અને શા માટે ?
8. સમજાવો : સરકતું ઘર્ષણ એ સ્થિત ઘર્ષણ કરતાં શા માટે ઓછું હોય છે.
9. દર્શાવો કે કેવી રીતે ઘર્ષણ મિત્ર અને શત્રુ બંને છે.
10. સમજાવો : તરલમાં ગતિ કરતી વસ્તુઓનો આકાર શા માટે વિશિષ્ટ હોવો જોઈએ.

વિસ્તૃત અભ્યાસ માટેની પ્રવૃત્તિઓ અને પ્રૉજેક્ટસ

1. તમારી પસંદગીની રમતમાં ઘર્ષણની શું ભૂમિકા છે ? આ રમતના થોડાં એવાં ચિત્રો એકત્ર કરો, જેમાં રમતી વખતે ઘર્ષણ મદદ કરે છે અથવા વિરોધ કરે છે. આ ચિત્રોને યોગ્ય શીર્ષક (caption) સાથે તમારા વર્ગખંડમાં બુલેટિન બૉર્ડ પર પ્રદર્શિત કરો.
2. કલ્પના કરો કે ઘર્ષણ એકાએક અદશ્ય થઈ જાય છે. આનાથી જીવનમાં કેવી અસરો થશે. આવી દસ પરિસ્થિતિઓની યાદી બનાવો.
3. કોઈ એવી દુકાનની મુલાકાત લો, જે રમત માટેનાં જૂતાં વેચે છે. જુદી જુદી રમતો માટેનાં જૂતાંનાં તળિયાં(Sole)નું અવલોકન કરો. તમારા અવલોકનો વર્ણવો.
4. એક રમકડું બનાવો - માચીસની એક ખાલી પેટી લો. તેની ટ્રે બહાર કાઢો. નીચેની આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ કોઈ બોલપેનની વપરાયેલી રિફીલ લઈને તેને ટ્રેની પહોળાઈ જેટલી કાપો. રિફીલને આકૃતિ 9.18માં દર્શાવ્યા મુજબ બે પિનોની મદદથી ટ્રેના ઉપરના ભાગમાં લગાવો. ટ્રેની સામસામેની બાજુ પર બે છિદ્રો બનાવો. ધ્યાન રાખો કે છિદ્ર એટલા મોટા હોવા જોઈએ કે જેથી દોરીને છિદ્રોમાંથી સરળતાથી પસાર કરી શકાય. એક મીટર લાંબી દોરી લઈને તેને આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે છિદ્રોમાંથી પસાર કરો. દોરીના બે છેડે મણકા બાંધી દો જેથી તે ટ્રેના છિદ્રમાંથી બહાર ન નીકળી જાય. હવે ટ્રેમાં માચીસની પેટીનું ઢાંકણું લગાવી દો.

   માચીસની પેટી દોરીથી લટકાવો. દોરીને ઢીલી છોડી દો. માચીસની પેટી ગુરુત્વ બળને કારણે નીચે પડવાનું શરૂ કરશે. હવે દોરીને કસીને બાંધી દો અને જુઓ શું થાય છે. તમારું અવલોકન સમજાવો. શું તમે તેને ઘર્ષણ સાથે સાંકળી શકો ?



આકૃતિ 9.18

નીચેની વેબસાઇટ્સ પર તમે સંબંધિત વિષય (topic) વિશે વધારે વાંચી શકો.

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