બળ અને ગતિ

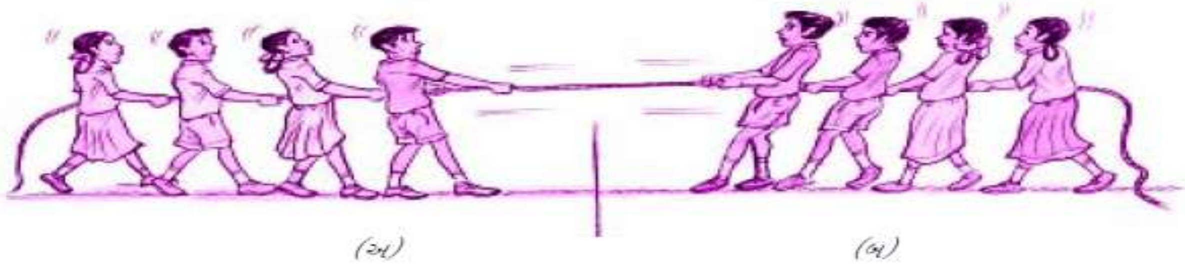
પાછળના પાઠમાં આપણે સીધી રેખામાં વસ્તુની ગતિ વિશે ભણ્યાં એ પણ જોયું કે ગતિ નિયમિત અને અનિયમિત પણ હોય છે. કદાચ તમે જોયું હશે કે ગતિશીલ વસ્તુને સ્થિર અને સ્થિર વસ્તુને ગતિશીલ કરી શકાય છે. શું તમે જાણો છો કે સ્થિર વસ્તું શાના કારણે ગતિશીલ થાય છે કે પછી ગતિશીલ વસ્તુ શું કામ સ્થિર થાય છે ? એક ગતિશીલ વસ્તુની દિશા અને વેગ કેવીરીતે બદલી શકાય છે ? શેતરંજીને ડંડાથી પીટવાથી તેમાં ચોટેલાં ધુળના રજકણો શા માટે દુર થઈ જાય છે ? જમીન પર રગડતો દડો થોડા સમય પછી કેવીરીતે સ્થિર થઈ જાય છે ? કાપવાની વસ્તુની ધાર હંમેશા અણીદાર કેમ હોય છે ?

૧૦.૧ બળ અને ગતી

જો આપણે કોઈ સમતલ સપાટી પર કોઈ દડો મૂક્યો હોય તો જ્યાં સુધી તેને અડવામાં ન આવે ત્યાં સુધી તે ત્યાંજ સ્થિર રહે છે. તે ત્યારે જ ગતિશીલ થશે જ્યારે તેને થોડોક ધક્કો આપીયે અથવા તેને ખેંચીએ. કોઈ વસ્તુ પર લાગતાં દબાણ અથવા ખેંચાણને બળ કહે છે. હવે વિચારો કે કોઈ વસ્તુ પર બળ લગાડવાથી શું થાય છે ? એક પ્રયોગની મદદથી આપણે તેને સમજીશું.

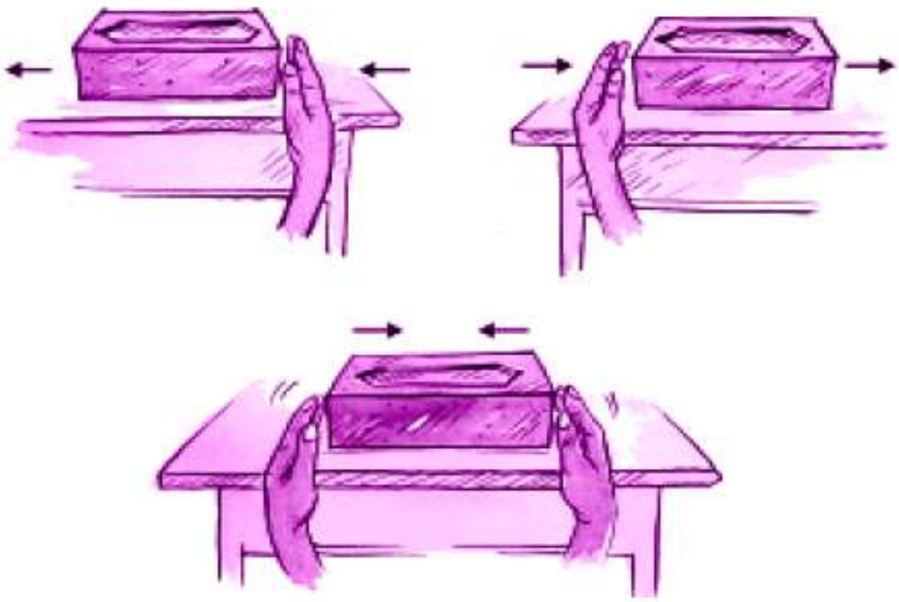
૧૦.૨ સંતુલીત અને અસંમતુલિત બળ :-

શું તમે ક્યારેય દોરડા ખેંચની રમત જોઈ છે. (ચિત્ર ૧૦.૨) આ રમતમાં બંને દળો જ્યારે દોરીને સમાન બળથી ખેચે છે ત્યારે તેના પર સંતુલિત બળ લાગે છે અને તેની દોરી સ્થિર રહે છે. જ્યારે એક દળ થોડું વધારે બળ લગાડે છે ત્યારે તે બીજા દળ તરફ ખેંચાય છે બીજું દળ તેનાથી વધુ બળ લગાડે છે. તેથી આ સ્થિતિ એ બળ અસંતુલિત થઈ જાય છે.



આકૃતિ (૧૦.૨)

એક ટેબલ પર એક ઈંટ મુકો. તેને પોતાના જમણા હાથની મદદથી ડાબી બાજું ધક્કો મારો. તમે શું જોશો ? ઈંટ એ ડાબી બાજુ ખસવા લાગે છે. [ચિત્ર ૧૦.૩ (એ)]૧ હવે તમારા ડાબા હાથથી ઈંટ જમણી બાજુ ધક્કો મારો, હવે ઈંટ કઈ દિશામાં ખસે છે જુઓ (ચિત્ર ૧૦-૩(બી)



(ક)

આકૃતિ ૧૦.૩ (સી) અસંતુલિત તથા સંતુલિત બળ

હવે, બંને દિશાઓથી ઈંટ પર બરાબર બળથી ધક્કો આપો. ચિત્ર (૧૦.૩) (સી) હવે તમે શું જોયું ?

તમે જોશો કે આ પરિસ્થિતિમાં ઈંટ કોઈ દિશામાં ખસતી નથી. શું તમે વિચારી શકો છો કે ઈંટ શું કામ ખસતી નથી. ? વાસ્તવમાં બંને બળ એકબીજાને સંતુલીત કરે છે. આ પ્રકારના બળને સંતુલીત બળ કહે છે.

સંતુલિત બળથી કેવા પરિવર્તનો લાવી શકાય છે. જે આપણે ઉપરનાં ઉદા. માં જોયું સંતુલિત બળોથી વસ્તુની સ્થિર કે ગતિમાન સ્થિતિમાં કોઈ ફેરફાર થતો નથી.

- હવે, પ્રયોગ પદ્ધતિ ૧૦.૧ પર બીજી વખત વિચાર કરી અને વિચાર કરીએ કે ફુગ્ગા પર લાગેલું બળ સંતુલીત હતું કે અસંતુલિત ? હા તમે સાચું વિચારી રહયા છો, તમારી હથેળીઓ ધ્વારા લગાવેલું બળ, જેને ફુગ્ગાના આકાર બદલતું હતું તે સંતુલિત બળ હતું.
- જ્યારે ઈંટ પર બે દિશાઓથી જુદાજુદા પરિણામમાં બળ લાગે છે ત્યારે શું થાય છે ? આ સ્થિતિમાં ઈંટ તે દિશામાં ખસશે કે જે દિશામાં બળ વધારે લાગેલું હશે. આવા બળ અસંતુલિત બળ કહેવાય છે. વસ્તુની ઉપર લાગતું અસંતુલિત બળ વસ્તુની સ્થિરતા કે ગતિશીલતામાં પરિવર્તન લાવી શકે છે. સંતુલિત બળ અને અસંતુલિત બળના બીજા કેટલાક ઉદાહરણ શોધવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

૧૦.૩ ન્યુટનના ગતિના નિયમો :-

૧૦.૩.૧

તમે જોયું હશે કે જો ઝાડની ડાળીઓને ખૂબ જોરથી હલાવવામાં આવે તો તેની પરના પાંદડા અને ફળ નીચે પડે છે તે જ રીતે જ્યારે ચટાઈ ને લાકડી વડે ઝાપટવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંથી રજકણો ઉડે છે. શું તમે જાણો છો કે આવું કેમ થાય છે ?

આ બધાનું કારણ જડત્વ છે. જડત્વ શું છે ? કોઈપણ વસ્તુ કે જે સ્થિર સ્થિતિમાં હોય, ગતિશીલ કે પોતાની મૂળ અવસ્થાને જકડી રાખે તો વસ્તુના આ ગુણને જડત્વ કહે છે. જડત્વના ગુણને આપણે એક સરળ પ્રક્રિયા દ્વારા સમજીએ.

૧૦.૩.૨ જડત્વ અને દ્રવ્યમાન.

આપણે સમજ્યા કે જડત્વના કારણે પદાર્થ પોતાની ગતીની અવસ્થાનો વિરોધ કરે છે. શું દરેક વસ્તુઓનું જડત્વ એક સરખું હોય છે ? ચાલો આપણે શોધીએ.

- એક ખાલી ડબ્બાને લીસી સપાટી પર ધક્કો મારીએ અને તે જ ડબ્બામાં થોડાક પુસ્તકો ભરીને તેને તે જ સપાટી પર ધક્કો મારીએ તો તમને શું જુઓ છો. ખાલી ડબ્બાને ભરેલા ડબ્બા કરતાં ખસેડવું સહેલું છે ?
- હવે માની લો કે જો તેમનાથી એક જ વેગથી આવતો ક્રિકેટનો અથવા ટેબલ ટેનીસનો દડો રોકવા માટે કહેવામાં આવે તો કયા દડાને રોકવા માટે તમારે વધારે બળ લગાડવું પડશે ? તમે જોશો કે ટેબલ ટેનીસના દડાને રોકવા કરતાં ક્રિકેટના દડાને રોકવા માટે તમારે વધારે બળ લગાડવું પડશે. આ દરેક પ્રકારની વસ્તુઓ પોતાની સ્થિર અથવા ગતિની અવસ્થામાં

બદલાવ અથવા વિરોધ એકસમાનરૂપે નથી લાવી શકતી. વજનદાર વસ્તુઓ ઓછા વજન વાળી વસ્તુ કરતાં વધારે વિરોધ કરે છે. આજ ઉદાહરણની મદદથી આપણે શું તારણ કાઢી શકીએ છીએ ? આપણે કહી શકીએ કે દ્રવ્યમાનએ જડત્વનું માપ છે.

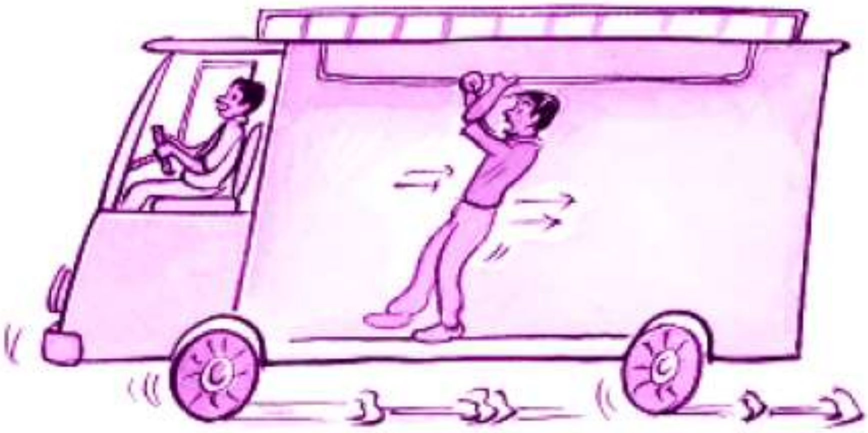
૧૦.૩.૩ ન્યુટનનો ગતિનો પ્રથમ નિયમ :-

આપણે શિખ્યા કે દેરક વસ્તુ પોતાની ગતિમાન અવસ્થામાં ફેરફારનો વિરોધ કરે છે. ન્યુટને આ ખૂબ જ ધ્યાન પૂર્વક અધ્યયન કર્યુ અને શોધી કાઢ્યુ તથા તેના પરથી ગતિના ત્રણ નિયમના રૂપમાં પ્રસ્તુત કર્યુ છે. જે દરેક વસ્તુ પર લાગુ પાડી શકાય છે. ન્યુટનના પ્રથમ નિયમ અનુસાર :

"દરેક વસ્તુ પોતાની સ્થિર અથવા ગતિમાન અવસ્થા ત્યાં સુધી જાળવી રાખે છે કે જ્યાંસુધી તેના પર અસંતુલિત બળ લાગતું ન હોય."

ન્યુટનનો ગતિનો પ્રથમ નિયમ બતાવે છે કે દરેક વસ્તુ પોતાની ગતિમાન અવસ્થાનમાં પરિવર્તનનો વિરોધ કરે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે વસ્તુના આ ગુણને જડત્વ કહે છે. આજ કારણે ન્યુટનના ગતિના પ્રથમ નિયમને જડત્વનો નિયમ કહે છે.

ગતિના પ્રથમ નિયમનો દૈનિક જીવનમાં અનેક ઉપયોગ જોઈ શકાય છે. ઉભી રહેલી બસમાં ઉભા રહેલા યાત્રિકો એકાએક બસ ચાલુ થતા પાછળની બાજુ કેવીરીતે પડી જાય છે. (ચિત્ર ૧૦.૫)



આકૃતિ ૧૦.૫ (અચાનક બસ ચાલવાથી પાછળની બાજુ પડતાં યાત્રી)

આ ગતિના પ્રથમ નિયમથી સમજી શકાય છે કે યાંત્રિકોના પગ બસની સાથે ઝકડાયેલા હોય છે. જયારે અચાનક બસ ચાલવાથી પગ બસની સાથે ગતીમાં આવી જાય છે. અને શરીર પાછળની દિશામાં પડવા લાગે છે. આનાથી વિરૂદ્ધ.

ચાલતી બસના અચાનક ઊભા રહેવાથી આ વખતે બસના યાત્રી આગળની તરફ નમી પડે છે. શું ઉપર બતાવેલા ઉદાહરણ ઉપરથી તમે તેનું કારણ બનાવી શકો છો ?

આકૃતિ ૧૦.૬ (ચાલતી બસ અચાનક ઊભી રહેવાથી આગળની બાજુ નમતા યાત્રી)

કદાચ હવે તમે સમજી ગયા હશો કે ડંડાથી ચટાઈ ને પછાડવાથી તેના પર ચોંટેલા ધુળના રજકણો કેમ ઉડતાં હશે ? ગતિના પ્રથમ નીયમના આધારે તેની વ્યાખ્યા આપવાનો પ્રયત્ન કરો.

૧૦.૩.૪ વેગમાન

પાછળના ભાગમાં તમે શીખ્યા કે ગતિશીલ વસ્તુને રોકવા માટે લગાડેલું બળ તેના દ્રવ્યમાન પર આધાર રાખે છે. હવે માની લો કે એક જ દ્રવ્યમાન બે દડા, જુદીજુદી વેગથી ગતિ કરે છે. કયા દડાને રોકવામાં વધારે બળ લગાડવું પડશે ? તમે જોશો કે વધારે વેગવાળો દડો રોકવામાં વધારે બળ લાગે છે. એટલે કે પદાર્થને રોકવા માટે જેટલું બળ જોઈએ તે તેના વેગ પર જ નિર્ધારિત છે.

તમે જોયું હશે કે બંદુકથી ચલાવેલી એક નાની ગોળી કોઈ વ્યકિત માટે કેટલી ઘાતક હોય છે. પરંતુ હાથથી ફેકવામાં આવેલી તે ગોળી કંઈ જ નુકસાન કરતી નથી તેજ રીતે રસ્તાના કિનારે ઉભેલો સ્થિર ટ્રકથી ડરવાની કોઈ જરૂર નથી પરંતુ રસ્તા પર ચાલતા ટ્રક વ્યકિતના મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે. શું ટ્રકનો વેગ જ માત્ર આપણને ભયભીત કરે છે. જો એવું જ હોય તો ટ્રકની જેમ વેગથી ચાલતી રમકડાની ગાડી પણ આપણને તેટલી જ ભયભીત કરશે.

આ નિરીક્ષણથી એ નિર્ધારિત થાય છે કે વસ્તુઓની ગતિ દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલ અસર તેમના દ્રવ્યમાન અને વેગ બંને પર આધારિત છે. આ બંને રાશીઓના આધારે આપણને એક નવી રાશી વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ જેને વેગમાન કહે છે.

કોઈપણ ગતિશીલ પદાર્થનું વેગમાન (p)એ પદાર્થના દળ (m) અને વેગ (v) ના ગુણનફળ જેટલું હોય છે.

વેગમાન = દળ x વેગ

$$p = mv \qquad (10.1)$$

વેગમાનનો SI એકમ 129/S-1 (કિલોગ્રામ પ્રતિ સેકન્ડ) છે. વેગમાનમાં પરિમાણ અને દિશા બંને હોય છે. તેની દિશાએ વેગની દિશામાં જ હોય છે.

૧૦.૩.૫ ન્યુટન નો ગતિનો બીજો નિયમ :

ન્યૂટનના ગતિના પ્રથમ નિયમ અનુસાર કોઈ વસ્તુ પર લાગેલું અસંતુલિત બળ તેના વેગમાં પરિવર્તન લાવી શકે છે અને આ બળ વેગમાનમાં પરિવર્તન લાવી શકે છે. ન્યુટનના ગતિનો બીજો નિયમ બળ અને વેગમાનમાં પરિવર્તનના સંબંધ દર્શાવે છે.

ગતિનો બીજો નિયમ બતાવે છે કે, ''પદાર્થના વેગમાનમાં થતો ફેરફાર તેના પર લાગતાં પરિણામી બાહયબળના સમપ્રમાણમાં હોય છે અને વેગમાનમાં થતો આ ફેરફાર પરિણામી બળની દિશામાં જ હોય છે.''

સર આઈઝેક ન્યુટન
(૧૬૪૨-૧૭૨૭)

ન્યુટનનો ગતિનો બીજો નિયમએ પદાર્થ પર લાગતાં બાહયબળનું મૂલ્ય પદાર્થના દળ અને પ્રવેગ વચ્ચેના સંબંધ દર્શાવે છે.

ધારો કે m દળના પદાર્થનો પ્રારંભિક વેગ u હોય અને કોઈ બળ F ની અસર હેઠળ t સમયના અંતે તેના વેગ V થતો હોય તો, પદાર્થનું પ્રારંભિક વેગમાન P1=mu અને પદાર્થનું અંતિમ વેગમાન P2 = mv એટલે કે t સમયમાં પદાર્થના વેગવાનમાં થતો ફેરફાર.

= P2-P1

વેગમાનમાં ફેરફારના દર = $\frac{(p_2 - p_1)}{t}$

જો બળ એફ નું પરિમાણ છે તો ગતિના બીજા નિયમ પ્રમાણે,

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

$$F = \qquad \text{...(10.2)}$$

અથવા *k* સ્થિર અચલોક છે.

p_1 = mu અને p_2 = mv ની કિંમતસમી. ૧૦.૨ માં મૂકતાં ;

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

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

હવે, વેગમાં પરિવર્તન નો આંક એટલે પ્રવેગ 'a'.છે. તેથી આપણને મળશે.

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

અહિં આપણે બળનો એવો એકમ પસંદ કરીએ છીએ કે જેથી સપ્રમાણના અચળાંક k = 1 લઈ શકાય. આ માટે આપણે એક કિલોગ્રામ દ્રવ્યમાન, ધરાવતા પદાર્થને એક મી જેટલી ઝડપથી ગતિ કરીવીએ તો તે માટે લાગતું બળ

૧ ન્યુટન = k = (1 kg) x (1ms-1)

આથી ૧૨ નું માન ૧ એકમ થઈ જાય છે. આથી સમીકરણ (૧૦.૩) અનુસાર

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

બળના SI એકમને ન્યુટન કહે છે. જેને N દ્વારા દર્શાવાય છે.

આથી ૧ ન્યુટન બળ કોઈ ૧ કે.જી.દ્રવ્યમાન વાળી વસ્તુ પર ૧ એમ.એલ.એસ.ના પ્રવેગ ઉત્પન્ન કરે છે.

૧૦.૩.૬ કેટલાક ઉદાહરણ ન્યુટનના ગતિના બીજા નિયમ માટે :-

આપણે આપણા રોજીંદા જીવનમાં દ્વિતીય નિયમ અનુસાર ઘણા ઉપયોગો જોઈએ છીએ. ઘણીબધી સ્થિતિઓમાં આપણે વેગમાન પરિવર્તનમાં લાગતાં સમયને બદલવા, વેગમાનમાં ફેરફારના નિયમને ઘટાડવા કે વધારવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ. આવો કેટલાંક ઉદાહરણ પર વિચાર કરીએ.

(એ) ખૂબ જ ઝડપી ગતિથી આવતી બોલને ઝડપથી હાથને પાછળની બાજુ કેમ લઈ જઈએ છીએ ?

આવુ કરવાથી ફિલ્ડીંગ કરવાવાળો દડાને વેગમાન શૂન્ય કરવા માટે લાગતા સમયને વધારે છે. (ચિત્ર ૧૦.૭) આથી બોલના પ્રવેગમાં ઘટાડો થઈ જાય છે. અને તેને ઝડપથી પકડવામાં ઓછું બળ લગાડવું પડે છે. અને ફિલ્ડરને હાથમાં ઈજા પહોંચતી નથી.

આકૃતિ (૧૦.૭) ક્રિકેટના ખેલમાં કેચ લેવા માટે ફિલ્ડર હાથને પોતાની પાછળનની બાજુ પર ધકેલે છે.

(બી) કોઈ વ્યક્તિ જ્યારે સિમેન્ટના ભોંયતળીયા પર પડે છે તો તેને ઈજા શું કામ થાય છે ?

જમીનને અડકતાં પહેલા થોડું પ્રારંભિક વેગ (ધારોકે) હોય છે. તો તેના સ્થિર અવસ્થામાં આવતા ઘણો ઓછો સમય લાગે છે. જે શૂન્ય સમાન હોય છે. આથી વ્યક્તિનો વેગમાન ખૂબ જ થોડા સમયમાં શૂન્ય થઈ જાય છે. વેગમાન પરિવર્તનની માત્રા ખૂબ જ વધારે હોવાના કારણે વ્યક્તિ પર લાગતું બળ પણ વધારે હશે જેથી તેને લાગતું હશે. બીજીરીતે જોઈએ તો જો તે રેત અથવા ભુંસા પર કે પછી જૂના ગાદલા પર પડયો હોય તો તેનું વેગમાન શૂન્ય લાંબા સમયના અંતે થવાથી તેને વધારે ઈજા થતી નથી અને લાગતું બળ ઓછું થઈ જાય છે.

(સી) વિચારો કે એક કરાટે માસ્ટર એક જ ઝાટકામાં બરફની પાટ કે ઈંટોની લાઈન કેવીરીતે તોડી નાંખે છે.

કરાટેનો ખેલાડી એ ટાઈલ્સ કે સ્તંભમાં બરફની પાટ પર જેટલી ઝડપથી પ્રહાર ફરે છે. આ પ્રકારની પ્રક્રિયામાં તે તેના બંને હાથોને ખૂબજ ઝડપથી પછાડે છે જેથી વેગમાન ખુબ જ થોડા સમયમાં શૂન્ય થઈ જાય છે. તેના પરિણામ સ્વરૂપ ટાઈલ્સ કે બરફની પાટ પર લાગતાં બળ ખૂબ જ વધારે હોય છે. જેનાથી પાટ કે ટાઈલ્સ તૂટી જાય છે.

(ડી) તમે જોયું હશે કે કોઈ દોરી વડે બાંધેલ બંડલ કે ગઠ્ઠા તેને ઝડપથી ઉપાડવાથી દોરી તૂટી જાય છે શું તમે હવે બતાવી શકો છો કે આ સ્થિતિમાં દોરી કેમ તૂટી જાય છે.

આકૃતિ (૧૦.૮)જયારે બંડલને ઝડપથી ઊંચો કરવામાં આવે છે ત્યારે દોરી તૂટી જાય છે.

ઉદા.૧૦ 15 N નું બળ જો કોઈ 3 Kg દ્રાવ્યમાન વાળી વસ્તુ પર લગાડવામાં આવે તો કેટલું વેગમાન મળશે ?

ઉકેલ :- ન્યુટનના ગતિના બીજા નિયમ મુજબ

$$F = ma$$

$$m = 3 \text{ kg} \text{ અને } F = 15 \text{ N}$$

F = ma

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

અથવા, $a = \quad = 5 \text{ ms}^{-2}$

ઉદા.૧૦.૨ એક ૫૦ કેજી દ્રવ્યમાન વાળી વસ્તુ પર કેટલું બળ લગાવીએ કે તેનું વેગમાન 5ms^{-2} થઈ જાય.

ઉકેલ :- ન્યુટનના ગતિના બીજા નિયમ અનુસાર.

$$F = ma$$

$$m = 50 \text{ kg and } a = 5 \text{ ms}^{-2}$$

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

$$= 250 \text{ N}$$

૧૦.૩.૭ ન્યુટનનો ગતિની ત્રીજો નિયમ :-

તમે જોયું હશે કે જયારે ફૂલેલા ફુગ્ગામાંથી હવા નિકળે છે ત્યારે ફુગ્ગો હવા નીકળવાના કારણે ઊલટી દિશામાં ગતિ કરે છે. (ચિત્ર ૧૦.૯) ફુગ્ગો હવાના બહાર નીકળવાની વિરૂધ્ધ દિશામાં ગતિ કેવીરીતે કરે છે. આવો તેનું નિદર્શન કરીએ.

તમે તે પણ જોયું હશે કે જયારે તમે હોડીમાં બેઠા હશો અને કિનારા પર કુદકો મારો છો ત્યારે હોડી કિનારાથી પાછળની તરફ ધકેલાય છે. (ચિત્ર ૧૦.૧૦) આવું કેમ થાય છે ?

જે સમયે તમે હોડીમાંથી બહાર ઉતરો છો તો તમારા પગ વિરૂધ્ધ દિશામાં હોડી પર બળ લગાડે છે અને આ બળના કારણે કાર્ય થાય છે. આ બળ ને ક્રિયાબળ કહે છે.આ સમય એક બળ હોડી દ્વારા તમાર પગ પર લાગે છે. જેનાથી તમે આગળની તરફ ગતી કરો છો અને આ બળને પ્રતિક્રિયા બળ કહે છે. યાદ રાખો કે આ પ્રક્રિયામાં બે વસ્તુ અને બે બળ કાર્ય કરે છે.

આકૃતિ (૧૦.૧૧)
નદીમાંથી બહાર કુદતી છોકરી

તમે હોડીને પાછળની તરફ ધકેલો છો. અને હોડી તમને આગળની તરફ ધકેલે છે. આ બંને બળ પરિણામ હંમેશા સમાન પરંતુ દિશામાં વિરૂધ્ધ હોય છે.

હવે, આપણે ફુગ્ગાવાળી સમસ્યા પર ફરીથી વિચાર કરીએ. આ સ્થિતિમાં ફુગ્ગામાંથી બહાર નીકળતી હવા ફુગ્ગા પર એક પ્રતિક્રિયા બળ લગાડે છે અને આ બળ ફુગ્ગાને વિરૂધ્ધ દિશામાં ધક્કો લગાડે છે. (પ્રતિક્રિયા)

ન્યુટને પોતાની ગતિના ત્રીજા નિયમમાં ક્રિયા અને પ્રતિક્રિયાની વચ્ચે એક સંબંધ બતાવ્યો છે. આ નિયમ અનુસાર “દરેક ક્રિયા અને પ્રતિક્રિયા સમાન અને વિરૂધ્ધ દિશામાં હોય છે. તે સત્ય છે કે ક્રિયા અને પ્રતિક્રિયાનું બળ હંમેશા બે જુદાજુદા પદાર્થ પર કાર્ય કરે છે. ક્રિયા અને પ્રતિક્રિયા બંને જો એક જ

આકૃતિ ૧૦.૧૦
હવા ભરેલા ફુગ્ગાને છોડી દેતાં હવાની વિરુદ્ધ દિશામાં ગતિ કરે છે.

પદાર્થ પર કાર્ય કરતું હોય તો તે બળ સંતુલિત બળની જેમ કામ કરશે અને કોઈ ગતિ નહીં કરે. (આકૃતિ ૧૦.૧૧) માં જોઈએ કે ક્રિયા તથા પ્રતિક્રિયા બળની ઓળખ બતાવો અને વિશ્લેષણ કરો છે કે ટ્રક ગતિમાં આવે છે કે નહિ.

આકૃતિ (૧૦.૧૧)

ગતિના ત્રીજા નિયમના ત્રણ મહત્વપૂર્ણ લક્ષણો નીચે મુજબ છે.

(૧) આપણે તે નથી કહી શકતા કે કયું બળ ક્રિયા છે અને કયું બળ પ્રતિક્રિયા છે. પરંતુ તે પરસ્પર સંબંધ ધરાવે છે.

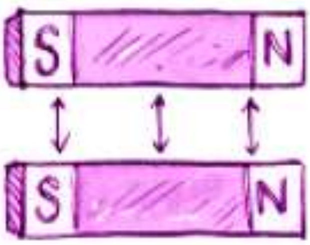
(૨) ક્રિયા અને પ્રતિક્રિયા બળ હંમેશા બંને અલગઅલગ પદાર્થો પર કાર્ય કરે છે.

(૩) પ્રતિક્રિયા બળ ત્યાં સુધી જ કાર્ય કરે છે જયાં સુધી ક્રિયા બળ કાર્ય કરે છે.

આથી આ બંને બળ સમકાલીન હોય છે.

યાદ રાખવું કે તે જરૂરી નથી. એ બંને વસ્તુઓ કે જેના પર ક્રિયા કે પ્રતિક્રિયા બળ લાગતું હોય તે પરસ્પર સંપર્કમાં હોય.

તે બંને એકબીજાથી દૂર પણ હોઈ શકે છે.



આકૃતિ ૧૦.૧૨ બે ચુંબકો વચ્ચે થતું અપાકર્ષણ

ઉદા.સ્વરૂપે બે ચુંબકોની વચ્ચે સંપર્ક ન થાય ત્યારે પણ આકર્ષણ અને અપાકર્ષણ થાય છે. (આકૃત્તિ ૧૦.૧૨)

શું તમે જાણો છો કે ક્રિયા બળ અને પ્રતિક્રિયા બળ આપણને પૃથ્વીની સપાટી પર ચાલવા માટે સક્ષમ બનાવે છે. આવો જોઈએ કેવી રીતે ?

જમીન પર ચાલતા સમયે આપણે જમીનને આપણા પગથી પાછળની દિશામાં ધક્કો આપીએ છીએ. આ બળ ક્રિયા છે. આના સ્વરૂપે જમીન આપણા પગ પર સમાન પ્રતિક્રિયા બળ આગળની દિશામાં લગાડે છે. વાસ્તવમાં જો બળ આપણી આગળની તરફ ધકેલવાને સમર્થ બનાવે છે તેને પ્રતિક્રિયા બળ કહે છે.

આ પ્રકારે તરતાં સમયે આગળ વધવા માટે આપણે આપણા હાથો અને પગોમાં પાણીને પાછળની તરફ ધક્કો આપીએ છીએ. આ બળની પાણી દ્વારા આપણા શરીર પર પ્રતિક્રિયા છે. (ચિત્ર ૧૦.૧૩) અને આ એક પ્રતિક્રિયા છે જે આપણા શરીરને આગળની તરફ ધકેલે છે.

આકૃતિ (૧૦.૧૩) તરવૈયો આગળ વધવા પાણીને પાછળ ધકેલે છે.

તમારા માટે તે જાણવું ઘણું રોમાંચક હશે કે રોકેટ કે જેટપ્લેન પણ આ ક્રિયા અને પ્રતિક્રિયાના સિદ્ધાંત પર જ કાર્ય કરે છે. આમાંથી દરેક ઈંધણથી ચાલે છે. ગરમ બળતો ગેસ પાછળના ભાગથી બહાર નીકળે છે તે ગરમ ગેસ પાછળની દિશાની બહાર નીકળે છે અને રોકેટ કે જેટ પ્લેનને આગળની દિશા તરફ ધકેલે છે. (ચિત્ર ૧૦.૧૪)

હવે વિચારો કે જ્યારે બંદુકમાંથી નિકળેલી ગોળી આગળ વધે છે. ત્યારે તે ચલાવનારને પાછળની તરફ ધક્કો શા માટે આપે છે? વેગમાન સંરક્ષણનો નિયમ વિજ્ઞાનનો એક

૨.૩.૮ વેગમાન સંરક્ષણ નો નિયમ :-

આ નિયમ વિજ્ઞાનનો એક મહત્વપૂર્ણ નિયમ છે. જે નિયમને આધારે આપણને કહી શકીએ છીએ કે જો બે કે બે કરતાં વધારે

આકૃત્તિ - ૧૦.૧૪ જેટ પ્લાન અને રોકેટની ક્રિયાઓ

પદાર્થ જ્યારે એકબીજા સાથે અથડાય છે ત્યારે અથડાતાં પહેલાં અને અથડાયા પછી તેમનું કુલ વેગમાન સંરક્ષીત હોય છે. પણ આ પરિસ્થિતિમાં તેમના પર કોઈ બાહય બળ કાર્ય ન કરતું હોય.

ન્યુટનના ગતિના નિયમ પરથી એ જરૂરી છે.આપણે જાણીએ છીએ કે વેગમાનમાં ફેરફારનો દર લગાડવામાં આવેલા બળની જેટલો જ હોય છે.

જો P1 = પ્રારંભિક વેગમાન અને P2 = અંતિમ વેગમાન હોય ત્યારે t સમય પછી

$$F =$$

જ્યારે F=0 હોય ત્યારે P_1-P_2 હોય. તેનાથી ખબર પડે છે કે જો નિશ્ચિત કાર્ય પર કોઈ બળ લાગતું નથી તો તેનું વેગમાન અપરિવર્તીત(અને સુરક્ષીત) હોય છે.

તમે વેગમાન સંરક્ષણના નિયમ ને એક સરળ પ્રવૃત્તિ થી ચકાસી શકો છો.

ઉદાહરણ ૧૦.૩ એક ગોળી જેનું દ્રવ્યમાન ૦.૦૩ કે.જી.છે. અને તને ૧૦૦ MS^{-1} ના વેગથી બંદુકમાંથી છોડવામાં આવે છે. બંદુકનું દ્રવ્યમાન ૩ કે.જી છે. બંદુકનો પ્રતિપ્રવેગની ગણના કરો.

ઉકેલ :-

બંદુકનું દ્રવ્યમાન $M_1 = 3$kg

ગોળીનું દ્રવ્યમાન $M_2 = 0.03$ kg

બંદુકનું પ્રારંભિક વેગ $U_1 = 0$

ગોળીનું પ્રારંભિક વેગ $U_2 = 0$

બંદુકનું અંતિમ વેગ $= V_1$ શોધો

ગોળીનો અંતિમ વેગ $= V_2 = 100$ MS^{-1}

વેગમાન સંરક્ષણના નિયમ અનુસાર,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

સમી.માં કિંમત મુકવાથી,

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

$$v_1 = \qquad = -1.0 \text{ ms}^{-1}$$

$\therefore$ બંદૂક નો પ્રતિ પ્રવેગ $= -1.0 \text{ ms}^{-1}$

અહિં ઋણ કિંમત બતાવે છે કે બંદુકની ગોળીની દિશા બંદૂકની દિશા કરતાં વિરૂદ્ધ દિશામાં છે.

૧૦.૪ ઘર્ષણ :-

તમે તે જોયું હશે કે કોઈ જમીનને અડકીને રગડતો દડો થોડું અંતર કાપ્યા પછી સ્થિર થઈ જાય છે. આજ રીતે એક ચાલતી ગાડી જ્યારે એન્જિનને બંધ કરે છે ત્યારે તે ધીમી થઈ જાય છે. અને છેલ્લે સ્થિર થઈ જાય છે. આવું કેમ થાય છે. આવો તેની શોધ કરીએ.

૧૦.૪.૧ ઘર્ષણ બળ :-

ન્યુટનના ગતિના પ્રથમ નિયમ અનુસાર જો કોઈ વસ્તુ ગતિશીલ હોય અને તે ગતિમાં રહેવા માંગતી હોય તો જ્યાં સુધી તેના પર કોઈ બાહયબળ ન લગાડવામાં આવે ત્યાં સુધી તેની તે સ્થિતિ ચાલુ રહે છે. શું આ બાહય બળ દડા અથવા ગાડીની ગતિને ઓછી કરે છે. ઘર્ષણ આ દરેક પદાર્થની સપાટી પર લાગતું રહે છે. જો એકબીજાના સંપર્કમાં રહે તો ઘર્ષણબળની દિશા હંમેશા લાગેલા બળની વિરુધ્ધ દિશામાં હોય છે.

હવે કોઈ એક સમાન વેગથી ગતિશીલ પદાર્થ પર લાગતા બળનું વિશ્લેષણ કરવામાં આવે છે. જો તે વસ્તુને એકસમાન વેગથી ગતિકરાવવામાં આવે તો તેના પર ઘર્ષણબળના બરાબર અને વિરૂદ્ર દિશામાં એક બળ લગાડવું પડે છે. આ અવસ્થામાં બંને બળ સંતુલિત બળ છે. જે નિશ્ચિત રૂપથી એકબીજા સાથે સંબંધ ધરાવે છે. જેનાથી વસ્તુ પર કુલ બળની કિંમત શૂન્ય થાય છે. આથી વસ્તુમાં ઉત્પન્ન થતા વેગમાનની કિંમત શૂન્ય હોય છે અને વસ્તુ એકસમાન વેગથી ચાલતી જાય છે.

વસ્તુની કોઈ સપાટી પર ગતિ પ્રારંભ પહેલા અને પછી તેના પર લાગતા બળને કારણે લાગતા બળને સિધુ ઘર્ષણ કહે છે. જો કોઈ વસ્તુ કોઈ સપાટી પર ગતિ કરવાની શરૂઆત કરે છે. અને બંને વચ્ચે ઘર્ષણ યાંત્રિક રૂપે થાય તો તેને યાંત્રિક ઘર્ષણ કહે છે. યાદ રાખો કે આવું ઘર્ષણ, સિધા ઘર્ષણથી થોડો ઓછા પ્રમાણમાં હોય છે.

૧૦.૪.૨ ઘર્ષણ ને અસર કરતાં પરિબળો :-

તમે જોયું હશે કે ખાડા-ખૈયાવાળી જમીન કરતાં ક્રોકીટની સડક પર સાયકલ ચલાવવાનું આસાન છે. એવું કેમ થાય છે ? શું જમીનના ચીકણાપણા કે ખરબચડાંપણા પર ઘર્ષણ નો આધાર છે ? આવે તે વિશે જાણીએ ?

૧૦.૪.૩ ઘર્ષણના લાભ અને ગેરલાભ :-

આપણા જીવનમાં ઘર્ષણનું ખૂબ જ મહત્વનું યોગદાન છે. તેના ઘણાબધા લાભ છે. સાથેસાથે તેના ઘણાબધા ગેરલાભ પણ છે.

(એ) ઘર્ષણના લાભ :-

શું તમે કયારેક બરફની પાટ પર ચાલ્યા છો ? તમે અનુભવ્યું હશે કે આ કાર્ય થોડું અઘરું છે. ચંપલના તળિયા અને જમીન વચ્ચે ઘર્ષણ થાય છે. તે આપણને ચાલવામાં મદદરૂપ થાય છે. જો ઘર્ષણ બિલકુલ ન થાય તો ચાલવાનું કે દોડવાનું અસંભવ થઈ જાય છે.

તમે કાગળ પર પેનની મદદથી અને બ્લેકબોર્ડ પર ચોકની મદદથી ઘર્ષણ ના કારણે લખી શકો છો. મકાન બનાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતી સામગ્રીઓની વચ્ચે ઘર્ષણબળ લાગે છે. જેનાકારણે મકાનનું નિર્માણ થાય છે. ઘર્ષણબળ વગર તમે દિવાલ પર ખીલી પણ નથી મારી શકતા.

જમીન માર્ગ અને ટાયરની સપાટી વચ્ચે ઘર્ષણ વધારવા માટે વાહનોના પૈડા ખરબચડી સપાટીવાળા બનાવવામાં આવે છે. આથી રોડ અને ટાયરની સપાટી વચ્ચે વધારે પકડ બને છે. સ્વંયસંચાલિત વાહનોમાં બ્રેક લાગવાથી ઘર્ષણના કારણે કાર્ય થાય છે. શું તમે તમારા રોજીંદા જીવનમાં ઘર્ષણનો ઉપયોગના બીજા ઉદાહરણ વિચારી શકો છો ?

(બી) ઘર્ષણના ગેરલાભ :-

- ઘર્ષણના કારણે ઘણીબધી ઉર્જા ઉષ્માના રૂપે નષ્ટ પામે છે. જેથી મશીનના ગતિશીલ ભાગમાં તૂટ ફૂટ થાય છે.

- ઊર્જાની કેટલીક માત્રા ઘર્ષણને ઓછી કરવામાં નષ્ટ થઈ જાય છે. જેનાથી મશીનની ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે. તથા મશીનની ક્ષમતામાં પણ ઘટાડો થાય છે. તથા મશીનની ક્ષમતા વધારવા માટે તેનો ગતિશીલ ભાગોમાં જરૂર મુજબ ઉંજણ લગાડવામાં આવે છે.

ઘણીબધી મશીનોમાં ઘર્ષણ ઓછું કરવા માટે તેમાં ગતિશીલ ભાગોમાં વચ્ચે બોલ-બેયરીંગ લગાવવામાં આવે છે. બોલ બેયરીંગની મદદથી. રેખીય ઘર્ષણ ને ગોલીય ઘર્ષણ માં રૂપાંતરિત કરી શકાય છે. ગોલીય ઘર્ષણ એ રેખીય ઘર્ષણ કરતાં ઓછું હોવાના કારણે મશીનનના ભાગો વચ્ચે ઘર્ષણ ઓછું થઈ જાય છે.

ઘર્ષણના કારણે ચપ્પલના તળીયા ઘસાઈ જાય છે. રેલવે પુલ પર પગદંડી વાળો રસ્તો પણ ઘર્ષણને કારણે ખરાબ થઈ જાય છે.

વંદના અને નવનીત બંને વિશેષરૂપે તૈયાર કરેલા જુતા છે. જેનાથી જામેલા બરફ પર દોડી શકાય છે. તે પહેરી ને દોડ લગાવે છે. (ચિત્ર-એ તથા ચિત્ર-બી) કોણ જીતશે

આકૃતિ - (એ)
વંદનાના જુતા

આકૃતિ (બી)
નવનીતના જુતા

તમે તમારા જીવનમાં કેટલાંક ઉદાહરણ લખો જેના પર ઘર્ષણ ની અસર જોવા મળે છે.

૧૦.૫ ધક્કો અને દબાણ

આપણી આજુબાજુની કેટલીક વસ્તુઓ જેવી કે ટેબલ, ડેસ્ક, પાણીથી ભરેલી ડોલ તમે જુઓ છો તે પોતાના વજનની બરાબર બળથી જમીન ઉપર દબાણ આપે છે. તમે જાણો છો કે વજનએ નીચેની દિશામાં લાગતું બળ છે. કારણ કે જમીનનો સંક્ષિતીજ લેવામાં આવે છે. જો બળ

ઉપર આપેલી દરેક વસ્તુ દ્વારા જમીન પર લગાવવામાં આવે છે. તે જમીનને લંબ હોય છે. પદાર્થની સપાટી પર તેથી બળ લંબ અક્ષે હોય છે. તેને ઘર્ષણ કહે છે.

? શું તમે જાણો છો

પાસ્કલ ફ્રાંસનો ગણીતજ્ઞ તથા વૈજ્ઞાનિક હતો. તેણે તારવેલા દબાણ અને સંચરણ સંબંધિત પ્રસિદ્ધ પાસ્કલના સિદ્ધાંત આપ્યા હતા. તેમણે સર્વપ્રથમ ગણકયંત્રનું નિર્માણ કર્યું. તેમના સન્માનમાં દબાણના એકમને પાસ્કલ (pa) ના નામથી ઓળખે છે.

બ્લેસી પાસ્કલ (૧૬૨૩-૧૬૬૨)

સમી-૧૦.૫ એ બતાવે છે કે કોઈ બળ ઓછા ક્ષેત્રફળ લાગતાં વધુ દબાણ ઉત્પન્ન કરે છે. અને વધુ ક્ષેત્રફળ લાગતા ઓછું દબાણ ઉત્પન્ન કરે છે.આજ કારણ છે કે કાપવા માટે વપરાતી વસ્તુ જેવી કે ચાકુ અને કુલ્હાડીમાં હંમેશા તિક્ષ્ણ ધાર હોય છે.

ઘણી પરિસ્થિતિઓમાં દબાણ ઓછા કરવા માટે આવશ્કય છે. કે જેવી પરિસ્થિતિમાં ઘર્ષણ જે ક્ષેત્રફળ પર કાર્ય કરી રહયું છે તેને વધારી દેવામાં આવે છે. ઉદા. મકાન અને બંધ બાધવાની દિવાલનું ક્ષેત્રફળ વધારી દેવામાં આવે છે. એ જ પ્રકારે વધારે વજન ઉઠાવવા વાળા ટ્રકો અને ગાડીઓના પૈડા પણ વધારે પહોળા હોય છે. હજાર ટન કરતાં વધુ વજન ઊંચું કરવાવાળા લશ્કરી ટેંક પણ એક પહોળી ચેન પર ટકેલા હોય છે.

આપણે શું શિખ્યા ?

- વસ્તુ પર કાર્ય કરવા માટે અસંતુલિત બળ તેની સ્થિર અથવા ગતિની દિશા બદલે છે.
- પદાર્થનું સ્થિર અવસ્થામાં રહેલું અથવા ગતિ અવસ્થાને બદલવાના વિરોધ કરવાની પ્રવૃત્તિને જડત્વ કહે છે.
- વસ્તુનું દ્રવ્યમાન એ તેના જડત્વનું માપ છે.
- ન્યુટનનો ગતિનો પ્રથમ નિયમ બતાવે છે કે તમારી સ્થિર અવસ્થા અથવા સરલ રેખામાં એકસમાન ગતિની અવસ્થામાં ત્યાં સુધી હોય છે કે જયાં સુધી તેની આ અવસ્થાને બદલવા તેના પર કોઈ સંતુલિત બળ ન લાગે.
- પદાર્થનું વેગમાન તેના દ્રવ્યમાન અને વેગના ગુણનફળમાં હોય છે. તેનો એસ.આઈ.એકમ kgms-1 હોય છે.

....

....