આકૃતિ 8.2
પ્લાઝમોડિયમમાં બહુભાજન

એકકોષીય સજીવ એકસાથે અનેક સંતતિ કે બાળકોષોમાં વિભાજિત થાય છે જેને બહુભાજન કહે છે.

યીસ્ટના કોષમાંથી નાની કલિકા ઊપસી આવે છે અને પછી કોષથી અલગ થઈ જાય છે અને સ્વતંત્ર રીતે તે વૃદ્ધિ પામે છે જે આપણે પ્રવૃત્તિ 8.1માં જોઈ ગયાં છીએ.

8.2.2 અવખંડન (Fragmentation)

પ્રવૃત્તિ 8.4

- કોઈ સરોવર અથવા તળાવ, જેનું પાણી ઊંડું અને પીળું દેખાય છે અને જેમાં તંતુના જેવી સંરચનાઓ હોય, તેમાંથી થોડુંક પાણી એકત્ર કરો.
- એક સ્લાઇડ પર એક કે બે તંતુઓ મૂકો.
- આ તંતુઓ પર ગ્લિસરીનનું એક ટીપું મૂકી અને કવર સ્લિપ ઢાંકી દો.
- સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની નીચે સ્લાઇડનું અવલોકન કરો.
- શું તમે સ્પાયરોગાયરા (Spirogyra)ના તંતુઓમાં વિવિધ પેશીને ઓળખી શકો છો ?

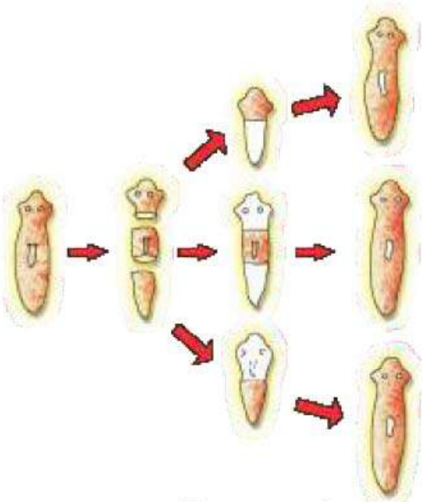
સરળ સંરચનાવાળા બહુકોષીય સજીવોમાં પ્રજનનની સરળ રીત કાર્ય કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, સ્પાયરોગાયરા સામાન્યતઃ વિકાસ પામીને નાના-નાના ટુકડાઓમાં અવખંડિત થઈ જાય છે. આ ટુકડા અથવા ખંડ વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. પ્રવૃત્તિ 8.4ના અવલોકનના આધારે શું આપણે તેનું કારણ શોધી શકીએ છે ?

પરંતુ આ બધી બહુકોષીય સજીવો માટે સાચું નથી. તે સરળ સ્વરૂપે દરેક કોષનું કોષવિભાજન કરી શકતાં નથી. એવું કેમ છે ? તેનું કારણ છે કે મોટા ભાગના બહુકોષીય સજીવ વિવિધ કોષોનો સમૂહ માત્ર નથી. વિશેષ કાર્ય માટે વિશિષ્ટ કોષો સંગઠિત થઈને પેશીનું નિર્માણ કરે છે અને પેશી સંગઠિત થઈ અંગ બનાવે છે. શરીરમાં તેઓની સ્થિતિ પણ નિશ્ચિત હોય છે. એવી ચોક્કસ વ્યવસ્થિત પરિસ્થિતિમાં કોષ–દર કોષવિભાજન અવ્યાવહારિક છે. આમ, બહુકોષીય સજીવોના પ્રજનન માટે અપેક્ષિત વધારે જટિલ રીતની જરૂરિયાત હોય છે.

બહુકોષીય સજીવો દ્વારા દર્શાવાતી એક સામાન્ય પદ્ધતિ છે કે વિવિધ પ્રકારના કોષો વિશિષ્ટ કાર્ય માટે કાર્યક્ષમ હોય જે સામાન્ય વ્યવસ્થાનું અનુકરણ કરે છે. આ પ્રકારના સજીવોમાં પ્રજનન માટે વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષો હોય છે. શું સજીવ અનેક પ્રકારના કોષોના બનેલા હોય છે ? તેનો જવાબ છે કે સજીવમાં કેટલાક એવા કોષો હોવા જોઈએ જેમાં વૃદ્ધિ, ક્રમ, પ્રસરણ અને યોગ્ય પરિસ્થિતિમાં વિશેષ પ્રકારના કોષનિર્માણની ક્ષમતા હોવી જોઈએ.

8.2.3 પુનર્જનન (Regeneration)

પૂર્ણ સ્વરૂપે વિભેદિત સજીવોમાં પોતાના વાનસ્પતિક ભાગમાંથી નવા સજીવનું નિર્માણની ક્ષમતા હોય છે. એટલે કે જે કોઈ કારણે સજીવના ખંડો ને ટુકડાઓ થઈ જાય છે અથવા કેટલાક ટુકડાઓમાં તૂટી જાય છે તો તેના અનેક ટુકડા વૃદ્ધિ પામીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે. ઉદાહરણ તરીકે, હાઇડ્રા અને પ્લેનેરિયા જેવા સરળ પ્રાણીઓને જો કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવે તો પ્રત્યેક ટુકડા વિકાસ પામીને સંપૂર્ણ સજીવમાં પરિણમે છે. આને પુનર્જનન કે પુનઃજનન (પુનઃસર્જન) કહેવાય છે. આકૃતિ 8.3. પુનર્જનન વિશિષ્ટ કોષો દ્વારા દર્શાવાય છે. આ કોષોના ક્રમ-પ્રસરણથી અનેક કોષો બને છે. કોષોના આ સમૂહથી પરિવર્તન દરમિયાન વિવિધ પ્રકારના

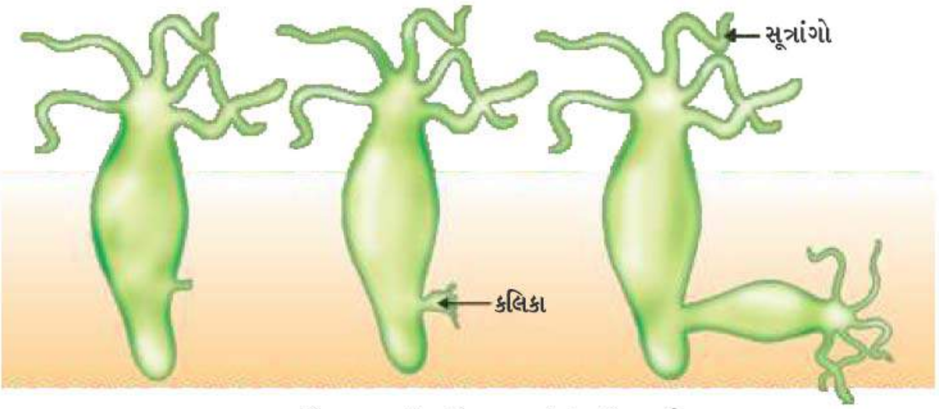


આકૃતિ 8.3 પ્લેનેરિયામાં પુનર્જનન

કોષો તેમજ પેશી બને છે. આ પરિવર્તન ખૂબ જ વ્યવસ્થિત સ્વરૂપે તેમજ ક્રમથી દર્શાવાય છે જેને વિકાસ કહે છે. પુનર્જનન અને પ્રજનન સમાન નથી તેનું કારણ એ છે કે પ્રત્યેક સજીવના કોઈ પણ ભાગને કાપીને કે તોડીને સામાન્યતઃ નવો સજીવ ઉત્પન્ન કરી શકાય નહિ.

8.2.4 કલિકાસર્જન (Budding)

હાઈડ્રા જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ પુનર્જનનની ક્ષમતાવાળા કોષોનો ઉપયોગ કલિકાસર્જન માટે કરે છે. હાઈડ્રામાં કોષોનું વારંવાર વિભાજન થવાને કારણે એક સ્થાન ઊપસી આવે છે અને તે ભાગ (ઉપસેલો) વિકાસ પામે છે. આ ઉપસેલો ભાગ એટલે કલિકા જે વૃદ્ધિ પામીને બાળ સજીવમાં ફેરવાય છે અને પૂર્ણ વિકાસ પામતા પિતૃથી અલગ થઈ સ્વતંત્ર જીવ (પ્રાણી) બને છે.



આકૃતિ 8.4 હાઈડ્રા (જળવ્યાળ)માં કલિકાસર્જન

8.2.5 વાનસ્પતિક પ્રજનન (Vegetative Propagation/Vegetative Reproduction)

ઘણી એવી વનસ્પતિઓ છે કે જેઓના કેટલાક ભાગ જેવા કે મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણો યોગ્ય સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં વિકાસ પામીને નવા છોડને ઉત્પન્ન કરે છે. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓથી વિપરીત વિરુદ્ધ એક છોડ કે વનસ્પતિ તેની ક્ષમતાનો ઉપયોગ પ્રજનનની રીતના સ્વરૂપમાં કરે છે. કલમ, દાબકલમ અને આરોપણ જેવી વાનસ્પતિક પ્રજનનની તકનિકનો ઉપયોગ ખેતીવાડી (કૃષિ)માં પણ થાય છે. શેરડી, ગુલાબ કે દ્રાક્ષ તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. વાનસ્પતિક પ્રજનન દ્વારા વનસ્પતિઓને ઉગાડવા કે ઉછેરવા માટેનો સમય, બીજ દ્વારા ઉગાડેલા છોડની તુલનામાં પુષ્પ તેમજ ફળ ઓછા સમયમાં આવવા લાગે છે. આ પદ્ધતિ કેળા, નારંગી, ગુલાબ તેમજ મોગરા જેવી વનસ્પતિઓને ઉગાડવા માટે ઉપયોગી છે, જેઓ બીજ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા ગુમાવી દે છે. વાનસ્પતિક પ્રજનનનો બીજો લાભ એ પણ છે કે, આ પ્રકારે ઉત્પન્ન થયેલી બધી વનસ્પતિઓ આનુવંશિક રીતે પિતૃ વનસ્પતિને સમાન હોય છે.

પ્રવૃત્તિ 8.5

- એક બટાટાને લઈને તેની સપાટીનું અવલોકન કરો. શું તેના પર કે તેમાં કોઈ ખાડો (કલિકા) દેખાય છે ?
- બટાટાને નાના-નાના ટુકડાઓમાં કાપો કે જેથી કેટલાક ટુકડાઓમાં આ ખાડાનો ભાગ રહે અને કેટલાકમાં ન રહે.
- એક ટ્રેમાં રૂની પાતળી સપાટી પાથરી અને તેને ભીની કરો. ખાડાવાળા ટુકડાઓ (કલિકા ધરાવતા ટુકડાઓને)ને એક તરફ અને ખાડા વગરના ટુકડાઓને બીજી તરફ રાખો.
- હવે પછીના કેટલાક દિવસો સુધી આ ટુકડાઓમાં થનારાં પરિવર્તનોનું અવલોકન કરો. ધ્યાન રાખો કે ટ્રેમાં રૂની ભીનાશ રહેવી જરૂરી છે.
- તે કયા ટુકડાઓ છે કે જેમાંથી પ્રરોહ અને મૂળનો વિકાસ થઈ રહ્યો છે ?

આકૃતિ 8.5
પાનફૂટીનાં પર્ણ સાથે કલિકાઓ

આ જ રીતે પાનફૂટી (પર્ણફૂટી = Bryophyllum)નાં પર્ણોની પર્ણકિનારી પર પણ કેટલીક કલિકાઓ વિકાસ પામે છે અને ભૂમિ પર પડી જાય છે અને નવા છોડનો વિકાસ દર્શાવે છે (આકૃતિ 8.5).

પ્રવૃત્તિ 8.6

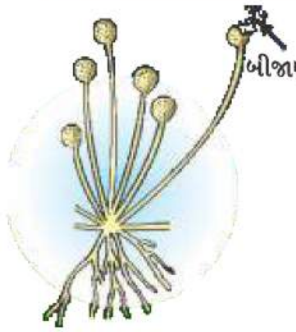
- એક અડુનીવેલ (મનીપ્લાન્ટ કે Pothos plant)નો છોડ લો.
- તે છોડને કેટલાક ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરો કે જેથી પ્રત્યેક ટુકડામાં ઓછામાં ઓછું એક પર્ણ નિશ્ચિત રૂપે હોય.
- બે પર્ણોની વચ્ચેવાળા ભાગના કેટલાક ટુકડા કરી એકઠા કરો.
- બધા ટુકડાઓને એક છેડેથી પાણીમાં ડુબાડીને રાખો અને હવે પછીના કેટલાક દિવસો સુધી તે ટુકડાઓનું અવલોકન કરો.
- કયા ટુકડાઓમાંથી વૃદ્ધિ થાય છે અને નવાં પર્ણો (કૂંપળો) ઊગે છે.
- તમે તમારાં અવલોકનો પરથી શું તારણ કાઢી શકો છો.

વધુ જાણવા જેવું !

પેશી-સંવર્ધન (Tissue culture)

પેશી-સંવર્ધન તક્નિકમાં વનસ્પતિની પેશી અથવા તેમના કોષોને વનસ્પતિના અગ્રભાગના વર્ધમાન ભાગથી અલગ કરીને નવા છોડને ઉગાડવામાં આવે છે. આ કોષોને કૃત્રિમ પોષક માધ્યમમાં રાખવામાં આવે છે. જેનાથી કોષો વિભાજિત થઈને અનેક કોષોના નાના સમૂહ બનાવે છે. જેને કેલસ (Callus) કહે છે કેલસની વૃદ્ધિ તેમજ વિભેદન માટે અંતઃસ્રાવ યુક્ત એક અન્ય માધ્યમમાં સ્થળાંતરિત કરવામાં આવે છે. આ છોડને પછી માટી કે જમીનમાં રોપવામાં આવે છે. જેથી તેઓ વૃદ્ધિ પામી વિકાસ પામેલ છોડ બની જાય છે. પેશી-સંવર્ધન તક્નિક દ્વારા કોઈ એકલા છોડમાંથી અનેક છોડનું નિર્માણ કરાય છે. જે મુક્ત પરિસ્થિતિઓમાં ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. આ તક્નિકનો ઉપયોગ સામાન્યતઃ સજાવટના કે સુશોભનની વનસ્પતિઓના સંવર્ધન માટે કરાય છે.

8.2.6 બીજાણુ-નિર્માણ (Spore Formation)



આકૃતિ 8.6
રાઇઝોપસમાં બીજાણુ નિર્માણ

અનેક સરળ બહુકોષીય સજીવોમાં પણ વિશિષ્ટ પ્રજનન સંરચનાઓ જોવા મળે છે. પ્રવૃત્તિ 8.2માં બ્રેડ પર તંતુ જેવી કેટલીક સંરચનાઓ વિકાસ પામેલી હતી. આ રાઇઝોપસ ફૂગની જાળીરૂપ રચના હતી. તે પ્રજનનનો ભાગ નથી. પરંતુ ઉર્ધ્વસ્થતંતુઓ પર સૂક્ષ્મ ગોળાકાર સંરચનાઓ પ્રજનનમાં ભાગ લે છે. આ ગોળાકાર ગુચ્છ જેવી રચના, બીજાણુ-ધાની છે, જેમાં વિશિષ્ટ કોષો અથવા બીજાણુ મળી આવે છે (આકૃતિ 8.6). આ બીજાણુ વૃદ્ધિ પામીને રાઇઝોપસના એક નવા સજીવની રચના ઉત્પન્ન કરે છે. બીજાણુની ચારેય તરફ એક જાડી દીવાલ હોય છે, જે પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં તેઓનું રક્ષણ કરે છે. ભેજયુક્ત સપાટીના સંપર્કમાં આવતાની સાથે જ તે વૃદ્ધિ પામવાની શરૂઆત કરી લે છે અથવા વૃદ્ધિ પામે છે.

અત્યાર સુધી પ્રજનનની જે પદ્ધતિઓ કે રીતોની આપણે ચર્ચા કરી તે બધાં પદ્ધતિઓમાં સંતતિનું સર્જન માત્ર એક જ સજીવ દ્વારા થાય છે. આને અલિંગી પ્રજનન કહે છે.

પ્રશ્નો

1. દ્વિભાજનએ બહુભાજનથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
2. બીજાણુ દ્વારા પ્રજનનથી સજીવને કેવી રીતે લાભ થાય છે ?
3. તે માટેનું કારણ તમે વિચારી શકો ? જટિલ સંરચનાવાળા સજીવો પુનર્જનન દ્વારા નવી સંતતિ શા માટે ઉત્પન્ન કરી શકતા નથી ?
4. કેટલીક વનસ્પતિઓનો ઉછેર કરવા માટે વાનસ્પતિક પ્રજનનનો ઉપયોગ શા માટે કરવામાં આવે છે ?
5. DNAની પ્રતિકૃતિ બનાવવી પ્રજનન માટેની આવશ્યકતા કેમ છે ?

8.3 લિંગી પ્રજનન (Sexual Reproduction)

Q8I1L8

આપણે પ્રજનનની એ પદ્ધતિથી પણ પરિચિત છીએ કે જેમાં સંતતિ ઉત્પન્ન કરવાના હેતુએ બે વ્યક્તિઓની ભાગીદારી હોય છે. ન તો આખલો વાછરડાને જન્મ આપી શકે છે અને ન તો એકલી મરઘીથી નવા મરઘાના બચ્ચાની ઉત્પત્તિ થઈ શકે છે. આવા સજીવોને નવી સંતતિ ઉત્પન્ન કરવા માટે નર તેમજ માદા, બંને લિંગોની જરૂરિયાત હોય છે. આ લિંગી પ્રજનનની ઉપયોગિતા શું છે ? શું અલિંગી પ્રજનનની કેટલીક મર્યાદાઓ છે ? જેની ચર્ચા આપણે અગાઉ કરી ગયાં છીએ.

8.3.1 શા માટે લિંગી પ્રજનનની રીત/પદ્ધતિ ? (Why the Sexual Mode of Reproduction ?)

એક પિતૃ કોષમાંથી બે બાળકોષોના નિર્માણમાં DNA ની પ્રતિકૃતિ થવી કે સર્જાવી તેમજ કોષીય સંગઠન બંને જરૂરી છે. જેમકે આપણે જાણ્યું છે કે DNA પ્રતિકૃતિની તક્નિક સંપૂર્ણ રીતે યથાર્થ નથી. પરિણામી (ઉદ્ભવતી) ત્રુટિઓ કે ખામીઓ સજીવની વસ્તીમાં ભિન્નતાનો સ્રોત છે. પ્રત્યેક સજીવ વ્યક્તિગત રીતે ભિન્નતાઓ સામે સંરક્ષિત હોઈ શકે નહિ. પરંતુ વસ્તીમાં જોવા મળતી ભિન્નતાઓ તે જાતિના અસ્તિત્વને (જીવસાતત્યને) જાળવી રાખવામાં મદદરૂપ થાય છે. આમ, સજીવોમાં પ્રજનનની કોઈ એવી પદ્ધતિ કે રીત વધારે સાર્થક હોવી જોઈએ જેમાં વધારે ભિન્નતા ઉત્પન્ન થઈ શકે છે.

જો DNA પ્રતિકૃતિની ક્રિયા સંપૂર્ણપણે યથાર્થ નથી તો તે ચોક્કસ છે કે તેમાં ભિન્નતા અત્યંત ધીમી રીતે ઉત્પન્ન થાય. જો DNA પ્રતિકૃતિની ક્રિયાવિધિ ઓછી ચોકસાઈવાળી છે, તો નિર્માણ પામનાર DNA પ્રતિકૃતિઓ કોષીય સંરચનાની સાથે તાલમેલ કે કાર્ય કરવાની ક્ષમતા જાળવી શકતા નથી અને કોષનું મૃત્યુ થાય છે. તો આ પ્રતિકૃતિઓ તૈયાર કરવામાં કઈ રીતે ઝડપ થઈ શકે ? પ્રત્યેક DNA પ્રતિકૃતિમાં નવી ભિન્નતાની સાથે-સાથે પૂર્વવત્ પેઢીઓની ભિન્નતાઓ પણ સંગૃહીત થાય છે. આમ, વસ્તીના બે સજીવોમાં સંગૃહીત ભિન્નતાઓની ભાત કે રીત (Pattern) પણ ઘણી ભિન્ન હોય છે. કારણ કે આ બધી ભિન્નતાઓ જીવિત વ્યક્તિ (સજીવ)માં જોવા મળે છે. આમ તે સુનિશ્ચિત છે કે આ ભિન્નતાઓ હાનિકારક નથી. બે અથવા વધારે એકલ (Single) સજીવોની ભિન્નતાઓના સંયોજનની ભિન્નતાથી નવું સંયોજન ઉત્પન્ન થાય છે. કારણ કે આ ક્રિયામાં બે ભિન્ન સજીવ ભાગ લે છે. આમ, પ્રત્યેક સંયોજન પોતાની જાતે અલગ હોય છે. લિંગી પ્રજનનમાં બે ભિન્ન સજીવોમાંથી મેળવેલ DNAનું સંયોજન થાય છે.

પરંતુ તેને લીધે વધુ મુશ્કેલી ઉત્પન્ન થાય છે. જો દરેક નવી પેઢીએ પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા બે વ્યક્તિગત સજીવોના DNAના સંકલનની પ્રતિકૃતિ બનવાની હોય તો દરેક સંતતિ પાસે પિતૃપેઢી કરતા બમણાં DNA થઈ જાય. આમાં DNA દ્વારા કોષ-સંગઠન પરથી નિયંત્રણ દૂર થવાની સંભાવના વધુ છે. આ સિવાય જો પ્રત્યેક પેઢીમાં DNAની માત્રા કોઈ અન્ય વસ્તુ માટે કોઈ સ્થાન વધતું નથી. આ સમસ્યાને દૂર કરવા માટે આપણે કેટલા ઉકેલ શોધી શકીએ ?

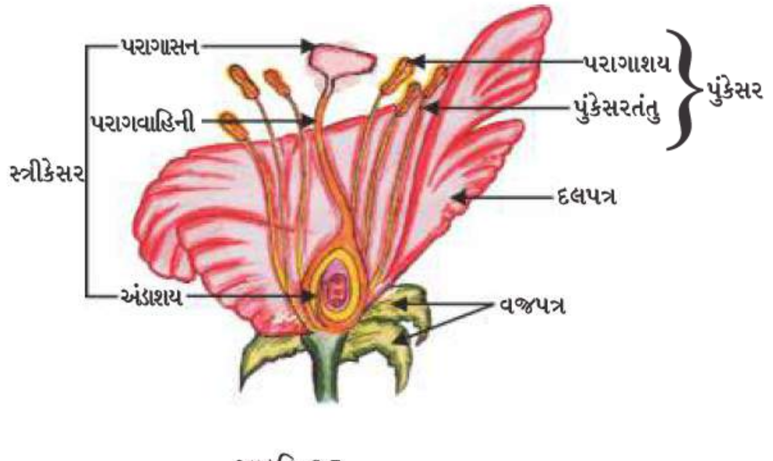
આપણે પહેલાં જાણી લીધું છે કે, જેમ-જેમ સજીવોની જટિલતા વધતી ગઈ છે તેમ-તેમ પેશીઓની વિશિષ્ટતાઓ પણ વધી છે. ઉપર્યુક્ત સમસ્યાનો ઉકેલ સજીવોએ એવી રીતે શોધી કાઢ્યો છે કે જેમાં સજીવની વાનસ્પતિક કે દૈહિક કોષોની તુલનામાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા અડધી થઈ જાય છે અને DNAની માત્રા પણ અડધી હોય છે. કોષવિભાજનની અર્ધીકરણ નામની ક્રિયા વડે આ શક્ય બને છે. આમ, બે ભિન્ન સજીવોનું આ યુગ્મનજ કોષ કે ફલિતાંડ લિંગી પ્રજનનમાં સંયુગ્મન દ્વારા યુગ્મનજ ફલિતાંડ (Zygote) બનાવે છે. જે બાળપેઢીમાં કે સંતતિમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા તેમજ DNAની માત્રાને પુનઃસ્થાપિત કરે છે.

જો યુગ્મનજની વૃદ્ધિ અને વિકાસ અત્યંત વિશિષ્ટ પેશી તથા અંગોયુક્ત નવા સજીવમાં થવાનો હોય તો તેમાં ઊર્જાનો સંગ્રહ પણ પૂરતા પ્રમાણમાં થવો જોઈએ. અત્યંત સરળ સંરચનાવાળા સજીવોમાં સામાન્ય રીતે બે પ્રજનનકોષો (યુગ્મકો)ના આકાર તેમજ કદમાં વિશેષ ભેદ હોતો નથી અથવા તેઓ સમાન આકારના પણ હોઈ શકે છે. પરંતુ જેવી શારીરિક રચના વધારે જટિલ બને છે, પ્રજનનકોષો પણ વિશિષ્ટતા પ્રાપ્ત કરે છે. એક પ્રજનનકોષ તુલનાત્મક રીતે મોટો હોય છે તેમજ તેમાં ખોરાક પૂરતા પ્રમાણમાં સંચય પણ પામે છે. જ્યારે બીજો પ્રજનનકોષ પહેલાં પ્રજનનકોષની તુલનામાં નાનો તેમજ વધારે પ્રચલનશીલ હોય છે. પ્રચલનશીલ પ્રજનનકોષને નરજન્યુ કોષ અને પ્રજનનકોષમાં ખોરાકનો સંગ્રહ થયેલો હોય છે, તેને માદા જન્યુકોષ કહે છે. હવે પછીના થોડા વિભાગોમાં આપણે જોઈશું કે કઈ રીતે આ બે અલગ પ્રકારના જન્યુઓના નિર્માણથી નર અને માદા જનનાંગોમાં અલગતા ઉત્પન્ન કરે છે અને કેટલાક કિસ્સાઓમાં નર અને માદાના શરીરમાં પણ ફેરફાર ઉત્પન્ન કરે છે.

8.3.2 સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં લિંગી પ્રજનન

(Sexual Reproduction in Flowering Plants)

આવૃત્ત બીજધારીઓ (Angosiperms)ના પ્રજનનાંગો પુષ્પમાં દર્શાવેલાં છે. તમે પુષ્પના વિવિધ ભાગો વિશે અભ્યાસ કરી ગયાં છો. વજપત્રો, દલપત્રો, પુંકેસર તેમજ સ્ત્રીકેસર પુંકેસર, તેમજ સ્ત્રીકેસર પુષ્પનાં પ્રજનન ભાગ કે અંગો છે. જેમાં પ્રજનનકોષો હોય છે. દલપત્ર તેમજ વજપત્રનું કાર્ય શું હોઈ શકે ?



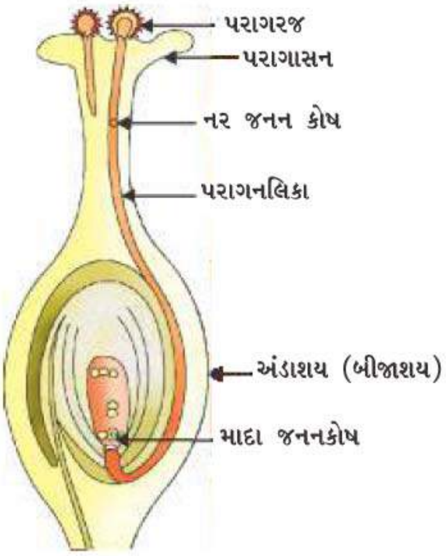
આકૃતિ 8.7
પુષ્પનો આયામ છેદ

જ્યારે પુષ્પમાં પુંકેસર અથવા સ્ત્રીકેસરમાંથી કોઈ એક જનનાંગ હાજર હોય કે આવેલા હોય તો પુષ્પ એકલિંગી કહેવાય છે તથા (પપૈયું, તડબૂચ) જ્યારે પુષ્પમાં પુંકેસર તેમજ સ્ત્રીકેસર બંને આવેલા હોય તો તેવા પુષ્પને ઊભયલિંગી કે દ્વિલિંગી પુષ્પ કહે છે (જાસૂદ, રાઈ) પુંકેસર નર જનનાંગ છે જેના દ્વારા પરાગરજનું નિર્માણ કરે છે. જે સામાન્ય રીતે પીળા રંગની હોય છે. તમે જોયું હશે કે જ્યારે તમે કોઈ પુષ્પના પુંકેસરને અડકો છો ત્યારે તમારા હાથમાં એક પીળો પાઉડર ચોંટી જાય છે. સ્ત્રીકેસર પુષ્પના કેન્દ્રસ્થ ભાગમાં આવેલું હોય છે અને તે પુષ્પનું માદા જનનાંગ છે જે ત્રણ ભાગોથી બનેલું છે. આધાર કે તલીય પ્રદેશે ફૂલેલો ભાગ અંડાશય (બીજાશય), મધ્યમાં લાંબી નલિકા જેવી રચના પરાગવાહિની અને અગ્ર ભાગે આવેલી રચના પરાગાસન હોય છે. જે સામાન્ય રીતે ચીકણું કે

સ્નિગ્ધ હોય છે. અંડાશયમાં અંડક કે બીજાંડ હોય છે અને પ્રત્યેક અંડક કે બીજાંડમાં એક અંડકોષ હોય છે. પરાગરજ દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા નરજન્યુ કે પુંજન્યુ અંડાશયના અંડકોષ (માદાજન્યુ)ની સાથે સંયુગ્મન પામે છે. જનનકોષોના આ સંયુગ્મન કે ફલનથી યુગ્મનજ કે ફલિતાંડનું નિર્માણ થાય છે જેમાં નવા છોડમાં વિકાસ પામવાની ક્ષમતા હોય છે.

આમ, પરાગરજને પુંકેસરમાંથી પરાગાસન સુધી સ્થળાંતરણ થવાની જરૂરિયાત હોય છે. જો પરાગરજનું આ સ્થળાંતરણ તે પુષ્પના પરાગાસન પર જ થાય તો તેને સ્વપરાગનયન કહે છે. પરંતુ એક પુષ્પની પરાગરજ બીજા પુષ્પ પર સ્થળાંતરિત થાય તો તેને પરપરાગનયન કહે છે. એક પુષ્પથી બીજા પુષ્પ સુધી પરાગરજનું આ સ્થળાંતરણ હવા, પાણી કે પ્રાણી જેવા વાહકો દ્વારા થાય છે.

પરાગરજનું યોગ્ય પરાગાસન પર પહોંચવા ઉપરાંત નર જન્યુ કે પુંજન્યુને અંડાશયમાં આવેલા માદાજન્યુ કોષ (અંડકોષ) સુધી પહોંચવું જરૂરી હોય છે. તેના માટે પરાગરજમાંથી એક નલિકાનો વિકાસ થાય છે અને તે નલિકા પરાગવાહિનીમાં થઈને અંડક કે બીજાંડ સુધી પહોંચે છે. (જેને પરાગનલિકા કહે છે.)

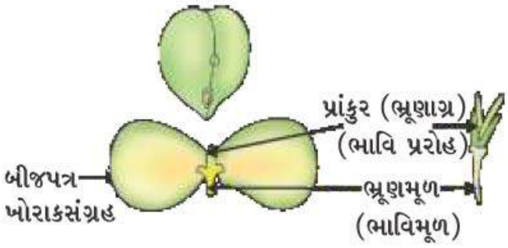


આકૃતિ 8.8
પરાગરજનું પરાગાસન પર અંકુરણ

ફલન પછી, યુગ્મનજમાં અનેક વિભાજન થાય છે અને અંડકમાં ભ્રૂણ વિકાસ પામે છે. અંડક કે બીજાંડમાંથી એક સખત આવરણ વિકાસ પામે છે અને આ બીજમાં પરિવર્તિત થાય છે. અંડાશય ઝડપથી વૃદ્ધિ પામે છે અને પરિપક્વ થઈને ફળમાં પરિણમે છે. આ સમયગાળા દરમિયાન વજ્રપત્રો, દલપત્રો અને પુંકેસર, પરાગવાહિની તેમજ પરાગાસન સામાન્ય રીતે કરમાઈ જઈને ખરી પડે છે. શું તમે ક્યારેય પુષ્પના કોઈ ભાગને ફળની સાથે સ્થાયીરૂપે જોડાયેલ જોયો છે ? વિચારો, બીજનું નિર્માણ થવાથી વનસ્પતિને શું લાભ થાય છે ? બીજમાં ભાવિ વનસ્પતિ અથવા ભ્રૂણ હોય છે. જે સાનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં નવા છોડમાં વિકાસ પામે છે. આ ક્રિયાને કે ઘટનાક્રમને અંકુરણ કહે છે.

પ્રવૃત્તિ 8.7

- ચણાનાં કેટલાંક બીજને એક રાત સુધી પાણીમાં પલાળો.
- વધારાનું પાણી ઢોળી દો અને પલાળેલાં બીજને એક ભીના કપડાંથી ઢાંકી એક દિવસ માટે રાખી મૂકો. ધ્યાન રાખો કે બીજ કે કપડું સુકાવા ન જોઈએ.
- બીજને સાવચેતીથી ખોલીને તેઓના વિવિધ ભાગોનું અવલોકન કરો.
- તમારાં અવલોકનની તુલના આકૃતિ 8.9ની સાથે કરો. શું તમે બધા ભાગોને ઓળખી શકો છો ?



આકૃતિ 8.9
અંકુરણ

8.3.3 માનવમાં લિંગી પ્રજનન (Sexual Reproduction in Human Beings)

અત્યાર સુધી આપણે વિવિધ જાતિમાં પ્રજનનની વિવિધ પ્રણાલીઓની ચર્ચા કરી હતી. આવો, હવે આપણે તે જાતિના વિષયમાં જાણીએ જેમાં આપણી સૌથી વધારે રુચિ છે. તે જાતિ માનવ છે. માનવમાં લિંગી પ્રજનન થાય છે. આ ક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

આવો, આપણે શરૂઆત કંઈક અસંબંધિત મુદ્દાથી કરીએ. આપણે બધાં જાણીએ છીએ કે ઉંમરની સાથે-સાથે આપણા શરીરમાં કેટલાંક પરિવર્તન આવે છે. તમારા શરીરમાં થતાં ફેરફારો વિશે આગળ ધોરણ VIIIમાં શીખી ગયાં છીએ. આપણી ઊંચાઈમાં નાનપણથી અત્યાર સુધીમાં સતત વધારો થાય છે એવું આપણે નોંધ્યું છે. આપણા દાંત પડી જાય છે, જેને દુધિયા દાંત કહે છે અને નવા

દાંત ઊગે છે. આ બધાં પરિવર્તનોને એક સામાન્ય ક્રિયાનો વૃદ્ધિ-ક્રમમાં સામૂહિક સમાવેશ કરાય છે. જેમાં શારીરિક વૃદ્ધિ થાય છે. પરંતુ મુગ્ધાવસ્થા કે કિશોરાવસ્થાનાં પ્રારંભિક વર્ષોમાં, કેટલાંક એવાં પરિવર્તન થાય છે જેને માત્ર શારીરિક વૃદ્ધિ કહી શકાય નહિ. જ્યારે શારીરિક સૌષ્ઠવ બદલાઈ જાય છે. શારીરિક ગુણોત્તર બદલાઈ જાય છે. નવા લક્ષણ આવે છે અને સંવેદનમાં પણ પરિવર્તન આવે છે.

આમાંથી કેટલાંક પરિવર્તન છોકરા તેમજ છોકરીઓમાં એકસમાન હોય છે. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, શરીરના કેટલાક ભાગો જેવાં કે બગલ તેમજ જાંઘોના મધ્ય જનનાંગીય વિસ્તારમાં વાળ ઊગે છે અને તેનો રંગ પણ ઘેરો હોય છે. પણ હાથ તેમજ ચહેરા પર પણ નાના રોમ ઊગે છે. ત્વચા સામાન્ય રીતે તૈલી / તેલયુક્ત બને છે અને ક્યારેક ખીલ પણ ઉદ્‌ભવે છે. આપણે પોતાની તેમજ બીજાના પ્રત્યે વધારે સજાગ બનીએ છીએ.

બીજી તરફ, કેટલાંક એવાં પણ પરિવર્તન થાય છે જે છોકરા તેમજ છોકરીઓમાં ભિન્ન હોય છે. છોકરીઓમાં સ્તનના આકાર (કદ)માં વધારો થાય છે અને સ્તનાગ્રની ત્વચાનો રંગ પણ ઘેરો બને છે. આ સમયે છોકરીઓમાં રજોસ્રાવ થવા લાગે છે. છોકરાના ચહેરા પર દાઢી-મૂછ ઊગી આવે છે અને તેમનો અવાજ કર્કશ ને જાડો બને છે. દીવાસ્વપ્ન અથવા રાત્રિમાં શિશ્ન પણ સામાન્ય રીતે કદમાં વધે અને ટટ્ટાર બને છે.

આ બધાં પરિવર્તન મહિનાઓ તેમજ વર્ષોની અવધિમાં મંદગતિ એ થાય છે. આ પરિવર્તન બધા વ્યક્તિઓમાં એક જ સમય અથવા એક નિશ્ચિત ઉંમરમાં થતું નથી. કેટલીક વ્યક્તિઓમાં આ પરિવર્તન નાની ઉંમરમાં તેમજ ઝડપથી થાય છે. જ્યારે અન્યમાં અત્યંત મંદ ગતિથી પણ થઈ શકે છે. પ્રત્યેક પરિવર્તન તીવ્રતાથી પૂર્ણ પણ થતાં નથી. ઉદાહરણ તરીકે, છોકરાઓના ચહેરા પર આછા-જાડા વાળ ઊગતા જોવા મળે છે અને ધીરે-ધીરે આ વૃદ્ધિ એક જેવી થાય છે. પછી આ બધાં પરિવર્તનોમાં પણ વિવિધ વ્યક્તિઓની વચ્ચે વિવિધતા પ્રદર્શિત થાય છે. જેમકે આપણા નાક-નકશા અલગ-અલગ હોય છે. આ પ્રકારે વાળની વૃદ્ધિની રીત (Pattern), સ્તન અથવા શિશ્નના કદ તેમજ આકાર પણ ભિન્ન હોય છે. આ બધાં પરિવર્તન શરીરની લૈંગિક પરિપક્વતાને લીધે થાય છે.

આ ઉંમરમાં શરીરમાં લૈંગિક પરિપક્વતા શા માટે પ્રદર્શિત થાય છે ? આપણે બહુકોષીય સજીવોમાં વિશિષ્ટ કાર્યોનું સંપાદન કરવા માટે વિશિષ્ટ પ્રકારના કોષોની આવશ્યકતાની વાત કરી ગયા છીએ. લિંગી પ્રજનનમાં ભાગ લેવા માટે પ્રજનનકોષોનું ઉત્પાદન એ પણ એક વિશિષ્ટ કાર્ય છે અને આપણે જોઈ ગયાં છીએ કે વનસ્પતિઓમાં પણ આ હેતુ માટે વિશેષ પ્રકારના કોષો તેમજ પેશી વિકાસ પામે છે. જ્યારે વ્યક્તિગત રીતે કોઈ સજીવનાં શરીરનો પુખ્તાવસ્થામાં વિકાસ થાય, ત્યારે આ વિકાસને પ્રાપ્ત કરવા માટે શરીરના સ્રોતોને એ તરફ દોરવામાં આવે છે. આ દરમિયાન, પ્રજનનપેશીનું પુખ્ત થવાની ક્રિયાને પ્રાથમિકતા આપવામાં આવે છે. માટે શરીરનો સામાન્ય વિકાસ ધીમો થાય છે તથા પ્રજનનપેશી પુખ્ત થવાની શરૂઆત થાય છે. કિશોરાવસ્થા કે મુગ્ધાવસ્થાના સમયગાળાને યૌવનારંભ (Puberty) કહે છે.

આમ, ઉપર્યુક્ત ચર્ચા કરેલ બધા જ ફેરફારો પ્રજનનની ક્રિયા સાથે કઈ રીતે સંબંધિત છે ? આપણે યાદ રાખીએ કે લિંગી પ્રજનન પ્રણાલીનો અર્થ છે કે બે ભિન્ન વ્યક્તિઓના પ્રજનનકોષોનું

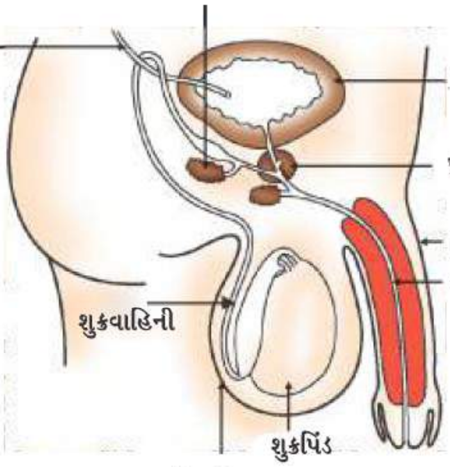
પરસ્પર સંયુગ્મન. આ જનનકોષો કે પ્રજનનકોષો શરીરની બહારની તરફ ત્યાગ પણ પામતાં હોય છે ? જેમકે સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં થાય છે અથવા બે સજીવોના પરસ્પર સંબંધ દ્વારા જનન-કોષોનું આંતરિક સ્થળાંતરણ પણ થઈ શકે છે, જેમકે અનેક પ્રાણીઓમાં થાય છે. જો પ્રાણીઓ સમાગમની ક્રિયામાં ભાગ લેવાનો હોય તો તે જરૂરી છે કે અન્ય સજીવને તેની લૈંગિક પરિપક્વતાની જાણ હોય. યૌવનારંભની અવધિમાં અનેક પરિવર્તન જેવાં કે વાળ ઊગવાની નવી વાત સંકેત છે કે લૈંગિક પરિપક્વતા આવી રહી છે.

બીજી તરફ, બે વ્યક્તિઓની વચ્ચે પ્રજનનકોષોના વાસ્તવિક સ્થળાંતરણ માટેથી વિશિષ્ટ અંગ/સંરચનાની જરૂરિયાત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, શિશ્ન કે જેનું ઉત્થાન ઉર્ધ્વસ્થ થવાની ક્ષમતા માનવ જેવા સસ્તનમાં શિશુ/બાળક માતાના શરીરમાં લાંબી અવધિ સુધી ગર્ભસ્થ રહે છે અને જન્મ પછી સ્તનપાન કરે છે. આ બધી પરિસ્થિતિઓ માટે માદામાં જનનાંગો તેમજ સ્તનનું પરિપક્વ થવા જરૂરી છે. આવો, પ્રજનનતંત્રના વિષયમાં જાણકારી મેળવીએ.

8.3.3 (a) નર પ્રજનનતંત્ર (Male Reproductive System)

પ્રજનનકોષ ઉત્પાદિત કરનારા અંગ તેમજ જનનકોષોનું ફલનના સ્થાન સુધી પહોંચાડવાવાળા અંગ, સંયુક્ત સ્વરૂપે નર પ્રજનનતંત્ર બનાવે છે. (આકૃતિ 8.10)

નર પ્રજનનકોષ અથવા શુક્રકોષનું નિર્માણ શુક્રપિંડ (વૃષણ)માં થાય છે. આ ઉદરગુહાની બહાર વૃષણકોથળીમાં આવેલા હોય છે. તેનું કારણ એ છે કે, શુક્રકોષનાં ઉત્પાદન માટે જરૂરી તાપમાન શરીરના તાપમાનથી ઓછું હોય છે. ટેસ્ટોસ્ટેરોન અંતઃસ્રાવનું ઉત્પાદન તેમજ સ્રાવમાં શુક્રપિંડની ભૂમિકાની ચર્ચા આપણે આગળના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. શુક્રકોષ ઉત્પાદનનું નિયંત્રણ સિવાય ટેસ્ટોસ્ટેરોન છોકરાઓમાં યુવાવસ્થાનાં લક્ષણોનું પણ નિયંત્રણ કરે છે.

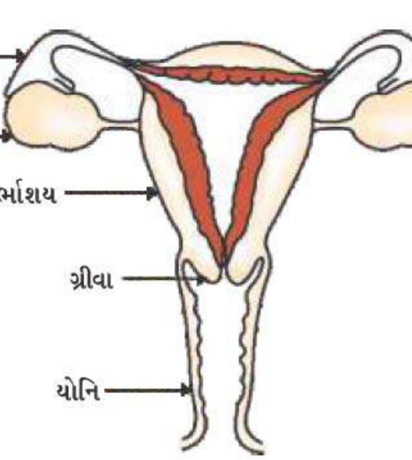


આકૃતિ 8.10 નર માનવ (પુરુષ)નું પ્રજનનતંત્ર

ઉત્પાદિત શુક્રકોષોનો ત્યાગ શુક્રવાહિકાઓ દ્વારા થાય છે. જે મૂત્રાશયથી આવનારી નળીની સાથે જોડાઈને એક સંયુક્ત નળી બનાવે છે. આમ, મૂત્રમાર્ગ (urethra), શુક્રકોષો તેમજ મૂત્ર બંનેના વહનનો સામાન્ય માર્ગ દર્શાવે છે. પ્રોસ્ટેટ અને શુક્રાશય પોતાનો સ્રાવ શુક્રવાહિકામાં ઠાલવે છે. જેથી શુક્રકોષ એક પ્રવાહી માધ્યમમાં આવે છે. તેના કારણે તેનું (શુક્રકોષનું) સ્થળાંતરણ સરળતાથી થાય છે. તેની સાથે આ સ્રાવ શુક્રકોષોને પોષણ પણ આપે છે. શુક્રકોષોએ સૂક્ષ્મ સંરચનાઓ છે જેમાં મુખ્યત્વે આનુવંશિક પદાર્થ હોય છે અને એક લાંબી પૂંછડી હોય છે. જે તેને માદા પ્રજનનકોષની તરફ તરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

8.3.3 (b) માદા પ્રજનનતંત્ર (Female Reproductive System)

માદા પ્રજનનકોષો અથવા અંડકોષનું નિર્માણ



આકૃતિ 8.11 માદા માનવ (સ્ત્રી)નું પ્રજનનતંત્ર

અંડાશયમાં થાય છે. તે કેટલાક અંતઃસ્રાવ પણ ઉત્પન્ન કરે છે. આકૃતિ 8.11 ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ અને માદા પ્રજનનતંત્રનાં વિવિધ અંગોને ઓળખીએ.

છોકરીના જન્મના સમયથી જ અંડાશયમાં હજારો અપરિપક્વ અંડપુટિકાઓ હોય છે. યૌવનારંભમાં તેમાંથી કેટલાક અંડકોષો પરિપક્વ થવા માંડે છે. બેમાંથી એક અંડપિંડ દર મહિને એક અંડકોષ ઉત્પન્ન કરે છે. પાતળી અંડવાહિની અથવા ફેલોપિયન નલિકા દ્વારા અંડકોષ ગર્ભાશય સુધી જાય છે. બંને અંડવાહિનીઓ સંયુક્ત બનીને એક નાજુક, સ્થિતિસ્થાપક, નાસપતિના આકાર જેવી સંરચનાનું નિર્માણ કરે છે જેને ગર્ભાશય કહે છે. ગર્ભાશય ગ્રીવા દ્વારા યોનિમાં ખૂલે છે.

મૈથુન (સંવનન/જાતીય સમાગમ)ના સમયે શુક્રકોષ યોનિમાર્ગમાં દાખલ થાય છે જ્યાંથી ઉપરની તરફ વહન પામીને અંડવાહિની સુધી પહોંચે છે. જ્યાં અંડકોષની સાથે શુક્રકોષનું સંમિલન થાય. ફલિત અંડકોષનું વિભાજન થવાની શરૂઆત થાય છે અને તે એક કોષોના જથ્થામાં એટલે કે ગર્ભમાં ફેરવાય છે. આ ગર્ભનું સ્થાપન ગર્ભાશયની દીવાલ પર થાય છે જ્યાં તેનો વિકાસ ચાલુ રહે છે અને તે અંગોનું નિર્માણ કરીને ભ્રૂણ બને છે. આપણે આગળ અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છીએ. માતાના શરીરની સંરચના બાળકના વિકાસને આધાર આપી શકે તેમ થયેલી હોય છે. આમ, દરેક મહિને ગર્ભાશય ગર્ભને ધારણ કરવા તેમજ તેના પોષણ માટે પોતાને તૈયાર કરે છે. આથી ગર્ભાશયનું અંતઃઆવરણ (એન્ડોમેટ્રિયમ) વધુ જાડું બને છે તથા વિકસતાં ગર્ભનાં પોષણ માટે તેને પુષ્કળ રુધિરપ્રવાહ પૂરો પાડવામાં આવે છે.

ભ્રૂણને માતાના રુધિરમાંથી જ પોષણ મળે છે, તેના માટે એક વિશેષ સંરચના હોય છે જેને જરાયુ (Placenta) કહે છે. આ એક ડિસ્ક કે રકાબી જેવી સંરચના છે. જે ગર્ભાશયની દીવાલમાં જ રહેલી હોય છે. તેમાં ભ્રૂણની તરફની પેશીમાં પ્રવર્ધ હોય છે. માતાની પેશીઓમાં રુધિર કોટરો હોય છે જે પ્રવર્ધને આચ્છાદિત કરે છે, જે માતાના શરીરમાંથી ભ્રૂણને ગ્લુકોઝ, ઑક્સિજન તેમજ અન્ય પદાર્થોના સ્થળાંતરણ માટે એક વિશાળ પ્રદેશ આપે છે. વિકાસશીલ ભ્રૂણ દ્વારા ઉત્સર્ગ પદાર્થો ઉત્પન્ન થાય છે જેનો નિકાલ જરાયુના માધ્યમથી માતાના રુધિરમાં સ્થળાંતરણ દ્વારા થાય છે. માતાના શરીરમાં ગર્ભને વિકસિત થવા માટે લગભગ 9 મહિના લાગે છે. ગર્ભાશયની પેશીઓનાં લયબદ્ધ સંકોચનથી બાળક/નવજાત શિશુનો જન્મ થાય છે.

8.3.3 (c) જ્યારે અંડકોષનું ફલન થતું નથી તો શું થાય છે ? (What happens when the Egg is not Fertilised ?)

જો અંડકોષનું ફલન થતું જ નથી તો તે લગભગ એક દિવસ સુધી જીવિત રહી શકે છે. અંડાશય કે અંડપિંડ પ્રત્યેક મહિને એક અંડકોષને મુક્ત કરે છે. તેથી ફલિત અંડકોષની પ્રાપ્તિ માટે ગર્ભાશય પણ દર મહિને તૈયારી કરે છે અને તેની અંતઃદીવાલ માંસલ તેમજ જાડી બને છે. જો અંડકોષનું ફલન થાય તો તે સ્થિતિમાં ગર્ભને પોષણ મળવું આવશ્યક છે. પરંતુ ફલન નહિ થવાની પરિસ્થિતિમાં આ આવરણની કોઈ જરૂરિયાત હોતી નથી. તેથી આ આવરણ ધીરે-ધીરે તૂટી જઈને યોનિમાર્ગમાંથી રુધિર તેમજ શ્લેષ્મના રૂપે શરીરમાંથી બહાર ત્યજાય છે. આ ચક્રમાં લગભગ એક મહિના જેટલો સમયગાળો લાગે છે અને તેને ઋતુસ્રાવ અથવા રજોધર્મ કે માસિક સ્રાવ (Menstruation) કહે છે. લગભગ 2થી 8 દિવસ સુધી ચાલે છે.

8.3.3 (d) પ્રાજનનિક સ્વાસ્થ્ય (Reproductive Health)

આપણે જોઈ ગયાં તેમ લૈંગિક પરિપક્વતા એક ક્રમિક ક્રિયા છે અને તે એવા સમયે થાય છે જ્યારે શારીરિક વૃદ્ધિ પણ થતી હોય છે. આમ, અમુક હદ સુધી થયેલી લૈંગિક પરિપક્વતાનો અર્થ એવો નથી કે શરીર અથવા મન પ્રજનનક્રિયા અથવા ગર્ભધારણ યોગ્ય થઈ ગયા છે. તે પછી આપણે આ નિર્ણય કેવી રીતે લઈ શકીએ છીએ કે શરીર તેમજ મગજ હવે આ મુખ્ય જવાબદારી માટે યોગ્ય થયું છે ? આ મુદ્દાને લઈને આપણા બધા પર કોઈ ને કોઈ પ્રકારનું દબાણ છે. બની શકે કે આપણા મિત્રો તરફથી આપણે ઇચ્છીએ કે ન ઇચ્છતાં હોઈએ પણ અમુક પ્રવૃત્તિમાં ભાગ

લેવા માટે દબાણ હોય. કુટુંબ તરફથી લગ્ન કરીને સંતાનોત્પત્તિ માટેનું દબાણ હોઈ શકે. તો વળી, સરકારી સંસ્થાઓ તરફથી બાળકો ન થવા દેવા માટેનું દબાણ હોય. આવી પરિસ્થિતિમાં કોઈ પણ નિર્ણય લેવો ખૂબ જ અઘરો હોય છે.

જાતીય સમાગમ કે સંવનનની સ્વાસ્થ્ય પર પડનારી અસરોના વિષયમાં પણ આપણે વિચારવું જોઈએ. આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે એક વ્યક્તિમાંથી બીજા વ્યક્તિમાં રોગોનું સંચરણ કે વહન અનેક રીતોથી થઈ શકે છે. જાતીય સમાગમમાં પ્રગાઢ શારીરિક સંબંધ સ્થાપિત થતો હોવાથી આશ્ચર્યની કોઈ વાત નથી કે અનેક રોગોનું સંચરણ કે સંક્રમણ પણ થઈ શકે છે. તેમાં જીવાણુજન્ય/બૅક્ટેરિયાજન્ય રોગ જેવા કે ગોનોરિયા અને સિફિલીસ તેમજ વાઇરસ દ્વારા સંક્રમણ પામતા રોગો જેવા કે મસા (Wart ઊપસી આવેલા મોટા તલ જે ચામડી પર ઉદ્ભવે) અને HIV-AIDS નો સમાવેશ થાય છે. પ્રજનન દરમિયાન શું આ રોગોના સંચરણ કે સંક્રમણને અટકાવવા સંભવ છે ? શિશ્ન માટેનું આવરણ અથવા નિરોધ (Condom)ના ઉપયોગથી આમાંથી અનેક રોગોને પ્રસરતા કેટલીક હદ સુધી અવરોધવા સંભવ છે.

જાતીય સમાગમ કે લૈંગિક ક્રિયા દ્વારા ગર્ભધારણની સંભાવના હંમેશાં રહે છે. ગર્ભધારણની અવસ્થામાં સ્ત્રીના શરીર તેમજ ભાવનાઓની માંગ તેમજ જરૂરિયાત વધી જાય છે. પરંતુ જો તે (સ્ત્રી) તેના માટે તૈયાર નથી તો આ ઘટનાથી તેના સ્વાસ્થ્ય પર વિપરીત અસર પડે છે. તેથી ગર્ભધારણ રોકવા માટેની અનેક રીતોની શોધ થયેલી છે. આ ગર્ભવિરોધી ઉપચારો અનેક પ્રકારના હોય છે. એક રીત કે પદ્ધતિ યાંત્રિક અવરોધની છે. જેમાં શુક્રકોષને અંડકોષ સુધી પહોંચવા દેવામાં આવતો નથી. શિશ્નને ઢાંકનારા નિરોધ અથવા યોનિમાં રાખી શકાય તેવાં અનેક સાધનોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. બીજી રીત કે પદ્ધતિમાં અંતઃસ્રાવોના સંતુલનમાં પરિવર્તનનું છે. જેમાં અંડપતનની ક્રિયા થતી નથી. તેથી ફલન થઈ શકતું નથી. આ દવાઓ સામાન્ય રીતે ગોળીના રૂપમાં લેવાય છે. પરંતુ આ (દવાઓ) અંતઃસ્રાવોના સંતુલિતને પરિવર્તિત કરે છે જેથી તેની કેટલીક વિપરીત અસર પણ થઈ શકે છે. ગર્ભધારણને રોકવા માટે કેટલીક અન્ય રીતો કે પદ્ધતિઓ છે જેવી કે આંકડી (Loop), કૉપર-T (Copper-T)ને ગર્ભાશયમાં સ્થાપિત કરીને પણ કરી શકાય છે. પરંતુ આ રીતમાં ગર્ભાશયના ઉત્તેજનથી પણ કેટલીક વિપરીત અસર થઈ શકે છે. પુરુષની શુક્રવાહિનીઓને અવરોધીને શુક્રકોષોનું સ્થળાંતરણ અટકાવવામાં આવે. સ્ત્રીની અંડવાહિની કે ફેલોપિયન નલિકાને અવરોધ ઉત્પન્ન કરીને અંડકોષને ગર્ભાશય સુધી જતો અટકાવવામાં આવે. બંને અવસ્થાઓમાં ફલન થતું નથી. શસ્ત્રક્રિયા (Surgery) તક્નિક દ્વારા આ પ્રકારના અવરોધ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. જોકે શસ્ત્રક્રિયાની તક્નિક ભવિષ્ય માટે સંપૂર્ણતઃ સુરક્ષિત છે. પરંતુ સાવચેતી વગર થયેલી શસ્ત્રક્રિયાથી સંક્રમણ અથવા બીજી અનેક સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે. શસ્ત્રક્રિયાથી અવાંચ્છિત ગર્ભને દૂર પણ કરી શકાય છે. આ તક્નિકનો દુરુપયોગ તે લોકો દ્વારા થાય છે કે જેઓ કોઈ વિશિષ્ટ પ્રકારની જાતિના નવજાત શિશુને ઇચ્છતા નથી. એવા ગેરકાયદેસર કાર્ય ખાસ કરીને માદાગર્ભને પસંદગીપૂર્વક ગર્ભપાત હેતુ કરવામાં આવે છે. એક સ્વસ્થ સમાજ માટે, માદા-નર લિંગનો ગુણોત્તર જળવાઈ રહે તે આવશ્યક છે. જો આપણા દેશમાં ભ્રૂણનું લિંગપરિક્ષણ એક કાયદાકીય ગુનો છે. છતાં આપણા સમાજની કેટલીક જાતિઓમાં માદા ભ્રૂણની હત્યા નિર્દય રીતે થઈ રહી છે. તેથી આપણા દેશમાં શિશુ લિંગ ગુણોત્તર તીવ્રતાથી ઘટી રહ્યો છે જે ચિંતાનો વિષય છે.

આપણે પહેલાં જોયું કે પ્રજનન એક એવી ક્રિયા છે જેના દ્વારા સજીવ પોતાની વસ્તીની વૃદ્ધિ કરે છે. એક વસ્તીમાં જન્મદર તેમજ મૃત્યુદર તેના કદને નક્કી કરે છે. જનસંખ્યાનું વિશાળ કદ ઘણા લોકો માટે ચિંતાનો વિષય છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે વધતી જતી વસ્તી કે જનસંખ્યાને કારણે પ્રત્યેક વ્યક્તિના જીવનસ્તરમાં સુધારણા લાવવી લગભગ અસંભવ કાર્ય છે. જો સામાજિક અસમાનતા આપણા સમાજનું નિમ્ન જીવનસ્તર માટે જવાબદાર છે તો વસ્તીનું કદ આ મહત્ત્વ એટલા માટે તુલનાત્મક રીતે ઓછું કે મર્યાદિત રાખવું જોઈએ. જો આપણે આપણી આસપાસ જોઈએ તો શું તમે જીવનના નિમ્ન સ્તર માટે જવાબદાર, સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ કારણોની ઓળખ કરી શકો છો ?

પ્રશ્નો

1. પરાગનયનની ક્રિયા એ ફલનની ક્રિયાથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
2. શુક્રાશય તેમજ પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિની ભૂમિકા શું છે ?
3. યૌવનારંભના સમયે છોકરીઓમાં ક્યાં પરિવર્તનો જોવા મળે છે ?
4. માતાના શરીરમાં ગર્ભસ્થ ભ્રૂણને પોષણ કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય છે ?
5. જો કોઈ સ્ત્રી કૉપર-Tનો ઉપયોગ કરી રહી છે, તો શું આ તેને જાતીય સંક્રમિત રોગોથી રક્ષણ કરશે ?

તમે શીખ્યાં કે

- સજીવનાં જીવનને ટકાવી રાખવા માટે પ્રજનનની જરૂરિયાત અન્ય જૈવિક પ્રક્રિયાઓ જેટલી મહત્ત્વની નથી.
- પ્રજનન દ્વારા DNA પ્રતિકૃતિનું નિર્માણ તથા વધારાના કોષીય સંરચનાનું સર્જન થાય છે.
- વિવિધ સજીવો દ્વારા અપનાવાતી પ્રજનનની રીત તેમની શારીરિક સંરચના પર નિર્ભર કરે છે.
- ભાજનની રીત કે પદ્ધતિમાં જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) તેમજ પ્રજીવોના કોષો વિભાજિત થઈને બે અથવા વધારે સ્રાવકોષોનું નિર્માણ કરે છે.
- જો હાઇડ્રા જેવા સજીવોના શરીર ઘણા ટુકડાઓમાં ફેરવાય, તો પ્રત્યેક ભાગમાંથી પુનર્જનન દ્વારા નવો સજીવ વિકાસ પામે છે. આમાં કેટલીક કલિકાઓ ઊપસી આવીને નવા સજીવમાં વિકાસ પામે છે.
- કેટલીક વનસ્પતિઓમાં વાનસ્પતિક પ્રજનન દ્વારા મૂળ, પ્રકાંડ કે પર્ણોથી નવો છોડ વિકાસ પામે છે.
- ઉપર્યુક્ત અલિંગી પ્રજનનના ઉદાહરણ છે. જેમાં સંતતિની ઉત્પત્તિ એક એકલ સજીવ દ્વારા થાય છે.
- લિંગી પ્રજનનમાં સંતતિનું નિર્માણહેતુ બે સજીવ ભાગ લે છે.
- DNA, પ્રતિકૃતિની તક્નિકથી ભિન્નતા ઉત્પન્ન થાય છે જે જાતિના અસ્તિત્વ માટે લાભદાયક છે. લિંગી પ્રજનન દ્વારા વધારે ભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થાય છે.
- સપુષ્પી વનસ્પતિઓમાં પ્રજનનક્રિયામાં પરાગરજ પરાગાશયમાંથી મુક્ત થઈને પરાગાસન સુધી સ્થળાંતરિત થાય છે જેને પરાગનયન કહે છે. તેને અનુસરીને ફલન દર્શાવાય છે.
- યૌવનારંભમાં શરીરમાં અનેક પરિવર્તન આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે છોકરીઓમાં સ્તનનો વિકાસ અને છોકરાઓના ચહેરા પર નવા વાળ આવે છે, જે લૈંગિક પરિપક્વતાનાં ચિહ્નો છે.
- માનવમાં નર પ્રજનનતંત્રમાં શુક્રપિંડ, શુક્રવાહિની, શુક્રાશય, પ્રોસ્ટેટ ગ્રંથિ, મૂત્રમાર્ગ તથા શિશ્ન હોય છે. શુક્રપિંડ શુક્રકોષ ઉત્પન્ન કરે છે.
- માનવમાં માદા પ્રજનનતંત્રમાં અંડપિંડો, અંડવાહિનીઓ (ફેલોપિયન નલિકાઓ) ગર્ભાશય અને યોનિ આવેલી હોય છે.
- માનવમાં લિંગી પ્રજનન-પ્રક્રિયામાં શુક્રકોષોનું સ્ત્રીની યોનિમાં સ્થળાંતરણ થાય છે અને ફલન અંડવાહિની કે ફેલોપિયન નલિકામાં થાય છે.
- ગર્ભનિરોધક યુક્તિઓ કે સાધનો ગર્ભધારણને અટકાવે છે. નિરોધ, ગર્ભનિરોધક ગોળીઓ, કૉપર-T અને અન્ય સાધનો તેનાં ઉદાહરણો છે.

સ્વાધ્યાય

M6H3W5

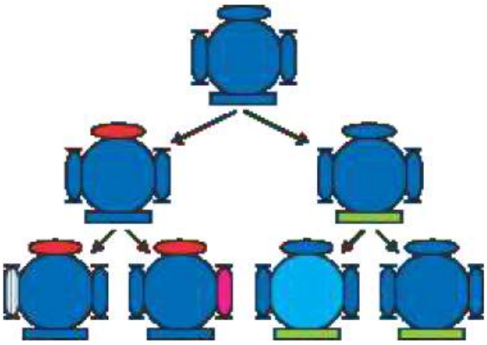
1. ......માં અલિંગી પ્રજનન કલિકા સર્જન દ્વારા થાય છે.
   (a) અમીબા
   (b) યીસ્ટ
   (c) પ્લાઝમોડિયમ
   (d) લેસ્માનિયા
2. નીચે આપેલ પૈકી કયું માનવના માદા પ્રજનનતંત્રનો ભાગ નથી ?
   (a) અંડાશય
   (b) ગર્ભાશય
   (c) શુક્રવાહિકા
   (d) અંડવાહિની
3. પરાગાશયમાં ...... હોય છે.
   (a) વજ્રપત્ર
   (b) અંડાશય
   (c) સ્ત્રીકેસર
   (d) પરાગરજ
4. અલિંગી પ્રજનનની તુલનામાં લિંગી પ્રજનનથી શું લાભ થાય છે ?
5. માનવના શુક્રપિંડનું કાર્ય શું છે ?
6. ઋતુસ્રાવ શા માટે થાય છે ?
7. પુષ્પના આયામ છેદની નામનિર્દેશનવાળી આકૃતિ દોરો.
8. ગર્ભનિરોધનની વિવિધ રીતો કઈ છે ?
9. એકકોષીય તેમજ બહુકોષીય સજીવોની પ્રજનનપદ્ધતિમાં શું તફાવત છે ?
10. પ્રજનન કોઈ જાતિની વસ્તીની સ્થાયીતામાં કઈ રીતે મદદરૂપ થાય છે ?
11. ગર્ભનિરોધક યુક્તિઓ કે સાધનો અપનાવવાના કયા કારણ હોઈ શકે છે ?

પ્રકરણ 9
આનુવંશિકતા અને ઉદ્‌વિકાસ (Heredity and Evolution)

આપણે જોયું કે પ્રજનન ક્રિયાઓ દ્વારા નવા સજીવ ઉત્પન્ન થાય છે, જે પિતૃને સમાન હોય છે. પરંતુ તેઓ કેટલીક ભિન્નતા ધરાવતા હોય છે. આપણે એ પણ ચર્ચા કરી છે કે, અલિંગી પ્રજનનમાં પણ કેટલીક ભિન્નતાઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે. ઘણી સંખ્યામાં સફળ ભિન્નતાઓ લિંગી પ્રજનન દ્વારા જ પ્રાપ્ત થાય છે. જો આપણે શેરડીના ખેતરનું અવલોકન કરીએ તો આપણને વ્યક્તિગત વનસ્પતિઓમાં ખૂબ જ ઓછી ભિન્નતાઓ જોવા મળે છે. માનવ તેમજ મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓ જે લિંગી પ્રજનન દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. આમાં વ્યક્તિગત સ્તરે અનેક ભિન્નતાઓ દૃશ્યમાન બને છે. આ પ્રકરણમાં આપણે તે ક્રિયાવિધિઓનો અભ્યાસ કરીશું જેના કારણે ભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન થાય છે અને આનુવંશિક બને છે. ભિન્નતાઓનો સંચય લાંબા સમય સુધી થનારી અનુવર્તી અસરનો અભ્યાસ અત્યંત રોચક છે અને ઉદ્‌વિકાસમાં આપણે તેનો અભ્યાસ કરીશું.

9.1 પ્રજનન દરમિયાન ભિન્નતાઓનું સંચયન (Accumulation of Variation During Reproduction)

પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતી પેઢીમાંથી આનુવંશિક સંતતિને એક આધારક શારીરિક બંધારણ (Design) તેમજ કેટલીક ભિન્નતાઓ પ્રાપ્ત થાય છે. હવે થોડુંક વિચારીએ કે આ નવી પેઢીના પ્રજનનનું પરિણામ શું બને છે ? જે બીજી પેઢીમાં પહેલી પેઢીથી આવતી ભિન્નતાઓ તેમજ કેટલીક નવી ભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન કરશે.



આકૃતિ 9.1
સફળતમ પેઢીઓમાં વિવિધતાનું સર્જન થાય છે. મૂળભૂત સજીવ ઉચ્ચતમ છે જેમાંથી વિકાસ થતો કહી શકાય જે બે સજીવ સમાન શરીરરચના ધરાવતા, પરંતુ થોડીક ભિન્નતા ધરાવે છે. તેમાંના પ્રત્યેકમાંથી બે સજીવનો વિકાસ તેના પછીની પેઢીમાં થાય છે. પ્રત્યેક ચાર સજીવ તલસ્થ ભૂમિમાં દર્શાવેલ છે. પ્રત્યેકમાં ભિન્નતા છે. જ્યારે આમાંની કેટલીક ભિન્નતા નિયત છે. અન્ય તેમના પિતૃઓમાંથી આનુવંશિક હોઈ શકે છે જેમાંથી પ્રત્યેક એકબીજાથી ભિન્ન છે

આકૃતિ 9.1માં તે સ્થિતિને દર્શાવેલ છે કે જેમાં માત્ર સજીવ પ્રજનન કરે છે. જેમકે, અલિંગી પ્રજનનમાં થાય છે. જો એક જીવાણુ વિભાજિત થાય છે, તો પરિણામરૂપે બે જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) ઉત્પન્ન થાય છે. જે પુનઃવિભાજિત થઈને ચાર સ્વતંત્ર જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) ઉત્પન્ન કરે છે, જેમાં પરસ્પરમાં ઘણી વધારે સમાનતાઓ હોય છે. તેમાં પરસ્પર ખૂબ જ ઓછી ભિન્નતા હોય, જે DNA પ્રવૃત્તિ DNAનું સ્વયંજનનના સમયે ન્યૂનતમ ખામીઓને કારણે ઉત્પન્ન થઈ હશે. પરંતુ જો લિંગી પ્રજનન થાય તો વિવિધતા અપેક્ષિત અને વધારે હોય છે. તેના વિષયમાં આપણે આનુવંશિકતાના નિયમોની ચર્ચાના સમયે જોઈશું.

શું કોઈ જાતિમાં આ બધી ભિન્નતાઓની સાથે પોતાના પર્યાવરણમાં અસ્તિત્વ જાળવી રાખવાની સંભાવના એકસમાન છે ? નિશ્ચિતરૂપથી નથી. ભિન્નતાની પ્રકૃતિના આધારે વિવિધ સજીવોને વિવિધ પ્રકારનો લાભ થઈ શકે છે. ઉષ્ણતા કે તાપમાનને સહન કરવાની ક્ષમતાવાળા જીવાણુઓ (બૅક્ટેરિયા)ની વધારે ગરમીથી બચવાની સંભાવના વધારે હોય છે. તેની ચર્ચા

આપણે પહેલાં કરી ગયાં છીએ. પર્યાવરણીય પરિબળો દ્વારા ઉત્તમ ભિન્નતાની પરિવર્તનની પસંદગી જૈવિક વિકાસ ક્રિયાનો આધાર બને છે. જેની ચર્ચા આપણે આગળ કરીશું.

પ્રશ્નો

1. જો એક 'લક્ષણ-A' અલિંગી પ્રજનનવાળી વસ્તીમાં 10 % સભ્યોમાં જોવા મળે છે અને 'લક્ષણ-B' તેની વસ્તીમાં 60 % સજીવોમાં મળી આવે છે, તો કયું લક્ષણ પહેલા ઉત્પન્ન થાય છે ?
2. ભિન્નતાઓની ઉત્પત્તિ થવાથી કોઈ જાતિનું અસ્તિત્વ કેવી રીતે વધી જાય છે ?

9.2 આનુવંશિકતા (Heredity)

P2R3J2

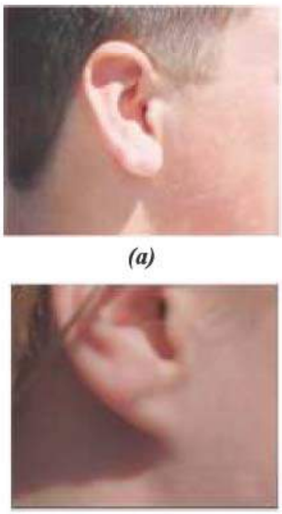
પ્રજનનક્રિયાનું સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ પરિણામ નવી સંતતિના સજીવોની સમાન ડિઝાઈન કે બંધારણ હોવું તે છે. આનુવંશિકતાના નિયમમાં આ પ્રક્રિયાનું નિર્ધારણ કરે છે કે જેના દ્વારા વિવિધ લક્ષણો પૂર્ણ વિશ્વસનીયતાની સાથે વંશપરંપરાગત (આનુવંશિક) બને છે. આવો, આ નિયમોનો ધ્યાનપૂર્વક અભ્યાસ કરીએ.

9.2.1 આનુવંશિક લક્ષણો (Inherited Traits)

વાસ્તવમાં સમાનતા તેમજ ભિન્નતાઓનો આપણે શો અર્થ કરીએ છીએ ? આપણે જાણીએ છીએ કે, બાળકમાં માનવના બધા આધારભૂત લક્ષણ હોય છે છતાં પણ પૂર્ણસ્વરૂપે તેઓ પોતાના પિતૃઓ જેવા દેખાતા નથી અને માનવવસ્તીમાં આ ભિન્નતા સ્પષ્ટ દેખાઈ આવે છે.

પ્રવૃત્તિ 9.1

- તમારા વર્ગના બધા વિદ્યાર્થીઓના કાનનું અવલોકન કરો. એવા વિદ્યાર્થીઓની નોંધ બનાવો જેમના કર્ણપલ્લવ (Earlobe) સ્વતંત્ર છે અને જોડાયેલા છે (આકૃતિ 9.2). જોડાયેલા કર્ણપલ્લવવાળા વિદ્યાર્થીઓ તેમજ સ્વતંત્ર કર્ણપલ્લવ ધરાવતા વિદ્યાર્થીઓની ટકાવારીની ગણતરી કરો. પ્રત્યેક વિદ્યાર્થીના કર્ણપલ્લવના પ્રકારને તેમના પિતૃની સાથે મળીને જુઓ. આ અવલોકનના આધારે કર્ણપલ્લવ વંશાવલી કે આનુવંશિકતાના સંભવિત નિયમની સમજૂતી આપો.



(a) *(b)*

આકૃતિ 9.2

(a) મુક્ત કર્ણપલ્લવ (b) જોડાયેલ કર્ણપલ્લવ. કાનના તલસ્થ ભાગને કર્ણપલ્લવ કહે છે. જે આપણા કેટલાકના શીર્ષની સાથે જોડાયેલ હોય છે અને અન્યમાં જોડાયેલ હોતો નથી. મુક્ત અને જોડાયેલ કર્ણપલ્લવ બે વિવિધતા માનવ-વસ્તીમાં જોવા મળે છે.

9.2.2 આનુવંશિક લક્ષણો માટેના નિયમો – મૅન્ડલનું યોગદાન (Rules for the Inheritance of Traits – Mendel's Contributions)

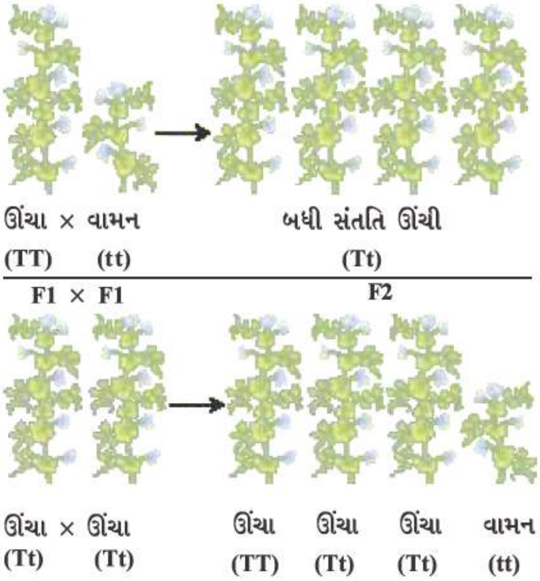
માનવમાં લક્ષણોની આનુવંશિકતાના નિયમો એ બાબત પર આધારિત છે કે માતા તેમજ પિતા બંને સમાન પ્રમાણમાં આનુવંશિક પદાર્થનું સંતતિ (બાળક)માં વહન કરે છે. તેનો અર્થ એ છે કે, પ્રત્યેક લક્ષણ પિતા અને માતાના DNAથી પ્રભાવિત હોઈ શકે છે. આમ, પ્રત્યેક લક્ષણ માટે પ્રત્યેક સંતતિમાં બે વિકલ્પ હોય છે. તો પછી સંતાન કે સંતતિમાં કયું લક્ષણ જોવા મળે છે ? મૅન્ડલ નામના વૈજ્ઞાનિકે આ પ્રકારના આનુવંશિકતાના કેટલાક મુખ્ય નિયમો પ્રસ્તુત કર્યા હતા. તેમના પ્રયોગો વિશે જાણવું અત્યંત રોચક છે કે જે તેમણે લગભગ શતાબ્દીથી પણ પહેલાં કર્યા હતા.

ગ્રેગર જોહન મૅન્ડલ (1822-1884)

મૅન્ડલે પ્રાથમિક શિક્ષણ એક ગિરજાઘર (Monastery) કે દેવળમાં લીધું હતું અને તેઓ વિજ્ઞાન તેમજ ગણિતના અભ્યાસ માટે વિએના વિશ્વવિદ્યાલય ગયા હતા. અધ્યાપનના સર્ટિફિકેટની પરીક્ષામાંની નિષ્ફળતા તેમની વૈજ્ઞાનિક શોધની પ્રવૃત્તિને દબાવી શક્યા નહિ. તેઓ તેમના દેવળમાં પાછા ફર્યા અને વટાણા પર પ્રયોગો કરવાનો પ્રારંભ કર્યો. તેમના પહેલાં ઘણા વૈજ્ઞાનિકોએ વટાણા તેમજ અન્ય સજીવો પર આનુવંશિક લક્ષણોનો અભ્યાસ કર્યો હતો. પરંતુ મૅન્ડલે પોતાના વિજ્ઞાન તેમજ ગણિતીય જ્ઞાનને સંમિશ્રિત કર્યું. તેઓ પહેલાં વૈજ્ઞાનિક હતા જેમણે પ્રત્યેક પેઢીના એક–એક છોડ દ્વારા અભિવ્યક્ત લક્ષણોની નોંધ રાખી હતી અને તેમની ગણતરી કરી હતી. જેનાથી તેમને આનુવંશિકતાના નિયમોને મેળવવામાં મદદ મળી જેની આ પ્રકરણમાં મુખ્યત્વે આપણે ચર્ચા કરેલી છે.

મૅન્ડલે વટાણાના છોડના અનેક વિરોધાભાસી લક્ષણોનો અભ્યાસ કર્યો કે જે સ્થૂળ સ્વરૂપે દેખાઈ આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ગોળાકાર બીજ–ખરબચડા બીજ, ઊંચો છોડ–નીચો છોડ, સફેદ પુષ્પ–જાંબલી પુષ્પ વગેરે. તેમણે ભિન્ન લક્ષણોવાળા વટાણાના છોડને લીધા. જેમકે ઊંચો છોડ અને નીચો છોડ. તેનાથી પ્રાપ્ત બાળપેઢીમાં ઊંચા તેમજ નીચા છોડની ટકાવારીની ગણતરી કરી.

પ્રથમ બાળપેઢી અથવા F_1 પેઢીમાં કોઈ પણ છોડ મધ્યમ ઊંચાઈના ન હતા. બધા જ છોડ ઊંચા હતા. આનો અર્થ એ થાય કે બે લક્ષણોમાંથી માત્ર એક જ પિતૃ લક્ષણ જોવા મળે છે. આ બંને લક્ષણોની મિશ્ર અસર પણ જોવા મળતી નથી. તો હવે પછીનો પ્રશ્ન એ થાય કે શું F_1 પેઢીના બધા જ છોડ પોતાના પિતૃની જેમ ઊંચા છોડ પૂર્ણ રીતે સમાન હતા ? મૅન્ડલના પ્રયોગોમાં બે પ્રકારનાં પિતૃક લક્ષણો ધરાવતા છોડ તેમજ F_1 પેઢીના બધા જ છોડ સ્વપરાગનયન દ્વારા ઉગાડવામાં આવ્યા હતા. પૈતૃક પેઢીના છોડથી પ્રાપ્ત બધી સંતતિ પણ ઊંચા છોડની હતી. પરંતુ F_1 પેઢીના ઊંચા છોડની બીજી પેઢી એટલે કે F_2 પેઢીના બધા છોડ ઊંચા હોતા નથી. એટલે કે તેમાંના $\frac{1}{4}$ સંતતિ નીચા છોડની હતી. આ દર્શાવે છે કે F_1 પેઢીના છોડ દ્વારા ઊંચા તેમજ નીચાપણા બંને લક્ષણોનું વહન થયું હતું. પરંતુ માત્ર ઊંચાપણાનું લક્ષણ જ વ્યક્ત કે અભિવ્યક્ત થઈ શક્યું હતું. આમ, લિંગી પ્રજનન કે પરફલન દ્વારા ઉત્પન્ન થનારા સજીવોમાં કોઈ પણ લક્ષણની બે પ્રતિકૃતિઓ કે બે કારકો હોય છે જે આનુવંશિકતામાં વહન પામે છે. આ બંને એક–સમાન હોઈ શકે છે અથવા બંને ભિન્ન પણ હોઈ શકે છે. જે તેમના પિતૃઓ પર નિર્ભર કરે છે. આ પરિકલ્પનાને આધારે આનુવંશિકતાની એક રીત આકૃતિ 9.3માં દર્શાવેલ છે.



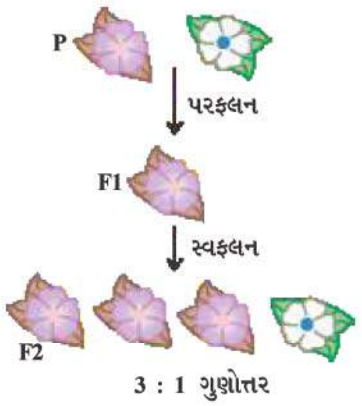
આકૃતિ 9.3
બે પેઢી સુધી લક્ષણોની આનુવંશિકતા

પ્રવૃત્તિ 9.2

- આકૃતિ 9.3માં આપણે કયો પ્રયોગ કરીએ છીએ. જેનાથી તે સુનિશ્ચિત થાય છે કે F_2 પેઢીમાં વાસ્તવમાં TT, Tt અને ttનું સંયોજન 1:2:1નું ગુણોત્તર પ્રમાણ પ્રાપ્ત થાય છે ?

આ પ્રવૃત્તિમાં 'TT' તેમજ 'Tt' બંને છોડ ઊંચા છે જ્યારે માત્ર 'tt' ધરાવતો નીચો છોડ છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો 'T' એકલા છોડને ઊંચા બનાવવા માટે પર્યાપ્ત છે જ્યારે નીચાપણા માટે 't'ના બંને વિકલ્પ કારકો જોઈએ છે. 'T' ધરાવતા લક્ષણને 'પ્રભાવી' લક્ષણ કહેવાય છે જ્યારે જે લક્ષણ 't' સાથે સંકળાયેલ છે તેને અપ્રભાવી કે પ્રચ્છન્ન લક્ષણ કહેવાય છે. આકૃતિ 9.4માં કયું લક્ષણ પ્રભાવી છે અને કયું લક્ષણ પ્રચ્છન્ન છે ?

જ્યારે વટાણાના બે છોડમાં એક વિકલ્પી જનીનયુગ્મને સ્થાને બે વિકલ્પી જનીન–યુગ્મોનો અભ્યાસ કરવા માટે સંકરણ કરાવવામાં આવે તો શું થશે ? પીળો રંગ અને ગોળાકાર બીજ ધરાવતા છોડનું જો લીલો રંગ અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા છોડની સાથે સંકરણ કરાવવામાં આવે તો પ્રાપ્ત સંતતિ કેવી હોય ? F_1 પેઢીના બધા છોડ પીળા રંગ અને ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હશે. આમ, પીળો રંગ અને ગોળાકાર બીજ પ્રભાવી લક્ષણ છે. પરંતુ જ્યારે F_1 સંતતિના છોડ વચ્ચે સ્વફલનથી F_2 પેઢીની સંતતિ પ્રાપ્ત થાય તો શું થાય છે ? મૅન્ડલ દ્વારા કરવામાં આવેલા પહેલા પ્રયોગને આધારે આપણે કહી શકીએ કે, F_2 સંતતિના કેટલાક છોડ પીળા રંગના ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હોય અને કેટલાક છોડ લીલા રંગના અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા હોય. પરંતુ F_2 પેઢીની સંતતિના કેટલાક છોડ નવું સંયોજન અભિવ્યક્ત કરે છે. તેમાંથી કેટલાક છોડ પીળા રંગના અને ખરબચડા બીજ ધરાવતા અને કેટલાક છોડ લીલા રંગના ગોળાકાર બીજ ધરાવતા હોય છે. આમ, પીળા રંગનું અને લીલા રંગનું લક્ષણ અને ગોળાકાર બીજ અને ખરબચડા બીજનું લક્ષણ સ્વતંત્ર રીતે આનુવંશિકતા પામે છે. એક વધુ ઉદાહરણ આકૃતિ 9.5માં દર્શાવેલ છે.



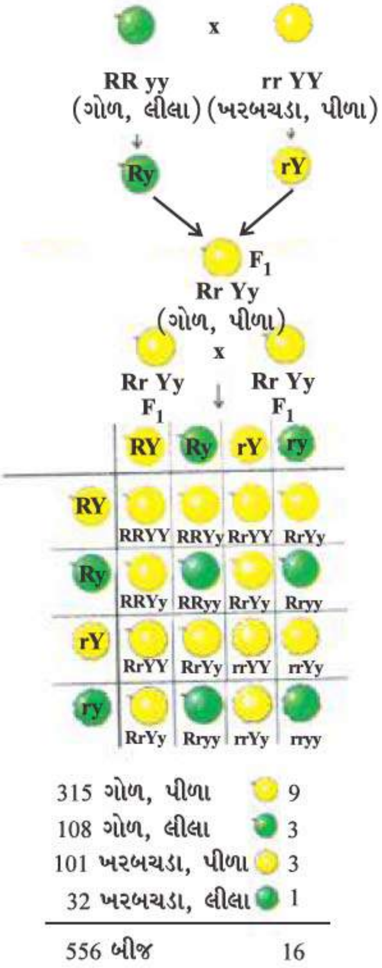
આકૃતિ 9.4

9.2.3 આ લક્ષણો પોતાની જાતે કેવી રીતે અભિવ્યક્ત થાય છે ?

(How do these Traits get Expressed ?)

આનુવંશિકતાની કાર્યવિધિ કેવી રીતે થાય છે ? કોષીય DNA એ કોષમાં આવેલ પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટેની માહિતી સ્રોત આપે છે. DNAનો તે ભાગ જેમાં કોઈ પ્રોટીન માટે સૂચના હોય છે, તે પ્રોટીનનો જનીન કહેવાય છે. (તે સૂચના સાંકેતિક ભાષામાં હોય તે જનીન). પ્રોટીન વિવિધ લક્ષણોની અભિવ્યક્તિને કેવી રીતે નિયંત્રિત કરે છે ? તેની આપણે અહીંયાં ચર્ચા કરીએ. આવો, વનસ્પતિ કે છોડની ઊંચાઈના એક લક્ષણનું ઉદાહરણ લઈએ. આપણે જાણીએ છીએ કે, વનસ્પતિઓમાં કેટલાક અંતઃસ્રાવો હોય છે, જે ઊંચાપણાનું નિયંત્રણ કરે છે. આમ, કોઈ છોડના ઊંચાપણામાં આવેલા તે અંતઃસ્રાવના પ્રમાણ પર નિર્ભર કરે છે. વનસ્પતિના અંતઃસ્રાવનું પ્રમાણ તેની ક્રિયાની કાર્યક્ષમતા પર નિર્ભર કરે છે. જેના દ્વારા તેની ઊંચાઈ નક્કી થાય છે. ઉત્સેચક આ ક્રિયા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. જો આ ઉત્સેચક કાર્યક્ષમ રીતે કાર્ય કરે તો અંતઃસ્રાવ પર્યાપ્ત માત્રામાં નિર્માણ થાય અને છોડ ઊંચો થાય છે. જો આ પ્રોટીનના જનીનમાં કોઈ પરિવર્તન આવે છે, તો નિર્માણ પામનારા પ્રોટીનની કાર્યક્ષમતા પર અસર પડે છે. તેની કાર્યક્ષમતા ઘટે છે. આમ, જો નિર્માણ પામનારા અંતઃસ્રાવની માત્રા પણ ઓછી થાય તો છોડ નીચો બને છે. આમ જનીનો, લક્ષણો (Traits)ને નિયંત્રિત કરે છે.

મૅન્ડલના પ્રયોગોનું અર્થઘટનને સમજવા જેની આપણે ચર્ચા કરી રહ્યા હતા તે સાચું છે કે જો જેની ચર્ચા આપણે અગાઉના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. લિંગી પ્રજનન દરમિયાન સંતતિના DNAમાં બંને પિતૃનું સમાન રીતે યોગદાન હોય છે. જો બંને પિતૃઓ, સંતતિનાં લક્ષણોનું નિર્ધારણ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે તો બંને પિતૃઓ એક જ જનીનની એક પ્રતિકૃતિ સંતતિને આપે છે. આનો અર્થ એ થાય કે વટાણાના પ્રત્યેક છોડમાં બધા જનીનોના બે સેટ્સ (યુગ્મ) હોય. પ્રત્યેક પિતૃ તરફથી એક સેટની આનુવંશિકતા થાય છે. આ રીતને સફળ કરવા માટે પ્રત્યેક પ્રજનનકોષમાં જનીનનો માત્ર એક જ સેટ હોય છે.



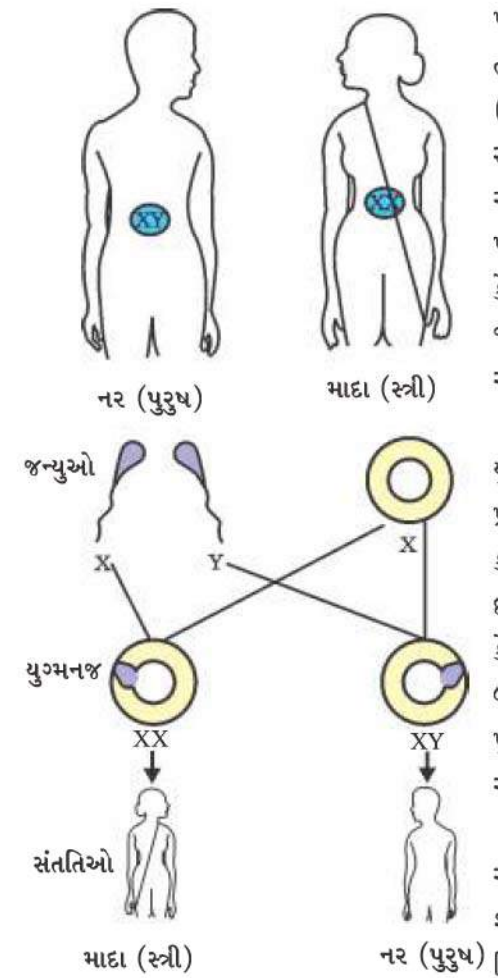
આકૃતિ 9.5
બીજના આકાર અને રંગ બે લક્ષણોની સ્વતંત્ર આનુવંશિકતા

જ્યારે સામાન્ય વાનસ્પતિક કોષ/દૈહિક કોષમાં જનીનના સેટની બે પ્રતિકૃતિઓ (Copies) હોય છે. તો પછી જનનકોષમાં તેનો એક સેટ કેવી રીતે બને છે ? જો સંતતિ છોડ (બાળ છોડને) પિતૃ છોડથી સંપૂર્ણ જનીનોનો એક પૂર્ણ સેટ પ્રાપ્ત થાય છે તો આકૃતિ 9.5માં દર્શાવેલ પ્રયોગ સફળ થઈ શકતો નથી. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે બે લક્ષણ 'R' અને 'y' સેટમાં એકબીજાથી

સંલગ્ન રહે છે તથા સ્વતંત્ર રીતે આનુવંશિકતા દર્શાવી શકતા નથી. તેથી આ સત્યને આધારે સમજી શકાય છે કે વાસ્તવમાં એક જનીન સેટ માત્ર એક DNA શૃંખલાના રૂપમાં ન હોતા DNAની અલગ-અલગ સ્વતંત્રરૂપે શૃંખલારૂપે હોય છે. જેમાંથી પ્રત્યેકને એક રંગસૂત્ર કહેવાય છે. આમ, પ્રત્યેક કોષમાં પ્રત્યેક રંગસૂત્રની બે પ્રતિકૃતિઓ હોય છે. જેમાંથી એક નર તથા બીજી માદા પિતૃ તરફથી પ્રાપ્ત થયેલી હોય છે. પ્રત્યેક પિતૃકોષ (પૈતૃક અથવા માતૃક)થી રંગસૂત્રની પ્રત્યેક જોડમાં માત્ર એક રંગસૂત્ર જ એક જનનકોષમાં આવે છે જ્યારે બે જનનકોષોના સંલયન કે ફલન થવાથી નિર્માણ પામેલા યુગ્મનજમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા પુનઃ સામાન્ય થઈ જાય છે અને સંતતિમાં રંગસૂત્રોની સંખ્યા નિશ્ચિત જળવાઈ રહે છે. જે જાતિના DNAની સ્થાયીતાને સુનિશ્ચિત કરે છે. આનુવંશિકતાની આ ક્રિયાવિધિથી મૅન્ડલના પ્રયોગોના પરિણામને સમજી શકાય છે. તેનો ઉપયોગ લિંગી પ્રજનન કરનારા બધા સજીવો કરે છે. પરંતુ અલિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોમાં પણ આનુવંશિકતાના આ નિયમોનું પાલન થાય છે. શું આપણે જાણી શકીએ કે તેમાં આનુવંશિકતા કેવી રીતે થાય છે ?

9.2.4 લિંગનિશ્ચયન (Sex Determination)

આપણે એ વાતની ચર્ચા કરી ગયાં છીએ કે લિંગી પ્રજનનમાં ભાગ લેનારા બંને એકલ સજીવ કોઈ ને કોઈ બાબતમાં એકબીજાથી ભિન્ન હોય છે. જેનાં ઘણાં કારણો છે. નવજાત શિશુના લિંગ કેવી રીતે નક્કી થાય છે ? ભિન્ન-ભિન્ન જાતિ તેના માટે ભિન્ન-ભિન્ન રીત અપનાવે છે. કેટલાક પૂર્ણતઃ પર્યાવરણ પર આધારિત હોય છે. કેટલાંક પ્રાણીઓમાં લિંગનિશ્ચયન ફલિત અંડકોષના તાપમાન પર આધારિત હોય છે કે સંતતિ કે બાળપેઢી નર હશે કે માદા. સ્નેઇલ (ગોકળ ગાય) જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ પોતાનું લિંગ બદલી શકે છે. જે એ વાતનો સંકેત છે કે તેમાં લિંગનિશ્ચયનની ક્રિયા આનુવંશિક નથી. પરંતુ માનવમાં લિંગનિશ્ચયન આનુવંશિકતા પર આધાર રાખે છે. બીજા શબ્દોમાં પિતૃ સજીવોમાંથી આનુવંશિકતા પામેલ જનીન જ આ વાતનો નિર્ણય કરે છે કે બાળપેઢી કે સંતતિ છોકરો હશે કે છોકરી. પરંતુ અત્યાર સુધી એમ માનતા રહ્યા છીએ કે બંને પિતૃઓમાંથી એક જ જેવા જનીન સેટ સંતતિમાં આવે છે. જો આ સાશ્વત નિયમ છે તો પછી લિંગનિશ્ચયન આનુવંશિક કેવી રીતે હોઈ શકે છે ?



આકૃતિ 9.6
માનવમાં લિંગનિશ્ચયન

તેને સમજવા માટે એ સત્ય છે કે માનવનાં બધાં જ રંગસૂત્રો સંપૂર્ણ રીતે યુગ્મ હોતાં નથી. માનવમાં મોટા ભાગનાં રંગસૂત્રો માતા અને પિતાનાં રંગસૂત્રોના પ્રતિકૃતિ સ્વરૂપે હોય છે. તેની સંખ્યા 22 જોડ છે, પરંતુ યુગ્મ જેને લિંગી રંગસૂત્ર કહે છે. જે હંમેશાં સંપૂર્ણ યુગ્મમાં હોતું નથી. સ્ત્રીમાં રંગસૂત્રનું પૂર્ણ યુગ્મ હોય છે અને બંને રંગસૂત્રોને 'X' કહેવાય છે. પરંતુ પુરુષ (નર)માં આ જોડી પરિપૂર્ણ કે સંપૂર્ણ જોડમાં નથી. જેમાં એક રંગસૂત્ર સામાન્ય આકારનું 'X' હોય છે અને બીજું રંગસૂત્ર નાનું હોય છે જેને 'Y' રંગસૂત્ર કહે છે. આમ, સ્ત્રીઓમાં 'XX' પુરુષમાં 'XY' રંગસૂત્ર હોય છે. શું હવે આપણે X અને Y રંગસૂત્રની આનુવંશિકતાની રીત કે પદ્ધતિનો ખ્યાલ મેળવી શકીએ છીએ ?

જેમકે આકૃતિ 9.6માં દર્શાવેલ છે. સામાન્ય રીતે અડધાં બાળકો છોકરા તેમજ અડધાં બાળકો છોકરી હોઈ શકે છે. બધાં બાળકો, જે છોકરા કે છોકરીઓ હોઈ શકે છે તે પોતાની માતા તરફથી 'X' રંગસૂત્ર મેળવે છે. આમ, બાળકોના લિંગ-નિશ્ચયનનો આધાર તેના પર રહેલો છે કે તેઓ તેમના પિતા તરફથી કયા પ્રકારનું રંગસૂત્ર પ્રાપ્ત કરે છે. જે બાળકને પોતાના પિતા તરફથી 'X' રંગસૂત્ર આનુવંશિકતાની દૃષ્ટિએ પ્રાપ્ત થશે તે છોકરી તેમજ જે બાળકને પોતાના પિતા તરફથી 'Y' રંગસૂત્ર આનુવંશિકતાની દૃષ્ટિએ પ્રાપ્ત થશે તે છોકરો બને છે.

પ્રશ્નો

1. મેન્ડલના પ્રયોગો દ્વારા કેવી રીતે સમજી શકાય કે લક્ષણ પ્રભાવી અથવા પ્રચ્છન્ન હોય છે ?
2. મેન્ડલના પ્રયોગો દ્વારા કેવી રીતે સમજી શકાય કે વિવિધ લક્ષણો સ્વતંત્ર રીતથી આનુવંશિક હોય છે ?
3. એક પુરુષ જેનું રુધિરજૂથ A છે તે એક સ્ત્રી કે જેનું રુધિરજૂથ O છે તેની સાથે લગ્ન કરે છે. તેમની પુત્રીનું રુધિરજૂથ O છે. શું આ વિધાન પર્યાપ્ત છે કે જો તમને કહેવામાં આવે કે કયાં વિકલ્પ, રુધિરજૂથ A અથવા Oના પ્રભાવી લક્ષણ માટે છે ? તમારા જવાબનું સ્પષ્ટીકરણ આપો.
4. માનવના બાળકનું લિંગનિશ્ચયન કેવી રીતે થાય છે ?

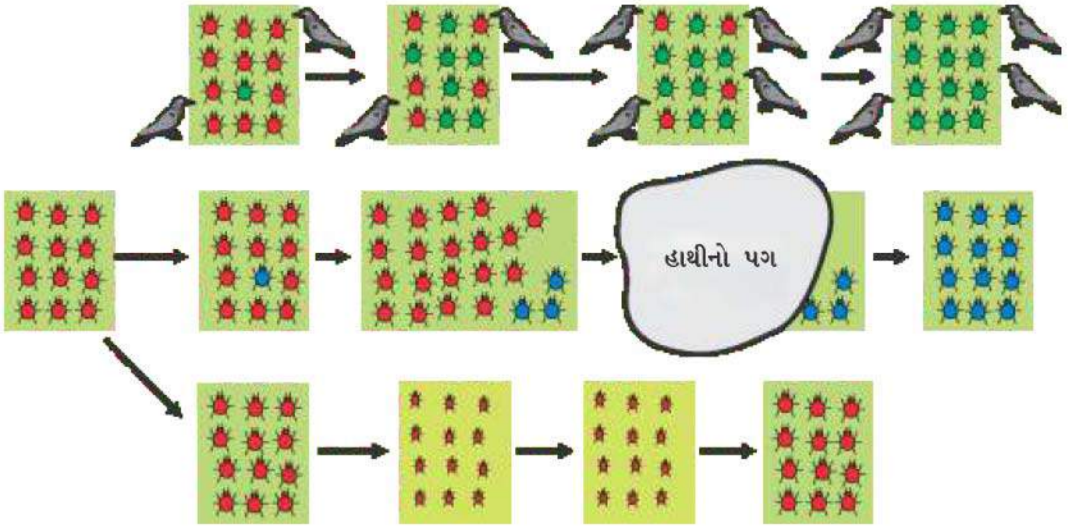
9.3 ઉદ્‌વિકાસ (Evolution)

T7N8S7

આપણે જોયું કે પ્રજનનક્રિયા દરમિયાન ભિન્નતાની પ્રવૃત્તિ, આંતર સંરચનાકીય બને છે જે DNAની પ્રતિકૃતિમાં ત્રુટિઓ અને લિંગી પ્રજનન દરમિયાન બંનેમાં ઉદ્‌ભવે છે. આવો, આપણે આ પ્રવૃત્તિનાં કેટલાંક પરિણામોનો અભ્યાસ કરીએ.

9.3.1 એક દૃષ્ટાંત/એક ઉદાહરણ (An Illustration)

વિચારો કે 12 લાલ ભમરાઓ (Beetles)નો એક સમૂહ છે, તે લીલાં પર્ણોવાળી ઝાડીઓ (પર્ણોની ગીચતાવાળો પ્રદેશ)માં રહે છે. તેમની વસ્તી લિંગી પ્રજનન દ્વારા વૃદ્ધિ કરે છે જે જનીનિક વિભિન્નતાઓ ઉત્પન્ન કરી શકે છે. આપણે તેની પણ કલ્પના કરીએ કે, કાગડાઓ ભમરાઓને ખાઈ જાય છે. કાગડા જેટલા પણ ભમરાઓને ખાઈ જશે તેટલા ભમરા પ્રજનન માટે ઓછા પ્રાપ્ત થશે. હવે, આપણે અન્ય પરિસ્થિતિઓની કલ્પના કરીએ (આકૃતિ 9.7). જે આ ભમરાઓની વસ્તીમાં વિકાસ પામી શકે છે.



આકૃતિ 9.7 વસ્તીમાં વૈવિધ્ય–આનુવંશિતા અને અન્ય તંત્ર

પહેલી સ્થિતિમાં, પ્રજનન દરમિયાન એક રંગની વિભિન્નતાનો ઉદ્‌ભવ થયો છે. જેથી, વસ્તીમાં લાલ રંગ સિવાયનો એક લીલો ભમરો દેખાય છે. લીલો ભમરો પોતાનો રંગ પોતાના સંતાનમાં આનુવંશિકતાના આધારે દાખલ કરે છે. જેના કારણે તેની બધી સંતતિનો રંગ લીલો હોય છે. કાગડાઓ લીલાં પર્ણોની ગીચતામાં લીલા ભમરાને જોઈ શકતા નથી. આમ, તેઓને ખાઈ પણ શકતા નથી. (કારણ કે લીલાં પર્ણો સાથે રહેલા લીલા ભમરા ઓળખી શકતા નથી.). હવે, શું થાય છે ? લીલા

ભમરાની સંતતિનો શિકાર થતો નથી જ્યારે લાલ ભમરાની સંતતિનો સતત શિકાર થતો રહે છે. પરિણામ સ્વરૂપે, ભમરાઓની વસ્તીમાં લાલ ભમરાઓની તુલનામાં લીલા ભમરાઓની સંખ્યા વધી જાય છે.

બીજી પરિસ્થિતિમાં પ્રજનન સમયે એક રંગની ભિન્નતાનો ઉદ્ભવ થાય છે, પરંતુ આ સમયે ભમરાનો રંગ લાલ થવાની જગ્યાએ વાદળી બને છે. આ ભમરો પણ પોતાના રંગની અલગ પેઢીની આનુવંશિકતા દર્શાવી શકે છે. પરિણામ સ્વરૂપે આ ભમરાની બધી સંતતિ વાદળી રંગની હોય છે. કાગડા વાદળી અને લાલ રંગના ભમરાઓને લીલાં પર્ણોમાં સરળતાથી ઓળખી શકે છે અને તેઓનો શિકાર કરે છે. શરૂઆતમાં શું થાય છે ? વસ્તીનું કદ જેમ–જેમ વધતું જાય છે તેમાં ખૂબ જ ઓછા વાદળી ભમરા હોય છે, પરંતુ મોટા ભાગના લાલ રંગના ભમરા હોય છે. પરંતુ આ સ્થિતિમાં એક હાથી ત્યાં આવે છે અને તે ઝાડીઓને વેરવિખેર કરી નાંખે છે. જેમાંથી કેટલાક ભમરા બચી જાય છે અને ઘણાબધા ભમરા મરી જાય છે. સંજોગોવશાત્ કેટલાક વાદળી ભમરા બચી જાય છે. જેથી તેમની વસ્તી ધીમે–ધીમે વધતી જાય છે, જેથી આમ વસ્તીમાં મોટા ભાગના ભમરા વાદળી હોય છે.

તે સ્વાભાવિક છે કે બંને પરિસ્થિતિઓમાં દુર્લભ ભિન્નતા હતી. સમયના અંતરાલમાં એક સામાન્ય લક્ષણ બની ગયું. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, આનુવંશિકતા લક્ષણની પેઢીઓમાં આવૃત્તિમાં પરિવર્તન આવે છે. કારણ કે જનીન જ લક્ષણોનું નિયંત્રણ કરે છે. આમ, આપણે કહી શકીએ કે કોઈ પણ વસ્તીમાં કેટલાંક જનીનોની આવૃત્તિ અમુક પેઢીઓમાં બદલાઈ જાય છે એટલે કે તેમાં પરિવર્તન આવે છે. આ જ જૈવ ઉદ્વિકાસની પરિકલ્પનાનો સાર છે.

પરંતુ બંને પરિસ્થિતિઓમાં કેટલીક રસપ્રદ ભિન્નતા કે ભેદ પણ છે. પ્રથમ પરિસ્થિતિમાં ભિન્નતા એક સામાન્ય ભિન્નતા બનેલી છે કારણ કે તેમાં ઉત્તર જીવિતતાના લાભની સ્થિતિ હતી. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આ એક પ્રાકૃતિક પસંદગી હતી. આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, પ્રાકૃતિક પસંદગી કાગડાઓ દ્વારા થઈ હતી. જેટલા વધારે કાગડા હશે તેટલા વધારે લાલ ભમરાઓનો શિકાર થશે અને વસ્તીમાં લીલા ભમરાઓનો ગુણોત્તર કે સંખ્યા વધતી જશે. આમ, પ્રાકૃતિક પસંદગી ભમરાની વસ્તીમાં થતા વિકાસની તરફ જઈ રહી છે. આ ભમરાની વસ્તીમાં અનુકૂળતા દર્શાવી રહી છે કે જેનાથી વસ્તી પર્યાવરણમાં સારી રીતે રહી શકે છે.

બીજી પરિસ્થિતિમાં, રંગ–પરિવર્તનથી અસ્તિત્વ માટે કોઈ લાભ મળ્યો નહિ ! વાસ્તવમાં આ માત્ર સંજોગોવશાત્ થયેલી એક દુર્ઘટનાનું કારણ છે કે એક રંગના ભમરાની વસ્તી બચી જાય છે, જેથી વસ્તીનું સ્વરૂપ બદલાઈ જાય છે. જો ભમરાની વસ્તીનું કદ વધારે મોટું હોત તો હાથીના પગનો તેના પર કોઈ પ્રભાવ પડતો નથી. આમ, નાની વસ્તીમાં દુર્ઘટનાઓ કોઈ પણ જનીનની આવૃત્તિને પ્રભાવિત કરી શકે છે. જ્યારે તેમની ઉત્તર જીવિતતા માટે કોઈ લાભ થતો નથી. આ એક આનુવંશિક અપવાદનો સિદ્ધાંત છે જે કોઈ પણ અનુકૂલન વગર પણ ભિન્નતા ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

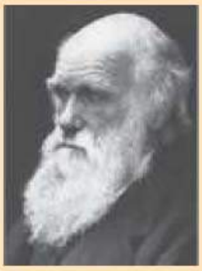
હવે, ત્રીજી પરિસ્થિતિને જુઓ, તેમાં ભમરાની વસ્તી વધવાની શરૂઆત કરે છે, ઝાડીઓમાં વનસ્પતિને રોગ લાગી જાય છે. ભમરાઓ માટે પર્ણો ઓછાં થઈ જાય છે. પરિણામે ભમરાને અલ્પ પોષણ પ્રાપ્ત થાય છે. ભમરાના સરેરાશ જૈવભારમાં તુલનાત્મક રીતે ઊણપ આવે છે. કેટલાંક વર્ષો પછી આવી રોગગ્રસ્ત સ્થિતિમાં પણ ભમરાઓની કેટલીક પેઢીઓ જળવાઈ રહે છે. આ ઉપરાંત જ્યારે વનસ્પતિઓમાં રોગ સમાપ્ત થઈ જાય છે અને ખોરાકની પર્યાપ્ત માત્રા પ્રાપ્ય બને છે ત્યારે ભમરાના જૈવભારમાં શું પરિવર્તન આવશે ? તેના પર વિચાર કરો.

9.3.2 ઉપાર્જિત તેમજ આનુવંશિક લક્ષણો (Acquired and Inherited Traits)

આપણે પહેલાં ચર્ચા કરી ચૂક્યાં છીએ કે લિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોમાં જનનકોષો વિશિષ્ટ પ્રકારની જનન અધિચ્છદ પેશીઓમાં નિર્માણ પામે છે. જો ખોરાકના કે પોષણના કારણે ભમરાના શરીરના જૈવભારમાં ઘટાડો આવે તો તેમના પ્રજનન કે જનનકોષોના DNAના સંગઠન કે સંયોજનમાં કોઈ પણ અસર પડતી નથી. આમ, પોષણના કારણે જો વસ્તીમાં કેટલાક ભમરા ઓછા જૈવભારવાળા હોય તોપણ તેમના વિકાસની સંજ્ઞા આપી શકતા નથી. તેનું મુખ્ય કારણ આ લક્ષણની આનુવંશિકતા હોતી નથી. દૈહિક પેશીઓમાં લિંગી કોષોના DNAમાં દાખલ થઈ શકતા નથી. કોઈ વ્યક્તિના જીવનકાળમાં પ્રાપ્ત કરેલ અનુભવ જનીનકોષોના DNAમાં કોઈ તફાવત લાવી શકતો નથી. એટલા માટે જ આને પણ જૈવ ઉદ્દ્વિકાસ કહી શકાય નહિ.

આવો, પ્રાપ્ત કરેલ અનુભવ/લક્ષણ જૈવક્રિયા દ્વારા આગળની પેઢીમાં આનુવંશિક હોતાં નથી તે એક પ્રયોગ દ્વારા સમજીએ. જો આપણે પૂંછડીવાળા ઉંદરોનું સંવર્ધન કરીએ તો તેની આગળની પેઢીની સંતતિને પણ પૂંછડી હશે એવું આપણે અનુમાન કરીએ છીએ. હવે જો આ ઉંદરોની પૂંછડીને કેટલીક પેઢીઓ સુધી કાપતા રહીએ તો શું આ ઉંદરો દ્વારા પૂંછડી વગરની સંતતિ પ્રાપ્ત થઈ શકે ? તેનો જવાબ છે ના. જે સ્વાભાવિક પણ છે કારણ કે પૂંછડી કાપવાથી જનન કોષોના જનીન પર કોઈ પ્રભાવ પડતો નથી.

ચાર્લ્સ રોબર્ટ ડાર્વિન (1809-1882)



ચાર્લ્સ ડાર્વિન જ્યારે 22 વર્ષના હતા ત્યારે તેમણે સાહસિક સમુદ્રી યાત્રા કરી હતી. પાંચ વર્ષોમાં તેઓએ દક્ષિણ અમેરિકા અને તેનાં વિવિધ દ્વીપો (ટાપુઓ)ની યાત્રા કરી હતી. આ યાત્રાનો ઉદેશ પૃથ્વી પર જૈવ વિવિધતાના સ્વરૂપ વિશે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવાનો હતો. તેમની આ યાત્રાએ જૈવ વિવિધતાના વિષયને તે સમયના પ્રાપ્ય દૃષ્ટિકોણને હંમેશને માટે પરિવર્તિત કરી નાંખ્યો. એ પણ અત્યંત રસપ્રદ છે કે ઇંગ્લૅન્ડ પાછા આવ્યા બાદ તેઓ ફરી કોઈ અન્ય તરફ યાત્રા પર ગયા નહિ. તેઓ ઘર પર જ રહ્યા હતા અને તેમણે અનેક પ્રયોગો કર્યા હતા જેના આધારે તેઓએ પોતાની પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા જૈવ ઉદ્દ્વિકાસના પોતાના સિદ્ધાંતની પરિકલ્પનાની રજૂઆત કરી હતી. તેઓ એ પણ જાણતા ન હતા કે કઈ ક્રિયા દ્વારા જાતિમાં ભિન્નતાઓ આવે છે. તેઓને મૅન્ડલના પ્રયોગોનો લાભ મળ્યો હતો, પરંતુ આ બંને વ્યક્ત-વૈજ્ઞાનિકો ન તો એકબીજાને ઓળખતા હતા ન તો તેઓના કાર્યના વિષયમાં જાણતા હતા !

આપણે ડાર્વિનને તેમના જૈવ ઉદ્દ્વિકાસવાદને કારણે જ જાણીએ છીએ. પરંતુ તેઓ એક પ્રકૃતિશાસ્ત્રી પણ હતા અને તેમની એક શોધ, ભૂમિની ફળદ્રુપતા જાળવી રાખવામાં, અળસિયાની ભૂમિકાના વિષયમાં હતી.

આનુવંશિકતા તેમજ વારસાનુગમન (જનીનવિદ્યા) જેની ચર્ચા આપણે અગાઉ કરી ગયાં છીએ, જેનું જ્ઞાન જૈવ ઉદ્દ્વિકાસવાદને સમજવા માટે જરૂરી છે. આ કારણે જ ઓગણીસમી સદીમાં પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા જૈવ ઉદ્દ્વિકાસનો સિદ્ધાંત આપનાર ચાર્લ્સ ડાર્વિન પણ આની ક્રિયાવિધિનું સંશોધન કરી શક્યા નહિ. તેઓ નિશ્ચિતપણે એવું કરી શકત જો તેઓ તેમના સમકાલીન ઑસ્ટ્રિયન ગ્રેગર મૅન્ડલના પ્રયોગોના મહત્ત્વને જાણતા હોત. મૅન્ડલ પણ ડાર્વિનના સિદ્ધાંતોથી અજાણ હતા.

પૃથ્વી પર જીવની ઉત્પત્તિ

ડાર્વિનના સિદ્ધાંતે આપણને સમજાવ્યું કે પૃથ્વી પર સરળ સજીવોમાંથી જટિલ સ્વરૂપવાળા સજીવોનો વિકાસ કેવી રીતે થયો. મૅન્ડલના પ્રયોગોથી આપણે એક પેઢીમાંથી બીજી પેઢીમાં લક્ષણો કેવી રીતે ઊતરી આવે છે તેની કાર્યવિધિ વિશેની જાણકારી આપી. પરંતુ બંને જણા એ સમજાવવામાં અસમર્થ રહ્યા કે પૃથ્વી પર જીવની ઉત્પત્તિ કેવી રીતે થઈ એટલે કે સૌપ્રથમ જીવનો પૃથ્વી પર આર્વિભાવ (ઉદ્ભવ) કેવી રીતે થયો ?

શું તમે જાણો છો ?

એક બ્રિટિશ વૈજ્ઞાનિક જે. બી. એસ. હાલ્ડેને (જેઓ પછીથી ભારતના નાગરિક બની ગયા હતા.) 1929માં એ દર્શાવ્યું કે સજીવોની સર્વપ્રથમ ઉત્પત્તિ તે સરળ કક્ષાના અકાર્બનિક અણુઓમાંથી થઈ હતી જે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિના સમયમાં થઈ હતી. તેમણે કલ્પના કરી હતી કે પૃથ્વી પરનું તે સમયનું વાતાવરણ, પૃથ્વીના વર્તમાન વાતાવરણ કરતાં બધી જ રીતે ભિન્ન હતું. પ્રાથમિક વાતાવરણમાં સંભવિત રીતે કેટલા જટિલ કાર્બનિક અણુઓનું સંશ્લેષણ થયું જે જીવ કે સજીવ માટે જરૂરી હતું. સૌપ્રથમ પ્રાથમિક જીવ, બીજા રાસાયણિક સંશ્લેષણ દ્વારા ઉત્પન્ન થયા હશે. આ કાર્બનિક અણુઓ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થયા હશે ? તેના જવાબની પરિકલ્પના, સ્ટેનલી એલ. મિલર અને હેરાલ્ડ સી. ઉરે (યુરી) દ્વારા 1953માં કરેલા પ્રયોગોને આધારે કરી શકાય છે. તેઓએ કૃત્રિમ રીતે એવું વાતાવરણનું નિર્માણ કર્યું કે જે સંભવતઃ પ્રાથમિક કે પ્રાચીન પૃથ્વીના વાતાવરણને સમાન હતું. [તેમાં (પ્રયોગમાં) ઍમોનિયા, મિથેન અને હાઈડ્રોજન સલ્ફાઈડના અણુઓ હતા; પરંતુ ઑક્સિજનનો અભાવ હતો] પાત્રમાં પાણી પણ હતું. તેને (આ મિશ્રણને) 100 °C થી થોડા ઓછા તાપમાને રાખવામાં આવ્યું હતું. વાયુઓના મિશ્રણમાં વિદ્યુત તણખાઓ ઉત્પન્ન કરવામાં આવ્યા હતા. જેમકે, આકાશમાં વીજળી થાય છે તે રીતે દર્શાવેલ. એક અઠવાડિયા પછી, 15 % કાર્બન મિથેનથી સરળ કાર્બનિક સંયોજનોમાં પરિવર્તન પામ્યાં હતાં. જેમાં એમિનો ઍસિડનો પણ સમાવેશ થાય છે જે પ્રોટીનના અણુઓને નિર્માણ કરે છે. (એમિનો ઍસિડ, પ્રોટીનના અણુઓનો બંધારણીય એકમ છે.) તો શું પૃથ્વી પર આજે પણ જીવની ઉત્પત્તિ થઈ શકે છે ?

પ્રશ્નો

1. તે કઈ વિવિધ રીતો છે કે જેના દ્વારા એક વિશેષ લક્ષણવાળા વ્યક્તિગત સજીવોની સંખ્યા, વસ્તીમાં વધારો કરી શકે છે ?
2. એક એકલા સજીવ દ્વારા ઉપાર્જિત લક્ષણ સામાન્યતઃ આગળની પેઢીમાં આનુવંશિકતા પામતો નથી. કેમ ?
3. વાઘની સંખ્યામાં થતો ઘટાડો આનુવંશિકતાના દૃષ્ટિકોણથી ચિંતાનો વિષય કેમ છે ?

9.4 જાતિનિર્માણ (Speciation)

અત્યાર સુધી આપણે જે કંઈ પણ જોયું, સમજ્યા તે સૂક્ષ્મ વિકાસ હતો. તેનો અર્થ એ છે કે આ પરિવર્તન ખૂબ જ નાના અને મહત્ત્વપૂર્ણ છે. છતાં પણ તે વિશિષ્ટ જાતિની વસ્તીનાં સામાન્ય લક્ષણોમાં પરિવર્તન લાવે છે, પરંતુ આનાથી તે સમજી શકાતું નથી કે નવી જાતિનો ઉદ્‌ભવ કેવી રીતે થાય છે ? આ ત્યારે કહી શકાય કે જ્યારે ભમરાઓનો આ સમૂહ જેના વિશે આપણે ચર્ચા કરી હતી. તેઓ બે ભિન્ન વસ્તીઓમાં વહેંચાઈ જાય અને એકબીજા સાથે પ્રજનન કરવા માટે અસમર્થ બને છે ત્યારે આ પરિસ્થિતિ ઉત્પન્ન થઈ ને બે સ્વતંત્ર જાતિ તરીકે વર્તે છે. તો શું આપણે તે કારણોની વિસ્તૃત ચર્ચા કરીએ કે જેનો ઉલ્લેખ આપણે ઉપર કર્યો છે અને જાતિના નિર્માણના સિદ્ધાંતને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ ?

વિચારો કે, ઝાડીઓ કે જેના પર ભમરાઓ ખોરાક મેળવવા માટે આધાર રાખતા હતા. તેની જગ્યાએ ઝાડી એક પર્વતમાળાના મોટા વિસ્તારમાં ફેલાઈ જાય તો શું થાય ? પરિણામરૂપે કે ફળસ્વરૂપે વસ્તીનું કદ પણ વિશાળ થઈ જાય છે. પરંતુ વ્યક્તિગત ભમરા પોતાના ખોરાક માટે જીવનભર પોતાની આસપાસની કેટલીક ઝાડીઓ પર જ નિર્ભર રહે છે. તેઓ વધારે દૂર જઈ શકતા નથી. આમ, ભમરાઓની આ વિશાળ વસ્તીની આસપાસ ઉપવસ્તી બને છે. કારણ કે નર તેમજ માદા ભમરા પ્રજનન માટે જરૂરી છે. આમ, પ્રજનન સામાન્યતઃ આ ઉપવસ્તીઓના સભ્યોની વચ્ચે જ દર્શાવાય જોકે કેટલાક સાહસી ભમરા એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન પર જઈ શકે અથવા કાગડા એક ભમરાને એક સ્થાનથી ઉપાડીને તેને નુકસાન પહોંચાડ્યા વગર બીજા સ્થાન પર મૂકી શકે છે. બંને પરિસ્થિતિઓમાં બિનપ્રવાસી કે અપ્રવાસી ભમરા સ્થાનીય વસ્તીની સાથે જ પ્રજનન કરશે. પરિણામ

સ્વરૂપે અપ્રવાસી ભમરાનો જે નવી વસ્તીમાં પ્રવેશ થાય છે. આ પ્રકારનો જનીન પ્રવાહ તે વસ્તીઓમાં વહન પામી રહ્યો છે. જે આંશિક રીતથી અલગ-અલગ છે; પરંતુ સંપૂર્ણપણે અલગ હોતી નથી. પરંતુ જો આ પ્રકારની બે ઉપવસ્તીઓના મધ્યમાં એક વિશાળ નદી આવી જાય તો બંને વસ્તીઓ વધારે સ્થાયી બની જાય છે. બંનેની વચ્ચે જનીન-પ્રવાહનું સ્તર હજી પણ ઘટી જાય છે.

ઉત્તરોત્તર પેઢીઓ (પેઢી-દર પેઢીઓ)માં આનુવંશિક વિચલન (ફેરફાર) પ્રત્યેક ઉપવસ્તીમાં વિભિન્ન પરિવર્તનોનું સંગ્રહણ થઈ જાય છે. ભૌગોલિક સ્વરૂપથી ભિન્નતા આ વસ્તીઓમાં પ્રાકૃતિક પસંદગીની રીત પણ ભિન્ન હોય છે. આમ, ઉદાહરણ તરીકે, એક ઉપ-વસ્તીની સીમામાં સમડી દ્વારા કાગડાઓ સમાપ્ત થઈ જાય છે. પરંતુ બીજી ઉપ-વસ્તીમાં આ ઘટના થતી નથી. જ્યાં કાગડાઓની સંખ્યા ખૂબ વધારે હોય છે. પરિણામરૂપે પહેલા સ્થાન પર ભમરાઓનો લીલો રંગ (લક્ષણ)ની પ્રાકૃતિક પસંદગી થતી નથી. જ્યારે બીજા સ્થાન પર તેની પસંદગી થશે.

ભમરાઓની આ સ્થાયીતા ઉપ-વસ્તીઓમાં આનુવંશિક વિચલન તેમજ પ્રાકૃતિક પસંદગીની સંયુક્ત અસરને કારણે પ્રત્યેક વસ્તી એકબીજાથી વધારે ભિન્ન બનતી જાય છે. એ પણ સંભવ છે કે અંતમાં આ વસ્તીઓના સભ્યો એકબીજાની સાથે મળ્યા પછી પણ આંતર પ્રજનન માટે અસમર્થ હોય છે.

ઘણી રીતો છે જેના દ્વારા આ પરિવર્તન સંભવ છે. જો DNAમાં આ પરિવર્તન પર્યાપ્ત છે. જેમકે, રંગસૂત્રોની સંખ્યામાં પરિવર્તન, બે વસ્તીઓના સભ્યોના પ્રજનનકોષોનું સંમિલન કરવામાં અસમર્થ હોય છે અથવા સંભવ છે કે આવી વિભિન્નતા ઉત્પન્ન થઈ જાય, જેમાં લીલા રંગના માદા ભમરા, લાલ રંગના નરની સાથે પ્રજનનની ક્ષમતા ગુમાવી દે છે. તે માત્ર લીલા રંગના નર ભમરાની સાથે જ પ્રજનન કરી શકે છે. આ લીલા રંગની પ્રાકૃતિક પસંદગી માટે એક અત્યંત દૃઢ પરિસ્થિતિ છે. હવે જો એવી લીલા રંગની માદા ભમરા, બીજા સમૂહના લાલ રંગના નરની સાથે મળે છે તો તેનો વ્યવહાર એવો થઈ જશે કે તેમની વચ્ચે પ્રજનન ન થઈ શકે. પરિણામે ભમરાઓની નવી જાતિનું નિર્માણ થાય છે.

પ્રશ્નો

1. તે કયાં પરિબળો છે કે જે નવી જાતિના નિર્માણમાં મદદરૂપ થાય છે ?
2. શું ભૌગોલિક પૃથક્કરણ પરાગિત જાતિઓની વનસ્પતિઓના જાતિ-નિર્માણના ઉદ્‌ભવનું મુખ્ય કારણ હોઈ શકે છે ? શા માટે ? અથવા શા માટે નહિ ?
3. શું ભૌગોલિક પૃથક્કરણ અલિંગી પ્રજનનવાળા સજીવોની જાતિઓના નિર્માણનું મુખ્ય કારણ હોઈ શકે છે ? શા માટે ? અથવા શા માટે નહિ ?

9.5 ઉદ્‌વિકાસ અને વર્ગીકરણ (Evolution and Classification)

C4Q6X1

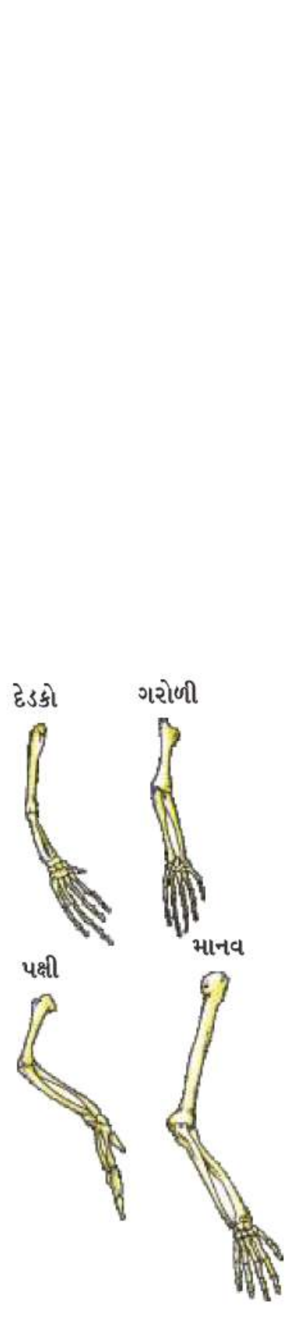
આ સિદ્ધાંતોને આધારે આપણે આપણી ચારેતરફ મળી આવનારી વિભિન્ન જાતિઓની વચ્ચે વિકાસીય સંબંધ સ્થાપિત કરી શકીએ છીએ. આ એક પ્રકારની સમય ઘડિયાળથી પાછળ જવાનું છે. આપણે એવી વિવિધ જાતિઓનાં લક્ષણોના ઉદ્‌વિકાસના ક્રમનું નિર્ધારણ કરી શકીએ. આ ક્રિયાને સમજવા માટે આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરેલા સજીવોના વર્ગીકરણને યાદ કરીએ.

વિવિધ સજીવોની વચ્ચે રહેલી સમાનતાઓ આપણને તે સજીવોને એક સમૂહમાં મૂકવામાં આવે છે અને પછી તેમના અભ્યાસનો અવસર આપે છે. તેના માટે કયાં લક્ષણો સજીવોની વચ્ચે આધારભૂત વિભિન્નતાઓનો નિર્ણય કરે છે અને તેના માટે કયાં લક્ષણો વચ્ચે મહત્ત્વપૂર્ણ ઓછા ભેદનો નિર્ણય લેશે ? લક્ષણો વિશે આપણો અભિપ્રાય શું છે ? બાહ્ય કદ અથવા વ્યવહાર વિવરણાત્મક લક્ષણ કહેવાય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો વિશેષ રીતે અથવા વિશેષ કાર્યનું લક્ષણ કહેવાય છે. આપણને ચાર પગ હોય છે. આ એક લક્ષણ છે. વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થાય છે, આ પણ એક લક્ષણ છે.

કેટલીક આધારભૂત લાક્ષણિકતા મોટા ભાગના સજીવોમાં સમાન હોય છે. કોષ બધા સજીવોનો આધારભૂત એકમ છે. વર્ગીકરણના આગળના સ્તર પર કોઈ લાક્ષણિકતા મોટા ભાગના સજીવોમાં સમાન જ હોય છે, પરંતુ બધા સજીવોમાં હોતું નથી. કોષની સંરચનાની આધારભૂત લાક્ષણિકતાનું એક ઉદાહરણ કોષમાં કોષકેન્દ્રની હાજરી હોવી કે ન હોવી તે છે. જે વિવિધ સજીવોમાં ભિન્ન હોય છે. જીવાણુકોષ (બૅક્ટેરિયાના કોષ)માં સુવિકસિત કોષકેન્દ્ર હોતું નથી. જ્યારે મોટા ભાગના બીજા સજીવોના કોષોમાં કોષકેન્દ્ર સુવિકસિત મળી આવે છે. કોષકેન્દ્રયુક્ત કોષવાળા સજીવોને એકકોષીય અથવા બહુકોષીય સજીવોનાં લક્ષણો શારીરિક સંરચનામાં એક આધારભૂત ભિન્નતા દર્શાવાય છે. જે કોષો તેમજ પેશીઓના વિશિષ્ટીકરણના કારણે હોય છે. બહુકોષીય સજીવોમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થવું કે ન થવું, તે વર્ગીકરણનું આગળનું સ્તર છે. આ બહુકોષીય સજીવો જેમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થતું નથી. તેમાં કેટલાક સજીવ એવા છે કે જેમાં અંતઃકંકાલ હોય છે અને કેટલાક બાહ્યકંકાલનું લક્ષણ એક અન્ય પ્રકારની આધારભૂત રચનાનો ભેદ હોય છે. આ થોડાક જ પ્રશ્નો જે આપણે અહીંયાં પૂછેલા છે. જેના દ્વારા આપણે જોઈ પણ શકીએ છીએ કે ઉદ્‌વિકાસક્રમનો વિકાસ થઈ રહ્યો છે. જેને આધારે વર્ગીકરણ માટે સમૂહ બનાવી શકે છે.

બે જાતિઓ જેટલી વધારે લક્ષણોમાં સમાનતા ધરાવે તેમના સંબંધ પણ એટલો જ નજીકનો હોય છે. જેટલી વધારે સમાનતાઓ તેઓમાં હશે તેનો ઉદ્‌ભવ પણ નજીકમાં અને ભૂતકાળમાં સમાન પૂર્વજોમાંથી થયેલો હશે. આપણે આને ઉદાહરણની મદદથી સમજી શકીએ છીએ. એક ભાઈ તેમજ એક બહેન વધારે નજીકના સંબંધી છે. તેનાથી પહેલી પેઢીમાં તેમના પૂર્વજ સમાન હતાં એટલે કે તેઓ એક જ માતા-પિતાના સંતાન છે. છોકરીના કાકાના કે મામાનાં ભાઈ-બહેન (1st Cousin) પણ તેનાથી સંબંધિત હોય છે, પરંતુ તેના પોતાના ભાઈથી ઓછો નજીકનો સંબંધ છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે તેઓ પૂર્વજ સમાન છે, એટલે કે દાદા-દાદી જે તેમની બે પેઢી પહેલાના છે નહિ કે એક પેઢી પહેલાના. હવે, તમે આ વાતને સારી રીતે સમજી શકો છો કે જાતિઓ કે સજીવોનું વર્ગીકરણ તેના વિકાસના સંબંધોનું પ્રતિબિંબ છે.

આમ, આપણે જાતિઓના એવા સમૂહનું નિર્માણ કરી શકે છે કે જેના પૂર્વજ નજીકના ભૂતકાળમાં સમાન હતા. તેના પછી આ સમૂહનો એક મોટો સમૂહ બનાવે છે. જેના પૂર્વજ અપેક્ષિત રીતે વધારે દૂરના (સમયને અનુસાર) હતા. સૈદ્ધાંતિક રીતથી આ પ્રકારની ભૂતકાળની કડીઓનું નિર્માણ કરતાં આપણે વિકાસની પ્રારંભિક સ્થિતિ સુધી પહોંચી શકીએ છીએ. જ્યાં એક માત્ર જાતિ હતી. જો આ સત્ય હોય તો જીવની ઉત્પત્તિ ચોક્કસ અજૈવિક પદાર્થોમાંથી જ થઈ હશે. આ કેવી રીતે સંભવિત થયું હશે ? તેના વિશે અનેક સિદ્ધાંતો છે. તે રસપ્રદ બાબત હશે, જો આપણે આપણા સિદ્ધાંતોનું નિર્માણ કરી શકીએ ?



આકૃતિ 9.8
સમમૂલક અંગો

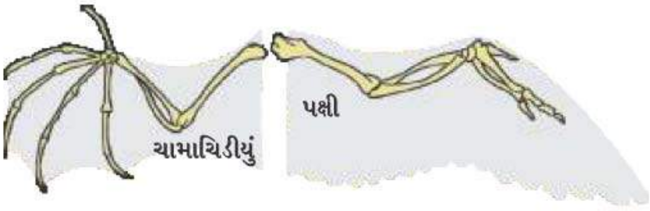
9.5.1 ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધોને શોધવા (Traning Evolutionary Relationships)

જ્યારે આપણે ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધોને જાણવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ ત્યારે આપણે સમાન લાક્ષણિકતા કે લક્ષણોની ઓળખ કેવી રીતે કરીએ છીએ ? વિવિધ સજીવોમાં આ લક્ષણ સમાન હશે. કારણ કે તે સમાન પિતૃથી આનુવંશિકતા પામેલા છે. ઉદાહરણ તરીકે, આ વાસ્તવિકતાને જ લઈએ કે પક્ષીઓ, સરિસૃપ તેમજ ઉભયજીવીઓની જેમજ સસ્તન પ્રાણીઓ પણ ચાર ઉપાંગો ધરાવે છે (આકૃતિ 9.8). બધામાં ઉપાંગોની આધારભૂત સંરચના એકસમાન હોય છે. જોકે વિવિધ પૃષ્ઠવંશીઓમાં કાર્ય કરવા માટે તેઓનું રૂપાંતરણ થાય છે છતાં પણ ઉપાંગની આધારભૂત સંરચના એકસમાન છે. આવાં સમમૂલક લક્ષણોની મદદથી વિભિન્ન જાતિઓ વચ્ચે ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધોને ઓળખી શકાય છે.

પરંતુ કોઈ અંગના આકારમાં સમાનતાઓ હોવી તેનું એક માત્ર કારણ સમાન પૂર્વજ નથી. ચામાચીડિયું તેમજ પક્ષીની પાંખ (આકૃતિ 9.9)ના વિશે તમે શું વિચારો છો ? પક્ષી તેમજ

ચામાચીડિયાને પાંખ હોય છે, પરંતુ ખિસકોલી તેમજ ગરોળીને પાંખ હોતી નથી. તે શું પક્ષી તેમજ ચામાચીડિયાની વચ્ચેનો સંબંધ, ખિસકોલી અને ગરોળીની તુલનામાં વધારે નિકટ છે ?

આના પહેલા કે આપણે કોઈ તારણ કાઢીએ, આપણે પક્ષી તેમજ ચામાચીડિયાની પાંખોનું અવલોકન સૂક્ષ્મ રીતે કરવું જોઈએ. જ્યારે આપણે એવું કરીએ છીએ ત્યારે આપણને ખબર પડે છે કે ચામાચીડિયામાં પાંખ મુખ્યત્વે મધ્યસ્થ આંગળીના મધ્યની ત્વચાના વિસ્તરણથી નિર્માણ પામે છે, પરંતુ પક્ષી પાંખ તેના સંપૂર્ણ અગ્રઉપાંગની ત્વચાના વિસ્તરણથી બને છે. જે પીંછાંઓથી ઢંકાયેલી રહે છે. આમ, બંને પાંખોની રચના, તેમનું બંધારણ તેમજ સંઘટકોમાં વધારે ભિન્નતા છે. તેઓ એક જેવા દેખાય છે. કારણ કે તે ઊડવા માટે તેનો ઉપયોગ કરે છે, પરંતુ બધાની ઉત્પત્તિ (બંનેની ઉત્પત્તિ) સંપૂર્ણ રીતે સમાન રીતે થયેલી નથી. આ કારણસર તેને સમરૂપ કે કાર્યસદેશ અંગોનું લક્ષણ ગણવામાં આવે છે નહિ કે સમમૂલક લક્ષણ. હવે, તે વિચાર કરવો વધારે રસપ્રદ રહેશે કે પક્ષીના અગ્રઉપાંગ તેમજ ચામાચીડિયાના અગ્રઉપાંગને સમજાત માની શકાય અથવા સમરૂપ !



આકૃતિ 9.9
કાર્યસદેશ અંગો - ચામાચિડિયાની પાંખ અને પક્ષીની પાંખ

9.5.2 અશ્મિ/જીવાશ્મો (Fossils)

અંગોની સંરચના માત્ર વર્તમાન જાતિઓ પર થઈ શકતી નથી પણ તે જાતિઓ પર પણ આધાર રાખી શકે છે જે અત્યારે (હાલમાં) જીવિત નથી. આપણે કેવી રીતે જાણી શકીએ કે તે લુપ્ત થયેલી જાતિઓ કદી અસ્તિત્વમાં પણ હતી ? આપણે આ અશ્મિ (જીવાશ્મ) દ્વારા જાણી શકીએ છીએ (આકૃતિ 9.10 જુઓ). અશ્મિ કે જીવાશ્મ કે જીવાવશેષ એટલે શું ? સામાન્યતઃ સજીવના મૃત્યુ પછી તેના શરીરનું વિઘટન થાય છે અને તે સમાપ્ત થઈ જાય છે. પરંતુ ક્યારેક સજીવ અથવા તેના કેટલાક ભાગ એવા વાતાવરણમાં જતા રહે છે કે જેના કારણે તેનું વિઘટન સંપૂર્ણ રીતે થઈ શકતું નથી. ઉદાહરણ તરીકે, જો કોઈ મૃત કીટક ગરમ માટીમાં સુકાઈ જઈને કડક થઈ જાય અને તેમાં તે કીટકના શરીરની છાપ સુરક્ષિત રહી જાય છે. આ પ્રકારે કે રીતે રક્ષણ પામેલા અવશેષને જીવાશ્મ કે જીવાવશેષ કે અશ્મિ (Fossil) કહેવાય છે.

અશ્મિ-વૃક્ષનું થડ

અશ્મિ-અપૃષ્ઠવંશી
(એમોનાઇટ)

અશ્મિ-અપૃષ્ઠવંશી
(ટ્રાઈલોબાઇટ)

અશ્મિ-માછલી
નાઈટીઆ

અશ્મિ-ડાયનોસોરની ખોપરી
(રાજાસુરસ)

આકૃતિ 9.10 વિવિધ પ્રકારનાં અશ્મિઓ ભિન્ન દેખાવ અને ઊંડાણની કક્ષાઓ અને સંગ્રહ. નર્મદાની ખીણમાંથી માત્ર થોડાંક જ વર્ષો પહેલાં ડાયનોસોરની ખોપરી જોવા મળી છે.

આપણે તે કેવી રીતે જાણી શકીએ કે જીવાશ્મ કેટલા જૂના કે પ્રાચીન છે ? આ વાતનું અનુમાન કરવા માટે બે ઘટકો છે. એક છે સાપેક્ષ. જો આપણે કોઈ સ્થળ પર ખોદકામ કરીએ અને એક ઊંડાઈ સુધી ખોદકામ કર્યા પછી આપણને જીવાશ્મ મળવાની શરૂઆત થાય છે ત્યારે એવી સ્થિતિમાં તે વિચારવું તર્કસંગત છે કે પૃથ્વીની સપાટીની નિકટ કે નજીક આવેલા જીવાશ્મ, ઊંડા સ્તરમાં મળી આવેલા જીવાશ્મોની તુલનામાં વધારે નવા છે. બીજી પદ્ધતિ કે રીત 'ફોસિલ ડેટિંગ' છે. જેમાં જીવાશ્મ મળી આવનારા કોઈ એક તત્ત્વને વિવિધ સમસ્થાનિકોના ગુણોત્તરના આધારે જીવાશ્મના સમયને નક્કી કરવામાં આવે છે. તે જાણવું પણ રસપ્રદ હોય છે કે આ રીત કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

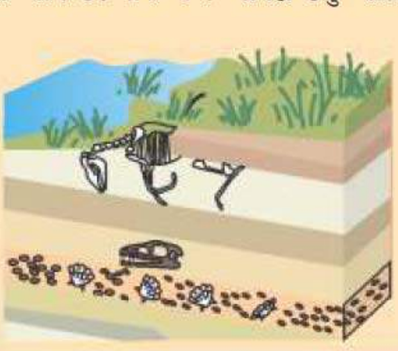
જીવાશ્મના એક પછી એક સ્તર કેવી રીતે બને છે ?

આવો, 10 કરોડ (100 મિલિયન) વર્ષ પહેલાંથી પ્રારંભ કરીએ છીએ. સમુદ્ર તલપ્રદેશ પર કેટલાક અપૃષ્ઠવંશી સજીવોનું મૃત્યુ થઈ જાય છે અને તેઓ રેતીમાં દટાઈ જાય છે. ધીમે-ધીમે હજી વધારે રેતી એકત્રિત થતી જાય છે અને વધારે દબાણને કારણે તે ખડક કે મોટો પથ્થર બની જાય છે.

કેટલાંક મિલિયન વર્ષો પછી, તે વિસ્તાર કે ક્ષેત્રમાં રહેનારા ડાયનોસોર મરી જાય છે અને તેમના શરીર પણ રેતીમાં દટાઈ જાય છે. આ રેતી કે માટી પણ દબાણ અનુભવીને મોટો પથ્થર કે ખડક બની જાય છે. જે પહેલા

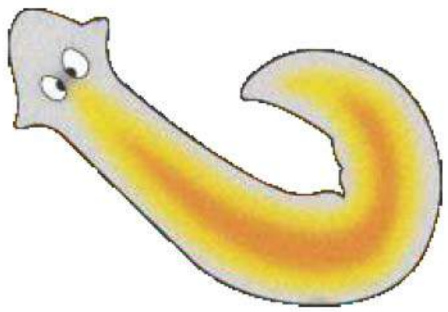
અપૃષ્ઠવંશીઓના જીવાશ્મવાળા ખડક કે મોટા પથ્થરની ઉપર બને છે. ફરીથી, તેનાં કેટલાંક વર્ષો પછી આ ક્ષેત્ર કે વિસ્તારમાં ઘોડા જેવા સમાન કેટલાક સજીવોના જીવાશ્મો પહાડો કે મોટા પથ્થર અથવા ખડકમાં દટાઈ જાય છે.

તેના ઘણા સમય ઉપરાંત ભૂમિ ક્ષરણ (માની લો કે પાણીના પ્રવાહ)ને કારણે કેટલાક પહાડો કે ખડકો ફાટી જાય છે અને ઘોડા જેવા જ જીવાશ્મ મળી આવે છે. જેમ–જેમ આપણે ઊંડું ખોદકામ કરતા જઈએ તેમ-તેમ પ્રાચીન કે જૂના જીવાશ્મ પ્રાપ્ત થતા જાય છે.



9.5.3 ઉદ્વિકાસના તબક્કાઓ (Evolution by Stages)

અહીંયાં તે પ્રશ્ન ઉત્પન્ન થાય છે કે જો જટિલ અંગ, ઉદાહરણ તરીકે આંખની પસંદગી તેની ઉપયોગિતાના આધારે થાય છે તો તે DNAમાં માત્ર એક પરિવર્તન દ્વારા કેવી રીતે સંભવ છે ? નિશ્ચિત રીતે આવાં જટિલ અંગોનો વિકાસ, ક્રમિક રીતે અનેક પેઢીઓમાં થયો હશે. પરંતુ, વચ્ચેનું પરિવર્તન કેવી રીતે પસંદગી પામ્યું હશે ? તેના માટે અનેક સંભવિત સ્પષ્ટીકરણ છે. એક વચ્ચેનો તબક્કો (આકૃતિ 9.11) જેમકે, અર્ધવિકસિત આંખ, કેટલીક મર્યાદા સુધી ઉપયોગમાં આવી શકે છે. આ યોગ્યતાનો લાભ પર્યાપ્ત હોઈ શકે છે. વાસ્તવમાં પાંખની જેમ આંખ પણ એક વ્યાપક અનુકૂલન પામતું અંગ છે. આ કીટકોમાં જોવા મળે છે. તેવી રીતે ઑક્ટોપસ અને પૃષ્ઠવંશીઓમાં પણ હોય છે અને આંખની સંરચના આ બધા સજીવોમાં ભિન્ન હોય છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે ભિન્ન-ભિન્ન ઉદ્વિકાસીય ઉત્પત્તિ તેની સાથે એક પરિવર્તન જે એક લક્ષણ માટે ઉપયોગી છે. કાળક્રમે તે કોઈ અન્ય કાર્ય માટે પણ ઉપયોગી પુરવાર થઈ શકે છે.



આકૃતિ 9.11
પ્લેનેરિયા નામના ચપટાકૃમિ પૃથુકૃમિની અત્યંત સરળ આંખ હોય છે, જે વાસ્તવમાં નેત્રબિંદુ કે ચક્ષુબિંદુ છે જે પ્રકાશને ઓળખી શકે છે

ઉદાહરણ માટે, પાંખ જે સંભવતઃ ઠંડી ઋતુમાં ઉષ્માઅવરોધન કે તાપમાન અવરોધક માટે વિકાસ પામ્યા હતા. કાળક્રમે તે ઊડવા માટે પણ ઉપયોગી બન્યા. વાસ્તવમાં કેટલાક ઊડવા માટે સમર્થ ન હતા. ત્યાર બાદ સંભવતઃ પક્ષીઓ પાંખોને ઊડવા માટે વાપરે છે. ડાયનોસોર સરિસૃપ હતા. આમ, આપણે આ અર્થઘટન કરી શકીએ છીએ કે પક્ષી ખૂબ જ નજીકથી સરિસૃપ સાથે સંબંધિત છે.

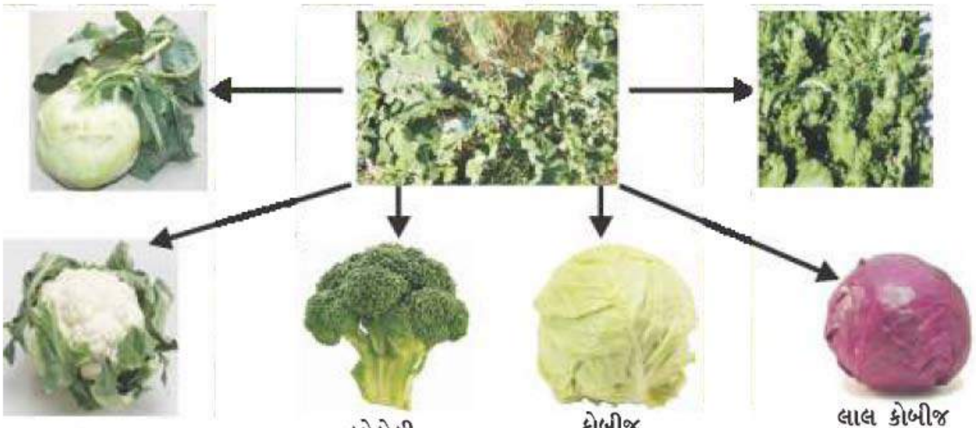
આ ડ્રોમોસોર, પરિવારનો એક નાનો ડાયનોસોર છે.

ડાયનોસોરનાં આ અસ્થિઓની સાથે પાંખની છાપ પણ રક્ષણ થયું હતું. અહીંયાં આપણે અગ્રબાહુ પર સ્થિત પાંખની છાપને જોઈ શકીએ છીએ

આકૃતિ : જીવાશ્મના શીર્ષ પાંખોની નીકટતમ આ ડાયનોસોર ઊડવા માટે અસમર્થ હતા. તે સંભવ છે કે પાંખોનો વિકાસ ઊડવાની સાથે કોઈ સંબંધ ન રહ્યો હોય

આકૃતિ 9.12
ડાયનોસોર અને પીંછાંઓનો ઉદ્વિકાસ

અહીં તેનો ઉલ્લેખ કરવો ઘણો રસપૂર્ણ છે કે ઘણી વધારે ભિન્નતા દેખાડનારી સંરચનાઓ એકસમાન શરીર સંરચનામાંથી વિકાસ પામી શકે છે. તે પણ સત્ય છે કે જીવાશ્મ કે અશ્મિમાં અંગોની સંરચનાનું વિવેચન, આપણે તે અનુમાન કરવામાં મદદરૂપ થઈ શકે છે કે ઉદ્વિકાસીય સંબંધ કેટલો પાછળ જઈ શકે છે ? શું આ ક્રિયાનું કોઈ ઉદાહરણ છે ? જંગલી કોબીજ તેનું એક સૌથી સારું ઉદાહરણ છે. બે હજાર વર્ષ પૂર્વેથી મનુષ્ય જંગલી કોબીજને એક ખાદ્ય વનસ્પતિના સ્વરૂપમાં ઉગાડતો હતો અને તેણે પસંદગી દ્વારા તેમાંથી વિવિધ શાકભાજીનો વિકાસ કર્યો (આકૃતિ 9.13). પરંતુ તે પ્રાકૃતિક પસંદગી ન રહેતા કૃત્રિમ પસંદગી છે. કેટલાક ખેડૂતોએ, તેનાં પર્ણોની વચ્ચેનું અંતર ઓછું કરવા માંગતા હતા. જેનાથી કોબીજનો વિકાસ થાય છે, જેને આપણે ખાઈ શકીએ છીએ. કેટલાક ખેડૂતો એ પુષ્પોની વૃદ્ધિને અવરોધવા માંગતા હતા. આમ, બ્રોકોલીનો વિકાસ થયો અથવા વંધ્ય પુષ્પોમાંથી ફ્લાવરનો વિકાસ થયો. કેટલાક ફૂલેલા ભાગની પસંદગી કરી. આમ, ગાંઠમાંથી કલરબીનો વિકાસ થયો. કેટલાકે માત્ર પહોળાં પર્ણોની જ પસંદગી કરી અને 'કેલે' નામની શાકભાજીનો વિકાસ કર્યો. જો મનુષ્યે સ્વયં આ પ્રયોગ ના કર્યો હોત તો શું આપણે ક્યારેય એવો વિચાર કરી શક્યા હોત કે ઉપર્યુક્ત બધી પ્રજાતિઓ સમાન પિતૃમાંથી વિકાસ પામેલી છે ?



આકૃતિ 9.13 જંગલી કોબીજનો ઉદ્‌વિકાસ

ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધ શોધવાની એક અન્ય રીત નૈસર્ગિક પરિકલ્પના પર આધારિત છે. જેનાથી આપણે શરૂઆત કરી હતી તે વિચાર હતો કે પ્રજનન દરમિયાન DNAમાં થનારા પરિવર્તન વિકાસની આધારભૂત ઘટના છે. આ સત્ય છે કે વિવિધ જાતિઓના DNAની સંરચનાની તુલનાથી આપણે સીધા જ નક્કી કરી શકીએ છીએ કે આ જાતિઓના ઉદ્‌ભવ દરમિયાન કયા–કયા અને કેટલાં પરિવર્તન આવે છે ? ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધ સ્થાપિત કરવામાં આ વિધિનો વ્યાપક પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

આણ્વીક ઉદ્‌વિકાસ (Molecular Phylogeny)

આપણે એ વાતની ચર્ચા કરતા હતા કે કોષવિભાજનના સમયે DNAમાં થનારા પરિવર્તનથી તે પ્રોટીનમાં પણ પરિવર્તન આવે છે જે નવા DNAથી બનશે. બીજી વાત એ થઈ હતી કે આ પરિવર્તન પેઢી દર પેઢી કે ઉત્તરોત્તર પેઢીઓમાં સંચય પામતા જાય છે. શું આપણે સમયની સાથે પાછળ જઈને જાણી શકીએ છીએ કે આ પરિવર્તન કયા સમયે થયું હતું ? આણ્વીક ઉદ્‌વિકાસ વાસ્તવમાં આ જ કરે છે. આ અભ્યાસમાં આ વિચાર ખરેખર યોગ્ય છે કે દૂરસ્થ સંબંધિત સજીવોના DNAમાં આ ભિન્નતાઓ વધારે માત્રામાં સંચિત થાય છે. આ પ્રકારના અભ્યાસમાં ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધોને શોધવા પડે છે અને આ અત્યંત મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે વિવિધ સજીવોની વચ્ચે આણ્વીક ઉદ્‌વિકાસ દ્વારા સ્થાપિત સંબંધિત વર્ગીકરણની સાથે સુમેળ પામે છે. જેના વિષયમાં આપણે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ.

પ્રશ્નો

1. બે જાતિઓના ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધને નક્કી કરવા માટેની એક લાક્ષણિકતાનું ઉદાહરણ આપો.
2. એક પતંગિયા અને ચામાચીડિયાની પાંખને શું સમજાત અંગ કહી શકાય છે ? કેમ ? અથવા કેમ નહિ ?
3. અશ્મિ શું છે ? તે જૈવ-ઉદ્‌વિકાસની ક્રિયા વિશે શું દર્શાવે છે ?

9.6 ઉદ્‌વિકાસને પ્રગતિને સમાન ન ગણવું જોઈએ (Evolution Should not be Equated with Progress)

જાતિઓના વંશ-વૃક્ષની કડીઓ શોધવાના પ્રયત્નમાં આપણે કેટલીક બાબતોનું ધ્યાન રાખવું પડે છે. પહેલું આ ક્રિયાના પ્રત્યેક સ્તર પર અનેક શાખાઓ સંભવિત છે. એવું નથી કે નવી જાતિઓના

ઉદ્ભવ માટે પહેલી જાતિઓ લુપ્ત થઈ જાય છે. આપણે ભમરાનું ઉદાહરણ જોયું હતું તેમાં એક નવી જાતિની ઉત્પત્તિ થઈ છે. નવી જાતિની ઉત્પત્તિ માટે જરૂરી નથી કે પહેલી જાતિ લુપ્ત થઈ જાય. આ બધું પર્યાવરણ પર નિર્ભર હોય છે. તેનો અર્થ એ પણ નથી કે વિકાસ પામેલી નવી જાતિ પોતાની પૂર્વજ જાતિથી ઉત્તમ કે શ્રેષ્ઠ જ છે. માત્ર પ્રાકૃતિક પસંદગી તેમજ આનુવંશિક ફેરફારની સંયુક્ત અસરથી એવી વસ્તી તૈયાર થઈ જેના સભ્ય પહેલી જાતિની સાથે પ્રજનન કરવા માટે અસમર્થ છે. આમ, ઉદાહરણ તરીકે આ સાચું નથી કે માનવનો વિકાસ ચિમ્પાન્ઝીમાંથી થયો છે. પણ પહેલાં માનવ તેમજ ચિમ્પાન્ઝી બંનેના પૂર્વજ સમાન હતા. તેઓ ચિમ્પાન્ઝી જેવા ન હતા કે ન તો માનવ જેવા હતા. એ પણ આવશ્યક નથી કે પૂર્વજોનો નાશ થવાનો પ્રથમ તબક્કામાં જ આધુનિક ચિમ્પાન્ઝી કે માનવની ઉત્પત્તિ થઈ ગઈ હોય, પરંતુ આ વાતની સંભાવના વધારે છે કે બંને જાતિઓનો વિકાસ અલગ-અલગ રીતથી વિવિધ શાખાઓમાં પોતાની રીતે થયો હશે. જેથી આધુનિક જાતિના વર્તમાન સ્વરૂપ બન્યા છે.

વાસ્તવમાં, જૈવ–ઉદ્વિકાસના સિદ્ધાંતનો અર્થ કોઈ વાસ્તવિક પ્રગતિ નથી. વિવિધતાઓની ઉત્પત્તિ તેમજ પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા તેને સ્વરૂપ આપવાથી માત્ર વિકાસ થાય છે. જૈવ–ઉદ્વિકાસમાં પ્રગતિની જો કોઈ પ્રવૃત્તિ જોવા મળે છે તો તે સમયની સાથે-સાથે શારીરિક બંધારણની જટિલતામાં વૃદ્ધિ છે, પરંતુ તેનો અર્થ ક્યારેય પણ એવો ન થાય કે પૂર્વવત્ (પ્રાચીન) શરીરરચના કાર્યક્ષમ ન હતી. અનેક અતિ પ્રાચીન તેમજ સરળ બંધારણ આજે પણ અસ્તિત્વમાં છે. વાસ્તવમાં સરળતમ શરીર બંધારણવાળો એક સમૂહ જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) વિષમ કે પ્રતિકૂળ પર્યાવરણ જેમકે ગરમ પાણીના ઝરાં, ઊંડા સમુદ્રના ગરમ સ્રોત તથા એન્ટાર્કટિકાના બરફમાં પણ મળી આવે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, માનવ જૈવ–ઉદ્વિકાસના શિખર પર નથી પણ જૈવ–ઉદ્વિકાસ શૃંખલામાં ઉત્પન્ન થયેલ એક અન્ય જાતિ છે.

9.6.1 માનવ ઉદ્વિકાસ (Human Evolution)

આકૃતિ 9.14 ઉદ્વિકાસ- નિસરણી વિરુદ્ધ વૃક્ષ

માનવ ઉદ્વિકાસના અભ્યાસ માટે પણ તે સાધનોનો ઉપયોગ કરાય છે જેનો જૈવ–ઉદ્વિકાસ માટે ઉપયોગ કર્યો હતો. જેવાં કે – ઉત્પત્તિ, સમય-નિર્ધારણ અને જીવાશ્મ અભ્યાસની સાથે DNA અનુક્રમનું નિર્ધારણ માનવ ઉદ્વિકાસના અભ્યાસનાં મુખ્ય સાધનો છે. પૃથ્વી પર માનવના રંગ-રૂપ તેમજ આકારમાં ખૂબ વધારે વિવિધતાઓ જોવા મળે છે. આ વિવિધતાઓ એટલી વધુ છે કે લાંબા સમય સુધી લોકો મનુષ્યની 'પ્રજાતિઓ'ની જ વાત કરતા હતા. સામાન્ય રીતે ત્વચાનો રંગ પ્રજાતિને ઓળખવા માટેનો સરળ માર્ગ હતો. કેટલીક પ્રજાતિઓ કાળી, પીળી, ગોરી કે બ્રાઉન (કથ્થઈ) તરીકે જ ઓળખાતી હતી. તો ચર્ચાનો પ્રશ્ન એ રહે કે શું દેખીતી રીતે સરખી લાગતી પ્રજાતિ અલગ રીતે ઉદ્ભવી છે ? સમય જતાં પુરાવા સ્પષ્ટ થયા અને જવાબ મળ્યા કે આવી પ્રજાતિઓ માટે કોઈ જૈવિક આધાર નથી બધા જ મનુષ્યો એક જ પ્રજાતિના છે.

જરૂરી નથી કે આપણે હજારો વર્ષોથી ક્યાં રહીએ છીએ, પરંતુ આપણા બધાનો ઉદ્ભવ આફ્રિકાથી થયો છે. માનવજાતિ 'હોમો સેપિયન્સ' સેપિયન્સના સૌપ્રથમ સભ્યોને ત્યાંથી શોધવામાં આવ્યા હતા. આપણી આનુવંશિક છાપને કાળક્રમે આફ્રિકન મૂળમાંથી જ શોધી શકાય છે. કેટલાક

હજાર વર્ષ પૂર્વે આપણા પૂર્વજોએ આફ્રિકા છોડી દીધું જ્યારે કેટલાક ત્યાં જ રહી ગયા હતા. જોકે ત્યાંના મૂળ નિવાસી સંપૂર્ણ આફ્રિકામાં ફેલાઈ ગયા. આ ઉદ્‌વિકાસિત પ્રવાસી જાતિ ધીમે-ધીમે સમગ્ર ગ્રહ પર ફેલાઈ ગઈ. આફ્રિકાથી પશ્ચિમી એશિયા અને ત્યાંથી મધ્ય એશિયા, યુરેશિયા, દક્ષિણ એશિયા અને પૂર્વ એશિયા. ત્યાંથી તેઓએ ઇન્ડોનેશિયાનાં દ્વીપો (ટાપુઓ) અને ફિલિપાઇન્સથી ઑસ્ટ્રેલિયા સુધીની મુસાફરી (સફર) કરી હતી. તેઓ બેરિંગ લૅન્ડ પુલને પસાર કરીને અમેરિકા પહોંચ્યા હતા. કારણ કે તેઓ માત્ર યાત્રા કરવાના ઉદ્દેશથી મુસાફરી કરતા ન હતા. તેઓ એક જ માર્ગે ન ગયા પરંતુ વિભિન્ન સમૂહોમાં ક્યારેક આગળ અને ક્યારેક પાછળ ગયા હતા. ક્યારેક અલગ થઈને વિવિધ દિશાઓમાં આગળ વધતાં ગયા જ્યારે કેટલાક પાછા આવીને એકબીજામાં પરસ્પર ભળી પણ ગયા. આવવા–જવાનો આ ઘટનાક્રમ ચાલતો રહ્યો હતો. આ ગ્રહની અન્ય જાતિઓની જેમ તેમની ઉત્પત્તિ જૈવ-ઉદ્‌વિકાસની એક ઘટના માત્ર જ હતી અને તેઓ પોતાનું જીવન સર્વોત્તમ રીતેથી જીવવાનો પ્રયત્ન કરતા રહ્યાં હતા.

પ્રશ્નો

1. આકાર, કદ, રંગ-રૂપમાં આટલી ભિન્ન દેખાતી માનવની એક જ જાતિના સભ્ય છે તેનું કારણ શું છે ?
2. ઉદ્‌વિકાસના આધારે શું તમે જણાવી શકો છો કે જીવાણુ, કરોળિયો, માછલી અને ચિમ્પાન્ઝીમાં કોનું શારીરિક બંધારણ ઉત્તમ છે ? તમારા જવાબની સમજૂતી આપો.

તમે શીખ્યાં કે

- પ્રજનનના સમયે ઉત્પન્ન થતી ભિન્નતાઓ વારસાગત હોઈ શકે છે.
- આ ભિન્નતાઓને કારણે જીવની જીવિતતામાં વૃદ્ધિ થઈ શકે છે.
- લિંગીપ્રજનન કરનારા સજીવોમાં એક લક્ષણ (Trait)ના જનીનના બે પ્રતિરૂપ (નકલો) હોય છે. આ પ્રતિકૃતિઓના એકસમાન ન હોવાની પરિસ્થિતિમાં જે લક્ષણ વ્યક્ત થાય છે તેને પ્રભાવી લક્ષણ અને અન્યને પ્રચ્છન્ન લક્ષણ કહે છે.
- વિભિન્ન લક્ષણ કોઈ સજીવમાં સ્વતંત્ર રીતેથી વારસાગત હોય છે. સંતતિમાં નવા સંયોજન ઉત્પન્ન થાય છે.
- ભિન્ન જાતિઓમાં લિંગનિશ્ચયનના કારકભિન્ન હોય છે. માનવમાં સંતાનનું લિંગ આ વાત પર નિર્ભર કરે છે કે પિતા પાસેથી મળનારું રંગસૂત્ર 'X' (છોકરીઓ માટે) અથવા 'Y' (છોકરા માટે) કેવા પ્રકારના છે.
- જાતિમાં રહેલી ભિન્નતાઓ તેને જીવિતતાને યોગ્ય બનાવી શકે છે અથવા માત્ર આનુવંશિક ફેરફાર યોગદાન આપે છે.
- વાનસ્પતિક પેશીઓમાં પર્યાવરણીય પરિબળો દ્વારા ઉત્પન્ન પરિવર્તન આનુવંશિક હોતા નથી.
- ભિન્નતાઓ ભૌગોલિક અલગીકરણને કારણે જાતિનિર્માણ થઈ શકે છે.
- વિકાસીય સંબંધોને સજીવોના વર્ગીકરણમાં શોધી શકાય છે.
- સમયમાં પાછળ જઈને (પૂર્વ અસ્તિત્વ ધરાવતા સમયમાં) સમાન પૂર્વજોની શોધથી આપણને અંદાજ આવે છે કે સમયના કયા બિંદુએ અજૈવિક પદાર્થોથી જીવની ઉત્પત્તિ થઈ છે.
- જૈવ-ઉદ્‌વિકાસને સમજવા માટે માત્ર વર્તમાન જાતિઓનો અભ્યાસ પર્યાપ્ત નથી પણ અશ્મિઓનો અભ્યાસ પણ આવશ્યક છે.
- અસ્તિત્વના લાભ માટે મધ્યવર્તી તબક્કાઓ દ્વારા જટિલ અંગોનો ઉદ્‌વિકાસ થયેલો છે.
- જૈવ-ઉદ્‌વિકાસનો સમય, અંગ અથવા આકાર નવા કાર્યક્ષમ શરીર માટે અનુકૂલિત હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, પાંખો જે શરૂઆતમાં ઉષ્ણતા આપતા હતા (ગરમી આપતા હતા) જેના માટે તેનો વિકાસ થયો હતો કાળક્રમે તે ઊડવા માટે અનુકૂલિત બન્યા છે.

- ઉદ્‌વિકાસને નિમ્ન સ્વરૂપથી ઉચ્ચતમ સ્વરૂપની પ્રગતિ કહી શકાય નહિ પણ એ પ્રતિત થાય છે કે ઉદ્‌વિકાસ વધારે જટિલ શારીરિક બંધારણ ઉત્પન્ન કરવા માટે થયેલ છે જ્યારે સરળતમ બંધારણ સારી રીતે અસ્તિત્વ ધરાવે પણ છે.
- માનવના ઉદ્‌વિકાસનો અભ્યાસથી આપણને જાણકારી મળે છે કે આપણે બધા એક જ જાતિના સભ્ય છીએ જેની ઉત્પત્તિ આફ્રિકામાં થઈ અને તબક્કાવાર વિશ્વના વિભિન્ન ભાગોમાં ફેલાઈ ગઈ છે.

સ્વાધ્યાય

A8G7A4

1. મેન્ડલના એક પ્રયોગમાં ઊંચો વટાણાનો છોડ જેનાં પુષ્પ જાંબલી રંગનાં હતાં. તેનું સંકરણ નીચા વટાણાના છોડ કે જેનાં પુષ્પ સફેદ રંગનાં હતાં તેની સાથે કરાવવામાં આવ્યું. તેમની સંતતિના બધા જ છોડમાં પુષ્પ જાંબલી રંગનાં હતાં, પરંતુ તેમાંથી અડધોઅડધ છોડ નીચા હતા. આ પરથી કહી શકાય કે ઊંચા પિતૃ છોડની આનુવંશિક રચના નીચેના પૈકી એક હતી :

(a) TTWW (b) Ttww (c) TtWW (d) TtWw

2. સમજાત અંગો કે સમમૂલક અંગોનું ઉદાહરણ છે.

(a) આપણો હાથ અને કૂતરાનું અગ્રઉપાંગ (b) આપણા દાંત અને હાથીના દાંત

(c) બટાટા અને ઘાસનું પ્રરોહ (d) ઉપર્યુક્ત તમામ

3. ઉદ્‌વિકાસીય દૃષ્ટિકોણથી આપણી કોની સાથે વધારે સમાનતા છે ?

(a) ચીનનો વિદ્યાર્થી (b) ચિમ્પાન્ઝી (c) કરોળિયો (d) જીવાણુ

4. એક અભ્યાસ પરથી જાણી શકાયું કે આછા રંગની આંખોવાળાં બાળકોના પિતૃની (માતા-પિતા) આંખો પણ આછા રંગની હોય છે. તેના આધારે શું આપણે કહી શકીએ કે આંખોના આછા રંગનું લક્ષણ પ્રભાવી છે કે પ્રચ્છન્ન છે ? તમારા જવાબની સમજૂતી આપો.

5. જૈવ-ઉદ્‌વિકાસ અને વર્ગીકરણના અભ્યાસક્ષેત્ર કોઈ પ્રકારે કે રીતે પરસ્પર સંબંધિત છે ?

6. સમજાત અને સમરૂપ અંગોને ઉદાહરણો આપી સમજાવો.

7. કૂતરાની ચામડીના પ્રભાવી રંગને જાણવા માટેના હેતુથી એક પ્રૉજેક્ટ બનાવો.

8. ઉદ્‌વિકાસીય સંબંધ સ્થાપિત કરવા માટે જીવાશ્મ કે અશ્મિનું શું મહત્ત્વ છે ?

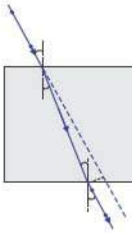
9. કયા પુરાવાને આધારે આપણે કહી શકીએ છીએ કે, જીવની ઉત્પત્તિ અજૈવિક પદાર્થોમાંથી થઈ છે ?

10. 'અલિંગી પ્રજનનની તુલનામાં લિંગી પ્રજનન દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલી ભિન્નતાઓ વધારે સ્થાયી હોય છે.' સમજાવો. આ લિંગી પ્રજનન કરનારા સજીવોના ઉદ્‌વિકાસને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે.

11. સંતતિ કે બાળપેઢીમાં નર તેમજ માદા પિતૃઓ દ્વારા આનુવંશિક યોગદાનમાં સરખી ભાગીદારી કેવી રીતે સુનિશ્ચિત કરી શકાય છે ?

12. માત્ર તે ભિન્નતાઓ જે કોઈ એકલ સજીવના માટે ઉપયોગી હોય છે, વસ્તીમાં પોતાના અસ્તિત્વને જાળવી રાખે છે. શું તમે આ વિધાન સાથે સહમત છો ? શા માટે ? તેમજ શા માટે નહિ ?

F6R4M4



પ્રકરણ 10
પ્રકાશ-પરાવર્તન અને વક્રીભવન (Light-Reflection and Refraction)

વિશ્વમાં આપણી આસપાસ રહેલી અનેક પ્રકારની વસ્તુઓ આપણે જોઈએ છીએ. જોકે અંધારા ઓરડામાં આપણે કંઈ પણ જોવા માટે અસમર્થ છીએ. ઓરડાને પ્રકાશિત કરતાં તેમાં રહેલી વસ્તુઓ દૃશ્યમાન થાય છે. શાનાથી વસ્તુઓ દૃશ્યમાન બને છે ? દિવસ દરમિયાન સૂર્યનો પ્રકાશ આપણને વસ્તુઓને જોવા માટે મદદરૂપ થાય છે. વસ્તુ તેની પર પડતાં પ્રકાશને પરાવર્તિત કરે છે. આ પરાવર્તિત પ્રકાશ જ્યારે આપણી આંખો દ્વારા પ્રાપ્ત થાય ત્યારે તે આપણને વસ્તુઓ દેખવા શક્તિમાન બનાવે છે. આપણે પારદર્શક માધ્યમની આરપાર જોઈ શકીએ છીએ કારણ કે પ્રકાશ તેમાંથી પસાર થઈ શકે છે. પ્રકાશ સાથે અનેક સામાન્ય તથા અદ્ભુત ઘટનાઓ સંકળાયેલ છે જેમકે, અરીસાઓ દ્વારા પ્રતિબિંબની રચના, તારાઓનું ટમટમવું, મેઘધનુષ્યના સુંદર રંગો, માધ્યમ દ્વારા પ્રકાશનું વાંકું વળવું વગેરે. પ્રકાશના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ આપણને તે સમજવામાં મદદરૂપ થશે.

આપણી આસપાસ બનતી સામાન્ય પ્રકાશીય ઘટનાઓનાં અવલોકનો પરથી આપણે તારણ કાઢી શકીએ કે પ્રકાશ સુરેખામાં ગતિ કરતો લાગે છે. કોઈ નાનું પ્રકાશ ઉદ્ગમસ્થાન અપારદર્શક વસ્તુનું તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ બનાવે છે – આ તથ્ય પ્રકાશના સુરેખ પથને પ્રદર્શિત કરે છે, જેને સામાન્ય રીતે પ્રકાશના કિરણ તરીકે દર્શાવાય છે.

વધુ જાણવા જેવું !

જો પ્રકાશના પથમાં રાખેલ અપારદર્શક વસ્તુ ખૂબ નાની હોય તો પ્રકાશ સુરેખપથ પર ગતિ કરવાને બદલે તેની ધાર પાસેથી વાંકો વળે છે – આ ઘટનાને પ્રકાશનું વિવર્તન કહે છે. આ સ્થિતિમાં કિરણ પ્રકાશશાસ્ત્ર કે જેમાં રેખીયપથ વિચારધારા મુજબ કિરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે તે નિષ્ફળ જાય છે. વિવર્તન જેવી ઘટનાઓ સમજાવવા માટે પ્રકાશને તરંગ સ્વરૂપે માનવામાં આવે છે, જેનો વિસ્તૃત અભ્યાસ તમે આગળનાં ધોરણોમાં કરશો. 20મી સદીના પ્રારંભમાં ફરીથી તે સ્પષ્ટ થઈ ચૂક્યું હતું કે પ્રકાશની દ્રવ્ય સાથેની આંતરક્રિયાના અભ્યાસમાં પ્રકાશનો તરંગ સિદ્ધાંત પર્યાપ્ત નથી તથા પ્રકાશ ઘણી વાર કણોના પ્રવાહ સ્વરૂપે વર્તે છે. પ્રકાશની સાચી પ્રકૃતિ વિશે મતમતાંતરો કેટલાંક વર્ષો સુધી ચાલતા રહ્યા જ્યાં સુધી પ્રકાશનો આધુનિક ક્વોન્ટમ સિદ્ધાંત અસ્તિત્વમાં ન આવ્યો કે જેમાં પ્રકાશને ન તો 'તરંગ' માનવામાં આવે છે ન તો 'કણ' – આવા સિદ્ધાંતમાં પ્રકાશના કણ સંબંધિત ગુણધર્મો તથા તરંગ પ્રકૃતિ વચ્ચે સમન્વય સાધવામાં આવ્યો.

આ પ્રકરણમાં આપણે પ્રકાશના પરાવર્તન અને વક્રીભવનની ઘટનાઓનો અભ્યાસ, પ્રકાશની સુરેખપથ પર થતી ગતિની મદદથી કરીશું. આ મૂળભૂત ખ્યાલો આપણને કુદરતમાં બનતી કેટલીક પ્રકાશીય ઘટનાઓના અભ્યાસમાં મદદરૂપ થશે. આ પ્રકરણમાં આપણે ગોળીય અરીસાઓ દ્વારા પ્રકાશના પરાવર્તન, પ્રકાશના વક્રીભવન તેમજ વાસ્તવિક જીવનમાં તેમની ઉપયોગિતાને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીશું.

10.1 પ્રકાશનું પરાવર્તન (Reflection of Light)

સંપૂર્ણ પૉલિશ કરેલી સપાટી, જેમકે અરીસો, તેના પર પડતા મોટા ભાગના પ્રકાશનું પરાવર્તન કરે છે.

તમે પ્રકાશના પરાવર્તનના નિયમો વિશે પહેલેથી જ જાણો છો. ચાલો ! આ નિયમો યાદ કરી લઈએ –

(i) આપાતકોણ અને પરાવર્તનકોણ સમાન હોય છે તથા

(ii) આપાતકિરણ, અરીસાના આપાતબિંદુએ સપાટીને દોરેલ લંબ અને પરાવર્તિત કિરણ એ બધા એક જ સમતલમાં હોય છે.

પરાવર્તનના આ નિયમો ગોળીય સપાટી સહિત બધા જ પ્રકારની પરાવર્તક સપાટીઓ માટે લાગુ પાડી શકાય છે. તમે સમતલ અરીસા વડે રચાતા પ્રતિબિંબથી પરિચિત છો. પ્રતિબિંબના ગુણધર્મો કેવા હોય છે ? સમતલ અરીસા દ્વારા મળતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં આભાસી અને ચત્તું હોય છે. પ્રતિબિંબનું માપ વસ્તુના માપ જેટલું હોય છે. પ્રતિબિંબ અરીસાની પાછળ તેટલા જ અંતરે રચાય છે જેટલા અંતરે અરીસાની આગળ વસ્તુ રાખેલ હોય. આ ઉપરાંત પ્રતિબિંબની બાજુઓ ઉલટાયેલી હોય છે. જો પરાવર્તક સપાટી ગોળીય હોય તો પ્રતિબિંબ કેવું રચાશે ? ચાલો શોધીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.1

- એક મોટી ચળકતી ચમચી લો. તમારો ચહેરો તેની વક્રસપાટીમાં જોવાનો પ્રયત્ન કરો.
- શું તમને પ્રતિબિંબ મળે છે ? તે નાનું છે કે મોટું ?
- ચમચીને ધીરે–ધીરે તમારા ચહેરાથી દૂર ખસેડતા જાઓ. પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો. તે કેવી રીતે બદલાય છે ?
- ચમચીને ઉલટાવીને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. હવે પ્રતિબિંબ કેવું દેખાય છે ?
- બંને સપાટીઓ વડે મળતાં પ્રતિબિંબોની લાક્ષણિકતાઓની સરખામણી કરો.

ચળકતી ચમચીની વક્રસપાટીને ગોળીય અરીસા તરીકે ગણી શકાય. સૌથી વધુ ઉપયોગમાં આવતાં વક્ર અરીસા તરીકે ગોળીય અરીસા છે. આ પ્રકારના અરીસાઓની પરાવર્તક સપાટી કોઈ ગોળાના પૃષ્ઠનો એક ભાગ ગણી શકાય. આવા અરીસાઓ કે જેના પરાવર્તક પૃષ્ઠ ગોળીય હોય તેને ગોળીય અરીસા કહે છે. હવે આપણે ગોળીય અરીસાઓ વિશે વિસ્તારપૂર્વક અભ્યાસ કરીશું.

10.2 ગોળીય અરીસાઓ (Spherical Mirrors)

ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી અંદરની તરફ કે બહારની તરફ વક્રાકાર હોઈ શકે. ગોળીય અરીસો કે જેની પરાવર્તક સપાટી અંદરની તરફ વળેલી એટલે કે ગોળાના કેન્દ્ર તરફ હોય તેને અંતર્ગોળ અરીસો (concave mirror) કહે છે. ગોળીય અરીસો કે જેની પરાવર્તક સપાટી બહારની તરફ વળેલી હોય તેને બહિર્ગોળ અરીસો (convex mirror) કહે છે. આ અરીસાઓનું રેખીય નિરૂપણ (Schematic representation) આકૃતિ 10.1 માં દર્શાવેલ છે. આ આકૃતિમાં નોંધો કે અરીસાઓના પાછળના ભાગને છાયાંકિત (Shaded) કરેલ છે.

S5G1Q6

હવે તમે સમજી શકશો કે ચમચીની અંદર તરફની વક્ર સપાટી લગભગ અંતર્ગોળ અરીસા જેવી અને ચમચીની બહાર તરફ ઉપસેલી સપાટી લગભગ બહિર્ગોળ અરીસા જેવી ગણી શકાય.

ગોળીય અરીસાઓ વિશે વધારે સમજૂતી મેળવતા પહેલાં આપણે કેટલાંક પદો (terms)ના અર્થ, પરિચય અને સમજૂતી મેળવવાની જરૂર છે. આ પદો ગોળીય અરીસાઓની ચર્ચા કરતી વખતે સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટીના કેન્દ્રને અરીસાનું ધ્રુવ કહે છે. તે અરીસાના પૃષ્ઠ પર આવેલ હોય છે. ધ્રુવને સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર P વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

(a) અંતર્ગોળ અરીસો *(b) બહિર્ગોળ અરીસો*

આકૃતિ 10.1
ગોળીય અરીસાઓનું રેખીય નિરૂપણ, છાયાંકિત ભાગ અપરાવર્તક છે

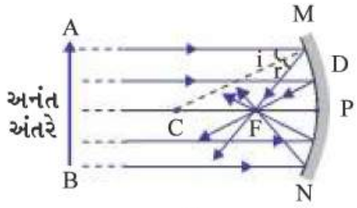
ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી ગોળાનો એક ભાગ છે. આ ગોળાને કેન્દ્ર હોય છે. આ કેન્દ્રને ગોળીય અરીસાનું વક્રતાકેન્દ્ર કહે છે. તેને મૂળાક્ષર C વડે દર્શાવાય છે. અહીં ખાસ નોંધો કે વક્રતાકેન્દ્ર એ અરીસાનો ભાગ નથી. તે પરાવર્તક સપાટીની બહાર આવેલું હોય છે. અંતર્ગોળ અરીસાનું વક્રતાકેન્દ્ર તેની આગળ તરફ આવેલું છે. જોકે બહિર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તે અરીસાની પાછળ આવેલું હોય છે. આ હકીકત તમે આકૃતિ 10.2 (a) તથા (b)માં જોઈ શકો છો. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી જે ગોળાનો ભાગ છે તેની ત્રિજ્યાને અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા કહે છે. તેને મૂળાક્ષર R વડે દર્શાવાય છે. તમે નોંધો કે અંતર PC વક્રતાત્રિજ્યા જેટલું છે. ગોળીય અરીસાના ધ્રુવ તથા વક્રતાકેન્દ્રમાંથી પસાર થતી એક સુરેખા કલ્પો. આ રેખાને અરીસાની મુખ્ય અક્ષ કહે છે. યાદ રાખો કે મુખ્ય અક્ષ, અરીસાના ધ્રુવ પાસે અરીસાને લંબ હોય છે. ચાલો! આપણે અરીસા સાથે સંકળાયેલ એક મહત્ત્વપૂર્ણ પદને પ્રવૃત્તિ દ્વારા સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.2

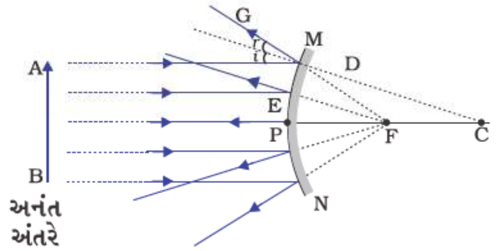
ચેતવણી : સૂર્ય તરફ પ્રત્યક્ષ કે સૂર્યપ્રકાશને પરાવર્તિત કરતા અરીસામાં ન જુઓ. તેનાથી કદાચ તમારી આંખોને નુકસાન થઈ શકે છે.

- એક અંતર્ગોળ અરીસાને તમારા હાથમાં પકડી તેની પરાવર્તક સપાટીને સૂર્ય તરફ રાખો.
- અરીસા દ્વારા પરાવર્તિત થતાં પ્રકાશને અરીસાની પાસે રાખેલ એક કાગળના પાના (શીટ) પર આપાત કરો.
- જ્યાં સુધી તમને કાગળના પાના પર એક પ્રકાશિત, તીક્ષ્ણ બિંદુ પ્રાપ્ત ન થાય ત્યાં સુધી કાગળના પાનાને ધીરે–ધીરે આગળ–પાછળ ખસેડો.
- અરીસા તથા કાગળને થોડી મિનિટો સુધી આ સ્થિતિમાં પકડી રાખો. તમે શું જુઓ છો ? આમ કેમ થાય છે ?

કાગળ સૌપ્રથમ સળગવાનું શરૂ કરે છે અને ધુમાડો ઉત્પન્ન થાય છે. સમય જતાં તે આગ પણ પકડી શકે છે. તે કેમ સળગી ઊઠે છે ? સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ અરીસા દ્વારા એક તીક્ષ્ણ પ્રકાશિત બિંદુ સ્વરૂપે કેન્દ્રિત થાય છે. વાસ્તવમાં કાગળના પાના પર પ્રકાશનું આ બિંદુ સૂર્યનું પ્રતિબિંબ છે. સૂર્યપ્રકાશના કેન્દ્રિત થવાથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માને કારણે કાગળ સળગી ઊઠે છે. અરીસાના સ્થાનથી પ્રતિબિંબનું આ અંતર અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈનું આશરે મૂલ્ય આપે છે.



(a)



(b)

આકૃતિ 10.2

(a) અંતર્ગોળ અરીસો

(b) બહિર્ગોળ અરીસો

ચાલો, આ અવલોકનને એક કિરણાકૃતિ (Ray diagram) વડે સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.

આકૃતિ 10.2 (a) ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. અંતર્ગોળ અરીસા પર મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કેટલાંક કિરણો આપાત થઈ રહ્યાં છે. પરાવર્તિત કિરણોનું અવલોકન કરો. તે બધા જ અરીસાની મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુ પાસે મળી રહ્યાં (છેદી રહ્યાં) છે. આ બિંદુને અંતર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. તે જ રીતે આકૃતિ 10.2 (b) જુઓ. બહિર્ગોળ અરીસા દ્વારા મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કિરણો કેવી રીતે પરાવર્તિત થાય છે ? પરાવર્તિત કિરણો મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુમાંથી આવતાં હોય તેવો ભાસ થાય છે. આ બિંદુને બર્હિગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. મુખ્ય કેન્દ્રને F વડે દર્શાવાય છે. ગોળીય અરીસાના ધ્રુવ તથા મુખ્ય કેન્દ્ર વચ્ચેના અંતરને કેન્દ્રલંબાઈ કહે છે. તેને મૂળાક્ષર f વડે દર્શાવાય છે.

ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટી મોટે ભાગે ગોળીય હોય છે. આ સપાટીને એક વર્તુળાકાર સીમારેખા હોય છે. ગોળીય અરીસાની પરાવર્તક સપાટીની આ વર્તુળાકાર સીમારેખાના વ્યાસને અરીસાનું દર્પણમુખ (Aperture) કહે છે. આકૃતિ 10.2 માં અંતર MN દર્પણમુખ દર્શાવે છે. આપણી ચર્ચામાં આપણે ફક્ત તેવા અરીસાઓનો વિચાર કરીશું કે જેનું દર્પણમુખ તેની વક્રતાત્રિજ્યા કરતાં ઘણું નાનું હોય.

શું ગોળીય અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા R તથા કેન્દ્રલંબાઈ f વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે ? નાના દર્પણમુખ ધરાવતાં ગોળીય અરીસાઓ માટે વક્રતાત્રિજ્યા તેની કેન્દ્રલંબાઈ કરતાં બમણી હોય છે. આપણે આ સંબંધને $R = 2f$ દ્વારા દર્શાવી શકીએ. જે દર્શાવે છે કે ગોળીય અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર તેના ધ્રુવ તથા વક્રતાકેન્દ્રને જોડતી રેખાનું મધ્યબિંદુ હોય છે.

10.2.1 ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ

(Image Formation by Spherical Mirrors)

તમે સમતલ અરીસાઓ દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. તમે તેના દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબોના પ્રકાર, સ્થાન તથા સાપેક્ષ પરિમાણ વિશે પણ જાણો છો. ગોળીય અરીસાઓ દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબ કેવા હોય છે ? અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા વસ્તુનાં જુદાં–જુદાં સ્થાન માટે મળતાં પ્રતિબિંબોનું સ્થાન આપણે કેવી રીતે નક્કી કરી શકીએ ? શું આ પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે કે આભાસી ? શું તે મોટા છે, નાના છે કે સમાન પરિમાણ ધરાવે છે ? આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તેની સમજૂતી મેળવીશું.

પ્રવૃત્તિ 10.3

તમે અંતર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ શોધવાની રીત અગાઉ શીખી ગયાં છો. પ્રવૃત્તિ 10.2માં તમે જોયું કે કાગળ પર મળેલ તીક્ષ્ણ પ્રકાશિત બિંદુ ખરેખર સૂર્યનું પ્રતિબિંબ છે. તે નાનું, વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ છે. અરીસાથી પ્રતિબિંબનું અંતર માપી તમે અંતર્ગોળ અરીસાની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ મેળવી હતી.

- એક અંતર્ગોળ અરીસો લો. ઉપર વર્ણવ્યા મુજબ તેની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. કેન્દ્રલંબાઈનું મૂલ્ય નોંધી લો. (તમે કોઈ દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ એક કાગળના પાના પર મેળવીને પણ કેન્દ્રલંબાઈનું મૂલ્ય મેળવી શકો છો.)
- ટેબલ પર ચૉક વડે એક રેખા દોરો. અંતર્ગોળ અરીસાને એક સ્ટૅન્ડ પર ગોઠવો. સ્ટૅન્ડને રેખા પર એવી રીતે મૂકો કે જેથી અરીસાનો ધ્રુવ આ રેખા પર આવે.
- ચૉક વડે બીજી બે રેખાઓ અગાઉ દોરેલ રેખાને સમાંતર એવી રીતે દોરો કે જેથી બે ક્રમિક રેખાઓ વચ્ચેનું અંતર અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ જેટલું હોય. આ રેખાઓ અનુક્રમે બિંદુ P, F અને C નું સ્થાન દર્શાવે છે. યાદ રાખો કે, નાના દર્પણમુખવાળા ગોળીય અરીસાઓનું મુખ્ય કેન્દ્ર F, ધ્રુવ P અને વક્રતાકેન્દ્ર Cના મધ્યમાં હોય છે.
- એક તેજસ્વી વસ્તુ, જેમકે સળગતી મીણબત્તી, વક્રતાકેન્દ્ર C થી ઘણે દૂર મૂકો. એક કાગળના પડદાને અરીસાની સામે રાખીને જ્યાં સુધી મીણબત્તીની જ્યોતનું પ્રતિબિંબ તેના પર ન મળે ત્યાં સુધી અરીસા તરફ ખસેડો.
- પ્રતિબિંબનું કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરો. તેનાં પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણની વસ્તુના પરિમાણ સાપેક્ષે નોંધ કરો.
- આ પ્રવૃત્તિનું મીણબત્તીના નીચે દર્શાવેલ સ્થાનો માટે પુનરાવર્તન કરો. - (a) C થી થોડે દૂર (b) C પર (c) F તથા Cની વચ્ચે (d) F પર તથા (e) P અને F ની વચ્ચે
- આ બધા પૈકી એક સ્થિતિમાં તમે પડદા પર પ્રતિબિંબ નહિ મેળવી શકો. આ સ્થિતિમાં વસ્તુનું સ્થાન નક્કી કરો. ત્યાર બાદ અરીસામાં તેનું આભાસી પ્રતિબિંબ મેળવો.
- તમારાં અવલોકનોને અવલોકન–કોઠામાં નોંધો.

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિમાં તમે જોશો કે અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણ બિંદુ P, F તથા Cની સાપેક્ષમાં વસ્તુના સ્થાન પર આધાર રાખે છે. વસ્તુનાં કેટલાંક સ્થાનો માટે મળતું પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક હોય છે. વસ્તુનાં બીજાં કેટલાંક ચોક્કસ સ્થાનો માટે તે આભાસી હોય છે. વસ્તુના સ્થાન અનુસાર પ્રતિબિંબ મોટું, નાનું કે સમાન પરિમાણનું હોય છે. તમારા સંદર્ભ માટે આ અવલોકનોનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન નીચેના કોષ્ટક 10.1 માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 10.1 અંતર્ગોળ અરીસા દ્વારા વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાનોને અનુરૂપ રચાતાં પ્રતિબિંબ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું માપ (Size)	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F પર	ખૂબ જ નાનું બિંદુવત્	વાસ્તવિક અને ઊલટું
C થી દૂર	F અને Cની વચ્ચે	નાનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
C પર	C પર	સમાન માપ (સાઇઝ)નું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
C અને F ની વચ્ચે	Cથી દૂર	વિવર્ધિત (મોટું)	વાસ્તવિક અને ઊલટું
F પર	અનંત અંતરે	ખૂબ જ વિવર્ધિત	વાસ્તવિક અને ઊલટું
P અને Fની વચ્ચે	અરીસાની પાછળ	વિવર્ધિત	આભાસી અને ચત્તું

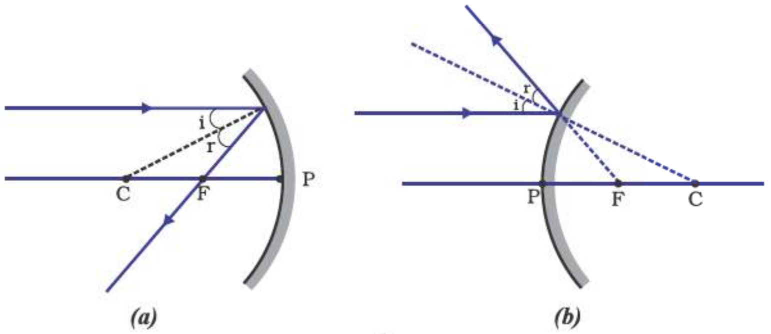
10.2.2 કિરણાકૃતિ (Ray diagram)ના ઉપયોગ દ્વારા ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનું નિરૂપણ

(Representation of Images Formed by Spherical Mirrors Using Ray Diagrams)

ગોળીય અરીસાઓ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ આપણે કિરણાકૃતિ દ્વારા પણ કરી શકીએ છીએ. ગોળીય અરીસાની સામે મૂકેલ એક નિયત સાઇઝની મોટી વસ્તુનો વિચાર કરો. આ મોટી વસ્તુનો દરેક નાનો ભાગ એક બિંદુવત્ વસ્તુ તરીકે કાર્ય કરે છે. આ દરેક બિંદુઓમાંથી અનંત સંખ્યામાં કિરણો ઉત્પન્ન થાય છે. વસ્તુના પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે કિરણાકૃતિ બનાવતી વખતે કોઈ બિંદુમાંથી નીકળતાં કિરણોની વિશાળ સંખ્યામાંથી અનુકૂળતા મુજબ કેટલાંક કિરણો લઈ શકાય છે. જોકે સ્પષ્ટ કિરણાકૃતિ દોરવા માટે ફક્ત બે કિરણોનો વિચાર કરવો વધારે સગવડભર્યો છે. આ કિરણો એવા પસંદ કરવા જોઈએ કે જેની દિશા અરીસા પરથી પરાવર્તન પામ્યાં બાદ સરળતાથી જાણી શકાય.

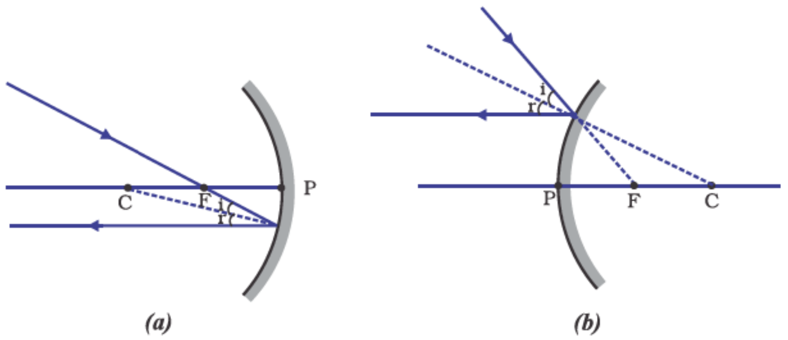
કોઈ બિંદુવત્ વસ્તુના પ્રતિબિંબનું સ્થાન ઓછામાં ઓછાં બે પરાવર્તિત કિરણોના છેદન દ્વારા મેળવી શકાય છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે નીચેનાં પૈકી કોઈ પણ બે કિરણો પર વિચાર કરી શકાય :

(i) મુખ્ય અક્ષને સમાંતર દિશામાં આપાત થતું પ્રકાશનું કિરણ પરાવર્તન પામ્યા બાદ અંતર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તેના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થશે અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના કિસ્સામાં તેના મુખ્ય કેન્દ્ર પરથી વિકેન્દ્રિત થતું હોય તેવો ભાસ થશે. તે આકૃતિ 10.3 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે.



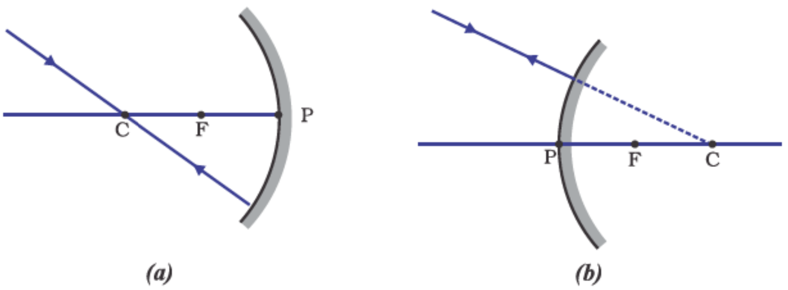
આકૃતિ 10.3

(ii) અંતર્ગોળ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું પ્રકાશનું કિરણ અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ ગતિ કરતું હોય તેવું કિરણ પરાવર્તન પામ્યાં બાદ મુખ્ય અક્ષને સમાંતર દિશામાં પરાવર્તિત થાય છે. જે આકૃતિ 10.4 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે.



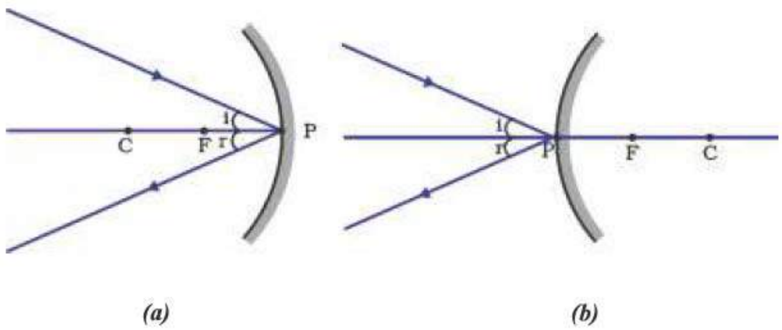
આકૃતિ 10.4

(iii) અંતર્ગોળ અરીસાના વક્રતાકેન્દ્રમાંથી પસાર થતું અથવા બહિર્ગોળ અરીસાના વક્રતાકેન્દ્રની દિશામાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ અરીસા પરથી પરાવર્તન પામી તે જ પથ પર પાછું ફરે છે. જે આકૃતિ 10.5 (a) અને (b)માં દર્શાવેલ છે. પ્રકાશનું કિરણ તે જ પથ પર એટલા માટે પાછું ફરે છે કારણ કે આપાતકિરણ અરીસાની પરાવર્તક સપાટીને લંબરૂપે આપાત થાય છે.



આકૃતિ 10.5

(iv) અરીસાની મુખ્ય અક્ષ સાથે નિશ્ચિતકોણ બનાવતી દિશામાં બિંદુ P (અરીસાનું ધ્રુવ) પર આપાત થતું કિરણ અંતર્ગોળ અરીસા [આકૃતિ 10.6 (a)] અથવા [આકૃતિ 10.6 (b)] પરથી પરાવર્તન પામી તે જ નિશ્ચિતકોણ બનાવતી દિશામાં પરાવર્તન પામે છે. આપાતબિંદુ (બિંદુ P) પાસે મુખ્ય અક્ષ સાથે સમાન કોણ બનાવતાં આપાત તથા પરાવર્તિત કિરણો, પરાવર્તનના નિયમોનું પાલન કરે છે.

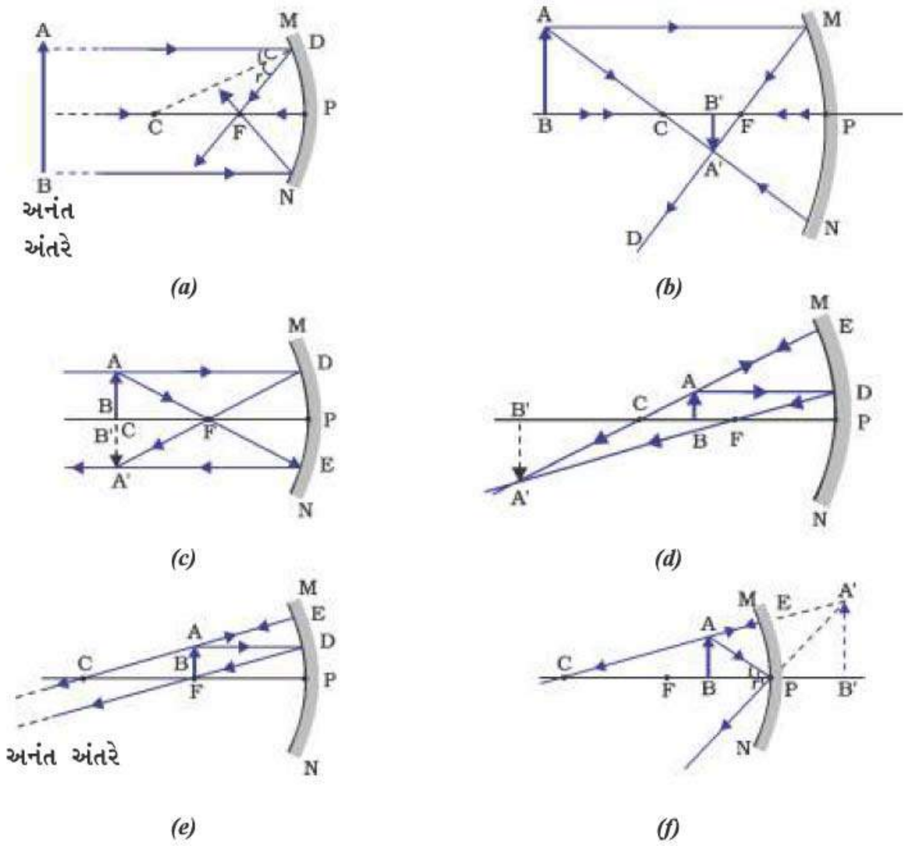


આકૃતિ 10.6

યાદ રાખો કે ઉપરના બધા જ કિસ્સાઓમાં પરાવર્તનના નિયમોનું પાલન થાય છે. આપાત–બિંદુ પાસેથી આપાતકિરણ એવી રીતે પરાવર્તન પામે છે કે જેથી પરાવર્તન કોણનું મૂલ્ય આપાત–કોણના મૂલ્ય જેટલું થાય.

(a) અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના (Image Formation by Concave Mirror)

આકૃતિ 10.7માં વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાન માટે અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના કિરણાકૃતિ દ્વારા દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 10.7 અંતર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોની કિરણાકૃતિ

પ્રવૃત્તિ 10.4

- કોષ્ટક 10.1માં દર્શાવેલ વસ્તુની દરેક સ્થિતિઓ માટે સ્વચ્છ કિરણાકૃતિ દોરો.
- પ્રતિબિંબનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે તમે અગાઉના વિભાગમાં વર્ણવેલ કોઈ પણ બે કિરણો લઈ શકો છો.
- તમારી કિરણાકૃતિઓને આકૃતિ 10.7માં દર્શાવેલ કિરણાકૃતિઓ સાથે સરખાવો.
- દરેક સ્થિતિમાં બનતા પ્રતિબિંબના પ્રકાર, સ્થાન તથા સાપેક્ષ પરિમાણ જણાવો.
- તમારાં પરિણામોને અનુકૂળ સ્વરૂપ (format)માં કોષ્ટકમાં દર્શાવો.

અંતર્ગોળ અરીસાઓના ઉપયોગ (Uses of concave mirrors)

અંતર્ગોળ અરીસાઓનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે ટૉર્ચ, સર્ચલાઇટ તથા વાહનોની હેડ લાઇટ (head lights)માં પ્રકાશના શક્તિશાળી સમાંતર કિરણજૂથ મેળવવા માટે કરવામાં આવે છે. ઘણી વાર તેમનો ઉપયોગ દાઢી કરવાના અરીસા (Shaving mirrors) તરીકે ચહેરાનું મોટું પ્રતિબિંબ જોવા માટે કરવામાં આવે છે. દાંતના ડૉક્ટરો અંતર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ દર્દીઓના દાંતનું મોટું પ્રતિબિંબ જોવા માટે કરે છે. સૌર ભઠ્ઠીઓમાં સૂર્યપ્રકાશને કેન્દ્રિત કરવા માટે મોટા અંતર્ગોળ અરીસાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

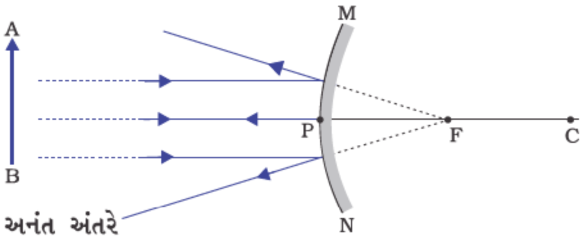
(b) બહિર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના (Image formation by a Convex Mirror)

આપણે અંતર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. હવે આપણે બહિર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ વિશેનો અભ્યાસ કરીશું.

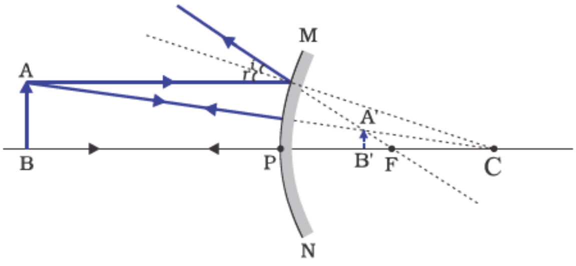
પ્રવૃત્તિ 10.5

- એક બહિર્ગોળ અરીસો લો. તેને એક હાથમાં પકડો.
- બીજા હાથમાં એક પેન્સિલને તેની અણી ઉપરની તરફ રહે તેમ સીધી પકડો.
- અરીસામાં પેન્સિલનું પ્રતિબિંબ જુઓ. પ્રતિબિંબ ચત્તું છે કે ઊલટું ? તે નાનું છે કે મોટું ?
- પેન્સિલને ધીરે–ધીરે અરીસાથી દૂર લઈ જાઓ. શું પ્રતિબિંબ નાનું થાય છે કે મોટું ?
- આ પ્રવૃત્તિને સાવધાનીપૂર્વક પુનરાવર્તિત કરો. જણાવો કે જ્યારે વસ્તુને અરીસાથી દૂર લઈ જવામાં આવે છે ત્યારે તેનું પ્રતિબિંબ મુખ્ય કેન્દ્રની નજીક આવે છે કે દૂર જાય છે ?

બહિર્ગોળ અરીસા દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબનો અભ્યાસ કરવા માટે આપણે વસ્તુનાં બે સ્થાનો ધ્યાનમાં લઈશું. પ્રથમ સ્થિતિમાં વસ્તુ અનંત અંતરે હોય ત્યારે તથા બીજી સ્થિતિમાં વસ્તુ અરીસાથી ચોક્કસ અંતરે હોય. વસ્તુની આ બંને સ્થિતિઓમાં બહિર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોની કિરણાકૃતિ અનુક્રમે આકૃતિ 10.8 (a) તથા 10.8(b)માં દર્શાવેલ છે. પરિણામોનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન કોષ્ટક 10.2માં આપેલ છે.



(a)



(b)

આકૃતિ 10.8 બહિર્ગોળ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબો

કોષ્ટક 10.2 : બહિર્ગોળ અરીસા દ્વારા રચાતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ પરિમાણ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું પરિમાણ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F પર અરીસાની પાછળ	ખૂબ જ નાનું બિંદુવત્	આભાસી અને ચત્તું
અનંત અંતરે તથા અરીસાના ધ્રુવ (P) વચ્ચે ગમે ત્યાં	અરીસાની પાછળ P અને Fની વચ્ચે	નાનું	આભાસી અને ચત્તું

અત્યાર સુધી તમે સમતલ અરીસા, અંતર્ગોળ અરીસા તથા બહિર્ગોળ અરીસા વડે બનતાં પ્રતિબિંબોનો અભ્યાસ કર્યો. આ પૈકી કયો અરીસો કોઈ મોટી વસ્તુનું આખું પ્રતિબિંબ આપશે ? ચાલો ! એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તે સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.6

- સમતલ અરીસામાં કોઈ દૂર રહેલી વસ્તુ જેમકે કોઈ દૂર રહેલ વૃક્ષના પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો.
- શું તમને સંપૂર્ણ (Full length) પ્રતિબિંબ જોવા મળે છે ?

- જુદી–જુદી સાઇઝના સમતલ અરીસાનો ઉપયોગ કરી આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. શું તમે અરીસામાં વસ્તુનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ જોઈ શકો છો ?
- અંતર્ગોળ અરીસો લઈને આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. શું આ અરીસો વસ્તુનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ દર્શાવે છે ?
- હવે એક બહિર્ગોળ અરીસો લઈને પ્રયત્ન કરી જુઓ. શું તમને સફળતા મળે છે ? તમારાં અવલોકનો કારણો સહિત સમજાવો.

તમે એક નાના બહિર્ગોળ અરીસામાં કોઈ ઊંચી ઇમારત/વૃક્ષનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ જોઈ શકો છો. આગ્રાના કિલ્લાની એક દીવાલ પર આવો જ એક અરીસો રાખેલ છે. જો તમે આગ્રાના કિલ્લાની મુલાકાતે જાઓ તો દીવાલ પર રાખેલા આ અરીસાની મદદથી કોઈ દૂરની ઊંચી ઇમારત/મકબરાને જોવાનો પ્રયત્ન કરજો. મકબરાને સ્પષ્ટ રૂપે જોવા માટે તમારે દીવાલ સાથેની અગાશી (terrace) પર યોગ્ય સ્થાને ઊભા રહેવું પડશે.

બહિર્ગોળ અરીસાના ઉપયોગો (Uses of convex mirrors)

બહિર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે વાહનોમાં પાછળનાં દૃશ્યો જોવા માટેના અરીસા (wing) તરીકે કરવામાં આવે છે. આવા અરીસાઓ વાહનની સાઇડ પર લગાડવામાં આવે છે. જેમાં ડ્રાઇવર તેની / તેણીની પાછળ આવતાં ટ્રાફિકને જોઈ શકે છે, જેથી તે સુરક્ષિત રીતે પોતાનું વાહન ચલાવી શકે. બહિર્ગોળ અરીસાઓ એટલા માટે પસંદ કરવામાં આવે છે કારણ કે તેમના દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબો હંમેશાં નાના પરંતુ ચત્તાં હોય છે. સાથે–સાથે તેમનાં દૃષ્ટિક્ષેત્રો પણ વિશાળ મળે છે કારણ કે તેઓ બહારની તરફ વક્રાકાર હોય છે, તેથી સમતલ અરીસાની સરખામણીમાં બહિર્ગોળ અરીસા ડ્રાઇવરને તેની પાછળનો બહુ મોટો વિસ્તાર દર્શાવી શકે છે.

પ્રશ્નો

1. અંતર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર વ્યાખ્યાયિત કરો.
2. એક ગોળીય અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા 20 cm છે. તેની કેન્દ્રલંબાઈ કેટલી હશે ?
3. એવા અરીસાનું નામ આપો જે વસ્તુનું ચત્તું તથા વિવર્ધિત પ્રતિબિંબ આપે.
4. આપણે વાહનોમાં પાછળનું દૃશ્ય જોવા માટેના અરીસા તરીકે બહિર્ગોળ અરીસાને કેમ પસંદ કરીએ છીએ ?

10.2.3 ગોળીય અરીસા વડે થતા પરાવર્તન માટે સંજ્ઞા–પદ્ધતિ (Sign Convention for Reflection by Spherical Mirrors)

ગોળીય અરીસા વડે થતાં પ્રકાશના પરાવર્તનની ચર્ચા વખતે આપણે એક નિશ્ચિત સંજ્ઞા–પદ્ધતિનું પાલન કરીશું, જેને નવી કાર્તેઝિય યામપદ્ધતિ કહે છે. આ પદ્ધતિમાં અરીસાના ધ્રુવ (P) ને ઊગમબિંદુ તરીકે લેવામાં આવે છે. અરીસાની મુખ્ય અક્ષને યામપદ્ધતિની X–અક્ષ (X'X) તરીકે લેવામાં આવે છે. આ સંજ્ઞાઓ નીચે પ્રમાણે છે –

(i) વસ્તુ હંમેશાં અરીસાની ડાબી બાજુ રાખવામાં આવે છે. એનો અર્થ એ થયો કે વસ્તુ પરથી આવતો પ્રકાશ અરીસા પર ડાબી બાજુથી આપાત થાય છે.

(ii) બધાં જ અંતરો અરીસાના ધ્રુવથી મુખ્ય અક્ષને સમાંતર માપવામાં આવે છે.

(iii) ઊગમબિંદુ (ધ્રુવ)થી જમણી બાજુ (+X દિશામાં) માપેલ બધાં જ અંતરો ધન અને ઊગમબિંદુથી ડાબી બાજુ (–X દિશામાં) માપેલ બધાં જ અંતરો ઋણ ગણવામાં આવે છે.

(iv) મુખ્ય અક્ષને લંબરૂપે ઉપરની તરફ (+Y દિશામાં) માપેલ અંતર (ઊંચાઈ) ધન લેવામાં આવે છે.

(v) મુખ્ય અક્ષને લંબરૂપે નીચેની તરફ (–Y દિશામાં) માપેલ અંતર (ઊંચાઈ) ઋણ લેવામાં આવે છે.

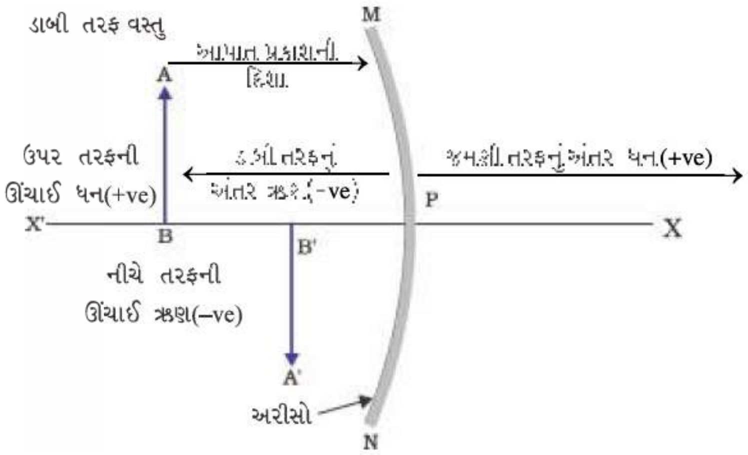
ઉપર વર્ણવેલ નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિ તમારા સંદર્ભ માટે આકૃતિ 10.9માં દર્શાવેલ છે. અરીસાનું સૂત્ર મેળવવા તેમજ તેને સંબંધિત દાખલા (numerical problems) ના ઉકેલ માટે આ સંજ્ઞાપદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવેલ છે.

10.2.4 અરીસાનું સૂત્ર અને મોટવણી (Mirror Formula and Magnification)

ગોળીય અરીસામાં તેના ધ્રુવથી વસ્તુનું અંતર વસ્તુઅંતર (u) કહેવાય છે. અરીસાના ધ્રુવથી પ્રતિબિંબનું અંતર, પ્રતિબિંબ અંતર (v) કહેવાય છે. તમને પહેલાથી જ ખ્યાલ છે કે ધ્રુવથી મુખ્ય કેન્દ્ર સુધીનું અંતર કેન્દ્રલંબાઈ (f) કહેવાય છે. આ ત્રણેય રાશિઓ વચ્ચે એક સંબંધ છે જેને અરીસાના સૂત્ર તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ સૂત્રને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરવામાં આવે છે :

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (10.1)$$

આ સૂત્ર બધા જ પ્રકારના ગોળીય અરીસાઓ માટે તેમજ વસ્તુની દરેક સ્થિતિઓ માટે સાચા છે. પ્રશ્નોનો ઉકેલ મેળવતી વખતે જ્યારે તમે અરીસાના સૂત્રમાં u, v, f તથા R નાં મૂલ્યો મૂકો ત્યારે તમારે નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞા પદ્ધતિનો ઉપયોગ ફરજિયાત કરવો જોઈએ.



આકૃતિ 10.9

ગોળીય અરીસા માટે નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિ

મોટવણી (Magnification)

ગોળીય અરીસા દ્વારા મળતી મોટવણી વસ્તુનું પ્રતિબિંબ વસ્તુના માપની સાપેક્ષે કેટલું વિવર્ધિત છે તેનું સાપેક્ષ પ્રમાણ આપે છે. તેને પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ અને વસ્તુની ઊંચાઈના ગુણોત્તર રૂપે રજૂ કરી શકાય છે. તેને સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર m દ્વારા રજૂ કરાય છે.

જો વસ્તુની ઊંચાઈ h હોય તથા પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ h' હોય તો ગોળીય અરીસા દ્વારા મળતી મોટવણી (m) નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય છે :

$$m = \frac{\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ } (h')}{\text{વસ્તુની ઊંચાઈ } (h)}$$

$$m = \frac{h'}{h} \qquad (10.2)$$

મોટવણી m ને વસ્તુઅંતર (u) તથા પ્રતિબિંબ અંતર (v) સાથે પણ સાંકળી શકાય. તેને નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય છે :

$$\text{મોટવણી } (m) = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} \qquad (10.3)$$

અહીં નોંધો કે વસ્તુની ઊંચાઈ ધન લેવામાં આવે છે કારણ કે મોટે ભાગે વસ્તુ મુખ્ય અક્ષની ઉપર રાખવામાં આવે છે. આભાસી પ્રતિબિંબો માટે પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ ધન લેવી પડે. જ્યારે વાસ્તવિક પ્રતિબિંબો માટે તેને ઋણ લેવામાં આવે છે. મોટવણીના મૂલ્યમાં રહેલા ઋણ ચિહ્નથી પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે તેમ જાણી શકાય છે. મોટવણીના મૂલ્યમાં ધન ચિહ્ન દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી છે.

ઉદાહરણ 10.1

કોઈ વાહનમાં પાછળનાં દ્રશ્યો જોવા માટે ઉપયોગમાં લેવાયેલ બહિર્ગોળ અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યા 3.00 m છે. જો એક બસ અરીસાથી 5.00 m અંતરે આવેલ હોય, તો આ અરીસા વડે મળતાં પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પ્રકાર તથા પરિમાણ નક્કી કરો.

ઉકેલ

વક્રતાત્રિજ્યા $R = + 3.00$ m

વસ્તુ અંતર $u = - 5.00$ m

પ્રતિબિંબ અંતર $v = ?$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = ?$

કેન્દ્રલંબાઈ $f = R/2 = + \frac{3.00\,m}{2} = + 1.50$ m (કારણ કે બહિર્ગોળ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર અરીસાની પાછળ છે.)

હવે, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = + \frac{1}{1.50} - \frac{1}{(-5.00)} = \frac{1}{1.50} + \frac{1}{5.00}$

$$= \frac{5.00 + 1.50}{7.50}$$

$$v = \frac{+7.50}{6.50} = + 1.15 \text{ m}$$

આમ, પ્રતિબિંબ અરીસાની પાછળ 1.15 m અંતરે મળે છે.

મોટવણી $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} = -\frac{1.15\,m}{-5.00\,m}$

$= + 0.23$

પ્રતિબિંબ આભાસી, ચત્તુ અને પરિમાણમાં વસ્તુથી 0.23 ગણું નાનું છે.

ઉદાહરણ 10.2

4.0 cm ઊંચાઈની વસ્તુ કોઈ 15.0 cm કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા અંતર્ગોળ અરીસાથી 25.0 cm અંતરે રાખેલ છે. અરીસાથી કેટલા અંતરે પડદાને રાખવો જોઈએ કે જેથી તેના પર સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ પ્રાપ્ત થાય ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર તથા તેની ઊંચાઈ શોધો.

ઉકેલ

વસ્તુઊંચાઈ $h = + 4.0$ cm

વસ્તુઅંતર $u = - 25.0$ cm

કેન્દ્રલંબાઈ $f = -15.0$ cm

પ્રતિબિંબ અંતર $v = ?$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = ?$

સમીકરણ (10.1) પરથી, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-15.0} - \frac{1}{-25.0} = - \frac{1}{15.0} + \frac{1}{25.0}$

અથવા $\frac{1}{v} = \frac{-5.0 + 3.0}{75.0} = \frac{-2.0}{75.0}$ અથવા $v = -37.5$ cm

આમ, પડદો 37.5 cm અંતરે રાખવો જોઈએ. પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક છે, તથા મોટવણી $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u}$.

અથવા $h' = -\frac{vh}{u} = -\frac{(-37.5 \text{ cm})(+4.0 \text{cm})}{(-25.0 \text{ cm})}$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = -6.0$ cm

પ્રતિબિંબ ઊલટું અને વિવર્ધિત છે.

પ્રશ્નો

1. 32 cm વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવતાં બહિર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.
2. એક અંતર્ગોળ અરીસો તેની સામે 10 cm અંતરે રાખેલ વસ્તુનું ત્રણગણું મોટું (વિવર્ધિત) વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ આપે છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન ક્યાં હશે ?

10.3 પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of Light)

V4L8W5

પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રકાશ સુરેખ પથ પર ગતિ કરતો જોવા મળે છે. જ્યારે પ્રકાશ એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજા પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે શું થાય છે ? શું તે હજુ પણ સુરેખ પથ પર ગતિ કરે છે કે પોતાની દિશા બદલે છે ? આપણે આપણા રોજબરોજના કેટલાક અનુભવો યાદ કરીશું.

તમે જોયું હશે કે પાણી ભરેલ ટૅન્ક અથવા તળાવની સપાટી ઉપર તરફ ખસેલી (ઊંચકાયેલી) દેખાય છે. તે જ રીતે એક કાચના લંબઘનને મુદ્રિત સાહિત્ય પર રાખી લંબઘનની ઉપરથી જોતાં અક્ષર ઉપર તરફ ખસેલા જોવા મળે છે. આવું કેમ થાય છે ? તમે પાણી ભરેલ ગ્લાસમાં અંશતઃ ડુબાડેલ પેન્સિલ જોઈ છે ? તે હવા તથા પાણીના આંતરપૃષ્ઠ (એટલે કે પાણીની ઉપરની સપાટી) પાસે વાંકી વળેલી જણાય છે. તમે એ પણ જોયું હશે કે, કાચના ગ્લાસમાં રાખેલ લીંબુ તેના વાસ્તવિક માપ કરતાં મોટું દેખાય છે. આ અનુભવો (અવલોકનો)ની સમજૂતી તમે કેવી રીતે આપશો ?

ચાલો આપણે પાણીમાં અંશતઃ ડૂબેલી પેન્સિલ વાંકી દેખાવાના કિસ્સા પર વિચાર કરીએ. પેન્સિલના પાણીમાં ડૂબેલા ભાગ પરથી તમારા સુધી પહોંચતા પ્રકાશનાં કિરણો, પેન્સિલના પાણીથી બહાર રહેલા ભાગની સરખામણીમાં અલગ દિશામાંથી આવતાં જણાય છે. તેના કારણે પેન્સિલ વાંકી વળેલી જણાય છે. આ જ કારણસર અક્ષરોની ઉપર કાચનું ચોસલું રાખીને જોતાં તે ઉપર તરફ ખસેલા જણાય છે.

જો પાણીને બદલે કેરોસીન કે ટર્પેન્ટાઈન જેવા અન્ય કોઈ પ્રવાહીનો ઉપયોગ કરીએ તોપણ પેન્સિલ આટલી જ વાંકી જણાશે ? જો આપણે કાચના લંબઘનને બદલે પારદર્શક પ્લાસ્ટિકના લંબઘનનો ઉપયોગ કરીએ તો ત્યારે પણ અક્ષરો આટલા જ ઉપર ખસેલા જણાશે ? તમે અનુભવશો કે માધ્યમોની અલગ-અલગ જોડ માટે આ અસરની માત્રા અલગ-અલગ છે. આ અવલોકનો દર્શાવે છે કે પ્રકાશ બધાં માધ્યમોમાં એક જ દિશામાં ગતિ કરતો નથી. એવું જોવા મળે છે કે એક માધ્યમમાંથી બીજા

માધ્યમમાં ત્રાંસી રીતે પ્રવેશતાં પ્રકાશનાં ત્રાંસા કિરણના પ્રસરણની દિશા બીજા માધ્યમમાં બદલાઈ જાય છે. આ ઘટનાને પ્રકાશનું વક્રીભવન કહે છે. આ ઘટનાને વિસ્તારપૂર્વક સમજવા માટે આપણે કેટલીક પ્રવૃત્તિઓ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 10.7

- પાણીથી ભરેલ ડોલના તળિયે એક સિક્કો મૂકો.
- તમારી આંખોને પાણીની સપાટી ઉપર એક બાજુ રાખીને સિક્કાને એક જ પ્રયત્નમાં ઉઠાવવાનો પ્રયત્ન કરો ? શું તમે સિક્કો ઉઠાવવામાં સફળ થાઓ છો ?
- આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. તમે એક જ પ્રયત્નમાં આ કરવામાં સફળ કેમ ન થયા?
- તમારા મિત્રોને આ પ્રવૃત્તિ કરવાનું કહો. તેમની સાથે તમારા અનુભવની સરખામણી કરો.

પ્રવૃત્તિ 10.8

- એક મોટા છીછરા કટોરાને ટેબલ પર રાખી તેમાં એક સિક્કો મૂકો.
- કટોરાથી ધીરે-ધીરે દૂર જાઓ. જ્યારે સિક્કો દેખાવાનો બંધ થાય કે તરત જ ત્યાં અટકી જાઓ.
- તમારા મિત્રને સિક્કાને ખલેલ પહોંચાડ્યા સિવાય ધીરે-ધીરે કટોરામાં પાણી ઉમેરવાનું કહો.
- તમારા સ્થાનેથી સિક્કાને જોતા રહો. શું સિક્કો આજ સ્થાનેથી ફરીથી દેખાવા લાગશે ? આ કેવી રીતે શક્ય બને છે ?

કટોરામાં પાણી ભરતાં સિક્કો ફરીથી દેખાવા લાગે છે. પ્રકાશના વક્રીભવનને કારણે સિક્કો પોતાની વાસ્તવિક સ્થિતિથી થોડો ઉપર ખસેલો જોવા મળે છે.

પ્રવૃત્તિ 10.9

- ટેબલ પર રાખેલ એક સફેદ કાગળના પાના પર શાહી (ink)ની જાડી સીધી રેખા દોરો.
- આ રેખા પર એક કાચના ચોસલાને એવી રીતે મૂકો કે તેની કોઈ એક ધાર આ રેખા સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે.
- ચોસલાની નીચે આવેલ રેખાના ભાગને બાજુઓ પરથી જુઓ. તમને શું દેખાય છે ? શું કાચના ચોસલાની નીચેની રેખા ધારો [(કિનારીઓ edges)] પાસે વાંકી વળેલી દેખાય છે ?
- હવે કાચના ચોસલાને એવી રીતે રાખો કે જેથી તે રેખાને લંબ હોય. હવે તમે શું જુઓ છો ? શું કાચના ચોસલાની નીચે રેખાનો ભાગ વાંકો વળેલો દેખાય છે ?
- રેખાને કાચના ચોસલાની ઉપરથી જુઓ. શું ચોસલાની નીચે રહેલ રેખાનો ભાગ ઉપર ખસેલો જણાય છે ? આવું કેમ થાય છે ?

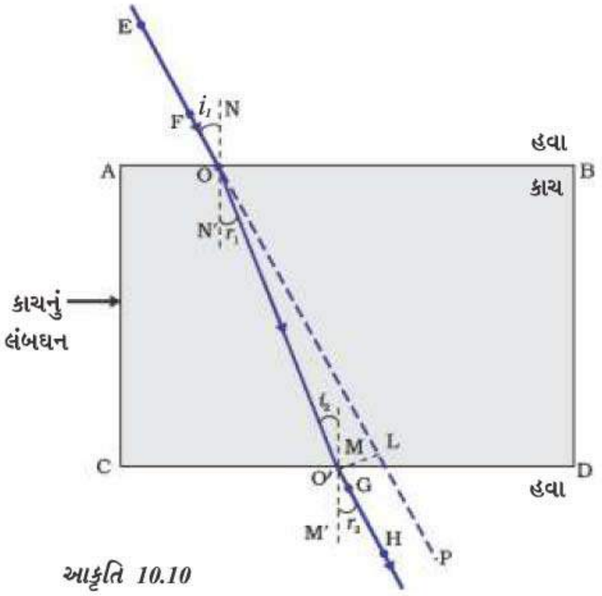
10.3.1 કાચના લંબઘન ચોસલામાંથી પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction through a Rectangular Glass Slab)

કાચના લંબઘન ચોસલામાંથી થતા પ્રકાશના વક્રીભવનને સમજવા માટે ચાલો આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 10.10

- ડ્રૉઇંગ બોર્ડ પર ડ્રૉઇંગ પિનોની મદદથી એક સફેદ કાગળનું પાનું લગાડો.
- પાના પર મધ્યમાં એક લંબઘનને મૂકો.
- પેન્સિલથી લંબઘનની સીમાઓ દોરો. તેને ABCD નામ આપીએ.
- ચાર એકસમાન ટાંકણીઓ લો.
- બે ટાંકણીઓ ધારો કે E તથા F ઊર્ધ્વ સમતલમાં એવી રીતે લગાડો કે જેથી તેમને જોડતી રેખા AB ધાર સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે.
- ટાંકણીઓ E તથા F નાં પ્રતિબિંબોને વિરુદ્ધ સપાટી પરથી જુઓ. બીજી બે ટાંકણીઓ ધારો કે G તથા H ને એવી રીતે લગાડો કે જેથી આ ટાંકણીઓ તથા E અને F નાં પ્રતિબિંબ એક સીધી રેખા પર આવેલાં હોય.
- ટાંકણીઓ તથા લંબઘનને દૂર કરો.
- ટાંકણીઓ E તથા F ની અણીઓ (tip)ના સ્થાનને જોડો તથા આ રેખાને AB સુધી લંબાવો. ધારો કે EF, ABને બિંદુ O પાસે મળે છે. આ જ રીતે ટાંકણીઓ G તથા H ની અણીઓના સ્થાનને જોડો તથા મળતી રેખાને CD ધાર સુધી લંબાવો. ધારો કે HG, CD ને O′ પાસે મળે છે.
- O તથા O′ ને જોડો. EF ને પણ P સુધી લંબાવો, જે આકૃતિ 10.10માં તૂટક રેખા વડે દર્શાવેલ છે.

આ પ્રવૃત્તિમાં તમે નોંધો કે પ્રકાશનું કિરણબિંદુ O તથા O′ પાસે પોતાની દિશા બદલે છે. નોંધો કે બંને બિંદુ O તથા O′ બે પારદર્શી માધ્યમોને છૂટા પાડતી સપાટીઓ પર આવેલા છે. O પાસે ABને લંબ NN′ દોરો તથા O′ બિંદુએ CDને લંબ MM′ દોરો. બિંદુ O પાસે પ્રકાશનું કિરણ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં એટલે કે હવામાંથી કાચમાં પ્રવેશે છે. અહીં નોંધો કે પ્રકાશનું કિરણ લંબ તરફ વાંકું વળે છે. બિંદુ O′ પાસે પ્રકાશનું કિરણ કાચમાંથી હવામાં એટલે કે ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં પ્રવેશે છે. અહીં પ્રકાશનું કિરણ લંબથી દૂર જાય છે. બંને વક્રીકારક સપાટીઓ AB અને CD પાસે આપાતકોણ તથા વક્રીભવનકોણનાં મૂલ્યોની સરખામણી કરો.



આકૃતિ 10.10
કાચના લંબઘન વડે પ્રકાશનું વક્રીભવન

આકૃતિ 10.10માં EO કિરણ સપાટી AB પર ત્રાંસું આપાત થાય છે. તેને આપાતકિરણ કહે છે. OO′ વક્રીભૂતકિરણ છે તથા O′H નિર્ગમનકિરણ છે. તમે જોઈ શકો છો કે નિર્ગમનકિરણ, આપાત-કિરણની દિશાને સમાંતર છે. આવું કેમ થાય છે ? કાચના લંબઘન ચોસલાની સામસામેની સપાટીઓ AB (હવા-કાચ આંતરપૃષ્ઠ) તથા CD (કાચ-હવા આંતરપૃષ્ઠ) પર પ્રકાશના કિરણના વાંકા વળવાનું પ્રમાણ સમાન અને વિરુદ્ધ હોય છે. આ જ કારણસર નિર્ગમનકિરણ, આપાતકિરણને સમાંતર હોય છે. જોકે પ્રકાશનું કિરણ થોડું બાજુ પર ખસે છે. જો પ્રકાશનું કિરણ બે માધ્યમોની આંતર સપાટીને લંબરૂપે આપાત થાય તો શું થશે ? જાતે કરો અને શોધો.

હવે તમે પ્રકાશના વક્રીભવનથી પરિચિત છો. પ્રકાશના એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજામાં પ્રવેશ કરતી વખતે તેના વેગમાં થતાં ફેરફારને કારણે વક્રીભવનની ઘટના બને છે. પ્રયોગો દર્શાવે છે કે પ્રકાશનું વક્રીભવન નિશ્ચિત નિયમોને આધીન થાય છે.

પ્રકાશના વક્રીભવનના નિયમો નીચે પ્રમાણે છે :

(i) આપાતકિરણ, વક્રીભૂતકિરણ અને બે માધ્યમોની આંતર સપાટીને આપાતબિંદુએ દોરેલો લંબ એક જ સમતલમાં હોય છે.

(ii) પ્રકાશના આપેલ રંગ તથા માધ્યમોની આપેલ જોડ માટે આપાતકોણના સાઈન અને વક્રીભૂતકોણના સાઈનનો ગુણોત્તર અચળ રહે છે. આ નિયમ સ્નેલના નિયમ તરીકે ઓળખાય છે. જો આપાતકોણ i અને વક્રીભૂતકોણ r હોય તો,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{અચળ} \qquad (10.4)$$

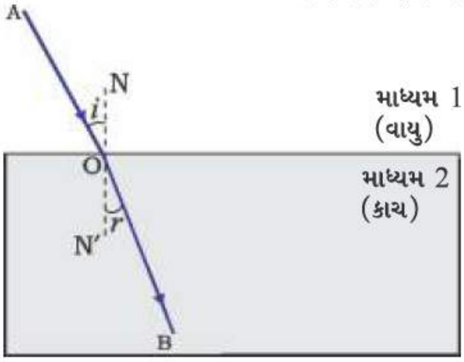
આ અચળ મૂલ્યને પ્રથમ માધ્યમની સાપેક્ષે બીજા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક (refractive index) કહે છે. ચાલો વક્રીભવનાંક વિશે થોડું વિસ્તારપૂર્વક અધ્યયન કરીએ.

10.3.2 વક્રીભવનાંક (The Refractive Index)

તમે અગાઉ અભ્યાસ કરી ચૂક્યાં છો કે જ્યારે પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજા પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રવેશ કરે છે ત્યારે બીજા માધ્યમમાં તે પોતાની દિશા બદલે છે. આપેલ કોઈ બે માધ્યમોની જોડ માટે થતા દિશાના પરિવર્તનની માત્રા (પ્રમાણ)ને વક્રીભવનાંકના પદમાં રજૂ કરવામાં આવે છે, જે સમીકરણ 10.4માં જમણી બાજુ આવતો 'અચળ' છે.

જુદાં–જુદાં માધ્યમોમાં પ્રકાશના પ્રસરણની સાપેક્ષ ઝડપ તરીકે ઓળખાતી મહત્ત્વપૂર્ણ ભૌતિકરાશિ સાથે વક્રીભવનાંકને સાંકળી શકાય છે. તેવું જોવા મળે છે કે જુદાં–જુદાં માધ્યમોમાં પ્રકાશ જુદી–જુદી ઝડપે પ્રસરણ પામે છે. પ્રકાશ શૂન્યાવકાશમાં સૌથી વધુ 3×10^8 m/s ની ઝડપે ગતિ કરે છે. હવામાં પ્રકાશની ઝડપ શૂન્યાવકાશની સાપેક્ષે સહેજ જ ઓછી હોય છે. જ્યારે કાચ કે પાણીમાં તે નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં ઘટે છે. બે માધ્યમોની જોડ માટે વક્રીભવનાંકનું મૂલ્ય નીચે દર્શાવ્યા મુજબ બંને માધ્યમોમાં પ્રકાશની ઝડપ પર આધારિત છે.

આકૃતિ 10.11 માં દર્શાવ્યા અનુસાર પ્રકાશના એક કિરણનો વિચાર કરો જે માધ્યમ-1 થી માધ્યમ-2 માં ગતિ કરી રહ્યું છે. ધારો કે માધ્યમ-1માં પ્રકાશની ઝડપ v_1 તથા માધ્યમ-2માં ઝડપ v_2 છે. માધ્યમ-2 નો માધ્યમ-1 ની સાપેક્ષે વક્રીભવનાંક, માધ્યમ-1માં પ્રકાશની ઝડપ તથા માધ્યમ-2માં પ્રકાશની ઝડપના ગુણોત્તર દ્વારા રજૂ કરવામાં આવે છે. જેને n_{21} સંજ્ઞા વડે રજૂ કરવામાં આવે છે. તેને સમીકરણના સ્વરૂપે નીચે પ્રમાણે રજૂ કરી શકાય :



આકૃતિ 10.11

$$n_{21} = \frac{\text{માધ્યમ1માં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમ2માં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{v_1}{v_2} \qquad (10.5)$$

આ જ દલીલ મુજબ માધ્યમ-1નો માધ્યમ-2ની સાપેક્ષે વક્રીભવનાંક n_{12} વડે દર્શાવાય છે. તે નીચે પ્રમાણે આપી શકાય :

$$n_{12} = \frac{\text{માધ્યમ2માં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમ1માં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{v_2}{v_1} \qquad (10.6)$$

જો માધ્યમ-1 શૂન્યાવકાશ કે હવા હોય તો માધ્યમ-2નો વક્રીભવનાંક શૂન્યાવકાશની સાપેક્ષે ગણાય છે. તેને માધ્યમનો નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક કહે

છે. તેને ફક્ત n_2 વડે દર્શાવાય છે. જો હવામાં પ્રકાશની ઝડપ c હોય અને માધ્યમમાં ઝડપ v હોય, તો માધ્યમનો વક્રીભવનાંક n_m નીચે પ્રમાણે અપાય છે :

$$n_m = \frac{\text{હવામાં પ્રકાશની ઝડપ}}{\text{માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ}} = \frac{c}{v} \qquad (10.7)$$

માધ્યમના નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંકને ફક્ત વક્રીભવનાંક કહે છે. કોષ્ટક 10.3 માં કેટલાંક માધ્યમોના વક્રીભવનાંકો દર્શાવેલ છે. કોષ્ટક પરથી તમે જાણી શકો છો કે, પાણીનો વક્રીભવનાંક $n_w = 1.33$ છે. તેનો અર્થ એ થયો કે હવામાં પ્રકાશની ઝડપ તથા પાણીમાં પ્રકાશની ઝડપનો ગુણોત્તર 1.33 છે. તે જ રીતે ક્રાઉન કાચનો વક્રીભવનાંક $n_g = 1.52$ છે. આ પ્રકારની માહિતી ઘણી જગ્યાએ ઉપયોગી થાય છે. જોકે તમારે આ માહિતી યાદ રાખવાની જરૂર નથી.

કોષ્ટક 10.3 કેટલાંક દ્રવ્ય માધ્યમોના નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક

દ્રવ્ય માધ્યમ (Material medium)	વક્રીભવનાંક	દ્રવ્ય માધ્યમ (Material medium)	વક્રીભવનાંક
વાયુ	1.0003	કેનેડા બાલસમ	1.53
બરફ	1.31		
પાણી	1.33	ખનિજ મીઠું	1.54
આલ્કોહોલ	1.36		
કેરોસીન	1.44	કાર્બન ડાઇસલ્ફાઇડ	1.63
ફ્યુઝ્ડ ક્વાર્ટ્ઝ	1.46		
		સઘન (dense) ફ્લિંન્ટ કાચ	1.65
ટર્પેન્ટાઇન તેલ	1.47	રૂબી (માણિક્ય)	1.71
બેન્ઝિન	1.50		
		નીલમ	1.77
ક્રાઉન કાચ	1.52	હીરો	2.42

કોષ્ટક 10.3 પરથી નોંધો કે પ્રકાશીય દૃષ્ટિએ વધુ ઘટ્ટ માધ્યમ, વધુ દળ ઘનતા ધરાવતું હોવું જરૂરી નથી. ઉદાહરણ તરીકે કેરોસીનનો વક્રીભવનાંક પાણી કરતાં વધારે હોવાથી તે પ્રકાશીય દૃષ્ટિએ પાણી કરતાં વધુ ઘટ્ટ છે છતાં તેની દળ ઘનતા પાણી કરતાં ઓછી છે.

વધુ જાણવા જેવું !

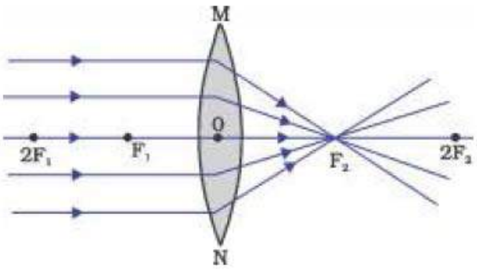
કોઈ માધ્યમ દ્વારા પ્રકાશને વક્રીભૂત કરવાની ક્ષમતાને તેની પ્રકાશીય ઘનતા દ્વારા પણ રજૂ કરી શકાય છે. પ્રકાશીય ઘનતાને ચોક્કસ સૂચિતાર્થ છે. તે દળ ઘનતા જેવું જ નથી. આ પ્રકરણમાં આપણે 'પાતળું માધ્યમ' તથા 'ઘટ્ટ માધ્યમ' શબ્દોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વાસ્તવમાં તેનો અર્થ અનુક્રમે 'પ્રકાશીય પાતળું માધ્યમ' તથા 'પ્રકાશીય ઘટ્ટ માધ્યમ' છે. આપણે ક્યારે એમ કહી શકીએ કે, કોઈ માધ્યમ બીજા માધ્યમની સાપેક્ષે પ્રકાશીય ઘટ્ટ છે ? બે માધ્યમોની સરખામણી કરતી વખતે વધારે વક્રીભવનાંક ધરાવતું માધ્યમ બીજા માધ્યમની સાપેક્ષે પ્રકાશીય ઘટ્ટ છે. જ્યારે બીજું ઓછો વક્રીભવનાંક ધરાવતું માધ્યમ પ્રકાશીય પાતળું માધ્યમ છે. પાતળા માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપ ઘટ્ટ માધ્યમની સાપેક્ષે વધારે હોય છે. આમ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં જતી વખતે પ્રકાશનું કિરણ ધીમું પડે છે તથા લંબ તરફ વાંકું વળે છે. જ્યારે તે ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં જાય છે ત્યારે તેની ઝડપ વધી જાય છે તથા તે લંબથી દૂર જાય છે.

પ્રશ્નો

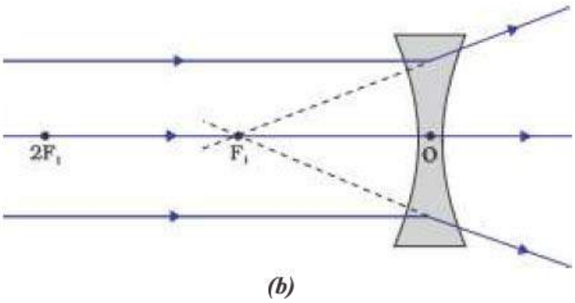
1. હવામાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ પાણીમાં ત્રાંસું પ્રવેશે છે. શું પ્રકાશનું કિરણ લંબ તરફ વાંકું વળશે કે લંબથી દૂર જશે ? કેમ ?
2. પ્રકાશ હવામાંથી 1.50 વક્રીભવનાંક ધરાવતી કાચની પ્લેટમાં પ્રવેશે છે. કાચમાં પ્રકાશની ઝડપ કેટલી હશે ? શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ 3×10^8 m s^{-1} છે.
3. કોષ્ટક 10.3 માંથી સૌથી વધુ પ્રકાશીય ઘનતા ધરાવતું માધ્યમ શોધો. લઘુત્તમ પ્રકાશીય ઘનતા ધરાવતું માધ્યમ પણ શોધો.
4. તમને કેરોસીન, ટર્પેન્ટાઈન તથા પાણી આપેલ છે. આ પૈકી શેમાં પ્રકાશ સૌથી વધુ ઝડપથી ગતિ કરશે ? કોષ્ટક 10.3 માં આપેલ માહિતીનો ઉપયોગ કરો.
5. હીરાનો વક્રીભવનાંક 2.42 છે. આ વિધાનનો શું અર્થ થાય ?

10.3.3 ગોળીય લેન્સ દ્વારા થતું વક્રીભવન (Refraction by Spherical Lenses)

ઘડિયાળીને અત્યંત સૂક્ષ્મ ભાગોને જોવા માટે મૅગ્નિફાઈંગ ગ્લાસ (બિલોરી કાચ)નો ઉપયોગ કરતો તમે જોયો હશે. શું તમે આવા મૅગ્નિફાઈંગ ગ્લાસની સપાટીને તમારા હાથ વડે સ્પર્શ કર્યો છે ખરો ? તે સમતલ સપાટી છે કે વક્ર ? શું એ મધ્યમાં જાડો છે કે ધાર પાસે ? ચશ્માંમાં વપરાતા કાચ અને ઘડિયાળી જે કાચ ઉપયોગમાં લે છે તે લેન્સનાં ઉદાહરણો છે. લેન્સ શું છે ? તે પ્રકાશનાં કિરણોને કેવી રીતે વાંકાં વાળે છે ? આપણે આ વિભાગમાં આ અંગેની ચર્ચા કરીશું.



(a)



(b)

આકૃતિ 10.12
(a) બહિર્ગોળ લેન્સનું અભિસરણ કાર્ય (b) અંતર્ગોળ લેન્સનું અપસરણ કાર્ય

જેની એક અથવા બંને સપાટીઓ વક્ર હોય, તેવું પારદર્શક દ્રવ્ય લેન્સની રચના કરે છે. આનો અર્થ એ થયો કે લેન્સ ઓછામાં ઓછી એક વક્રસપાટી વડે ઘેરાયેલો છે. આવા લેન્સની બીજી સપાટી સમતલ હોય છે. લેન્સની બંને સપાટીઓ બહારની તરફ ઉપસેલી હોય તો તેને દ્વિ-બહિર્ગોળ લેન્સ કહે છે. તેને સામાન્ય રીતે બહિર્ગોળ લેન્સ કહે છે. આ લેન્સ કિનારીની સાપેક્ષે મધ્યમાંથી જાડો હોય છે. બહિર્ગોળ લેન્સ પ્રકાશનાં કિરણોનું આકૃતિ 10.12 (a)માં દર્શાવ્યા અનુસાર અભિસરણ કરે છે. તેથી બહિર્ગોળ લેન્સને અભિસારી લેન્સ પણ કહે છે. આ જ પ્રમાણે દ્વિ-અંતર્ગોળ લેન્સની બંને સપાટીઓ અંદર તરફ વળેલી હોય છે. તે મધ્ય કરતાં છેડાઓ પાસેથી જાડો હોય છે. આવા લેન્સ પ્રકાશનાં કિરણોનું આકૃતિ 10.12 (b)માં દર્શાવ્યા અનુસાર અપસરણ કરે છે. આવા લેન્સને અપસારી લેન્સ પણ કહે છે. દ્વિ-અંતર્ગોળ લેન્સને સામાન્ય રીતે અંતર્ગોળ લેન્સ કહે છે.

બહિર્ગોળ અથવા અંતર્ગોળ લેન્સને બે વક્રસપાટીઓ હોય છે. આ દરેક વક્રસપાટી ગોળાનો જ એક ભાગ હોય છે. આ ગોળાઓનાં કેન્દ્રોને લેન્સનાં વક્રતાકેન્દ્રો કહે છે. સામાન્ય રીતે લેન્સના વક્રતાકેન્દ્રને મૂળાક્ષર C વડે દર્શાવવામાં આવે છે. લેન્સને બે વક્રતાકેન્દ્રો હોવાથી આપણે તેમને

C_1 અને C_2 વડે દર્શાવીએ છીએ. લેન્સના બંને વક્રતાકેન્દ્રોમાંથી પસાર થતી કાલ્પનિક રેખાને તેની મુખ્ય અક્ષ કહે છે. લેન્સના કેન્દ્રબિંદુને તેનું પ્રકાશીય કેન્દ્ર કહે છે. તેને સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર O વડે દર્શાવાય છે. લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતાં પ્રકાશનું કિરણ કોઈ પણ પ્રકારનું વિચલન અનુભવ્યા સિવાય પસાર થાય છે. ગોળીય લેન્સની વર્તુળાકાર કિનારીના અસરકારક વ્યાસને લેન્સનું મુખ (aperture) કહે છે. આપણે આ પ્રકરણમાં આપણી ચર્ચા એવા જ લેન્સ પૂરતી મર્યાદિત રાખીશું કે જેનું મુખ (aperture) તેની વક્રતાત્રિજ્યા કરતાં ઘણું નાનું હોય. આવા લેન્સને નાના મુખવાળા પાતળા લેન્સ કહે છે. જ્યારે લેન્સ પર પ્રકાશનાં સમાંતર કિરણો આપાત કરવામાં આવે છે ત્યારે શું થાય છે ? આ સમજવા માટે ચાલો એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.11

ચેતવણી : આ પ્રવૃત્તિ કરતી વખતે સૂર્યને સીધો નરી આંખે કે લેન્સમાંથી જોવો નહિ. એમ કરવાથી તમારી આંખને નુકસાન થઈ શકે છે.

- લેન્સને સૂર્ય તરફ રાખીને હાથ વડે પકડી રાખો.
- એક કાગળ પર સૂર્યમાંથી આવતાં કિરણોને કેન્દ્રિત કરો. સૂર્યનું તીક્ષ્ણ અને પ્રકાશિત પ્રતિબિંબ મેળવો.
- આ સ્થિતિમાં કાગળ અને લેન્સને થોડો સમય પકડી રાખો. કાગળનું નિરીક્ષણ કરતાં રહો. શું થાય છે ? કેમ ? પ્રવૃત્તિ 10.2 માં તમારા અનુભવને યાદ કરો.

કાગળ ધુમાડો ઉત્પન્ન કરી સળગવાનું શરૂ કરે છે. થોડા સમય પછી તેમાં આગ પણ લાગી શકે છે. આવું શાથી થયું ? સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ સમાંતર કિરણો રચે છે. આ કિરણો લેન્સ દ્વારા કાગળ પરના એક તીવ્ર પ્રકાશિત ટપકા પર કેન્દ્રિત થયેલાં છે. ખરેખર તમને કાગળ પર મળતું પ્રકાશિત ટપકું, સૂર્યનું વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ છે. સૂર્યપ્રકાશના આ બિંદુ પાસે થતા કેન્દ્રીકરણે ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરી. તેના કારણે કાગળ સળગી ઊઠે છે.

હવે આપણે લેન્સના મુખ્ય અક્ષને સમાંતર કિરણો ધ્યાનમાં લઈશું. આવાં કિરણોને તમે લેન્સમાંથી પસાર કરશો તો શું થશે ? આ બહિર્ગોળ લેન્સ માટે આકૃતિ 10.12 (a) તથા અંતર્ગોળ લેન્સ માટે આકૃતિ 10.12 (b)માં દર્શાવેલ છે.

આકૃતિ 10.12 (a)ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. મુખ્ય અક્ષને સમાંતર એવાં અનેક કિરણો લેન્સ પર આપાત થાય છે. આ કિરણો લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામ્યા બાદ મુખ્ય અક્ષ પર એક બિંદુ પાસે કેન્દ્રિત થાય છે. મુખ્ય અક્ષ પરના આ બિંદુને લેન્સનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. ચાલો, હવે અંતર્ગોળ લેન્સ માટેની ક્રિયા જોઈએ.

આકૃતિ 10.12 (b) ને ધ્યાનપૂર્વક જુઓ. મુખ્ય અક્ષને સમાંતર એવાં અનેક કિરણો અંતર્ગોળ લેન્સ પર આપાત થાય છે. આ કિરણો લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામી મુખ્ય અક્ષ પરના કોઈ એક બિંદુમાંથી અપસરણ પામતા હોય તેમ જણાય છે. મુખ્ય અક્ષ પરના આ બિંદુને અંતર્ગોળ લેન્સનું મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે.

જો તમે લેન્સની બીજી બાજુએથી સમાંતર કિરણો પસાર કરો તો તમને વિરુદ્ધ બાજુ લેન્સનું બીજું મુખ્ય કેન્દ્ર મળશે. લેન્સનાં મુખ્ય કેન્દ્રને દર્શાવવા માટે સામાન્ય રીતે મૂળાક્ષર Fનો ઉપયોગ થાય છે. જોકે લેન્સને બે મુખ્ય કેન્દ્રો હોય છે. તેમને F_1 અને F_2 વડે દર્શાવાય છે. પ્રકાશીય કેન્દ્રથી મુખ્ય કેન્દ્ર સુધીના અંતરને લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ કહે છે. કેન્દ્રલંબાઈને દર્શાવવા માટે મૂળાક્ષર f નો ઉપયોગ થાય છે. તમે બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ કેવી રીતે શોધશો ? પ્રવૃત્તિ 10.11 ને પુનઃ યાદ કરો. આ પ્રવૃત્તિમાં લેન્સના સ્થાન અને સૂર્યના પ્રતિબિંબના સ્થાન વચ્ચેનું અંતર લેન્સની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ આપે છે.

10.3.4 લેન્સ દ્વારા પ્રતિબિંબની રચના (Image Formation by Lenses)

લૅન્સ પ્રકાશનું વક્રીભવન કરીને પ્રતિબિંબ રચે છે. લેન્સ પ્રતિબિંબ કેવી રીતે રચે છે ? તેનો પ્રકાર કેવો છે ? ચાલો, પહેલાં બહિર્ગોળ લેન્સ માટે આનો અભ્યાસ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.12

- એક બહિર્ગોળ લેન્સ લો. પ્રવૃત્તિ 10.11 માં વર્ણવ્યા પ્રમાણે તેની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.
- એક લાંબા ટેબલ પર ચૉક વડે પાંચ સમાંતર રેખાઓ એવી રીતે દોરો કે ક્રમિક રેખાઓ વચ્ચેનું અંતર લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ જેટલું હોય.
- લેન્સને લેન્સ–સ્ટૅન્ડમાં મૂકો. સ્ટૅન્ડને મધ્યમાં આવેલી રેખા પર એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી લેન્સનું પ્રકાશીય કેન્દ્ર બરોબર રેખા પર આવે.
- લેન્સની બંને બાજુએ આવેલી રેખાઓ અનુક્રમે લેન્સના F અને 2F ને અનુરૂપ છે. આ રેખાઓને અનુક્રમે $2F_1$, F_1, F_2 અને $2F_2$ વડે દર્શાવો.
- એક સળગતી મીણબત્તીને ડાબી બાજુ $2F_1$ થી ઘણા દૂર અંતરે ગોઠવો. લેન્સની બીજી તરફ તેનું સ્પષ્ટ અને તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ પડદા પર મેળવો.
- પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ (પરિમાણ) નોંધો.
- વસ્તુને $2F_1$ થી થોડી જ દૂર, F_1 અને $2F_1$ ની વચ્ચે, F_1 પર તથા F_1 અને O ની વચ્ચે રાખી આ પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરો. તમારાં અવલોકનોને કોષ્ટકમાં નોંધો.

બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાનો માટે મળતા પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ (સાપેક્ષ પરિમાણ) કોષ્ટક 10.4 માં દર્શાવ્યા છે.

કોષ્ટક 10.4 બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુનાં જુદાં–જુદાં સ્થાનો માટે મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ

વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ પરિમાણ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F_2 પર	અત્યંત નાનું બિંદુવત્	વાસ્તવિક અને ઊલટું
$2F_1$ થી દૂર	F_2 અને $2F_2$ ની વચ્ચે	નાનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
$2F_1$ પર	$2F_2$ પર	તે જ માપનું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
F_1 અને $2F_1$ ની વચ્ચે	$2F_2$ થી દૂર	મોટું	વાસ્તવિક અને ઊલટું
મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 પર	અનંત અંતરે	અત્યંત મોટું અથવા ખૂબ વિવર્ધિત	વાસ્તવિક અને ઊલટું
મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 અને પ્રકાશીય કેન્દ્ર Oની વચ્ચે	વસ્તુ લેન્સની જે તરફ હોય તે જ બાજુ તરફ	વિવર્ધિત	આભાસી અને ચત્તું

ચાલો, હવે અંતર્ગોળ લેન્સ માટે પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપનો અભ્યાસ કરવા માટેની પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 10.13

- એક અંતર્ગોળ લેન્સ લો. તેને લેન્સ–સ્ટૅન્ડ પર મૂકો.
- સળગતી મીણબત્તીને લેન્સની કોઈ એક તરફ મૂકો.
- લેન્સની બીજી તરફથી લેન્સ મારફતે પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરો. પ્રતિબિંબને જો શક્ય હોય તો કોઈ પડદા પર મેળવવાનો પ્રયત્ન કરો. જો શક્ય ન હોય, તો પ્રતિબિંબને સીધું લેન્સમાંથી જુઓ.
- પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ નોંધો.
- મીણબત્તીને લેન્સથી દૂર ખસેડો. પ્રતિબિંબના કદમાં થતો ફેરફાર નોંધો. જ્યારે મીણબત્તીને લેન્સથી ઘણી દૂર મૂકવામાં આવે ત્યારે પ્રતિબિંબનું કદ કેવું બને છે ?

આ પ્રવૃત્તિનો સારાંશ નીચેના કોષ્ટક 10.5 માં આપેલ છે :

કોષ્ટક 10.5 અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુના જુદાં–જુદાં સ્થાનો માટે મળતાં પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ

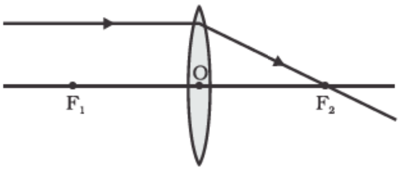
વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સ્થાન	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ માપ	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર
અનંત અંતરે	મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 પર	અત્યંત સૂક્ષ્મ, બિંદુવત્	આભાસી અને ચત્તું
અનંત અંતર અને લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્ર O ની વચ્ચે	મુખ્ય કેન્દ્ર F_1 અને પ્રકાશીય કેન્દ્ર Oની વચ્ચે	નાનું	આભાસી અને ચત્તું

આ પ્રવૃત્તિ પરથી તમે શું નિષ્કર્ષ તારવ્યો ? વસ્તુનું સ્થાન ગમે ત્યાં હોય તોપણ અંતર્ગોળ લેન્સ હંમેશાં આભાસી, ચત્તું અને નાનું પ્રતિબિંબ આપે છે.

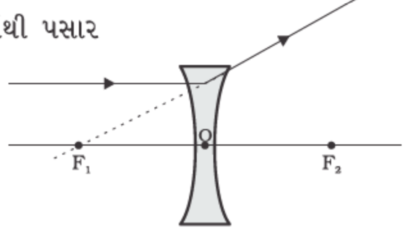
10.3.5 કિરણાકૃતિના ઉપયોગ દ્વારા લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબનું નિરૂપણ (Image Formation in Lenses Using Ray Diagrams)

આપણે લેન્સ વડે રચાતા પ્રતિબિંબને કિરણાકૃતિ દ્વારા પણ દર્શાવી શકીએ. કિરણાકૃતિ આપણને લેન્સ વડે રચાતા પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને સાપેક્ષ માપ જાણવામાં હંમેશાં મદદરૂપ થાય છે. લેન્સ માટે કિરણાકૃતિ દોરવા માટે આપણે વક્ર અરીસાની જેમ જ નીચેના પૈકી કોઈ પણ બે કિરણોને ધ્યાનમાં લઈશું -

(i) વસ્તુ પરથી આવતું મુખ્ય અક્ષને સમાંતર પ્રકાશનું કિરણ બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વક્રીભવન પામી આકૃતિ 10.13 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લેન્સની બીજી તરફના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થાય છે. અંતર્ગોળ લેન્સના કિસ્સામાં આકૃતિ 10.13 (b) માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કિરણ લેન્સની તે જ બાજુ પરના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી અપસરણ પામતું હોય તેવો ભાસ થાય છે.

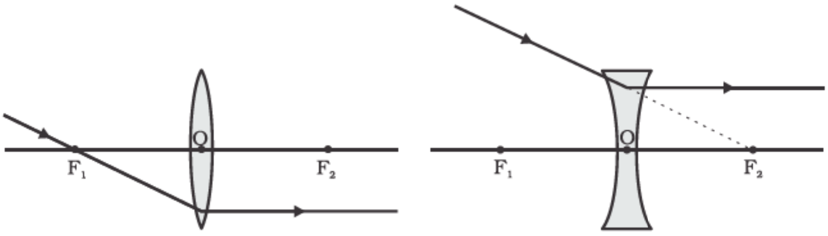


(a)



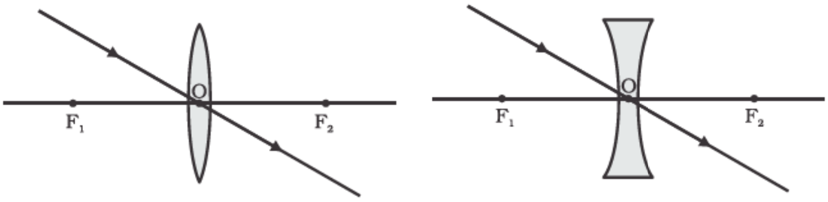
(b)

આકૃતિ 10.13



(a) *આકૃતિ 10.14* *(b)*

(ii) બહિર્ગોળ લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામી આકૃતિ 10.14 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે મુખ્ય અક્ષને સમાંતર નિર્ગમન પામે છે. અંતર્ગોળ લેન્સના કિસ્સામાં આકૃતિ 10.14 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ જતું લાગે તેવું આપાતકિરણ લેન્સમાંથી વક્રીભવન પામી મુખ્ય અક્ષને સમાંતર નિર્ગમન પામે છે.

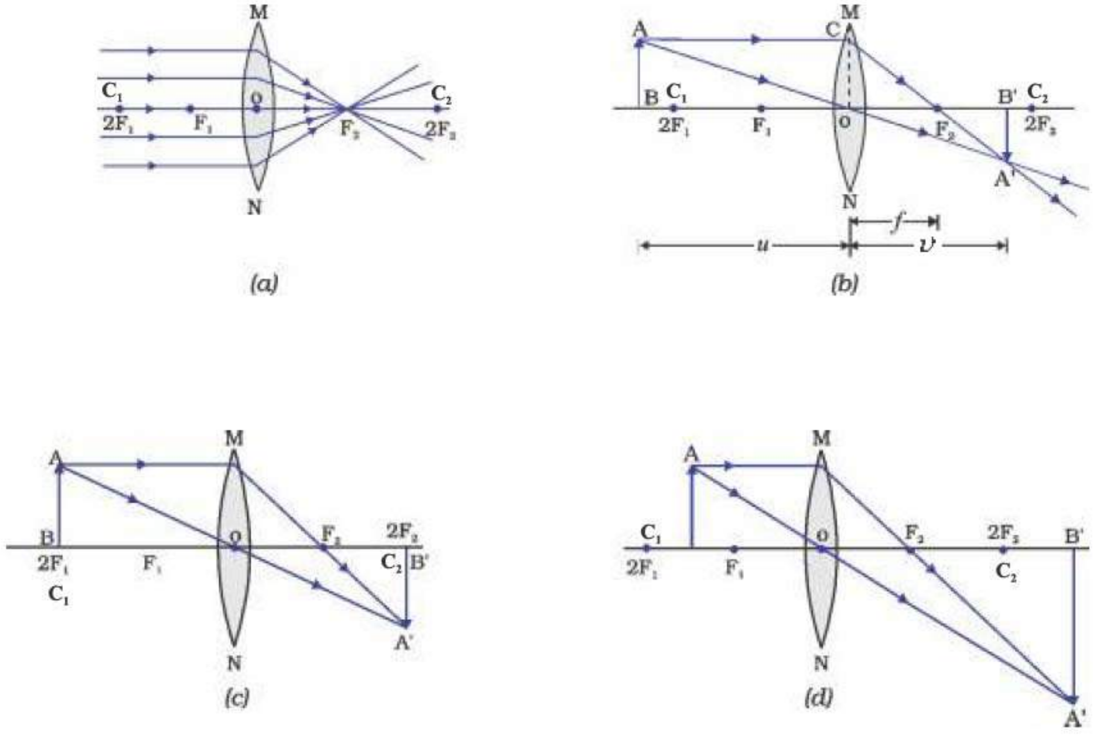


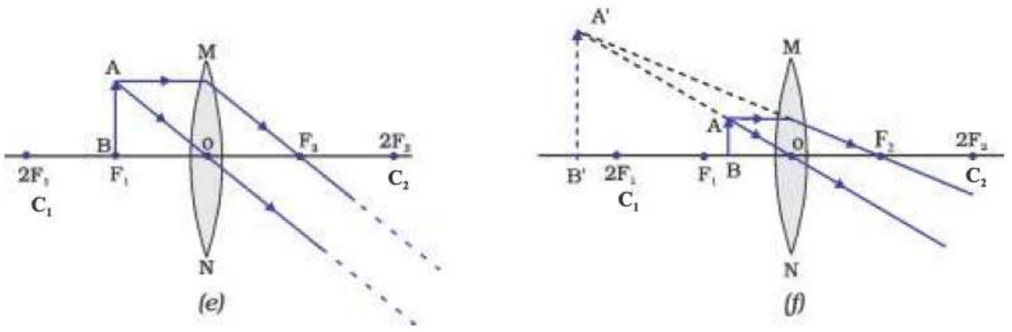
(a) *(b)*

આકૃતિ 10.15

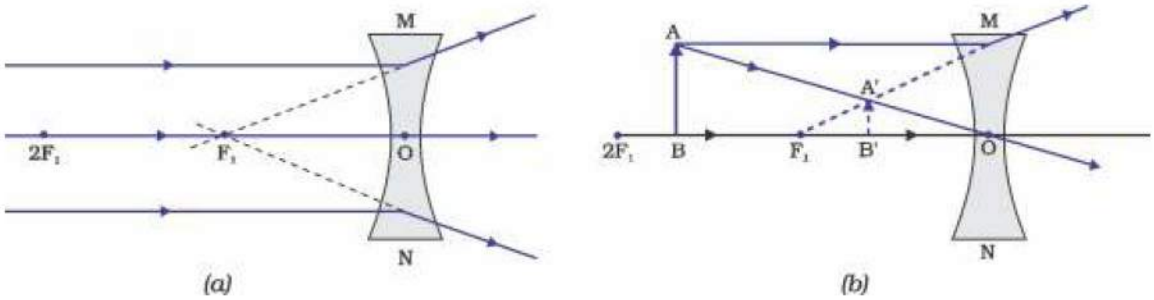
(iii) લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું કિરણ વિચલન પામ્યા સિવાય નિર્ગમન પામે છે. જે આકૃતિ 10.15 (a) તથા 10.15 (b)માં દર્શાવ્યું છે.

બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા કેટલાંક જુદાં–જુદાં વસ્તુસ્થાન માટે પ્રતિબિંબની રચના દર્શાવતી કિરણાકૃતિઓ આકૃતિ 10.16 માં દર્શાવી છે. અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા કેટલાંક જુદાં–જુદાં વસ્તુસ્થાન માટે પ્રતિબિંબની રચના દર્શાવતી કિરણાકૃતિઓ આકૃતિ 10.17 માં દર્શાવેલ છે.





આકૃતિ 10.16 બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા વસ્તુનાં જુદાં–જુદાં સ્થાન માટે મળતાં પ્રતિબિંબનાં સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર



આકૃતિ 10.17 અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબનાં સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર

10.3.6 ગોળીય લેન્સ માટે સંજ્ઞા–પ્રણાલી

(Sign Convention for Spherical Lenses)

લેન્સ માટે આપણે ગોળીય અરીસા માટે ઉપયોગમાં લીધેલ સંજ્ઞા–પ્રણાલીને જ અનુસરીશું. આ સંજ્ઞા–પ્રણાલીના નિયમો લાગુ પાડીશું સિવાય કે તમામ અંતરોને લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્રથી માપવામાં આવે છે. સંજ્ઞા–પ્રણાલી પ્રમાણે બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ધન અને અંતર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ઋણ છે. તમારે u, v, f, વસ્તુઊંચાઈ h અને પ્રતિબિંબ–ઊંચાઈ h' માટે યોગ્ય ચિહ્નો વાપરવા માટેની કાળજી રાખવી પડશે.

10.3.7 લેન્સ–સૂત્ર અને મોટવણી

(Lens Formula and Magnification)

ગોળીય અરીસાની જેમ ગોળીય લેન્સ માટે પણ આપણને સૂત્ર મળે છે. આ સૂત્ર વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબ અંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે. લેન્સ–સૂત્ર નીચે મુજબ દર્શાવવામાં આવે છે :

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \qquad (10.8)$$

ઉપર દર્શાવેલ લેન્સ–સૂત્ર વ્યાપક અને કોઈ પણ ગોળીય લેન્સની કોઈ પણ સ્થિતિ માટે સાચું છે. લેન્સ સંબંધિત દાખલાઓ ગણતી વખતે જુદી–જુદી રાશિઓનાં મૂલ્ય મૂકતી વખતે સંજ્ઞા બાબતે યોગ્ય કાળજી રાખવી જરૂરી છે.

મોટવણી (Magnification)

લેન્સ દ્વારા મળતી મોટવણી ગોળીય અરીસાથી મળતી મોટવણીની જેમ જ પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ અને વસ્તુની ઊંચાઈના ગુણોત્તર વડે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. તેને મૂળાક્ષર m વડે દર્શાવવામાં આવે છે. જો વસ્તુની ઊંચાઈ h અને લેન્સ વડે મળતાં પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ h' હોય, તો લેન્સ દ્વારા મળતી મોટવણી,

$$m = \frac{\text{પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ}}{\text{વસ્તુની ઊંચાઈ}} = \frac{h'}{h} \qquad (10.9)$$

પરથી મળે છે.

લેન્સની મોટવણી વસ્તુઅંતર (u) અને પ્રતિબિંબ–અંતર (v) સાથે પણ સંબંધિત છે. આ સંબંધ નીચે મુજબ આપવામાં આવે છે :

$$\text{મોટવણી } (m) = h' / h = v/u \qquad (10.10)$$

ઉદાહરણ 10.3

એક અંતર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ 15 cm છે. વસ્તુને લેન્સથી કેટલા અંતરે રાખવી જોઈએ કે જેથી તેનું પ્રતિબિંબ લેન્સથી 10 cm દૂર મળે ? લેન્સ દ્વારા મળતી મોટવણી પણ શોધો.

ઉકેલ

અંતર્ગોળ લેન્સ દ્વારા મળતું પ્રતિબિંબ હંમેશાં આભાસી, ચત્તું અને લેન્સથી વસ્તુ તરફની બાજુએ જ મળે છે.

પ્રતિબિંબ અંતર v = –10 cm

કેન્દ્રલંબાઈ f = –15 cm

વસ્તુઅંતર u = (?)

હવે, $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા, $\frac{1}{u} = \frac{1}{v} - \frac{1}{f}$

$$\therefore \frac{1}{u} = \frac{1}{-10} - \frac{1}{(-15)} = -\frac{1}{10} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{-3+2}{30} = \frac{1}{-30}$$

અથવા u = –30 cm

આમ, વસ્તુઅંતર 30 cm મળે છે.

મોટવણી $m = \frac{v}{u}$

$$m = \frac{-10\text{cm}}{-30\text{ cm}} = \frac{1}{3} \approx +0.33$$

ધન સંજ્ઞા દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી અને ચત્તું છે તથા પ્રતિબિંબનું માપ વસ્તુના માપ કરતાં ત્રીજા ભાગનું છે.

ઉદાહરણ 10.4

2 cm ઊંચાઈની એક વસ્તુને 10 cm કેન્દ્રલંબાઈના બહિર્ગોળ લેન્સની મુખ્ય અક્ષ પર અક્ષને લંબ રહે તે રીતે મૂકેલી છે. લેન્સથી વસ્તુનું અંતર 15 cm છે. પ્રતિબિંબનો પ્રકાર, સ્થાન અને પરિમાણ શોધો. તેની મોટવણી પણ શોધો.

ઉકેલ

વસ્તુની ઊંચાઈ h = + 2.0 cm

કેન્દ્રલંબાઈ f = + 10 cm

વસ્તુઅંતર u = –15 cm

પ્રતિબિંબઅંતર v = ?

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ h' = ?

હવે, $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

અથવા, $\frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{(-15)} + \frac{1}{10} = -\frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-2+3}{30} = \frac{1}{30}$$

$$v = +30 \text{ cm}$$

v ની ધન સંજ્ઞા દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ પ્રકાશીય કેન્દ્રની બીજી તરફ 30 cm જેટલા અંતરે રચાશે. પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક અને ઊલટું છે.

મોટવણી $m = \frac{h'}{h} = \frac{v}{u}$ અથવા $h' = h\left(\frac{v}{u}\right)$

પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ $h' = 2\left(\frac{30\text{cm}}{-15\text{cm}}\right) = -4.0$ cm

મોટવણી $m = \frac{v}{u}$

અથવા $\text{m} = \frac{+30\text{cm}}{-15\text{cm}} = -2$

m અને h' નાં ઋણ ચિહ્નો, દર્શાવે છે કે પ્રતિબિંબ વાસ્તવિક અને ઊલટું છે. તે મુખ્ય અક્ષની નીચે તરફ રચાય છે. આમ, 4 cm ઊંચાઈનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ લેન્સની બીજી તરફ 30 cm અંતરે રચાય છે. પ્રતિબિંબ બે ગણું મોટું છે.

10.3.8 લેન્સનો પાવર (Power of a Lens)

તમે શીખી ગયાં છો કે પ્રકાશકિરણોનું અભિસરણ કે અપસરણ કરવાની લેન્સની ક્ષમતાનો આધાર તેની કેન્દ્રલંબાઈ પર છે. દા.ત., ટૂંકી કેન્દ્રલંબાઈનો બહિર્ગોળ લેન્સ, પ્રકાશનાં કિરણોને મોટા કોણે વાંકાં વાળે છે અને તેમને પ્રકાશીય કેન્દ્રની નજીક કેન્દ્રિત કરે છે. આ જ પ્રમાણે ટૂંકી કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ, મોટી કેન્દ્રલંબાઈના લેન્સ કરતાં વધારે અપસરણ કરે છે. પ્રકાશનાં કિરણોના અભિસરણ કે અપસરણનું પ્રમાણ લેન્સના પાવરના પદમાં દર્શાવવામાં આવે છે. લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈના વ્યસ્તને લેન્સના પાવર તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. તેને મૂળાક્ષર P વડે દર્શાવવામાં આવે છે. f કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા લેન્સનો પાવર P,

$$P = \frac{1}{f} \quad (10.11)$$

લેન્સના પાવરનો SI એકમ 'ડાયોપ્ટર' (diopter) છે. તેને મૂળાક્ષર D વડે દર્શાવવામાં આવે છે. જો f ને મીટરમાં દર્શાવવામાં આવે તો પાવરને ડાયોપ્ટરમાં દર્શાવાય છે. આમ, 1 ડાયોપ્ટર એ એવા લેન્સનો પાવર છે કે જેની કેન્દ્રલંબાઈ 1 મીટર હોય. $1\ D = 1m^{-1}$. તમે એ નોંધ્યું હશે કે, *બહિર્ગોળ લેન્સનો પાવર ધન અને અંતર્ગોળ લેન્સનો પાવર ઋણ છે.*

ઑપ્ટિશિયન શુદ્ધિકારક લેન્સને પાવર વડે દર્શાવે છે. ધારો કે સૂચવેલ લેન્સનો પાવર + 2.0 D છે. એનો અર્થ એમ થાય કે સૂચવેલ લેન્સ બહિર્ગોળ લેન્સ છે. આ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ + 0.5 m છે. આ જ પ્રમાણે – 2.5 D ના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ – 0.40 m છે. આ લેન્સ અંતર્ગોળ છે.

વધુ જાણવા જેવું !

ઘણાં પ્રકાશીય ઉપકરણોમાં એક કરતાં વધારે લેન્સ હોય છે. પ્રતિબિંબની મોટવણી તથા તીક્ષ્ણતા વધારવા માટે લેન્સનું સંયોજન કરવામાં આવે છે. સંયોજનમાં રાખેલા લેન્સનો કુલ પાવર દરેક લેન્સના વ્યક્તિગત પાવર P_1, P_2, P_3, ... ના બૈજીક સરવાળા જેટલો હોય છે.

$P = P_1 + P_2 + P_3 + ...$

આંખના ડૉક્ટરો માટે કેન્દ્રલંબાઈની જગ્યાએ લેન્સના પાવરનો ઉપયોગ ઘણો અનુકૂળ રહે છે. આંખની તપાસ કરતી વખતે ડૉક્ટર ટેસ્ટિંગ માટેની ચશ્માંની ફ્રેમમાં જાણીતા પાવરના જુદાં–જુદાં શુદ્ધિકારક લેન્સ સંપર્કમાં મૂકે છે. ડૉક્ટર જરૂરી લેન્સના પાવરની ગણતરી સાદો બૈજીક સરવાળો કરીને કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે + 2.0 D અને + 0.25 Dના બે લેન્સોનું સંયોજન + 2.25 D ના એક જ લેન્સને સમતુલ્ય છે. એક લેન્સ દ્વારા ઉદ્‌ભવતી પ્રતિબિંબની કેટલીક ક્ષતિઓને ઘટાડવા માટે લેન્સના પાવરના સાદા સરવાળાના ગુણધર્મનો ઉપયોગ લેન્સતંત્રની રચનામાં કરી શકાય છે. એક કરતાં વધારે લેન્સ સંપર્કમાં હોય તેવું લેન્સતંત્ર કૅમેરાના લેન્સની ડિઝાઇનમાં તથા માઇક્રોસ્કોપ અને ટેલિસ્કોપના વસ્તુકાચમાં ઉપયોગી છે.

પ્રશ્નો

1. લેન્સના 1 ડાયોપ્ટર પાવરની વ્યાખ્યા આપો.
2. એક બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા એક સોયનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબિંબ લેન્સથી 50 cm દૂર મળે છે. જો પ્રતિબિંબનું પરિમાણ વસ્તુના પરિમાણ જેટલું જ મેળવવું હોય, તો સોયને બહિર્ગોળ લેન્સથી કેટલી દૂર રાખવી જોઈએ ? લેન્સનો પાવર પણ ગણો.
3. 2 m કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતાં અંતર્ગોળ લેન્સનો પાવર શોધો.

તમે શીખ્યાં કે

- પ્રકાશ સીધી લીટીમાં ગતિ કરતો જણાય છે.
- અરીસા અને લેન્સ વસ્તુઓનાં પ્રતિબિંબો રચે છે. વસ્તુનાં સ્થાન પર આધારિત, પ્રતિબિંબો કાં તો વાસ્તવિક અથવા આભાસી હોય છે.
- દરેક પ્રકારની પરાવર્તક સપાટીઓ પરાવર્તનના નિયમોને અનુસરે છે. વક્રીભવનકારક સપાટીઓ વક્રીભવનના નિયમોને અનુસરે છે.
- ગોળીય અરીસા અને લેન્સ માટે નવી કાર્તેઝિય સંજ્ઞાપદ્ધતિને અનુસરવામાં આવે છે.

- અરીસાનું સૂત્ર $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ ગોળીય અરીસા માટે વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબ અંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.
- ગોળીય અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ તેની વક્રતાત્રિજ્યા કરતાં અડધી હોય છે.
- ગોળીય અરીસા વડે મળતા પ્રતિબિંબની મોટવણી પ્રતિબિંબ ઊંચાઈ અને વસ્તુ-ઊંચાઈના ગુણોત્તર જેટલી હોય છે.
- પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે લંબથી દૂર તરફ વાંકું વળે છે. પ્રકાશનું ત્રાંસું કિરણ પાતળા માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે લંબ તરફ વાંકું વળે છે.
- પ્રકાશ શૂન્યાવકાશમાં 3×10^8 ms^{-1} જેટલી પ્રચંડ ઝડપથી ગતિ કરે છે. જુદાં-જુદાં માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ જુદો-જુદો હોય છે.
- પારદર્શક માધ્યમનો વક્રીભવનાંક, શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ અને તે પારદર્શક માધ્યમમાં પ્રકાશની ઝડપના ગુણોત્તર જેટલો હોય છે.
- કાચના લંબઘન ચોસલાના કિસ્સામાં, હવા-કાચ આંતરપૃષ્ઠ અને કાચ-હવા આંતરપૃષ્ઠ એમ બંને સપાટી પાસે વક્રીભવન થાય છે. નિર્ગમન કિરણ આપાતકિરણને સમાંતર દિશામાં હોય છે.
- લેન્સ સૂત્ર $\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ ગોળીય લેન્સ માટે વસ્તુઅંતર (u), પ્રતિબિંબ અંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવે છે.
- લેન્સનો પાવર તેની કેન્દ્રલંબાઈના વ્યસ્ત જેટલો હોય છે. લેન્સના પાવરનો SI એકમ ડાયોપ્ટર છે.

સ્વાધ્યાય

Y1I5B7

1. નીચેનાં દ્રવ્યો પૈકી લેન્સ બનાવવા માટે કયા દ્રવ્યનો ઉપયોગ થઈ શકે નહિ ?

(a) પાણી (b) કાચ (c) પ્લાસ્ટિક (d) માટી (clay)

2. એક અંતર્ગોળ અરીસા વડે મળતું પ્રતિબિંબ આભાસી, ચત્તું અને વસ્તુ કરતાં મોટું દેખાય છે. વસ્તુનું સ્થાન ક્યાં હશે ?

(a) મુખ્ય કેન્દ્ર અને વક્રતાકેન્દ્રની વચ્ચે (b) વક્રતાકેન્દ્ર પર

(c) વક્રતાકેન્દ્રની પાછળ (d) અરીસાના ધ્રુવ અને મુખ્ય કેન્દ્રની વચ્ચે

3. બહિર્ગોળ લેન્સની સામે વસ્તુને ક્યાં રાખતાં તેનું સાચું અને વસ્તુના પરિમાણ જેટલું જ પ્રતિબિંબ મળે ?

(a) લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર પર (b) કેન્દ્રલંબાઈ કરતાં બમણાં અંતરે

(c) અનંત અંતરે (d) લેન્સના પ્રકાશીય કેન્દ્ર અને મુખ્ય કેન્દ્રની વચ્ચે

4. એક ગોળીય અરીસા અને એક પાતળા ગોળીય લેન્સ દરેકની કેન્દ્રલંબાઈ – 15 cm છે. અરીસો અને લેન્સ

(a) બંને અંતર્ગોળ (b) બંને બહિર્ગોળ

(c) અરીસો અંતર્ગોળ અને લેન્સ બહિર્ગોળ (d) અરીસો બહિર્ગોળ અને લેન્સ અંતર્ગોળ ...... હશે.

5. અરીસાની સામે તમે ગમે ત્યાં ઊભા રહો છતાં તમારું પ્રતિબિંબ ચત્તું મળે છે, તો આ અરીસો
(a) માત્ર સમતલ (b) માત્ર અંતર્ગોળ (c) માત્ર બહિર્ગોળ (d) સમતલ અથવા બહિર્ગોળ ...... હશે.

6. શબ્દકોશમાં જોવા મળતાં નાના અક્ષરોને વાંચવા માટે તમે નીચેના પૈકી કયો લેન્સ પસંદ કરશો ?
(a) 50 cm કેન્દ્રલંબાઈનો બહિર્ગોળ લેન્સ (b) 50 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ
(c) 5 cm કેન્દ્રલંબાઈનો બહિર્ગોળ લેન્સ (d) 5 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ

7. આપણે 15 cm કેન્દ્રલંબાઈના અંતર્ગોળ અરીસાનો ઉપયોગ કરી એક વસ્તુનું ચત્તું પ્રતિબિંબ મેળવવા માંગીએ છીએ. અરીસાથી વસ્તુઅંતરનો વિસ્તાર (Range) કેટલો હોવો જોઈએ ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર કેવો હશે ? પ્રતિબિંબ વસ્તુ કરતાં મોટું હશે કે નાનું ? આ કિસ્સામાં પ્રતિબિંબ-નિર્માણ દર્શાવતી કિરણાકૃતિ દોરો.

8. નીચેની પરિસ્થિતિઓમાં કયા અરીસા વપરાય છે તે જણાવો :
(a) કારની હેડલાઇટ
(b) વાહનની પાછળનું દૃશ્ય જોવા માટેનો અરીસો
(c) સોલાર ભઠ્ઠી
તમારો જવાબ કારણ સહિત જણાવો.

9. બહિર્ગોળ લેન્સના અડધા ભાગને કાળા પેપર વડે ઢાંકી દેવામાં આવ્યો છે. શું આ લેન્સ વસ્તુનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ આપશે ? તમારું પરિણામ પ્રાયોગિક રીતે પણ ચકાસો. તમારું અવલોકન સમજાવો.

10. 5 cm લંબાઈની એક વસ્તુને 10 cm કેન્દ્રલંબાઈના અભિસારી લેન્સથી 25 cm દૂર રાખી છે. કિરણાકૃતિ દોરો અને પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર જણાવો.

11. 15 cm કેન્દ્રલંબાઈનો અંતર્ગોળ લેન્સ 10 cm દૂર પ્રતિબિંબ રચે છે. વસ્તુને લેન્સથી કેટલી દૂર રાખી હશે ? કિરણાકૃતિ દોરો.

12. 15 cm કેન્દ્રલંબાઈના બહિર્ગોળ અરીસાથી 10 cm દૂર વસ્તુને મૂકી છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન અને પ્રકાર જણાવો.

13. સમતલ અરીસાથી મળતી મોટવણી +1 છે. આનો શું અર્થ થાય ?

14. 30 cm વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવતાં બહિર્ગોળ અરીસાની સામે 20 cm દૂર 5 cm લંબાઈની એક વસ્તુ મૂકેલી છે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પ્રકાર અને પરિમાણ શોધો.

15. 18 cm કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતાં અંતર્ગોળ અરીસાની સામે 27 cm દૂર 7 cm લંબાઈની એક વસ્તુને મૂકી છે. પડદાને અરીસાથી કેટલા અંતરે રાખતાં તેના પર તીક્ષ્ણ પ્રતિબિંબ કેન્દ્રિત થશે ? પ્રતિબિંબનો પ્રકાર અને પરિમાણ શોધો.

16. – 2.0 D પાવર ધરાવતાં લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. આ લેન્સ કયા પ્રકારનો હશે ?

17. એક ડૉક્ટર + 1.5 D પાવર ધરાવતાં શુદ્ધીકારક લેન્સની સૂચના આપે છે. લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. સૂચિત કરેલો લેન્સ અભિસારી છે કે અપસારી ?

પ્રકરણ 11

માનવ-આંખ અને રંગબેરંગી દુનિયા (The Human Eye and The Colourful World)

F5E3P2

તમે અગાઉના પ્રકરણમાં લેન્સ વડે થતા પ્રકાશના વક્રીભવનનો અભ્યાસ કર્યો. તમે લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબોનાં સ્થાન, પ્રકાર અને સાપેક્ષ પરિમાણ વિશે પણ શીખ્યા. આ માહિતી માનવ-આંખનો અભ્યાસ કરવામાં આપણને કેવી રીતે મદદરૂપ થશે ? માનવ-આંખ પ્રકાશનો ઉપયોગ કરે છે અને આપણી આસપાસની વસ્તુઓને જોવા માટે આપણને સમર્થ બનાવે છે. તેની રચનામાં એક લેન્સ હોય છે. માનવ–આંખમાં લેન્સનું શું કાર્ય છે ? ચશ્માંમાં વપરાતા લેન્સ દૃષ્ટિની ખામીઓને કેવી રીતે સુધારે છે ? આ પ્રકરણમાં આપણે આ પ્રશ્નો પર વિચાર કરીશું.

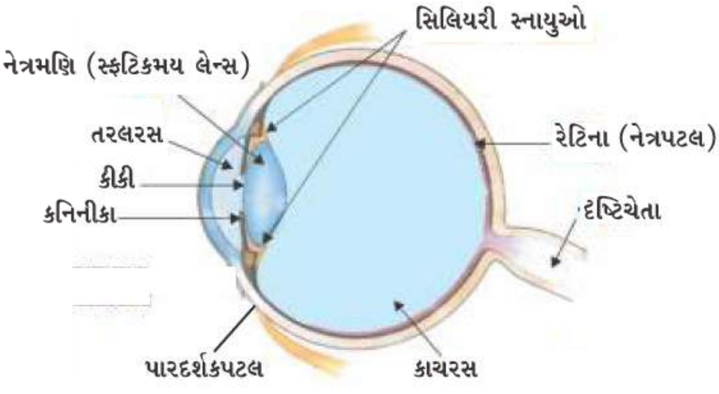
અગાઉના પ્રકરણમાં આપણે પ્રકાશ અને તેના કેટલાક ગુણધર્મો વિશે અભ્યાસ કર્યો હતો. આ પ્રકરણમાં આપણે આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ કેટલીક કુદરતી પ્રકાશીય ઘટનાઓના અભ્યાસમાં કરીશું. આ ઉપરાંત આપણે મેઘધનુષ્યનું રચાવું, શ્વેત પ્રકાશનું વિભાજન અને આકાશના ભૂરા રંગ વિશે પણ ચર્ચા કરીશું.

11.1 માનવ-આંખ (The Human Eye)

P5I6E9

માનવ–આંખ એક અત્યંત મૂલ્યવાન અને સંવેદનશીલ જ્ઞાનેન્દ્રિય છે. તે આપણને આપણી આસપાસની અદ્ભુત દુનિયા અને વિવિધ રંગો જોવા માટે મદદરૂપ થાય છે. આંખો બંધ કરીને આપણે વસ્તુઓને તેમના ગંધ, સ્વાદ, તેનાથી ઉત્પન્ન થતા અવાજ કે સ્પર્શ દ્વારા કેટલાક અંશે ઓળખી શકીએ છીએ. તેમ છતાં બંધ આંખે રંગોની ઓળખ કરવી અશક્ય છે. આમ, બધી જ જ્ઞાનેન્દ્રિયો પૈકી માનવ-આંખ ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે, કારણ કે તેનાથી જ આપણે આપણી આસપાસની સુંદર રંગબેરંગી દુનિયા જોઈ શકીએ છીએ.

માનવ-આંખ એક કૅમેરા જેવી છે. તેનું લેન્સ-તંત્ર રેટિના (નેત્રપટલ) તરીકે ઓળખાતા પ્રકાશ સંવેદી પડદા પર પ્રતિબિંબ રચે છે. પ્રકાશ, કોર્નિયા (Cornea) તરીકે ઓળખાતા એક પાતળા પડદા જેવા પારદર્શક પટલમાંથી પ્રવેશે છે. તેનાથી આકૃતિ 11.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આંખના ડોળાનો આગળનો પારદર્શક ભાગ ઊપસી આવે છે. આંખનો ડોળો (eyeball) લગભગ ગોળાકાર છે. તેનો વ્યાસ આશરે 2.3 cm છે. આંખમાં દાખલ થતા પ્રકાશનાં કિરણોનું મોટા ભાગનું વક્રીભવન પારદર્શકપટલની બહારની સપાટી પર થાય છે. સ્ફટિકમય લેન્સ (નેત્રમણિ) વિવિધ અંતરે રહેલી વસ્તુઓના પ્રતિબિંબને નેત્રપટલ પર કેન્દ્રિત કરવા માટે કેન્દ્રલંબાઈમાં માત્ર સૂક્ષ્મ ફેરફાર જ કરે છે. પારદર્શકપટલના પાછળના ભાગે કનીનિકા (આઈરિસ - Iris) નામની રચના જોવા મળે છે. કનિનીકા ઘેરો સ્નાયુમય પડદો છે જે કીકી (Pupil)નું કદ નાનું-મોટું કરે



આકૃતિ 11.1
માનવ-આંખ

છે. કીકી આંખમાં પ્રવેશતા પ્રકાશની માત્રા (જથ્થા)નું નિયંત્રણ કરે છે. આંખનો લેન્સ નેત્રપટલ પર વસ્તુનું વાસ્તવિક અને ઊલટું પ્રતિબંબ રચે છે. નેત્રપટલ એ અત્યંત નાજુક પડદો છે જે વિપુલ માત્રામાં પ્રકાશસંવેદી કોષો ધરાવે છે. રોશની (પ્રકાશની હાજરી)થી આ પ્રકાશસંવેદી કોષો સક્રિય બને છે અને વિદ્યુત–સંદેશા ઉત્પન્ન કરે છે. આ વિદ્યુત–સંદેશા પ્રકાશીય ચેતા મારફતે મગજને પહોંચાડાય છે. મગજ આ સંદેશાઓનું અર્થઘટન કરે છે અને છેવટે આપણે વસ્તુને જેવી છે તેવી જોઈ શકીએ છીએ.

શું તમે જાણો છો ?

આંખના કોઈ પણ ભાગમાં ઈજા થવાથી કે યોગ્ય કાર્ય ન કરી શકવાથી જોવાની ક્ષમતામાં અસરકારક ઘટાડો થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, પ્રકાશના વહન સાથે સંકળાયેલ કોઈ પણ ભાગો જેવા કે પારદર્શકપટલ, કીકી, નેત્રમણિ (લેન્સ), જલીય દ્રવ્ય અને કાચરસ અથવા પ્રકાશનું વિદ્યુત–સંકેતોમાં રૂપાંતર કરતા નેત્રપટલ અથવા આ સંકેતોને મગજ તરફ મોકલતી દૃષ્ટિચેતાને નુકસાન થાય તો દૃષ્ટિમાં ખોડ આવે છે. તમે અનુભવ્યું હશે કે જ્યારે તમે વધુ પ્રકાશમાંથી ઝાંખા પ્રકાશવાળા ઓરડામાં પ્રવેશો છો ત્યારે શરૂઆતમાં થોડો સમય ઓરડામાંની વસ્તુઓ સ્પષ્ટપણે જોઈ શકતા નથી. તેમ છતાં, થોડા સમય પછી તમે ઓછા પ્રકાશિત ઓરડામાંની વસ્તુઓને જોઈ શકો છો. આંખની કીકી એક પરિવર્તનશીલ છીદ્ર તરીકે વર્તે છે. જેનું કદ કનીનિકા [આઈરિસ (Iris)]ની મદદથી બદલી શકાય છે. જ્યારે પ્રકાશ ખૂબ તેજસ્વી હોય છે ત્યારે કનીનિકા કીકીને સંકોચે છે અને કીકી આંખમાં ઓછો પ્રકાશ પ્રવેશવા દે છે પરંતુ ઝાંખા પ્રકાશમાં કનીનિકા વડે કીકી વિસ્તરણ પામે છે જેથી આંખમાં વધારે પ્રકાશ પ્રવેશે છે. આમ, કનીનિકા વિશ્રાન્ત થઈને કીકીને સંપૂર્ણપણે ખોલે છે.

11.1.1 સમાવેશન–ક્ષમતા (Power of Accommodation)

આંખનો લેન્સ (નેત્રમણિ) રેસામય જેલી જેવા પદાર્થનો બનેલો છે. તેની વક્રતામાં સિલિયરી સ્નાયુઓ વડે થોડી માત્રામાં ફેરફાર કરી શકાય છે. લેન્સની વક્રતામાં ફેરફાર થવાથી લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ બદલાય છે. જ્યારે સ્નાયુઓ શિથિલ થાય છે ત્યારે લેન્સ પાતળો બને છે. આમ, તેની કેન્દ્રલંબાઈ વધે છે. આનાથી આપણે દૂરની વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકીએ છીએ. જ્યારે તમે આંખની નજીક રહેલી વસ્તુઓને જુઓ છો ત્યારે સિલિયરી સ્નાયુઓ સંકોચાય છે. આનાથી નેત્રમણિની વક્રતામાં વધારો થાય છે. તેથી નેત્રમણિ જાડો થાય છે. પરિણામે નેત્રમણિની કેન્દ્રલંબાઈ ઘટે છે. આનાથી આપણે નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકીએ છીએ.

આંખના લેન્સની પોતાની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરવાની આ ક્ષમતાને સમાવેશ ક્ષમતા કહે છે. તેમ છતાં આ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ અમુક લઘુતમ સીમાથી ઘટી શકતી નથી. છાપેલા પાનાને તમારી આંખની ખૂબ નજીક લઈ જઈને વાંચવાનો પ્રયત્ન કરો. તમને પ્રતિબિંબ ઝાંખું દેખાશે અથવા આંખ તાણ અનુભવશે. કોઈ વસ્તુને સ્પષ્ટ અને આરામપૂર્વક જોવા માટે તમારે તેને આંખથી આશરે 25 cm દૂર રાખવી પડે. જે લઘુતમ અંતરે આંખના લેન્સ વડે તણાવ વગર વસ્તુને સૌથી સ્પષ્ટપણે જોઈ શકાય, તે અંતરને દૃષ્ટિનું લઘુતમ અંતર કહે છે. તેને આંખનું નજીક બિંદુ પણ કહે છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી પુખ્ત વ્યક્તિ માટે આ અંતરનું મૂલ્ય 25 cm જેટલું હોય છે. દૂરના જે અંતર સુધી આંખ વસ્તુને સ્પષ્ટ રીતે જોઈ શકે, તે અંતરને આંખનું દૂરબિંદુ કહે છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ અનંત અંતરે હોય છે. આમ, સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી વ્યક્તિ 25 cm થી અનંત અંતર સુધીની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ રીતે જોઈ શકે છે.

કેટલીક વાર, મોટી ઉંમરની વ્યક્તિની આંખનો સ્ફટિકમય લેન્સ દૂધિયો અને વાદળછાયો બની જાય છે. આ પ્રકારની પરિસ્થિતિને મોતિયો (Cataract - કૅટરૅક્ટ) કહે છે. તેનાથી તેઓ અંશતઃ અથવા સંપૂર્ણ દૃષ્ટિ ગુમાવે છે. મોતિયાની સર્જરી દ્વારા જોવાની શક્તિ પુનઃસ્થાપિત કરી શકાય છે.

શું તમે જાણો છો ?

આપણને જોવા માટે એક નહિ પણ બે આંખો કેમ છે ?

એક આંખને બદલે બે આંખ હોવાના કેટલાક ફાયદા છે. તેનાથી વિશાળ દૃષ્ટિ-ફલક મળે છે. માણસ એક આંખ વડે 150° ક્ષિતિજ વિસ્તાર જોઈ શકે છે જ્યારે બંને આંખો વડે આ વિસ્તાર લગભગ 180° થઈ જાય છે. અલબત્ત, કોઈ મંદ પ્રકાશિત વસ્તુની સ્પષ્ટ હાજરી એક કરતાં બે સંવેદકો (આંખો) વડે સ્પષ્ટ જોઈ શકાય છે.

કેટલાંક પ્રાણીઓ, મુખ્યત્વે સહેલાઈથી શિકાર કરતાં પ્રાણીઓમાં તેમના મસ્તકની બે વિરોધી બાજુએ બે આંખો ગોઠવાયેલી હોય છે. જેનાથી તેમને વિશાળ દૃષ્ટિ-ફલક મળે છે, પરંતુ આપણી બે આંખો આપણા માથામાં આગળની બાજુએ ગોઠવાયેલી છે, જેનાથી આપણી આંખોનો દૃષ્ટિ-ફલક ઘટે છે, પરંતુ ત્રિપરિમાણીય દૃષ્ટિ–ક્ષમતાનો લાભ મળે છે. એક આંખને બંધ કરીને બીજી આંખથી જુઓ તમને દુનિયા સપાટ દ્વિ-પરિમાણીય લાગશે. બંને આંખો ખુલ્લી રાખીને જુઓ તમને દુનિયાની વસ્તુઓનું ઊંડાણ પણ જાણવા મળશે. કારણ કે આપણી આંખોની વચ્ચે થોડા સેન્ટિમીટરનું અંતર હોવાથી દરેક આંખ એકબીજાથી સહેજ અલગ દૃશ્ય જુએ છે. આપણું મગજ આ વધારાની જાણકારીનો ઉપયોગ કરીને બે દૃશ્યોને એક દૃશ્યમાં સંયોજિત કરે છે અને વસ્તુ કેટલી દૂર કે નજીક છે તે જણાવે છે.

11.2 દૃષ્ટિની ખામીઓ અને તેનું નિવારણ (Defects of Vision and Their Correction)

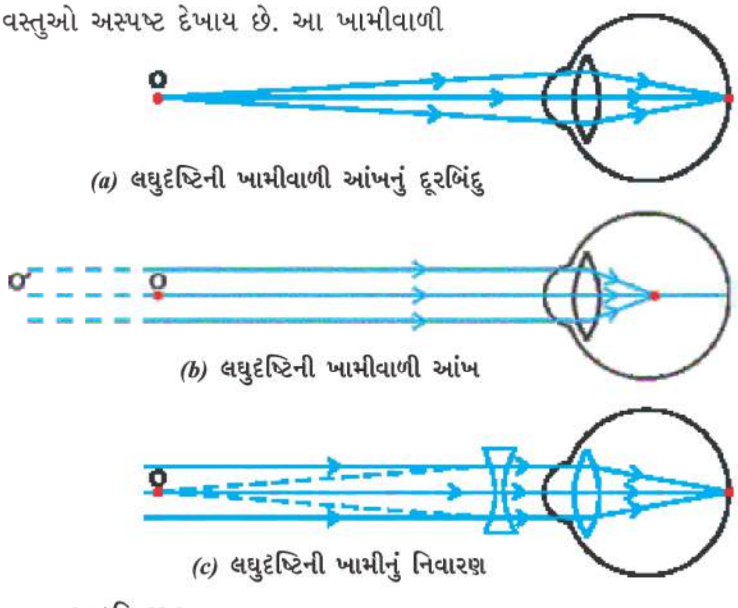
A7S6T3

કેટલીક વાર આંખો ધીમે-ધીમે પોતાની સમાવેશ ક્ષમતા ગુમાવતી જાય છે. આવી પરિસ્થિતિમાં વ્યક્તિ વસ્તુઓને આરામથી અને સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી. આંખોમાં વક્રીકારક ખામીઓ (Refractive Defects)ને કારણે દૃષ્ટિમાં ઝાંખપ આવે છે.

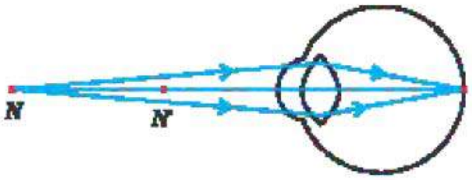
દૃષ્ટિની વક્રીકારક ખામીઓના મુખ્યત્વે ત્રણ પ્રકાર છે : (i) લઘુદૃષ્ટિની ખામી અથવા માયોપીઆ (near-sightedness or myopia) (ii) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી અથવા હાઈપરમેટ્રોપીઆ (Far-sightedness or hypermetropia) (iii) પ્રેસ બાયોપીઆ (Presbyopia). આ ખામીઓને યોગ્ય ગોળીય લેન્સ વાપરીને સુધારી શકાય છે. આપણે આ ખામીઓ અને તેના નિવારણ વિશે હવે ચર્ચા કરીશું.

(a) માયોપીયા (Myopia)

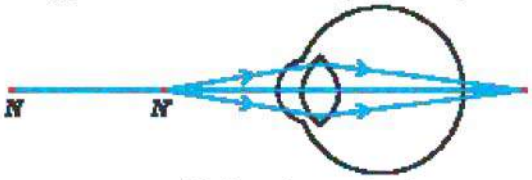
માયોપીઆને લઘુદૃષ્ટિની ખામી પણ કહેવાય છે. માયોપીઆ ધરાવતી કોઈ વ્યક્તિ નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટપણે જોઈ શકે છે, પરંતુ દૂરની વસ્તુઓ અસ્પષ્ટ દેખાય છે. આ ખામીવાળી વ્યક્તિની આંખનું દૂરબિંદુ અનંત અંતરેથી ખસીને આંખની નજીક આવે છે. આવી વ્યક્તિ થોડા મીટર દૂર રાખેલી વસ્તુઓને જ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે. લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખમાં દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલ પર રચાતું નથી, પરંતુ નેત્રપટલની આગળ રચાય છે [આકૃતિ 11.2 (b)]. આ ખામી ઉદ્‌ભવવાનાં કારણો આ છે : (i) આંખના લેન્સની વક્રતા વધારે હોવી અથવા (ii) આંખનો ડોળો લાંબો થવો. આ ખામીનું નિવારણ યોગ્ય પાવર ધરાવતા અંતર્ગોળ લેન્સ વાપરવાથી થઈ શકે છે. જે આકૃતિ 11.2 (c)માં દર્શાવ્યું છે. યોગ્ય પાવરનો અંતર્ગોળ લેન્સ પ્રતિબિંબને નેત્રપટલ પર લાવી દે છે અને આમ આ ખામીનું નિવારણ થઈ જાય છે.


(a) લઘુદૃષ્ટિની ખામીવાળી આંખનું દૂરબિંદુ
(b) લઘુદૃષ્ટિની ખામીવાળી આંખ
(c) લઘુદૃષ્ટિની ખામીનું નિવારણ

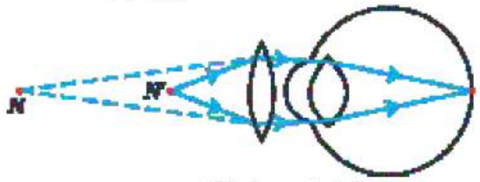
આકૃતિ 11.2
(a), (b) લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ અને (c) અંતર્ગોળ લેન્સથી લઘુદૃષ્ટિની ખામીનું નિવારણ



(a) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખનું નજીક બિંદુ



(b) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ



(c) ગુરુદૃષ્ટિની ખામીનું નિવારણ

આકૃતિ 11.3

(a), (b) ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી આંખ અને
(c) હાઈપરમેટ્રોપીઆનું નિવારણ
N = હાઈપરમેટ્રોપીક આંખનું નજીકબિંદુ
N' = સામાન્ય આંખનું નજીકબિંદુ

(b) હાઈપરમેટ્રોપીઆ (Hypermetropia)

હાઈપરમેટ્રોપીઆને ગુરુદૃષ્ટિની (દૂર દૃષ્ટિની) ખામી તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. ગુરુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી વ્યક્તિ દૂરની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે, પરંતુ નજીકની વસ્તુઓ તેને અસ્પષ્ટ દેખાય છે. આવી વ્યક્તિમાં આંખનું નજીક બિંદુ સ્પષ્ટ દૃષ્ટિઅંતર (25 cm)થી દૂર ખસી જાય છે. આવી વ્યક્તિએ આરામથી વાચન કરવા માટે વાચન–સામગ્રી (પુસ્તક વગેરે)ને આંખથી 25 cm થી વધારે દૂર રાખવી પડે છે. આનું કારણ એ છે કે નજીકની વસ્તુમાંથી આવતા પ્રકાશનાં કિરણો આકૃતિ 11.3 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે રેટિનાની પાછળના ભાગે કેન્દ્રિત થાય છે . આ ખામી ઉદ્ભવવાનાં કારણો આ છે : (i) આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ઘણી વધારે હોવી અથવા (ii) આંખનો ડોળો ખૂબ નાનો થવો. આ ખામીનું નિવારણ યોગ્ય પાવરના બહિર્ગોળ લેન્સથી થઈ શકે છે. જે આકૃતિ 11.3 (c)માં દર્શાવ્યું છે. અભિસારી લેન્સ ધરાવતા ચશ્માંના ઉપયોગથી નેત્રપટલ પર પ્રતિબિંબ રચવા માટે જરૂરી વધારાનો ફોક્સિંગ (કેન્દ્રિત કરવાનો) પાવર મળી રહે છે.

(c) પ્રેસબાયોપીઆ (Presbyopia)

ઉંમર વધવાની સાથે આંખની સમાવેશ ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે. મોટા ભાગની વ્યક્તિઓમાં આંખનું નજીકબિંદુ દૂર ધકેલાય છે. ચશ્માં વિના તેમને નજીકની વસ્તુઓ આરામથી અને સ્પષ્ટ રીતે જોવામાં તકલીફ પડે છે. આ ખામીને પ્રેસબાયોપીઆ કહે છે. આ ખામી આંખના સિલિયરી સ્નાયુઓ નબળા પડવાથી અને આંખના નેત્રમણિ (લેન્સ)ની સ્થિતિસ્થાપકતા ઓછી થવાથી ઉદ્ભવે છે. કેટલીક વાર, વ્યક્તિ લઘુદૃષ્ટિની ખામી અને ગુરુદૃષ્ટિની ખામી એમ બંને ખામીથી પીડાય છે. આવી વ્યક્તિને દ્વિકેન્દ્રી લેન્સ (બાયફોકલ લેન્સ)ની જરૂર પડે છે. સામાન્ય પ્રકારના બાયફોકલ લેન્સમાં અંતર્ગોળ લેન્સ અને બહિર્ગોળ લેન્સ એમ બંને લેન્સ હોય છે. ઉપરનો ભાગ અંતર્ગોળ લેન્સ ધરાવે છે. તે દૂરની વસ્તુઓ જોવામાં મદદરૂપ થાય છે. નીચેનો ભાગ બહિર્ગોળ લેન્સ ધરાવે છે. તે નજીકની વસ્તુઓ જોવામાં મદદરૂપ થાય છે.

આજકાલ સંપર્કલેન્સ (કોન્ટેક લેન્સ)થી અથવા શસ્ત્રક્રિયાથી વક્રીકારક ખામીઓ (દૃષ્ટિની ખામીઓ) નિવારી શકાય છે.

પ્રશ્નો

1. આંખની સમાવેશ ક્ષમતા એટલે શું ?
2. લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી એક વ્યક્તિ 1.2 m થી વધારે દૂર વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી. આ ખામીનું નિવારણ કરવા કયા પ્રકારનો શુદ્ધિકારક લેન્સ (Corrective Lens) વાપરવો જોઈએ ?
3. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ અને નજીકબિંદુ એટલે શું ?
4. છેલ્લી પાટલી પર બેઠેલા વિદ્યાર્થીને બ્લૅકબૉર્ડ પરનું લખાણ વાંચવામાં તકલીફ પડે છે. આ બાળક કઈ ખામીથી પીડાતું હશે ? તેનું નિવારણ કેવી રીતે થઈ શકે ?

આના વિશે વિચારો (Think it Over)

અદ્‌ભુત વસ્તુઓની વાત કરો છો જે જુઓ છો આપ
ચમકે છે તેજસ્વી સૂર્ય એમ કહો છો આપ
અનુભવું છું તેની ઉષ્મા હું પણ,
તે કેવી રીતે બનાવે દિવસ અને રાત

-સી. સિબ્બર

(સી. સિબ્બેર દ્વારા અંગ્રેજીમાં રચિત કવિતા The Blind Boyની કેટલીક પંક્તિઓના ભાવાનુવાદ)

શું આપ જાણો છો કે આપણી આંખો આપણા મૃત્યુ પછી જીવંત રહે છે ? આપણા મૃત્યુ પછી આપણે નેત્રદાન કરીને કોઈ નેત્રહીન વ્યક્તિના જીવનને ઉજાળી શકીએ છીએ.

વિકાસશીલ દેશોમાં લગભગ 35 મિલિયન વ્યક્તિઓ દૃષ્ટિહીન છે અને એમાંથી મોટા ભાગના વ્યક્તિઓની દૃષ્ટિનો ઉપચાર થઈ શકે છે. કોર્નિઅલ અંધત્વ (Corneal Blindness)થી પીડાતી 4.5 મિલિયન વ્યક્તિઓને નેત્રદાનથી મળેલા કોર્નિયા પ્રત્યારોપણથી સાજા કરી શકાય છે. આ 4.5 મિલિયન વ્યક્તિઓ પૈકી 60 %, 12 વર્ષથી નાની ઉંમરનાં બાળકો છે. તેથી, જો આપણને દૃષ્ટિનું વરદાન મળ્યું છે તો શા માટે આપણે કોઈ દૃષ્ટિહીનને દૃષ્ટિ ન આપીએ ? નેત્રદાન કરતી વખતે આપણે કઈ–કઈ બાબતોનું ધ્યાન રાખવું જોઈએ ?

- નેત્રદાન કરનાર વ્યક્તિ કોઈ પણ ઉંમરનો અથવા જાતિનો હોઈ શકે છે. ચશ્માં પહેરતા અને મોતિયાનું ઑપરેશન કરેલ વ્યક્તિઓ પણ નેત્રદાન કરી શકે છે. ડાયાબિટીસ ધરાવતી વ્યક્તિઓ, ઊંચું રક્તદબાણ (હાઈ બ્લડપ્રેશર) ધરાવતી વ્યક્તિ, દમનો રોગી અને જેને સંક્રમણ (ચેપી) રોગ થયો નથી તેવી વ્યક્તિ પણ નેત્રદાન કરી શકે છે.
- મૃત્યુ પછી 4થી 6 કલાકની અંદર આંખો કાઢી લેવી જોઈએ. નજીકની નેત્રબૅન્ક (eye bank)ને તાત્કાલિક જાણ કરવી જોઈએ.
- નેત્રબૅન્કની ટીમ મૃતક વ્યક્તિના ઘરે અથવા હૉસ્પિટલમાં આંખો કાઢી લેશે.
- આંખો કાઢવાની પ્રક્રિયામાં માત્ર 10થી 15 મિનિટ જ થાય છે. આ એક સરળ પ્રક્રિયા છે અને તેનાથી કોઈ દેખાવ-વિરૂપ થતો નથી.
- એવી વ્યક્તિ કે જે એઇડ્સ (AIDS), હિપેટાઇટિસ-બી અથવા સી (Hepatitis B or C), હડકવા (Rabies), તીવ્ર પાંડુરોગ (Acute Leukaemia), ધનુર (Tetanus), કૉલેરા, મેનિન્જાઇટિસ (મગજ અને કરોડરજ્જુની ફરતે સ્નાયુઓનો સોજો - Meningitis) અથવા મગજનો સોજો (Encephalitis-એન્સેફ્લાઇટિસ)થી પીડિત છે અથવા તેના લીધે મૃત્યુ પામી છે તે નેત્રદાન કરી શકે નહિ.

નેત્રબૅન્ક દાન કરાયેલી આંખો એકઠી કરે છે, તેનું મૂલ્યાંકન કરે છે અને વિતરણ કરે છે. દાન કરાયેલ બધી જ આંખોનું સખત તબીબી ધારાધોરણ વડે મૂલ્યાંકન થાય છે. પ્રત્યારોપણનાં ધોરણોમાં પાસ ન થયેલી આંખોને મહત્ત્વનાં સંશોધનો અને તબીબી શિક્ષણમાં વપરાય છે. નેત્રદાતા અને નેત્રદાન સ્વીકારનાર બંનેની ઓળખ ગુપ્ત રાખવામાં આવે છે.

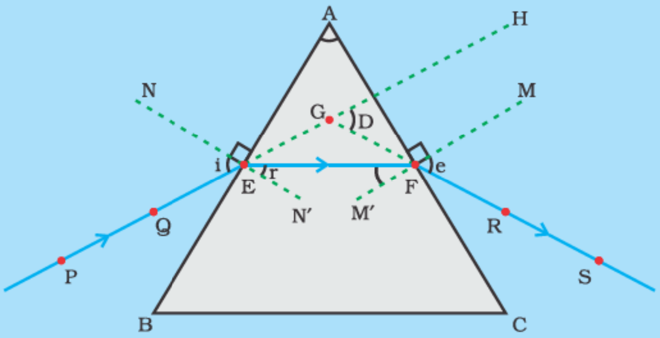
આંખોની એક જોડ, કોર્નિઅલ અંધત્વ ધરાવતી બે વ્યક્તિઓને દૃષ્ટિ પ્રદાન કરી શકે છે.

11.3 પ્રિઝમ વડે પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of Light through a Prism)

કાચના લંબઘનમાંથી પસાર થવાથી પ્રકાશ કેવી રીતે વક્રીભવન પામે છે તે તમે શીખી ગયાં છો. કાચના લંબઘનમાં હોય છે તેવી સમાંતર વક્રીભવનકારક સપાટીઓ માટે નિર્ગમનકિરણ એ આપાતકિરણને સમાંતર હોય છે. તેમ છતાં તેનું સહેજ પાર્શ્વીય સ્થાનાંતર થાય છે. કોઈ પારદર્શક પ્રિઝમમાંથી પ્રકાશ પસાર થાય ત્યારે તે કેવી રીતે વક્રીભવન પામશે ? કાચના એક ત્રિકોણીય પ્રિઝમ વિશે વિચારો. તેને બે ત્રિકોણાકાર પાયા અને ત્રણ લંબચોરસ પાર્શ્વીય બાજુઓ હોય છે. આ સપાટીઓ એકબીજા સાથે ઢળેલી હોય છે. તેની બે પાર્શ્વીય બાજુઓ વચ્ચેના ખૂણાને પ્રિઝમકોણ કહે છે. ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા કાચના ત્રિકોણીય પ્રિઝમમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના વક્રીભવનનો અભ્યાસ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.1

- એક ડ્રૉઇંગબૉર્ડ પર એક સફેદ કાગળને ડ્રૉઇંગપિનની મદદથી લગાવો.
- તેના પર એક કાચનો પ્રિઝ્મ એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી તેની ત્રિકોણાકાર બાજુઓ પાયો બને. પેન્સિલ વડે તેની કિનારીઓ અંકિત કરો.
- પ્રિઝ્મની કોઈ એક વક્રીભવનકારક સપાટી AB સાથે કોઈ ખૂણો બનાવે તેવી રેખા PE દોરો.
- આકૃતિ 11.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ રેખા PE પર બે ટાંકણીઓ P અને Q સ્થાને લગાવો.
- પ્રિઝ્મની બીજી બાજુ AC તરફથી P અને Q ટાંકણીઓનું પ્રતિબિંબ જુઓ.
- R અને S બિંદુઓ પર બે ટાંકણીઓ એવી રીતે લગાવો કે જેથી ટાંકણીઓ R અને S તથા P અને Qના પ્રતિબિંબ એક સીધી રેખામાં દેખાય.
- ટાંકણીઓ અને કાચના પ્રિઝ્મને હટાવી લો.
- રેખા PE પ્રિઝ્મની ધારને E બિંદુએ મળે છે (જુઓ આકૃતિ 11.4.) આ જ પ્રકારે R અને S બિંદુઓને એક રેખાથી જોડો અને લંબાવો. જુઓ કે રેખા PE અને RS એ પ્રિઝ્મની ધારોને અનુક્રમે E અને F બિંદુમાં મળે છે. E અને F બિંદુઓને જોડો.
- પ્રિઝ્મની વક્રીભવનકારક સપાટીઓ AB તથા AC પર અનુક્રમે E તથા F બિંદુએ લંબ દોરો.
- આકૃતિ 11.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આપાતકોણ ($\angle i$), વક્રીભવનકોણ ($\angle r$) તથા નિર્ગમનકોણ ($\angle e$) નામ નિર્દેશિત કરો.



PE	**- આપાતકિરણ (Incident ray)**	$\angle$**i**	**- આપાતકોણ (Angle of incidence)**
EF	**- વક્રીભૂતકિરણ (Refracted ray)**	$\angle$**r**	**- વક્રીભવનકોણ (Angle of refraction)**
FS	**- નિર્ગમનકિરણ (Emergent ray)**	$\angle$**e**	**- નિર્ગમનકોણ (Angle of emergence)**
$\angle$**A**	**- પ્રિઝ્મકોણ (Angle of the prism)**	$\angle$**D**	**- વિચલનકોણ (Angle of deviation)**

આકૃતિ 11.4 કાચના ત્રિકોણીય પ્રિઝ્મ વડે પ્રકાશનું વક્રીભવન

અહીં PE આપાતકિરણ છે. EF વક્રીભૂતકિરણ છે તથા FS નિર્ગમનકિરણ છે. તમે જોઈ શકો છો કે પ્રકાશનું કિરણ પ્રથમ સપાટી AB પર હવામાંથી કાચમાં પ્રવેશે છે. પ્રકાશનું કિરણ વક્રીભવન પામીને લંબ તરફ વળે છે. બીજી બાજુ AC પર પ્રકાશનું કિરણ કાચમાંથી હવામાં પ્રવેશે છે. આથી, તે લંબથી દૂર વળે છે. પ્રિઝ્મની દરેક વક્રીભવનકારક સપાટી પર આપાતકોણ તથા વક્રીભવનકોણની સરખામણી કરો. શું આ કાચના લંબઘનમાં જોવા મળતા વક્રીભવન જેવું જ છે ? પ્રિઝ્મના વિલક્ષણ આકારને કારણે નિર્ગમનકિરણ, આપાતકિરણની દિશા સાથે એક ખૂણો બનાવે છે. આ ખૂણાને વિચલનકોણ કહે છે. આપણા કિસ્સામાં $\angle$ D વિચલનકોણ છે. આપેલ પ્રવૃત્તિમાં વિચલનકોણ દર્શાવો અને તેને માપો.

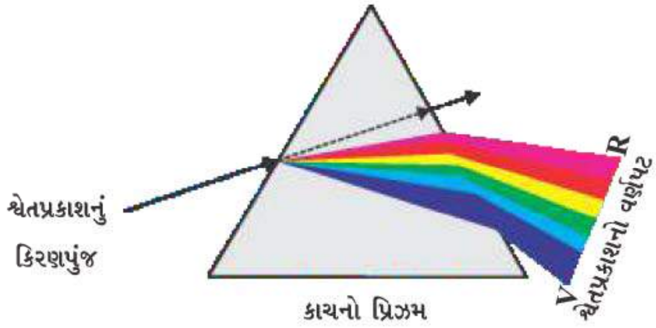
11.4 કાચના પ્રિઝમ વડે શ્વેત પ્રકાશનું વિભાજન

(Dispersion of White Light by a Glass Prism)

તમે મેઘધનુષના ભવ્ય રંગો જોયા હશે અને માણ્યા હશે. સૂર્યના શ્વેત પ્રકાશથી આપણને મેઘધનુષના વિવિધ રંગો કેવી રીતે જોવા મળે છે ? આપણે આ પ્રશ્નને સમજીએ તે પહેલાં આપણે ફરીથી પ્રિઝમ વડે થતા પ્રકાશના વક્રીભવન વિશે વિચારીએ. કાચના પ્રિઝમની ઢળેલી વક્રીભવનકારક સપાટીઓ એક રોચક ઘટના દર્શાવે છે. ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા તેને સમજીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.2

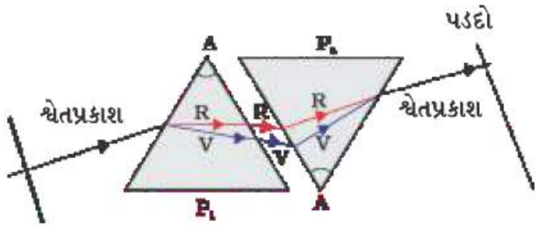
- એક કાગળનું પૂઠું લો અને તેના મધ્યમાં એક નાનું છિદ્ર કે સાંકડી ફાટ બનાવો.
- સાંકડી ફાટ પર સૂર્યપ્રકાશ પડવા દો. તેમાંથી શ્વેતપ્રકાશનું એક પાતળું કિરણપુંજ મળે છે.
- હવે કાચનો એક પ્રિઝમ લો અને આકૃતિ 11.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ફાટમાંથી પ્રકાશને પ્રિઝમની એક બાજુ પર પડવા દો.
- પ્રિઝમને ધીરે-ધીરે એવી રીતે ફેરવો કે જેથી તેમાંથી નીકળતો પ્રકાશ પાસે રાખેલા પડદા પર દેખાય.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? તમે એક સુંદર વર્ણપટ જોશો. આવું શાથી બને છે ?



આકૃતિ 11.5 કાચના પ્રિઝમ વડે શ્વેતપ્રકાશનું વિભાજન

સંભવતઃ પ્રિઝમે આપાત શ્વેતપ્રકાશનું વર્ણપટમાં વિભાજન કર્યું છે. વર્ણપટના બંને છેડે જોવા મળતા રંગોને ધ્યાનથી જુઓ. પડદા પર જોવા મળતા રંગોનો ક્રમ શું છે ? જોવા મળતા રંગો આ ક્રમમાં ગોઠવાયેલા છે : જાંબલી (Violet), નીલો (Indigo), વાદળી (Blue), લીલો (Green), પીળો (Yellow), નારંગી (Orange) અને રાતો (Red) (આકૃતિ 11.5). રંગોનો આ ક્રમ યાદ રાખવા માટે ટૂંકાક્ષરો જાનીવાલીપીનારા (VIBGYOR) ઉપયોગી થશે. પ્રકાશના આ ઘટક રંગોના પટ્ટાને વર્ણપટ (Spectrum) કહે છે. તમે બધા જ રંગોને સહેલાઈથી અલગ જોઈ નહિ શકો તેમ છતાં તમે એકબીજાનો ભેદ પારખી શકશો. પ્રકાશનું તેના ઘટક રંગોમાં વિભાજન થવાની આ ઘટનાને પ્રકાશનું વિભાજન (Dispersion) કહે છે.

તમે જોયું કે શ્વેતપ્રકાશનું પ્રિઝમ વડે તેના સાત ઘટક રંગોમાં વિભાજન થાય છે. આપણને આ રંગો કેમ મળે છે ? પ્રિઝમમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના જુદા-જુદા રંગો, આપાતકિરણની સાપેક્ષે જુદા-જુદા ખૂણે વળે છે. લાલ પ્રકાશ સૌથી ઓછો વળે છે, જ્યારે જાંબલી પ્રકાશ સૌથી વધુ વળે છે. આમ, દરેક રંગનાં કિરણો જુદા-જુદા માર્ગે નીકળે છે અને અલગ-અલગ દેખાય છે. આપણે વર્ણપટમાં જે જોઈએ છીએ તે ભિન્ન રંગોનો પટ્ટો છે.



આકૃતિ 11.6 શ્વેતપ્રકાશના વર્ણપટનું પુનઃસંયોજન

આઇઝેક ન્યૂટને સૂર્યપ્રકાશનો વર્ણપટ મેળવવા માટે સૌપ્રથમ પ્રિઝમનો ઉપયોગ કર્યો હતો. તેમણે બીજો આવો જ એક પ્રિઝમ લઈ શ્વેતપ્રકાશથી મળતા વર્ણપટનું વધારે વિભાજન કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો હતો, પરંતુ તેને વધારાના કોઈ રંગો મળ્યા નહિ. ત્યાર બાદ તેમણે એક આવો જ પ્રિઝમ લઈને પહેલાં કરતાં ઊંધો ગોઠવ્યો (આકૃતિ 11.6). આમ,

આકૃતિ 11.7
આકાશમાં મેઘધનુષ

વર્ણપટના બધા જ રંગો બીજા પ્રિઝમમાંથી પસાર થવા દીધા. તેમણે જોયું કે બીજા પ્રિઝમમાં બીજી બાજુથી શ્વેતપ્રકાશનું કિરણપુંજ નિર્ગમન પામે છે. આ અવલોકન પરથી ન્યૂટનને વિચાર આવ્યો કે સૂર્યપ્રકાશ સાત રંગોનો બનેલો છે.

કોઈ પણ પ્રકાશ કે જે સૂર્યપ્રકાશ જેવો વર્ણપટ બનાવે છે તેને ઘણી વાર શ્વેતપ્રકાશ પણ કહેવાય છે.

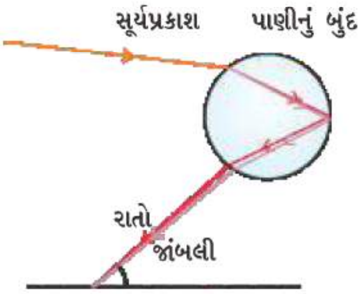
મેઘધનુષ એ વરસાદ પડ્યા પછી આકાશમાં જોવા મળતો પ્રાકૃતિક વર્ણપટ છે (આકૃતિ 11.7) તે વાતાવરણમાં રહેલા પાણીના સૂક્ષ્મ બુંદો વડે સૂર્યપ્રકાશના વિભાજનથી રચાય છે. મેઘધનુષ હંમેશાં આકાશમાં સૂર્યની વિરુદ્ધ દિશામાં રચાય છે. પાણીનાં બુંદો અતિ નાના પ્રિઝમ તરીકે વર્તે છે. આ બુંદો દાખલ થતા પ્રકાશનું પ્રથમ વક્રીભવન અને વિભાજન, ત્યાર બાદ આંતરિક પરાવર્તન અને અંતે બુંદમાંથી બહાર નીકળતા પ્રકાશનું વક્રીભવન કરે છે (આકૃતિ 11.8). પ્રકાશના વિભાજન તથા આંતરિક પરાવર્તનના કારણે વિવિધ રંગો અવલોકનકારની આંખો સુધી પહોંચે છે.

સૂર્ય દેખાતો હોય તેવા દિવસે જો તમે સૂર્ય તરફ પીઠ ફેરવીને ઊભા હો અને પાણીના ધોધ કે પાણીના ફુવારામાંથી આકાશ તરફ જોતા હો તોપણ મેઘધનુષ દેખાઈ શકે છે.

F3Q5Q9

11.5 વાતાવરણીય વક્રીભવન (Atmospheric Refraction)

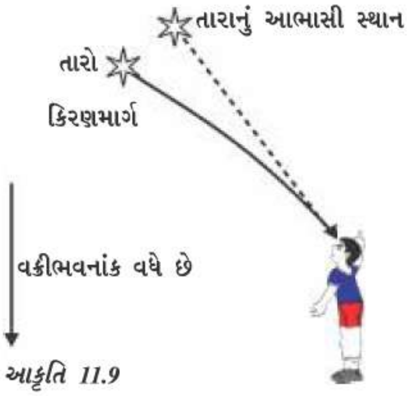
તમે કદાચ કોઈ અગ્નિ (જ્વાળાં) કે ઉષ્ણતા પ્રસારક યંત્ર (રેડિયેટર - Radiator)માંથી નીકળતી પ્રક્ષુબ્ધ (Turbulent) ગરમ હવામાંથી કોઈ પદાર્થની અનિયમિત અસ્થિર ગતિ અથવા ટમટમાટ જોઈ હશે. અગ્નિની તરત જ ઉપર રહેલી હવા, તેની ઉપરની હવા કરતાં વધારે ગરમ હોય છે. ગરમ હવા પોતાની ઉપરની ઠંડી હવા કરતાં પાતળી (ઓછી ઘનતાવાળી) હોય છે તથા તેનો વક્રીભવનાંક ઠંડી હવા કરતાં થોડો ઓછો હોય છે. અહીં, વક્રીભવનકારક માધ્યમ (હવા)ની ભૌતિક પરિસ્થિતિ પણ સ્થિર ન હોવાથી વસ્તુનું દેખીતું સ્થાન, ગરમ હવામાંથી જોવાને કારણે સતત બદલાયા કરે છે. આમ, આ અસ્થિરતા આપણા સ્થાનીય પર્યાવરણમાં નાના પાયે થતા વાતાવરણીય વક્રીભવન (પૃથ્વીના વાતાવરણને કારણે પ્રકાશનું વક્રીભવન)નો જ પ્રભાવ છે. તારાઓનું ટમટમવું એ ખૂબ મોટા પાયે જોવા મળતી આવી જ ઘટના છે. ચાલો, આપણે તેને સમજવાનો પ્રયત્ન કરીએ.



આકૃતિ 11.8
મેઘધનુષનું નિર્માણ

તારાઓનું ટમટમવું (Twinkling of Stars)

તારાઓના પ્રકાશનું વાતાવરણીય વક્રીભવન થવાથી તારાઓ ટમટમતા લાગે છે. તારાઓનો પ્રકાશ પૃથ્વી પર પહોંચે તે પહેલાં પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પ્રવેશતાં સતત વક્રીભવન પામતો આવે છે. વાતાવરણીય વક્રીભવન એવા માધ્યમમાં થાય છે જેમાં વક્રીભવનાંકમાં ક્રમિક ફેરફાર થતો જતો હોય. અહીં, વાતાવરણ તારાઓના પ્રકાશને લંબ તરફ વાળે છે, તેથી તારાનું આભાસી સ્થાન તેના મૂળ સ્થાન કરતાં થોડુંક અલગ દેખાય છે. ક્ષિતિજ પાસે જ્યારે જોવામાં આવે છે (આકૃતિ 11.9) ત્યારે કોઈ તારો તેના વાસ્તવિક સ્થાનથી થોડોક ઉપર દેખાય છે. વળી, આગળના ફકરામાં સમજાવ્યું તેમ પૃથ્વીના વાતાવરણની ભૌતિક પરિસ્થિતિ સ્થાયી ન હોવાથી તારાનું દેખીતું સ્થાન સ્થિર હોતું નથી, પરંતુ થોડુંક બદલાયા કરે છે. તારાઓ પૃથ્વીથી ઘણા દૂર રહેલા હોવાથી તેમને પ્રકાશનાં બિંદુવત્ ઉદ્ગમો ગણી શકાય. તારામાંથી આવતા પ્રકાશનાં કિરણોનો માર્ગ થોડો–થોડો બદલાયા કરે છે. આથી, તારાનું દેખીતું સ્થાન બદલાયા કરે છે અને આપણી આંખમાં પ્રવેશતા તારાના પ્રકાશની માત્રા પણ અનિયમિતપણે બદલાય છે – જેથી તારો કોઈ વાર પ્રકાશિત દેખાય છે, તો કોઈ વાર ઝાંખો દેખાય છે, જે ટમટમવાની અસર છે.

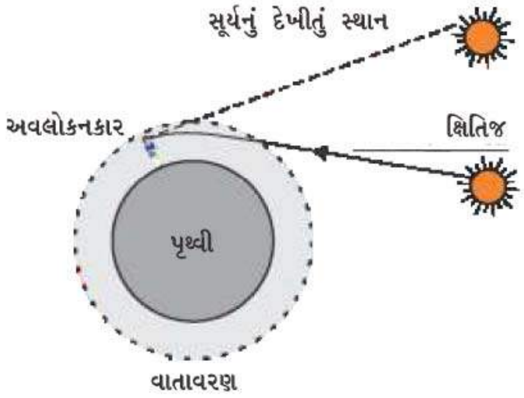


આકૃતિ 11.9
વાતાવરણીય વક્રીભવનને કારણે તારાનું આભાસી સ્થાન

ગ્રહો કેમ ટમટમતાં નથી ? ગ્રહો પૃથ્વીની ઘણા નજીક છે અને તેથી તેમને વિસ્તૃત સ્રોત તરીકે દેખાય છે. જો આપણે ગ્રહને બિંદુવત્ પ્રકાશ ઉદ્ગમોના સમૂહ તરીકે ગણીએ તો, બધા જ બિંદુવત્ પ્રકાશ ઉદ્ગમોથી આપણી આંખોમાં પ્રવેશ કરતા પ્રકાશની માત્રામાં કુલ પરિવર્તનનું સરેરાશ મૂલ્ય શૂન્ય થાય, તેથી જ ટમટમવાની અસર નાબૂદ થાય છે.

વહેલો સૂર્યોદય અને મોડો સૂર્યાસ્ત (Advance Sunrise and Delayed Sunset)

વાતાવરણીય વક્રીભવનને કારણે સૂર્ય આપણને વાસ્તવિક સૂર્યોદયથી લગભગ 2 મિનિટ વહેલો દેખાય છે તથા વાસ્તવિક સૂર્યાસ્તથી લગભગ 2 મિનિટ પછી પણ દેખાય છે. વાસ્તવિક સૂર્યોદય એટલે સૂર્ય ખરેખર ક્ષિતિજને પાર કરે. આકૃતિ 11.10માં સૂર્યનું ક્ષિતિજની સાપેક્ષે વાસ્તવિક અને દેખીતું સ્થાન દર્શાવ્યું છે. વાસ્તવિક સૂર્યાસ્ત તથા દેખીતા સૂર્યાસ્ત વચ્ચેનો સમયગાળો આશરે 2 મિનિટ છે. આ ઘટનાને કારણે જ સૂર્યોદય કે સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યની તકતી ચપટી દેખાય છે.



આકૃતિ 11.10
વાતાવરણીય વક્રીભવનની સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત પર અસર

11.6 પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન (Scattering of Light)

પ્રકાશ તથા આપણી આજુબાજુની વસ્તુઓ વચ્ચેની આંતરક્રિયાને કારણે આપણને કુદરતમાં અનેક વાર અદ્ભુત ઘટનાઓ જોવા મળે છે. આકાશનો ભૂરો રંગ, સમુદ્રમાં ઊંડાઈએ રહેલા પાણીનો રંગ, સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્ય રતાશપડતો દેખાવો – આ એવી અદ્ભુત ઘટનાઓ છે જેનાથી આપણે પરિચિત છીએ. આગળનાં ધોરણોમાં તમે કલિલ કણો દ્વારા પ્રકાશના પ્રકીર્ણન વિશે શીખ્યાં છો. સાચા દ્રાવણમાંથી પસાર થતા પ્રકાશના કિરણપુંજનો માર્ગ આપણે જોઈ શકતા નથી, પરંતુ પ્રમાણમાં મોટા કદના કણો ધરાવતાં કલિલ દ્રાવણોમાંથી પસાર થતા કિરણપુંજનો માર્ગ આપણે જોઈ શકીએ છીએ.

Z6J1X9

11.6.1 ટિન્ડલ અસર (Tyndall Effect)

પૃથ્વીનું વાતાવરણ સૂક્ષ્મ કણોનું વિષમાંગ મિશ્રણ છે. આ કણોમાં ધુમાડો, સૂક્ષ્મ પાણીના બુંદ, ધૂળના નિલંબિત કણો અને હવાના અણુઓનો સમાવેશ થાય છે. જ્યારે કોઈ પ્રકાશનું કિરણપુંજ આવા સૂક્ષ્મ કણોને અથડાય છે ત્યારે તે કિરણનો માર્ગ દૃશ્યમાન બને છે. આ કણો દ્વારા પરાવર્તન પામીને પ્રકાશ આપણા સુધી પહોંચે છે. કલિલ કણો દ્વારા પ્રકાશના પ્રકીર્ણનની ઘટનાથી ટિન્ડલ અસર ઉદ્ભવે છે, જેનો અભ્યાસ તમે ધોરણ IXમાં કર્યો છે. સૂર્યપ્રકાશનું કિરણ એક નાના છિદ્ર દ્વારા ધુમાડો ભરેલા રૂમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે આ ઘટના જોવા મળે છે. આ રીતે, પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કણોને દૃશ્યમાન બનાવે છે. સૂર્યપ્રકાશ ગાઢ જંગલના ઉપરના બાહ્ય આવરણમાંથી પસાર થાય છે. ત્યારે પણ ટિન્ડલ અસર જોવા મળે છે. અહીં, ઝાકળનાં સૂક્ષ્મ જલબુંદો વડે પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન થાય છે.

પ્રકીર્ણન પામતા પ્રકાશનો રંગ પ્રકીર્ણન કરતાં કણોના પરિમાણ (Size-કદ) પર આધાર રાખે છે. અત્યંત બારીક કણો મુખ્યત્વે વાદળી રંગના પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરે છે. જ્યારે મોટા કણો મોટી તરંગલંબાઈવાળા પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરે છે. જો પ્રકીર્ણન કરતા કણોનું કદ ખૂબ મોટું હોય, તો પ્રકીર્ણન પામતો પ્રકાશ સફેદ દેખાય છે.

11.6.2 સ્વચ્છ આકાશનો વાદળી (ભૂરો) રંગ કેમ હોય છે ?

(Why is the Colour of the Clear Sky Blue)

વાતાવરણમાં હવાના અણુઓ અને બીજા બારીક કણો દૃશ્યપ્રકાશની તરંગલંબાઈ કરતાં નાના પરિમાણ ધરાવે છે. આ કણો લાલ રંગની મોટી તરંગલંબાઈના દૃશ્યપ્રકાશ કરતાં ભૂરા રંગ તરફની નાની તરંગલંબાઈના દૃશ્યપ્રકાશના પ્રકીર્ણન માટે વધુ અસરકારક છે. લાલ રંગના પ્રકાશની તરંગલંબાઈ ભૂરા રંગના પ્રકાશની તરંગલંબાઈ કરતાં આશરે 1.8 ગણી હોય છે. જ્યારે સૂર્યપ્રકાશ વાતાવરણમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે હવાના બારીક કણો ભૂરા રંગના પ્રકાશનું લાલ રંગના પ્રકાશ કરતાં વધુ પ્રબળતાથી પ્રકીર્ણન કરે છે. પ્રકીર્ણન પામેલો ભૂરો પ્રકાશ આપણી આંખમાં પ્રવેશે છે. જો પૃથ્વીને વાતાવરણ ન હોત તો સૂર્યપ્રકાશનું પ્રકીર્ણન થાત નહિ. પરિણામે આપણને આકાશ અંધકારમય દેખાતું હોત. અત્યંત ઊંચાઈએ ઊડતા યાત્રિકોને આકાશ કાળું જોવા મળે છે કારણ કે આટલી ઊંચાઈએ પ્રકીર્ણન પ્રભાવી હોતું નથી.

તમે જોયું હશે કે ભયદર્શક સિગ્નલમાં પ્રકાશનો રંગ લાલ રાખવામાં આવે છે. તમને ખબર છે શા માટે ? લાલ રંગનું ધુમ્મસ અથવા ધુમાડાથી સૌથી ઓછું પ્રકીર્ણન થાય છે, તેથી તે દૂરથી પણ લાલ રંગમાં જોઈ શકાય છે.

11.6.3 સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો રંગ

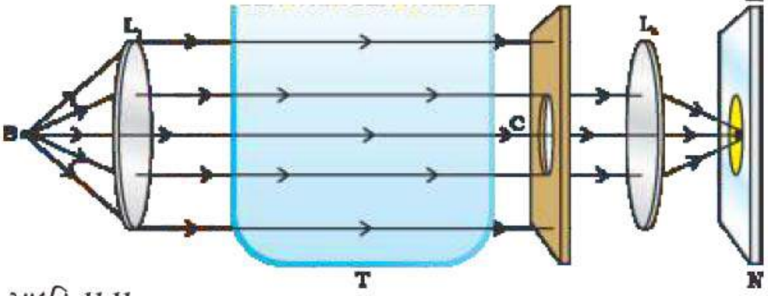
(Colour of the Sun at Sunrise and Sunset)

શું તમે સૂર્યોદય અથવા સૂર્યાસ્ત સમયે આકાશ તથા સૂર્યને જોયા છે ? શું તમે વિચાર્યું છે કે સૂર્ય અને તેની આજુબાજુનું આકાશ લાલાશપડતું શા માટે દેખાય છે ? ચાલો, આપણે આકાશનો ભૂરો રંગ અને સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્ય લાલાશપડતો શા માટે દેખાય છે તે સમજવા એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 11.3

- શ્વેત પ્રકાશનો એક તીવ્ર સ્રોત (S) અભિસારી (બહિર્ગોળ) લેન્સ (L_1) ના મુખ્ય કેન્દ્ર પર મૂકો. આ લેન્સ પ્રકાશનું સમાંતર કિરણપુંજ આપે છે.
- આ કિરણપુંજને સ્વચ્છ પાણીથી ભરેલા પારદર્શક કાચના પાત્ર (T)માંથી પસાર થવા દો.
- આ પ્રકાશના કિરણપુંજને કાર્ડબૉર્ડ (પૂંઠા) પર બનાવેલ વર્તુળાકાર છિદ્ર (C)માંથી પસાર થવા દો અને બીજા અભિસારી લેન્સ (L_2) વડે આકૃતિ 11.11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વર્તુળાકાર છિદ્રનું પડદા (MN) પર સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ મેળવો.
- પાત્રમાંના લગભગ 2 L સ્વચ્છ પાણીમાં 200 g સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ (હાઇપો)ને ઓગાળો. આ પાણીમાં લગભગ 1થી 2 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો. તમે શું અવલોકન કર્યું ?

લગભગ 2થી 3 મિનિટમાં તમે સલ્ફરના અતિસૂક્ષ્મ કણો અવક્ષેપિત થતા જોશો. સલ્ફરના કણો બનવાનું શરૂ થતાં તમને કાચના પાત્રની ત્રણ બાજુઓથી જોતાં ભૂરા રંગનો પ્રકાશ દેખાય છે. અતિસૂક્ષ્મ સલ્ફરના કણો વડે ટૂંકી તરંગલંબાઈના પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન થવાને કારણે આ જોવા મળે છે. કાચના પાત્રની જે બાજુ પૂંઠાના વર્તુળાકાર છિદ્ર તરફ છે તે બાજુએ ઊભા રહી પાત્રમાંથી નિર્ગમ પામતા પ્રકાશના રંગોનું અવલોકન કરો. તમને જોઈને આશ્ચર્ય થશે કે, પડદા પર પહેલા નારંગી–લાલ રંગ અને પછી ચમકતો કિરમજી–લાલ રંગ જોવા મળે છે.

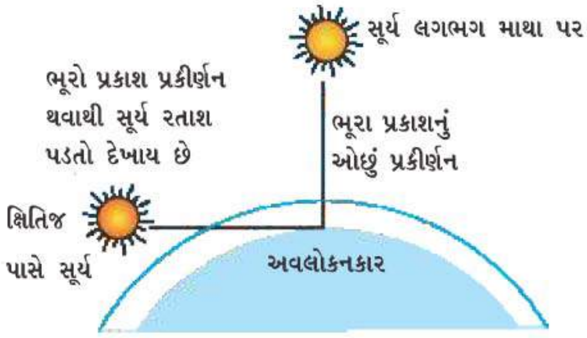


આકૃતિ 11.11

કલિલ દ્રાવણમાં પ્રકાશના પ્રકીર્ણનનું અવલોકન કરવા માટેની ગોઠવણ

આ પ્રવૃત્તિ પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન દર્શાવે છે, જેનાથી તમને આકાશનો ભૂરો રંગ અને સૂર્યોદય અથવા સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો લાલાશપડતો દેખાવ સમજવામાં મદદ મળે છે.

ક્ષિતિજ પાસે સૂર્યમાંથી આવતો પ્રકાશ વાતાવરણમાં હવાના ઘટ્ટ આવરણમાંથી વધારે અંતર કાપીને આપણી આંખમાં પ્રવેશે છે (આકૃતિ 11.12). પરંતુ મધ્યાહ્ને રહેલા સૂર્યમાંથી આવતા પ્રકાશને પ્રમાણમાં ઓછું અંતર કાપવું પડે છે. બપોરે સૂર્ય સફેદ દેખાય છે કેમકે માત્ર થોડાક જ ભૂરા અને જાંબલી રંગનું પ્રકીર્ણન થાય છે. ક્ષિતિજ પાસે ભૂરો પ્રકાશ અને ટૂંકી તરંગલંબાઈના પ્રકાશનો મોટો ભાગ કણો વડે પ્રકીર્ણન પામે છે. આથી, આપણી આંખો સુધી પહોંચતો પ્રકાશ મોટી તરંગલંબાઈનો હોય છે. આનાથી સૂર્યનો લાલાશપડતો દેખાવ ઉત્પન્ન થાય છે.



આકૃતિ 11.12
સૂર્યોદય અને સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો લાલાશપડતો દેખાવ

તમે શીખ્યાં કે

- દૂરની અને નજીકની વસ્તુઓને સ્પષ્ટપણે જોવા માટે આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરીને કેન્દ્રિત કરવાની ક્ષમતાને આંખની સમાવેશ ક્ષમતા કહે છે.
- જે લઘુતમ અંતરે આંખના લેન્સ વડે તણાવ વગર વસ્તુને સ્પષ્ટ જોઈ શકાય, તે અંતરને સ્પષ્ટ દૃષ્ટિઅંતર અથવા આંખનું નજીકબિંદુ કહે છે. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી પુખ્ત વ્યક્તિ માટે આ અંતરનું મૂલ્ય 25 cm જેટલું હોય છે.
- આંખોની વક્રીકારક ખામીઓ સામાન્યપણે માયોપીઆ, હાઈપરમેટ્રોપીઆ અને પ્રેસબાયોપીયા છે. માયોપીઆ (લઘુદૃષ્ટિની ખામી – દૂરની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલની આગળ રચાય)ને યોગ્ય પાવર ધરાવતા અંતર્ગોળ લેન્સથી નિવારી શકાય છે. હાઈપરમેટ્રોપીઆ (ગુરુદૃષ્ટિની ખામી – નજીકની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ નેત્રપટલની પાછળ રચાય)ને યોગ્ય પાવર ધરાવતા બહિર્ગોળ લેન્સથી નિવારી શકાય છે. મોટી ઉંમરે આંખની સમાવેશ ક્ષમતામાં ઘટાડો થાય છે.
- શ્વેતપ્રકાશની તેના ઘટક રંગોમાં જુદા પડવાની ક્રિયાને પ્રકાશનું વિભાજન કહે છે.
- પ્રકાશના વિખેરણથી આકાશનો ભૂરો રંગ અને સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત સમયે સૂર્યનો રતાશપડતો રંગ જોવા મળે છે.

સ્વાધ્યાય

F1M3C3

1. આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર કરીને માનવ–આંખ વિવિધ અંતરે રાખેલી વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે. આવું
   (a) પ્રેસબાયોપીઆ
   (b) સમાવેશ ક્ષમતા
   (c) લઘુદૃષ્ટિ
   (d) ગુરુદૃષ્ટિ ......ને લીધે થાય છે.

2. માનવ-આંખ પોતાના આ ભાગ પર પ્રતિબિંબ રચે છે.

(a) પારદર્શકપટલ (b) આઈરિસ (કનિનીકા)

(c) કીકી (d) નેત્રપટલ (રેટિના)

3. સામાન્ય દૃષ્ટિ ધરાવતી પુખ્ત વ્યક્તિ માટે સ્પષ્ટ દૃષ્ટિઅંતર આશરે ...... છે.

(a) 25 m (b) 2.5 cm (c) 25 cm (d) 2.5 m

4. આંખના લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈમાં ફેરફાર ...... કરે છે.

(a) કીકી (b) નેત્રપટલ

(c) સિલિયરી સ્નાયુઓ (d) આઈરિસ

5. એક વ્યક્તિને દૂરની દૃષ્ટિનું નિવારણ કરવા માટે –5.5 ડાયોપ્ટર પાવરનો લેન્સ જરૂર પડે છે. તેને નજીકની દૃષ્ટિનું નિવારણ કરવા માટે +1.5 ડાયોપ્ટર પાવરનો લેન્સ જોઈએ છે. (i) દૂરદૃષ્ટિ અને (ii) લઘુદૃષ્ટિના નિવારણ માટે જરૂરી લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શું હશે ?

6. લઘુદૃષ્ટિની ખામી ધરાવતી વ્યક્તિ માટે દૂરબિંદુ આંખની સામે 80 cm દૂર છે. આ ખામીનું નિવારણ કરવા માટે વપરાતા લેન્સનો પ્રકાર અને પાવર શું હશે ?

7. હાઈપરમેટ્રોપીઆનું નિવારણ કેવી રીતે થાય તે આકૃતિ દોરી દર્શાવો. એક ગુરુદૃષ્ટિની ખામીવાળી આંખનું નજીકબિંદુ 1 m છે. આ ખામીનું નિવારણ કરવા વપરાતા લેન્સનો પાવર શું હશે ? સામાન્ય આંખનું નજીકબિંદુ 25 cm છે તેમ સ્વીકારો.

8. માનવની સામાન્ય આંખ 25 cmથી નજીક રાખેલી વસ્તુઓને સ્પષ્ટ કેમ નથી જોઈ શકતી ?

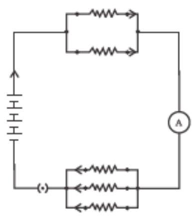
9. જ્યારે આપણે આંખથી કોઈ વસ્તુનું અંતર વધારીએ છીએ ત્યારે આંખમાં પ્રતિબિંબ–અંતરમાં શું ફરક પડે છે ?

10. તારાઓ કેમ ટમટમે છે ?

11. ગ્રહો કેમ ટમટમતા નથી તે સમજાવો.

12. વહેલી સવાર (સૂર્યોદય)ના સમયે સૂર્ય લાલાશપડતો કેમ દેખાય છે ?

13. કોઈ અંતરિક્ષયાત્રીને આકાશ ભૂરાના બદલે કાળું કેમ દેખાય છે ?



પ્રકરણ 12
વિદ્યુત
(Electricity)

Y6M6L8

વિદ્યુતનું આધુનિક સમાજમાં મહત્ત્વપૂર્ણ સ્થાન છે. તે ઘરો, શાળાઓ, હૉસ્પિટલો તથા અન્ય સ્થળે વિવિધ ઉપયોગો માટે નિયંત્રિત કરી શકાય તેવી અને સુવિધાજનક ઊર્જાનું રૂપ છે. વિદ્યુત શાનાથી બને છે અને પરિપથમાં તે કેવી રીતે વહે છે ? કયાં પરિબળો પરિપથમાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહનું નિયંત્રણ અથવા નિયમન કરે છે ? પ્રસ્તુત પ્રકરણમાં આપણે આ પ્રશ્નોના ઉત્તર આપવા પ્રયત્ન કરીશું. આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની ઉષ્મીય અસર અને તેની ઉપયોગિતાની પણ ચર્ચા કરીશું.

12.1 વિદ્યુતપ્રવાહ અને પરિપથ (Electric Current and Circuit)

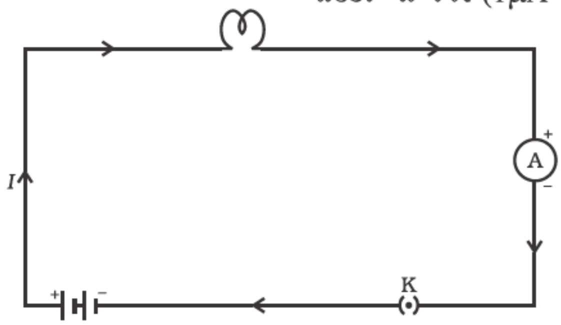
આપણે હવાના પ્રવાહ અને પાણીના પ્રવાહથી પરિચિત છીએ. આપણે જાણીએ છીએ કે, વહેતા પાણીથી નદીમાં પાણીનો પ્રવાહ રચાય છે. આ જ રીતે વાહકમાંથી (ઉદાહરણ તરીકે ધાતુના તારમાંથી) વિદ્યુતભાર વહેતો હોય ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે, વાહકમાં વિદ્યુતપ્રવાહ છે. આપણે જાણીએ છીએ કે કોઈ ટૉર્ચમાં સેલ(વિદ્યુતકોષ અથવા યોગ્ય ક્રમમાં ગોઠવેલ બૅટરી) ટૉર્ચના બલ્બને પ્રકાશિત કરવા માટે વિદ્યુતભારનો પ્રવાહ અથવા વિદ્યુતપ્રવાહ પૂરો પાડે છે. આપણે એ પણ જોયું છે કે ટૉર્ચ ત્યારે જ પ્રકાશ આપે છે જ્યારે સ્વિચ (કળ) ચાલુ (ON) હોય. સ્વિચ શું કાર્ય કરે છે ? સ્વિચ વિદ્યુતકોષ (Cell) તથા બલ્બ વચ્ચે વાહક–કડી પૂરી પાડે છે. વિદ્યુતપ્રવાહના સતત અને બંધ માર્ગને વિદ્યુત–પરિપથ કહે છે. હવે જો આ પરિપથ કોઈ સ્થાનેથી તૂટી જાય (અથવા ટૉર્ચની સ્વિચ બંધ (OFF) કરવામાં આવે) તો વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો બંધ થઈ જાય છે અને બલ્બ પ્રકાશિત થતો નથી.

આપણે વિદ્યુતપ્રવાહને કેવી રીતે રજૂ કરીએ છીએ ? આપેલ આડછેદ (ક્ષેત્રફળ)માંથી એકમ સમયમાં વહેતા વિદ્યુતભારના જથ્થાને વિદ્યુતપ્રવાહ તરીકે રજૂ કરાય છે. બીજા શબ્દોમાં તે વિદ્યુતભારના વહનનો દર છે. ધાતુના તારથી બનેલા વિદ્યુત–પરિપથમાં વિદ્યુતભારના પ્રવાહની રચના ઇલેક્ટ્રૉન કરે છે. પરંતુ જ્યારે સૌપ્રથમ વિદ્યુતની ઘટના જોવા મળી ત્યારે ઇલેક્ટ્રૉન વિશે કોઈ જાણકારી નહોતી. તેથી વિદ્યુપ્રવાહ ધન વિદ્યુતભારોની ગતિના કારણે રચાય છે તેમ માનવામાં આવ્યું અને ધન વિદ્યુતભારોની ગતિની દિશાને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા તરીકે લેવામાં આવી. રૈવાજિક રીતે વિદ્યુત–પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉન કે જે ઋણભારિત છે, તેની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લેવામાં આવે છે.

જો t સમયમાં વાહકના કોઈ આડછેદમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતભારનો જથ્થો Q હોય, તો આડછેદમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I,

$$I = \frac{Q}{t} \tag{12.1}$$

વિદ્યુતભારનો SI એકમ કુલંબ (C) છે, જે લગભગ 6×10^{18} ઇલેક્ટ્રૉનના વિદ્યુતભારને સમતુલ્ય છે. (આપણે જાણીએ છીએ કે ઇલેક્ટ્રૉન 1.6×10^{-19} C ઋણ વિદ્યુતભાર ધરાવે છે). ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક એન્દ્રે-મેરી ઍમ્પિયર (1775-1836)ના નામ પરથી વિદ્યુતપ્રવાહનો એકમ ઍમ્પિયર (A) રાખવામાં આવ્યો છે. એક ઍમ્પિયર વિદ્યુતપ્રવાહની રચના એક સેકન્ડમાં એક કુલંબ વિદ્યુતભારના વહનથી થાય છે, એટલે કે 1 A = 1C/1s. નાના વિદ્યુતપ્રવાહને મિલિઍમ્પિયર (1 mA = 10^{-3}A) અથવા માઇક્રો ઍમ્પિયર (1µA = 10^{-6}A)માં રજૂ કરવામાં આવે છે. પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માપવા માટે વપરાતા સાધનને એમીટર કહે છે. જે પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માપવો હોય તેમાં તેને (એમીટરને) હંમેશાં શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે. આકૃતિ 12.1 એક લાક્ષણિક વિદ્યુત–પરિપથની રેખાકૃતિ દર્શાવે છે, જેમાં એક સેલ, એક વિદ્યુતબલ્બ, એમીટર તથા કળ જોડેલ છે. અહીં નોંધો કે, પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ સેલના ધન છેડેથી ઋણ છેડા સુધી બલ્બ અને એમીટરમાં થઈને વહે છે.



આકૃતિ 12.1
વિદ્યુતકોષ, વિદ્યુતબલ્બ, એમીટર અને પ્લગ કળની મદદથી બનેલા વિદ્યુત-પરિપથની રેખાકૃતિ

ઉદાહરણ 12.1 : કોઈ વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટ (તાર)માંથી 0.5 A વિદ્યુતપ્રવાહ 10 મિનિટ સુધી વહે છે, તો પરિપથમાં વહન પામતો વિદ્યુતભાર ગણો.

ઉકેલ :

આપણને આપવામાં આવ્યું છે, I = 0.5 A; t = 10 min = 600 s

સમીકરણ 12.1 પરથી,

$$Q = It$$
$$= 0.5\ A \times 600\ s$$
$$= 300\ C$$

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુત–પરિપથનો અર્થ શું થાય ?
2. વિદ્યુતપ્રવાહના એકમને વ્યાખ્યાયિત કરો.
3. એક કુલંબ વિદ્યુતભારની રચના કરતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ગણો.

વધુ જાણવા જેવું !

તારની અંદર વિદ્યુતભારનો 'પ્રવાહ'

કોઈ ધાતુ વિદ્યુતનું વહન કેવી રીતે કરે છે ? તમે એવું વિચારતાં હશો કે નીચી ઊર્જા ધરાવતા ઇલેક્ટ્રૉનને ઘન વાહકમાંથી પસાર થવામાં ખૂબ મુશ્કેલી પડતી હશે. ઘનની અંદર પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જકડાયેલા હોય છે અને તેમની વચ્ચેનું અંતર ખૂબ ઓછું હોય છે. પરંતુ એવું જાણવા મળ્યું છે કે, ઇલેક્ટ્રૉન કોઈ ઘન સ્ફટિકમાંથી અડચણ વગર સરળતાથી ગતિ કરે છે, જાણે કે તેઓ શૂન્યાવકાશમાં હોય. પરંતુ વાહકમાં ઇલેક્ટ્રૉનની 'ગતિ' શૂન્યાવકાશમાં વિદ્યુતભારોની ગતિથી તદ્દન અલગ હોય છે. જ્યારે કોઈ વાહકમાંથી સ્થિર વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો હોય ત્યારે તેમાં ઇલેક્ટ્રૉન કંઈક સરેરાશ 'ડ્રિફ્ટવેગ'થી ગતિ કરતા હોય છે. સૂક્ષ્મ વિદ્યુતપ્રવાહ ધરાવતા વ્યવહારમાં વપરાતા તાંબાના તાર માટે ઇલેક્ટ્રૉનનો ડ્રિફ્ટવેગ તમે ગણી શકો છો અને વાસ્તવમાં તેનું મૂલ્ય 1 mm s^{-1} જેટલું સૂક્ષ્મ મળે છે, તો એવું કેમ થાય છે કે સ્વિચ ચાલુ (ON) કરતાં જ બલ્બ પ્રકાશ આપવા માંડે છે ? એવું નથી થઈ શકતું કે વિદ્યુતપ્રવાહ ત્યારે જ શરૂ થાય કે જ્યારે ઇલેક્ટ્રૉન વિદ્યુત સપ્લાય (Electric Supply)ના એક ધ્રુવથી જાતે બલ્બમાં થઈને બીજા ધ્રુવે પહોંચે, કેમકે કોઈ વાહક તારમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ડ્રિફ્ટગતિ ખૂબ ધીમી પ્રક્રિયા હોય છે. વિદ્યુતપ્રવાહ વહનની વાસ્તવિક પ્રક્રિયાની ઝડપ પ્રકાશની ઝડપની નજીકની છે જે મંત્રમુગ્ધ કરનારી છે, પણ આ પુસ્તકનાં કાર્યક્ષેત્રની બહાર છે. શું તમે ઉચ્ચસ્તર પર આ પ્રશ્નના ઊંડાણમાં પહોંચવા માંગો છો ?

12.2 વિદ્યુતસ્થિતિમાન અને વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (Electric Potential and Potential Difference)

એવું શું છે જે વિદ્યુતભારને વહન કરાવે છે ? આ સમજવા માટે પાણીના પ્રવાહ સાથે સામ્યતા વિચારીએ. આદર્શ સમક્ષિતિજ નળીમાં પાણી વહન પામતું નથી, તેમ તાંબાના તારમાં વિદ્યુતભારો જાતે ગતિ કરતાં નથી. જો નળીના એક છેડાને ઊંચી સપાટી પર રાખેલ પાણીની ટાંકી સાથે જોડવામાં આવે તો નળીના બે છેડા વચ્ચે દબાણ–તફાવત રચાય છે, જેથી નળીના મુક્ત છેડામાંથી પાણી બહાર આવે છે અને વહે છે. ધાતુના વાહકતારમાં વિદ્યુતભારોના પ્રવાહ માટે ગુરુત્વાકર્ષણબળની કોઈ ભૂમિકા હોતી નથી. ઇલેક્ટ્રૉન ત્યારે જ ગતિ કરે છે જ્યારે વાહકમાં વિદ્યુતદબાણનો તફાવત કે જેને વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત કહે છે તે હોય. વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો આવો તફાવત એક કે એક કરતા વધુ વિદ્યુતકોષોની બનેલી બૅટરીથી મેળવી શકાય છે. કોષની અંદર થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા કોષના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે, આવું ત્યારે પણ થાય છે જ્યારે કોષમાંથી કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહ લેવામાં ન આવતો હોય. જ્યારે વિદ્યુતકોષને વાહક પરિપથના ઘટક સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વાહકના વિદ્યુતભારોને ગતિમાં લાવે છે અને વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. કોઈ વિદ્યુત–પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે કોષને તેની અંદર સંગ્રહ પામેલી રાસાયણિક ઊર્જા વાપરવી પડે છે.

કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વિદ્યુત–પરિપથનાં કોઈ બે બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત એકમ ધન વિદ્યુતભારને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ સુધી લઈ જવા માટે કરવા પડતા કાર્ય તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.

$$\text{બે બિંદુઓ વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત } (V) = \frac{\text{કરેલું કાર્ય}(W)}{\text{વિદ્યુતભાર}(Q)}$$

$$V = \frac{W}{Q} \qquad (12.2)$$

વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનો SI એકમ વોલ્ટ (V) છે, જે ઇટાલીના વિજ્ઞાની અલેઝાન્ડ્રો વોલ્ટા (1745-1827)ના નામ પરથી રાખવામાં આવ્યો છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકમાં જો એક

કુલંબ વિદ્યુતભારને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ સુધી લઈ જવા માટે કરવું પડતું કાર્ય 1 જૂલ હોય તો તે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 વોલ્ટ કહેવાય. તેથી,

$$1 \text{ વોલ્ટ} = \frac{1 \text{ જૂલ}}{1 \text{ કુલંબ}} \qquad (12.3)$$

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J C}^{-1}$$

વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વોલ્ટમીટર નામના ઉપકરણની મદદથી માપવામાં આવે છે. વોલ્ટમીટરને હંમેશાં જે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવાનો હોય તેમને સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ 12.2 : 12 V વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ધરાવતાં બે બિંદુઓ વચ્ચે 2 C વિદ્યુતભારને લઈ જવા માટે કેટલું કાર્ય કરવું પડે ?

ઉકેલ :

V (= 12 V) વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ધરાવતાં બે બિંદુઓ વચ્ચે વહેતા વિદ્યુતભાર Qનું મૂલ્ય 2 C છે. તેથી વિદ્યુતભારને લઈ જવા માટે કરવું પડતું કાર્ય (સમીકરણ 12.2 અનુસાર)

$$W = VQ$$

$$= 12 \text{ V} \times 2 \text{ C}$$

$$= 24 \text{ J}$$

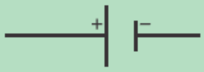
પ્રશ્નો

1. વાહકના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત જાળવી રાખવામાં મદદ કરતા ઉપકરણનું નામ આપો.
2. બે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 V છે તેનો અર્થ શું થાય ?
3. 6 Vની બૅટરી તેમાંથી પસાર થતા દર 1 કુલંબ વિદ્યુતભારને કેટલી ઊર્જા આપે છે ?

12.3 પરિપથ આકૃતિ (Circuit Diagram)

આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપરિપથ, આકૃતિ 12.1માં દર્શાવ્યા મુજબ, એક વિદ્યુતકોષ (અથવા બૅટરી), એક કળ, વિદ્યુત ઘટક (અથવા ઘટકો) તથા જોડાણમાં લીધેલ તારથી બનેલ હોય છે. પરિપથનાં ઘટકોને પ્રણાલીગત સંકેતો દ્વારા દર્શાવી વિદ્યુત–પરિપથ દોરવો સરળ છે. કોષ્ટક 12.1માં સામાન્ય વ્યવહારમાં વપરાતા વિદ્યુત ઘટકોના પ્રણાલીગત સંકેતો દર્શાવેલ છે.

કોષ્ટક 12.1 પરિપથ આકૃતિમાં સામાન્ય રીતે વપરાતાં કેટલાંક ઘટકોની સંજ્ઞાઓ

ક્રમ	ઘટકો	સંજ્ઞાઓ
1	વિદ્યુતકોષ	
2	બૅટરી અથવા વિદ્યુતકોષોનું સંયોજન	
3	પ્લગકળ અથવા સ્વિચ (ખુલ્લી)	
4	પ્લગકળ અથવા સ્વિચ (બંધ)	
5	તારનું જોડાણ	
6	જોડાણ વગર એકબીજાને પસાર કરતા તાર	
7	વિદ્યુત–બલ્બ	અથવા
8	R અવરોધ ધરાવતો અવરોધક	
9	ચલિત અવરોધ અથવા રિઓસ્ટેટ	અથવા
10	એમીટર	
11	વોલ્ટમીટર	

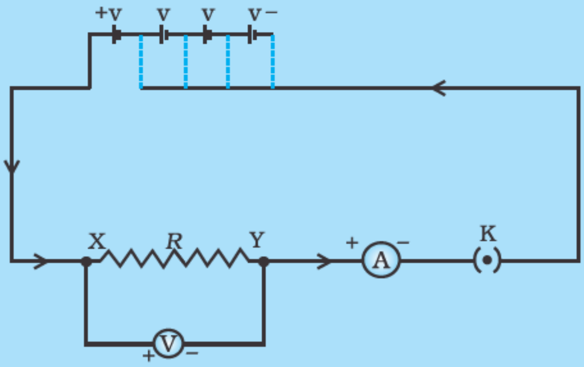
12.4 ઓહ્‌મનો નિયમ (Ohm's Law)

શું કોઈ વાહકના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત અને તેમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે ? ચાલો, તેને એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા સ્પષ્ટ કરીએ.

પ્રવૃત્તિ 12.1

- આકૃતિ 12.2માં દર્શાવ્યા અનુસાર એક પરિપથ તૈયાર કરો. આ પરિપથમાં 0.5 m લાંબો નિક્રોમનો તાર XY, એક એમીટર, એક વોલ્ટમીટર તથા 1.5 Vનાં ચાર વિદ્યુતકોષ જોડો (નિક્રોમ એ નિકલ, ક્રોમિયમ, મૅંગેનીઝ અને લોખંડની મિશ્ર ધાતુ છે).

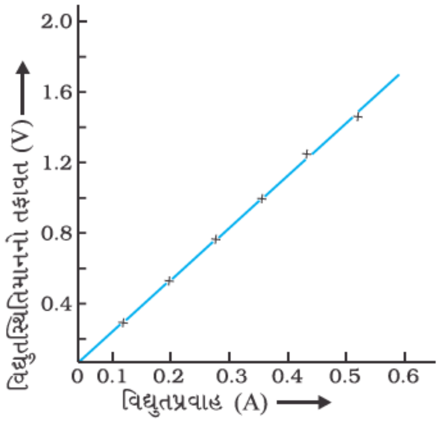
- સૌપ્રથમ પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાપ્તિસ્થાન તરીકે એક જ કોષ જોડો. પરિપથમાં નિક્રોમના તાર XYમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ માટે એમીટરનું અવલોકન I અને તેના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V માટે વોલ્ટમીટરનું અવલોકન આપેલ કોષ્ટકમાં નોંધો.
- હવે પછી પરિપથમાં બે વિદ્યુતકોષ જોડો અને નિક્રોમના તારમાં પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ અને તેના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત માટે અનુક્રમે એમીટર અને વોલ્ટમીટરનાં અવલોકન નોંધો.
- હવે, ત્રણ અને ચાર વિદ્યુતકોષ માટે ઉપરનાં પદોનું અલગથી પુનરાવર્તન કરો.
- વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V અને વિદ્યુતપ્રવાહ I ની પ્રત્યેક જોડ માટે V અને Iનો ગુણોત્તર ગણો.



આકૃતિ 12.2 ઓહ્મના નિયમના અભ્યાસ માટેનો વિદ્યુત-પરિપથ

ક્રમ	પરિપથમાં ઉપયોગમાં લીધેલા વિદ્યુતકોષોની સંખ્યા	નિક્રોમના તારમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I (એમ્પિયર)	નિક્રોમ તારના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V (વોલ્ટ)	$\frac{V}{I}$ (વોલ્ટ/એમ્પિયર)
1	1			
2	2			
3	3			
4	4			

- V વિરુદ્ધ I નો આલેખ દોરો અને તેનું સ્વરૂપ જુઓ.



આકૃતિ 12.3

નિક્રોમ તાર માટે V-I આલેખ. સુરેખ આલેખ દર્શાવે છે કે જેમ વિદ્યુતપ્રવાહ વધે છે તેમ તારના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત રેખીય રીતે વધે છે. આ ઓહ્મનો નિયમ છે

આ પ્રવૃત્તિમાં તમને દરેક કિસ્સામાં V/Iનું મૂલ્ય લગભગ સમાન મળશે. આમ V-Iનો આલેખ ઊગમબિંદુમાંથી પસાર થતી સુરેખા હશે જે આકૃતિ 12.3માં દર્શાવેલ છે. આમ, V/I એ અચળ ગુણોત્તર છે.

1827માં જર્મન ભૌતિકશાસ્ત્રી જ્યોર્જ સીમોન ઓહ્મે (1787-1854) ધાતુના તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહ I અને તેના બે છેડા વચ્ચેના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત વચ્ચેનો સંબંધ શોધ્યો. અચળ તાપમાને વાહકતારમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ તે વાહકના બે છેડા વચ્ચે લાગુ પાડેલા વિદ્યુતસ્થિતમાનના તફાવત Vના સમપ્રમાણમાં હોય છે આને ઓહ્મનો નિયમ કહે છે. બીજા શબ્દોમાં,

$$V \propto I \qquad (12.4)$$

અથવા $\frac{V}{I}$ = અચળ

$= R$

અથવા $$V = IR \qquad (12.5)$$

સમીકરણ (12.5)માં R એ આપેલ તાપમાને આપેલ ધાતુના તાર માટે અચળાંક છે અને તેને તેનો અવરોધ કહે છે. તે વાહકનો તેમાંથી પસાર થતા

વિદ્યુતભારનો વિરો ધ કરવાનો ગુણધર્મ છે. તેનો SI એકમ ઓહ્‌મ છે અને તેને ગ્રીક અક્ષર Ω વડે દર્શાવાય છે. ઓહ્‌મના નિયમ અનુસાર,

$$R = \frac{V}{I} \tag{12.6}$$

જો વાહકના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 1 V હોય અને તેમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ 1 A હોય, તો વાહકનો અવરોધ (R) 1 Ω છે. એટલે કે,

$$1 \text{ ઓહ્‌મ} = \frac{1 \text{ વોલ્ટ}}{1 \text{ ઍમ્પિયર}}$$

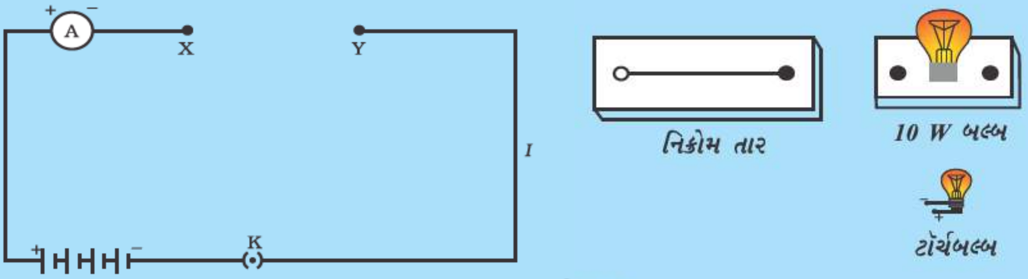
સમીકરણ (12.5) પરથી આપણને નીચે મુજબનો સંબંધ પણ મળે છે :

$$I = \frac{V}{R} \tag{12.7}$$

સમીકરણ (12.7) પરથી સ્પષ્ટ છે કે, અવરોધકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ તે અવરોધના મૂલ્યના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે. જો અવરોધનું મૂલ્ય બમણું કરવામાં આવે, તો વિદ્યુતપ્રવાહ અડધો થાય છે. કેટલાક પ્રાયોગિક કિસ્સામાં વિદ્યુતપરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહમાં વધારો કે ઘટાડો કરવો જરૂરી હોય છે. જે ઘટકની મદદથી વૉલ્ટેજનું પ્રાપ્તિસ્થાન બદલ્યા વગર વિદ્યુતપ્રવાહનું નિયમન કરી શકાય તેને ચલ અવરોધ કહે છે. વિદ્યુતપરિપથમાં પરિપથનો અવરોધ બદલવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા સાધનને રિઓસ્ટેટ (rheostat) કહે છે. હવે આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા વાહકના અવરોધનો અભ્યાસ કરીશું.

પ્રવૃત્તિ 12.2

- એક નિક્રોમનો તાર, એક ટૉર્ચ બલ્બ, એક 10 Wનો બલ્બ તથા એક એમીટર (0-5 A રેન્જનું) એક કળ તથા જોડાણ માટેના તાર લો.
- 1.5 Vના દરેક એવા ચાર સૂકા કોષ શ્રેણીમાં અને તેની સાથે એમીટર આકૃતિ 12.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે જોડો અને XY અંતરાલ (gap) છોડી પરિપથ બનાવો.



આકૃતિ 12.4

- અંતરાલ XYમાં નિક્રોમનો તાર જોડી પરિપથ પૂર્ણ કરો. કળમાં પ્લગ ભરાવો. એમીટરનું અવલોકન નોંધો. કળમાંથી પ્લગ બહાર કાઢી લો. (**નોંધ :** પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ માપ્યા પછી હંમેશાં પ્લગ કળમાંથી બહાર કાઢી લો.)
- અંતરાલ XYમાં નિક્રોમનાં તારની જગ્યાએ ટૉર્ચનો બલ્બ જોડો અને તેમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ એમીટરની મદદથી નોંધો.
- XY અંતરાલમાં 10 Wનો બલ્બ જોડી ઉપરનાં પદોનું પુનરાવર્તન કરો.
- શું XY અંતરાલમાં જોડેલ જુદાં–જુદાં ઘટકો માટે એમીટરનાં અવલોકન ભિન્ન મળે છે ? ઉપરનાં અવલોકનો શું દર્શાવે છે. ?
- તમે અંતરાલમાં કોઈ પણ દ્રવ્ય ઘટક જોડી પ્રવૃત્તિનું પુનરાવર્તન કરી શકો છો. દરેક કિસ્સા માટે એમીટરનું અવલોકન નોંધો. અવલોકનોનું વિશ્લેષણ કરો.

આ પ્રવૃત્તિમાં આપણને જણાય છે કે જુદાં–જુદાં ઘટકોમાં વિદ્યુતપ્રવાહ જુદો–જુદો છે. શા માટે જુદો છે ? કેટલાંક ઘટકો વિદ્યુતપ્રવાહને સરળ માર્ગ પૂરો પાડે છે, જ્યારે કેટલાક વહનને અવરોધે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપરિપથમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે

છે. જો કે ઇલેક્ટ્રૉન વાહકમાં ગતિ કરવા માટે પૂર્ણપણે સ્વતંત્ર હોતા નથી. જે પરમાણુઓ વચ્ચેથી તે ગતિ કરે છે તેમના આકર્ષણ દ્વારા તેમની ગતિ નિયંત્રિત થઈ જાય છે. આમ, વાહકમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિ તેના અવરોધ દ્વારા મંદ પડી જાય છે. આપેલ પરિમાણના વાહકોમાંથી જેનો અવરોધ ઓછો હોય તે સારો વાહક કહેવાય. જે વાહક ગણનાપાત્ર અવરોધ લગાડતો હોય તેને અવરોધક કહે છે. સમાન પરિમાણ ધરાવતા વાહકોમાંથી જેનો અવરોધ વધારે હોય તેને મંદ વાહક કહે છે. આ જ પરિમાણ ધરાવતો અવાહક આનાથી પણ વધુ અવરોધ લગાડે છે.

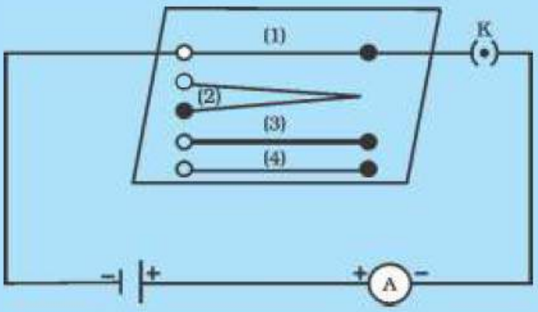
K8T2C3

12.5 સુવાહકનો અવરોધ જેની પર આધાર રાખે છે તે પરિબળો

(Factors on which The Resistance of a Conductor Depends)

પ્રવૃત્તિ 12.3

- એક કોષ, એક એમીટર, (*l*) લંબાઈનો એક નિક્રોમનો તાર [જેને (1) દ્વારા દર્શાવેલ] અને એક કળને આકૃતિ 12.5 પ્રમાણે જોડી પરિપથ પૂર્ણ કરો.



આકૃતિ 12.5 વાહક તારનો અવરોધ કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે તેના અભ્યાસ માટેનો વિદ્યુત–પરિપથ

- હવે કળમાં પ્લગ ભરાવો. એમીટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો.
- હવે નિક્રોમના આ તારને સ્થાને નિક્રોમનો બીજો તાર જોડો જેની જાડાઈ સમાન પણ લંબાઈ બે ગણી એટલે કે 2*l* હોય. [જેને આકૃતિ 12.5માં (2) વડે દર્શાવેલ છે].
- એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- હવે તેને સ્થાને *l* લંબાઈનો પણ જાડો નિક્રોમનો તાર ((3) દ્વારા દર્શાવેલ)ને જોડો. જાડા તારના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ વધુ હોય છે. ફરીથી એમીટરમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો.
- નિક્રોમના તારની જગ્યાએ તાંબાના તાર (આકૃતિ 12.5માં (4) દ્વારા દર્શાવેલ)ને પરિપથમાં જોડો. ધારો કે આ તારની લંબાઈ અને આડછેદનું ક્ષેત્રફળ પ્રથમ નિક્રોમના તાર ((1) દ્વારા દર્શાવેલ) જેટલું છે. વિદ્યુતપ્રવાહનું અવલોકન નોંધો.
- દરેક કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહનો તફાવત ધ્યાનથી જુઓ.
- શું વિદ્યુતપ્રવાહ વાહકની લંબાઈ પર આધાર રાખે છે ?
- શું વિદ્યુતપ્રવાહ વાહકના આડછેદ પર આધાર રાખે છે ?

એવું જોવા મળે છે કે તારની લંબાઈ બમણી કરતાં એમીટરનું અવલોકન અડધું થાય છે. પરિપથમાં સમાન લંબાઈનો જાડો તે જ દ્રવ્યનો બનેલો તાર વાપરતા વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય વધે છે. સમાન લંબાઈ તથા આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો બીજા દ્રવ્યનો જાડો તાર વાપરતાં એમીટરનું અવલોકન બદલાય છે. ઓહ્મનો નિયમ [સમીકરણ (12.5)-(12.7)] લાગુ પાડતાં આપણને માલૂમ પડે છે કે વાહક તારનો અવરોધ (i) તેની લંબાઈ (ii) તેના આડછેદના ક્ષેત્રફળ (iii) તેના દ્રવ્યની જાત પર આધાર રાખે છે. ચોક્સાઈપૂર્વકનાં માપન દર્શાવે છે કે એકસમાન વાહકનો અવરોધ તેની લંબાઈ

(l)ના સમપ્રમાણમાં અને આડછેદના ક્ષેત્રફળ (A)ના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. એટલે કે,

$$R \propto l \quad (12.8)$$

અને $$R \propto \frac{1}{A} \quad (12.9)$$

સમીકરણ(12.8) અને (12.9)ને સંયોજિત કરતા,

$$R \propto \frac{l}{A}$$

અથવા $$R = \rho\frac{l}{A} \quad (12.10)$$

જ્યાં, ρ (રહો) સમપ્રમાણતા અચળાંક છે અને તેને વાહકના દ્રવ્યની વિદ્યુતઅવરોધકતા કહે છે. અવરોધકતાનો SI એકમ Ωm છે. તે દ્રવ્યનો લાક્ષણિક ગુણધર્મ છે. ધાતુઓ અને મિશ્રધાતુઓની અવરોધકતા ખૂબ ઓછી હોય છે અને તેનો વિસ્તાર 10^{-8} Ωm થી 10^{-6} Ωm છે. તે વિદ્યુતના સારા વાહકો છે. અવાહકો જેવા કે રબર અને કાચ જેવા અવાહકોની અવરોધકતાનો વિસ્તાર 10^{12} થી 10^{17} Ωm છે. દ્રવ્યનો અવરોધ અને અવરોધકતા બંને તાપમાન સાથે બદલાય છે.

કોષ્ટક 12.2માં આપણને જોવા મળે છે કે, મિશ્રધાતુની અવરોધકતા તેમની મૂળ ધાતુઓ કરતાં વધુ છે. મિશ્રધાતુઓ ઊંચા તાપમાને ત્વરિત ઑક્સિડાઇઝ (દહન) થતી નથી. આ કારણોસર તે વ્યવહારમાં વિદ્યુતઉષ્મીય સાધનોમાં વપરાય છે, જેવા કે ઇલેક્ટ્રિક ઇસ્ત્રી, ટોસ્ટર વગેરે. વિદ્યુત–બલ્બના ફિલામેન્ટ માટે એક માત્ર ટંગસ્ટનનો ઉપયોગ થાય છે, જ્યારે તાંબા અને ઍલ્યુમિનિયમનો ઉપયોગ વિદ્યુતપ્રવાહન વહન (transmission) કરતા તારોની બનાવટમાં થાય છે.

કોષ્ટક 12.2 20°C તાપમાને કેટલાંક દ્રવ્યોની અવરોધકતા*

	દ્રવ્ય	અવરોધકતા (Ωm)
વાહકો	ચાંદી	1.60×10^{-8}
	તાંબુ	1.62×10^{-8}
	ઍલ્યુમિનિયમ	2.63×10^{-8}
	ટંગસ્ટન	5.20×10^{-8}
	નિકલ	6.84×10^{-8}
	લોખંડ	10.0×10^{-8}
	ક્રોમિયમ	12.9×10^{-8}
	પારો	94.0×10^{-8}
	મૅંગેનીઝ	1.84×10^{-6}
મિશ્રધાતુઓ	કોન્સ્ટન્ટન (Cu અને Niની મિશ્રધાતુ)	49×10^{-6}
	મૅંગેનિન (Cu, Mn અને Niની મિશ્રધાતુ)	44×10^{-6}
	નિક્રોમ (Ni, Cr, Mn અને Feની મિશ્રધાતુ)	100×10^{-6}
અવાહકો	કાચ	$10^{10} - 10^{14}$
	સખત રબર	$10^{13} - 10^{16}$
	એબોનાઇટ	$10^{15} - 10^{17}$
	હીરો	$10^{12} - 10^{13}$
	કાગળ (સૂકો)	10^{12}

* તમારે આ મૂલ્યો યાદ રાખવાના નથી. તમે દાખલાઓ ગણતી વખતે આ મૂલ્યો ઉપયોગમાં લઈ શકો છો.

ઉદાહરણ 12.3

(a) જો વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટનો અવરોધ 1200 Ω હોય અને તેને 220 Vનાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડવામાં આવે તો વિદ્યુતબલ્બ કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચશે ? (b) વિદ્યુતહીટરની કૉઇલનો અવરોધ 100 Ω છે. તેને 220 Vનાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડતાં કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે ?

ઉકેલ

(a) આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, V = 220 V; R = 1200 Ω

સમીકરણ (12.6) પરથી, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \dfrac{220\ \text{V}}{1200\ \Omega} = 0.18\ \text{A}$

(b) આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, V = 220 V; R = 100 Ω

સમીકરણ (12.6) પરથી, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \dfrac{220\ \text{V}}{100\ \Omega} = 2.2\ \text{A}$

220 Vનાં સમાન વિદ્યુત પ્રાપ્તિસ્થાનમાંથી વિદ્યુતબલ્બ અને વિદ્યુતહીટર દ્વારા ખેંચાતા વિદ્યુતપ્રવાહના તફાવતો નોંધો !

ઉદાહરણ 12.4

એક વિદ્યુતહીટર પ્રાપ્તિસ્થાનમાંથી 4 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે ત્યારે તેના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 60 V છે. જો વિદ્યુતસ્થિતમાનનો તફાવત 120 V સુધી વધારવામાં આવે તો હીટર કેટલો પ્રવાહ ખેંચશે ?

ઉકેલ

આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V = 60 V, વિદ્યુતપ્રવાહ I = 4 A

ઓહ્મના નિયમ અનુસાર, $R = \dfrac{V}{I} = \dfrac{60\ \text{V}}{4\ \text{A}} = 15\ \Omega$

હવે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 120 V કરતા, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \dfrac{V}{R} = \dfrac{120\ \text{V}}{15\ \Omega} = 8\ \text{A}$

આમ, હીટરમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ 8 A થઈ જાય છે.

ઉદાહરણ 12.5 :

ધાતુના 1 m લંબાઈ ધરાવતા તારનો 20°C તાપમાને અવરોધ 26 Ω છે. જો તારનો વ્યાસ 0.3 mm હોય, તો તે તાપમાને ધાતુની અવરોધકતા કેટલી ? કોષ્ટક 12.2નો ઉપયોગ કરી તારના દ્રવ્યનું પૂર્વાનુમાન કરો.

ઉકેલ

આપણને આપવામાં આવ્યું છે કે, અવરોધ R = 26 Ω, વ્યાસ d = 0.3 mm = 3×10^{-4} m તથા તારની લંબાઈ l = 1 m. આથી, સમીકરણ (12.10) પરથી આપેલ ધાતુના તારની અવરોધકતા

$$\rho = \frac{RA}{l} = \frac{R\pi d^2}{4l}$$

આપેલ કિંમતો મૂકતાં અવરોધકતા

$\rho = 1.84 \times 10^{-6}\ \Omega$ m મળે છે.

આમ, 20 °C તાપમાને આપેલ ધાતુના તારની અવરોધકતા $1.84 \times 10^{-6}\ \Omega$ m છે. કોષ્ટક 12.2 જોતાં આ મૅંગેનીઝની અવરોધકતા છે.

ઉદાહરણ 12.6

આપેલ દ્રવ્યના l લંબાઈ અને A આડછેદ ધરાવતા તારનો અવરોધ 4 Ω છે, તો આ જ દ્રવ્યના $\frac{l}{2}$ લંબાઈ અને 2 A આડછેદ ધરાવતા તારનો અવરોધ કેટલો ?

ઉકેલ

પ્રથમ તાર માટે

$$R_1 = \rho \frac{l}{A} = 4\ \Omega$$

બીજા તાર માટે

$$R_2 = \rho\ \frac{l/2}{2A} = \frac{1}{4}\ \rho\ \frac{l}{A}$$

$$R_2 = \frac{1}{4}\ R_1$$

$$R_2 = 1\ \Omega$$

આમ, નવા તારનો અવરોધ 1 Ω છે.

પ્રશ્નો

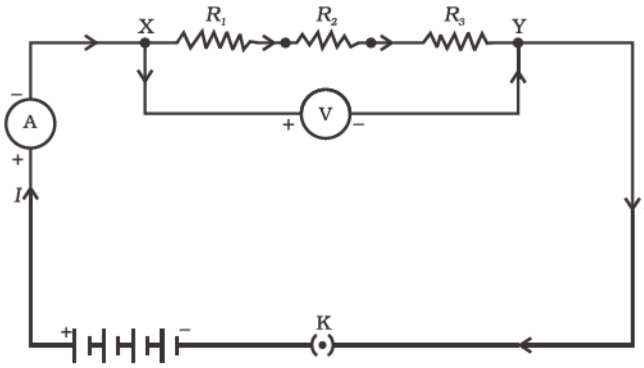
1. વાહકનો અવરોધ કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે ?
2. એક જ દ્રવ્યમાંથી બનેલા એક જાડા અને એક પાતળા તારને સમાન વિદ્યુતપ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડતા કોનામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ સરળતાથી વહેશે ? શા માટે ?
3. ધારો કે કોઈ વિદ્યુતઘટકના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઘટાડીને અગાઉના મૂલ્યનો અડધો કરતા તેનો અવરોધ તેનો તે જ રહે છે. તો વિદ્યુતઘટકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં શો ફેરફાર થશે ?
4. શા માટે ટોસ્ટર તથા વિદ્યુતઈસ્ત્રીની કૉઈલ શુદ્ધ ધાતુની ન બનાવતા મિશ્રધાતુની બનાવવામાં આવે છે ?
5. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર કોષ્ટક 12.2માં આપેલ માહિતીની મદદથી આપો :
   (a) લોખંડ (Fe) તથા પારો (Hg)માંથી ક્યું વધારે સારું વાહક છે ?
   (b) ક્યું દ્રવ્ય શ્રેષ્ઠ વાહક છે ?

12.6 અવરોધકોના તંત્રનો અવરોધ (Resistance of a System of Resistors)

N7Y9I2

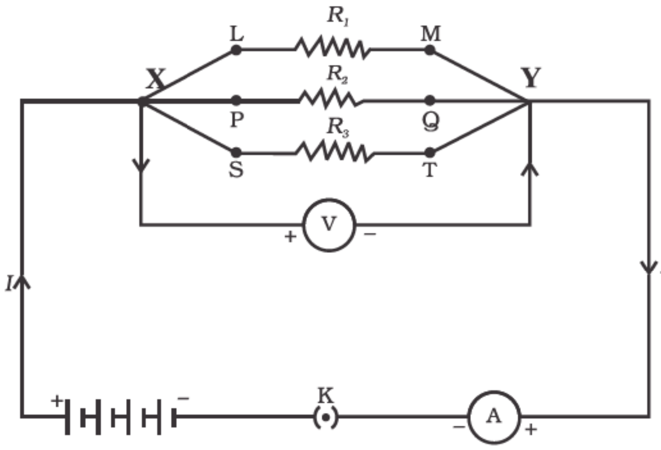
આગળના વિભાગમાં આપણે કેટલાક સરળ વિદ્યુત–પરિપથો વિશે શીખ્યાં. આપણે વાહકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ તેના અવરોધ અને બે છેડા વચ્ચે લાગુ પાડેલા વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત પર કેવી રીતે આધાર રાખે છે તે જોયું. વિવિધ વિદ્યુત ઉપકરણોમાં આપણે ઘણી વાર અવરોધોનાં વિવિધ જોડાણોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. તેથી આપણે આ અવરોધોનાં સંયોજનો પર ઓહ્મનો નિયમ કેવી રીતે લાગુ પાડી શકાય તે જોવા માગીએ છીએ.

અવરોધોને એકબીજા સાથે બે રીતે જોડી શકાય છે. આકૃતિ 12.6માં એક વિદ્યુત-પરિપથ દર્શાવેલ છે, જેમાં R_1, R_2, R_3 અવરોધ ધરાવતા ત્રણ અવરોધો એકબીજા સાથે ક્રમશઃ (એક પૂરો થાય ત્યાંથી બીજો શરૂ થાય તેમ) જોડેલા છે. અવરોધોના આવા જોડાણને શ્રેણી-જોડાણ કહે છે.



આકૃતિ 12.6 શ્રેણીમાં જોડેલા અવરોધો

આકૃતિ 12.7માં અવરોધોનું એક એવું જોડાણ દર્શાવેલ છે કે જેમાં ત્રણ અવરોધકો એકસાથે બિંદુઓ X અને Y વચ્ચે જોડેલ છે. અહીં, અવરોધો એકબીજા સાથે સમાંતર જોડેલા છે તેમ કહેવાય.



આકૃતિ 12.7 સમાંતર જોડેલા અવરોધો

12.6.1 અવરોધોનું શ્રેણી–જોડાણ (Resistores in Series)

જ્યારે કેટલાક અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડીએ તો પરિપથમાં વહેતા પ્રવાહનું શું થાય ? તેમનો સમતુલ્ય અવરોધ કેટલો થાય ? ચાલો, આને નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા સમજવા પ્રયત્ન કરીએ :

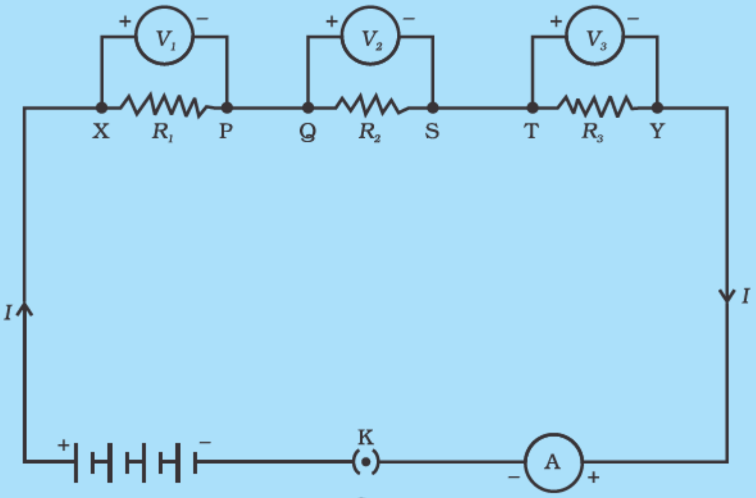
પ્રવૃત્તિ 12.4

- જુદાં–જુદાં મૂલ્ય ધરાવતા ત્રણ અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડો. આકૃતિ 12.6માં દર્શાવ્યા અનુસાર તેમને એક બૅટરી, એક એમીટર તથા એક પ્લગકળ સાથે જોડો. તમે આ પ્રવૃત્તિ માટે 1 Ω, 2 Ω, 3 Ω વગેરે મૂલ્યના અવરોધો તથા 6 Vની બૅટરીનો ઉપયોગ કરી શકો.
- હવે કળમાં પ્લગ ભરાવો. એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- બે અવરોધો વચ્ચે એમીટરનું સ્થાન ગમે ત્યાં બદલી શકો છો. દરેક વખતે એમીટરનું અવલોકન નોંધો.
- શું તમને એમીટરમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહના મૂલ્યમાં કોઈ ફેરફાર જોવા મળે છે ?

તમે જોશો કે, એમીટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય તેનું તે જ રહે છે. તે પરિપથમાં એમીટરના સ્થાન પર આધાર રાખતું નથી. આનો અર્થ એવો થયો કે અવરોધોને શ્રેણીમાં જોડતાં પરિપથના દરેક ભાગમાં સમાન વિદ્યુતપ્રવાહ હોય છે એટલે કે દરેક અવરોધમાં સમાન વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે.

પ્રવૃત્તિ 12.5

- પ્રવૃત્તિ 12.4માં આકૃતિ 12.6માં દર્શાવ્યા અનુસાર ત્રણ અવરોધોનાં શ્રેણી–જોડાણના છેડા X તથા Yની વચ્ચે વોલ્ટમીટર જોડો.
- પરિપથમાં કળમાં પ્લગ ભરાવી વોલ્ટમીટરનું અવલોકન નોંધો. તે અવરોધોના શ્રેણી–જોડાણ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત આપે છે. ધારો કે તે V છે. હવે બૅટરીના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. બંનેનાં મૂલ્યો સરખાવો.
- કળમાંથી પ્લગ દૂર કરો અને વોલ્ટમીટરનું જોડાણ દૂર કરો. હવે વોલ્ટમીટરને પ્રથમ અવરોધના બે છેડા X અને P વચ્ચે જોડો જે આકૃતિ 12.8માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 12.8

- કળમાં પ્લગ ભરાવો અને પ્રથમ અવરોધના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. ધારો કે તે V_1 છે.
- આ જ રીતે બાકીના બે અવરોધ માટે અલગ–અલગ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. ધારો કે તે અનુક્રમે V_2 અને V_3 છે.
- V, V_1, V_2 અને V_3. વચ્ચેનો સંબંધ તારવો.

તમે જોશો કે, વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત Vનું મૂલ્ય વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V_1, V_2 અને V_3ના સરવાળા જેટલું છે. એટલે કે અવરોધોનાં શ્રેણી–જોડાણના છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત વ્યક્તિગત અવરોધોના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનાં સરવાળા બરાબર છે એટલે કે,

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \qquad (12.11)$$

ધારો કે આકૃતિ 12.8માં દર્શાવેલ વિદ્યુત–પરિપથમાં વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ I છે. દરેક અવરોધમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ પણ I છે. તેથી ત્રણ શ્રેણીમાં જોડેલા અવરોધોના સ્થાને એક સમતુલ્ય અવરોધ R જોડી શકાય કે જેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V અને પરિપથમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ I તેના તે જ રહે. સમગ્ર પરિપથને ઓહ્‌મનો નિયમ લાગુ પાડતાં આપણને

$$V = IR \qquad (12.12)$$

મળે છે.

ત્રણેય અવરોધોને અલગ–અલગ ઓહ્‌મનો નિયમ લાગુ પાડતાં આપણને

$$V_1 = IR_1 \quad [12.13 (a)]$$

$$V_2 = IR_2 \quad [12.13 (b)]$$

અને $$V_3 = IR_3 \quad [12.13 (c)]$$

મળે છે. સમીકરણ (12.11) પરથી,

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

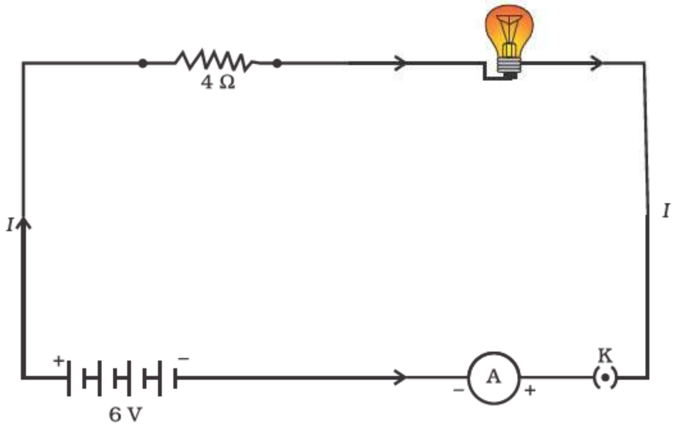
અથવા

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 \quad (12.14)$$

આમ, આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે જ્યારે અનેક અવરોધો શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે ત્યારે જોડાણનો કુલ અવરોધ R_s, વ્યક્તિગત અવરોધો R_1, R_2 અને R_3ના સરવાળા બરાબર હોય છે તથા આ કુલ અવરોધ કોઈ પણ વ્યક્તિગત અવરોધ કરતાં મોટો હોય છે.

ઉદાહરણ 12.7

20 Ω અવરોધ ધરાવતો એક વિદ્યુતબલ્બ, 4 Ω અવરોધ ધરાવતો વાહક, 6 Vની બૅટરી સાથે જોડેલ છે (આકૃતિ 12.9). (a) પરિપથનો કુલ અવરોધ (b) પરિપથમાંથી વહેતો પ્રવાહ અને (c) વિદ્યુતબલ્બના છેડા વચ્ચે તથા વાહકના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ગણો.



આકૃતિ 12.9 4 Ωના અવરોધ અને 6 Vની બૅટરી સાથે શ્રેણીમાં જોડેલ વિદ્યુતબલ્બ

ઉકેલ

વિદ્યુતબલ્બનો અવરોધ $R_1 = 20\ \Omega$

શ્રેણીમાં જોડેલ વાહકનો અવરોધ $R_2 = 4\ \Omega$

તેથી પરિપથનો કુલ અવરોધ,

$R = R_1 + R_2$

$R_s = 20\ \Omega + 4\ \Omega = 24\ \Omega$

બૅટરીના બે છેડા વચ્ચેનો કુલ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત $V = 6$ V

હવે, ઓહ્‌મના નિયમ અનુસાર પરિપથમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ

$$I = \frac{V}{R_s}$$

$$= \frac{6\,V}{24\,\Omega}$$

$$= 0.25\ A$$

વિદ્યુતબલ્બ અને વાહકને અલગ–અલગ ઓહ્‌મનો નિયમ લાગુ પાડતા,

વિદ્યુતબલ્બના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$V_1 = 20\ \Omega \times 0.25\ A$

$= 5\ V$

અને વાહકના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$V_2 = 4\ \Omega \times 0.25\ A$

$= 1\ V$

ધારો કે આપણે વિદ્યુતબલ્બ અને વાહકના શ્રેણી–જોડાણને સ્થાને એક સમતુલ્ય અવરોધ મૂકવા માગીએ છીએ. તો તેનો અવરોધ એટલો હોવો જોઈએ કે જેથી બૅટરીના બે છેડા વચ્ચેના 6 Vના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત માટે પરિપથમાં 0.25 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહે. ધારો કે આ સમતુલ્ય અવરોધ R છે તેથી,

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{6V}{0.25A}$$

$$= 24\ \Omega$$

આ શ્રેણી–જોડાણનો કુલ અવરોધ છે અને તે બે અવરોધોના સરવાળા જેટલો છે.

પ્રશ્નો

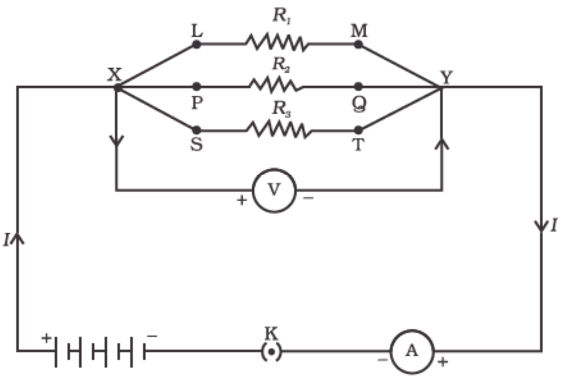
1. એવો વિદ્યુત–પરિપથ દોરો કે જેમાં દરેક 2 Vના ત્રણ કોષ એક 5 Ωનો અવરોધ, એક 8 Ωનો અવરોધ તથા 12 Ωનો અવરોધ તથા એક પ્લગકળ બધા શ્રેણીમાં જોડેલ હોય.
2. પ્રશ્ન 1નો પરિપથ ફરી દોરો કે જેના અવરોધોમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને માપવા માટે એમીટર તથા 12 Ωના અવરોધના છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવા માટે એક વોલ્ટમીટર લગાડેલ હોય. એમીટર અને વોલ્ટમીટરનાં અવલોકનો શું હશે ?

12.6.2 સમાંતર જોડેલા અવરોધો (Resistors in Parallel)

હવે આકૃતિ 12.7માં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુતકોષોનાં સંયોજન (અથવા બૅટરી) સાથે સમાંતર જોડેલ ત્રણ અવરોધોનો વિચાર કરીએ.

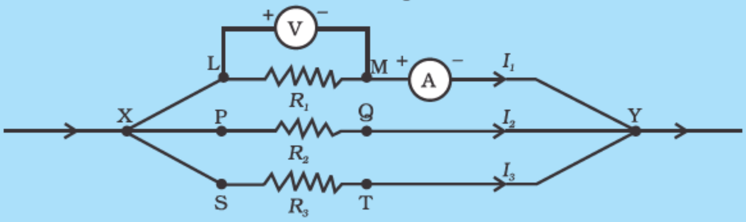
પ્રવૃત્તિ 12.6

- ત્રણ અવરોધો R_1, R_2 અને R_3નું સમાંતર જોડાણ XY તૈયાર કરો. આકૃતિ 12.10માં દર્શાવ્યા અનુસાર તેને બૅટરી, પ્લગકળ અને એમીટર સાથે જોડો. વળી, અવરોધોનાં સંયોજન સાથે વોલ્ટમીટર સમાંતર જોડો.
- કળમાં પ્લગ ભરાવો અને એમીટરનું અવલોકન નોંધો. ધારો કે વિદ્યુતપ્રવાહ I છે. વોલ્ટમીટરનું અવલોકન પણ નોંધો. તે સંયોજનના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (V) આપે છે. દરેક અવરોધ માટે પણ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત V છે. આકૃતિ 12.11 પ્રમાણે દરેક અવરોધ સાથે વોલ્ટમીટર જોડી આ ચકાસી શકાય છે.



આકૃતિ 12.10

- કળમાંથી પ્લગ દૂર કરો. પરિપથમાંથી એમીટર અને વોલ્ટમીટર દૂર કરો. આકૃતિ 12.11માં દર્શાવ્યા અનુસાર એમીટર અવરોધ R_1 સાથે શ્રેણીમાં જોડો. એમીટરનું અવલોકન I_1 નોંધો.



આકૃતિ 12.11

- આ જ રીતે R_2 અને R_3માંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ નોંધો. ધારો કે તે અનુક્રમે I_2 અને I_3 છે. I, I_1, I_2 અને I_3 વચ્ચે શો સંબંધ છે ?

એવું જોવા મળે છે કે કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ I એ સંયોજનની દરેક શાખામાંથી વહેતા અલગ–અલગ વિદ્યુતપ્રવાહોના સરવાળા જેટલો છે.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \tag{12.15}$$

ધારો કે R_p એ અવરોધોના સમાંતર જોડાણનો સમતુલ્ય અવરોધ છે. અવરોધોના સમાંતર જોડાણને ઓહ્મનો નિયમ લગાડતાં,

$$I = \frac{V}{R_p} \tag{12.16}$$

દરેક અવરોધને ઓહ્મનો નિયમ લગાડતા,

$$I_1 = \frac{V}{R_1}\ ;\ I_2 = \frac{V}{R_2}\ ;\ I_3 = \frac{V}{R_3} \tag{12.17}$$

સમીકરણ (12.15)થી (12.17) પરથી,

$$\frac{V}{R_p} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

અથવા

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \tag{12.18}$$

આમ, આપણે એવું તારણ કાઢી શકીએ કે એકબીજાને સમાંતર જોડેલા અવરોધોના સમતુલ્ય અવરોધનું વ્યસ્ત, દરેક અવરોધનાં વ્યસ્ત મૂલ્યોનાં સરવાળા બરાબર હોય છે.

ઉદાહરણ 12.8

આકૃતિ 12.10માં દર્શાવેલ પરિપથમાં ધારો કે અવરોધો R_1, R_2, R_3નાં મૂલ્યો અનુક્રમે 5 Ω, 10 Ω અને 30 Ω છે. તેમને 12 Vની બૅટરી સાથે જોડેલ છે. (a) દરેક અવરોધમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ (b) પરિપથનો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ અને (c) પરિપથનો કુલ અવરોધ ગણો.

ઉકેલ

$R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$ અને $R_3 = 30\ \Omega$

બૅટરીના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત $V = 12$ V

દરેક અવરોધ માટે પણ આ જ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત છે, તેથી અવરોધોમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ ગણવા આપણે ઓહ્મના નિયમનો ઉપયોગ કરીશું.

R_1માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, $I_1 = V/R_1$,

$$I_1 = \frac{12\ V}{5\ \Omega} = 2.4\ A$$

R_2માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, $I_2 = V/R_2$

$$I_2 = \frac{12\ V}{10\ \Omega} = 1.2\ A$$

R_3માંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, $I_3 = V/R_3$

$$I_3 = \frac{12\ V}{30\ \Omega} = 0.4\ A$$

પરિપથમાં કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = (2.4 + 1.2 + 0.4)\ A$$
$$= 4\ A$$

પરિપથનો કુલ અવરોધ (R_P) સમીકરણ (12.18) પરથી મળે છે.

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{1}{3}$$

આમ, $R_P = 3\ \Omega$

ઉદાહરણ 12.9

આકૃતિ 12.12માં $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 40\ \Omega$, $R_3 = 30\ \Omega$, $R_4 = 20\ \Omega$, $R_5 = 60\ \Omega$ અને 12 Vની બૅટરી જોડેલ છે. (a) પરિપથનો કુલ અવરોધ અને (b) પરિપથમાંથી વહેતો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ ગણો.

ઉકેલ

ધારો કે આપણે સમાંતર જોડેલ અવરોધો R_1 અને R_2ને સ્થાને સમતુલ્ય અવરોધ R' જોડીએ. આ જ રીતે સમાંતર જોડેલ R_3, R_4 અને R_5 ને સ્થાન સમતુલ્ય અવરોધ R" જોડીએ.

સમીકરણ (12.18)નો ઉપયોગ કરતાં,

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{5}{40}$$ એટલે કે, $R' = 8\ \Omega$

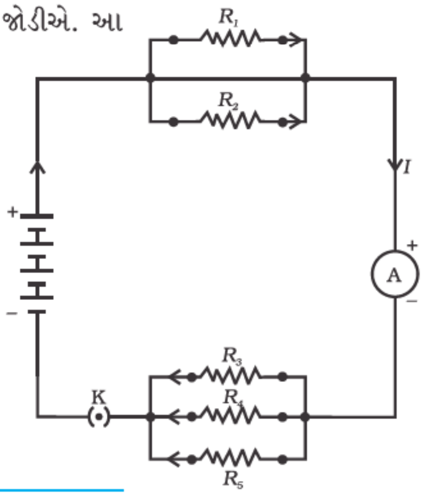
આ જ રીતે, $$\frac{1}{R''} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} + \frac{1}{60} = \frac{6}{60}$$

એટલે કે, $R'' = 10\ \Omega$.

તેથી કુલ અવરોધ $R = R' + R'' = 18\ \Omega$

વિદ્યુતપ્રવાહ ગણવા માટે ઓહ્મના નિયમનો ઉપયોગ કરતાં,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12\ V}{18\ \Omega} = 0.67\ A$$



આકૃતિ 12.12
શ્રેણી અને સમાંતર જોડેલા અવરોધો દર્શાવતો વિદ્યુત–પરિપથ

આપણે જોયું કે શ્રેણી–પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ સમગ્ર પરિપથમાં સમાન હોય છે. આથી, વિદ્યુતબલ્બ અને વિદ્યુતહીટરને શ્રેણીમાં જોડવા વ્યાવહારિક નથી, કારણ કે તેમને યોગ્ય રીતે ચલાવવા માટે તદ્દન ભિન્ન મૂલ્યોમાં વિદ્યુતપ્રવાહની જરૂર પડે છે (ઉદાહરણ 12.3 જુઓ). શ્રેણી–જોડાણની બીજી એક મુખ્ય ત્રુટિ એ છે કે જ્યારે પરિપથનો એક ઘટક નિષ્ફળ જાય ત્યારે પરિપથમાં ભંગાણ પડે છે અને પરિપથનો કોઈ પણ ઘટક કામ કરતો નથી. જો તમે તહેવારો, લગ્નો વગેરે પ્રસંગોમાં મકાનોની સજાવટમાં બલ્બોની શ્રેણીઓનો ઉપયોગ થતો જોયો હશે, તો તમે જોયું હશે કે ઇલેક્ટ્રિશીયનને ખામીવાળું સ્થાન શોધવામાં ઘણો સમય લાગે છે. તેને ઊડી ગયેલો બલ્બ શોધીને બદલવા માટે દરેક બલ્બને તપાસવો પડે છે. આનાથી વિરુદ્ધ સમાંતર જોડાણમાં દરેક ઉપકરણમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વહેંચાઈ જાય છે. સમીકરણ (12.18) પ્રમાણે પરિપથનો કુલ અવરોધ ઘટે છે. આ ખાસ ત્યારે ઉપયોગી છે જ્યારે વિદ્યુત ઉપકરણનો અવરોધ જુદો–જુદો હોય અને દરેકને યોગ્ય રીતે કાર્ય કરવા માટે જુદો–જુદો વિદ્યુતપ્રવાહ જોઈતો હોય.

પ્રશ્નો

1. જ્યારે (a) 1 Ω તથા 10^6 Ω (b) 1 Ω, 10^3 Ω અને 10^6 Ω અવરોધો સમાંતર જોડવામાં આવે, તો પરિણામી અવરોધ નક્કી કરો.
2. 100 Ωનો વિદ્યુતબલ્બ, 50 Ω અવરોધવાળું ટોસ્ટર અને 500 Ω અવરોધવાળું વૉટર ફિલ્ટર 220 Vનાં પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડેલ છે. તે જ પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે વિદ્યુતઇસ્ત્રી જોડતાં તે ત્રણેય સાધનો દ્વારા ખેંચાતા કુલ પ્રવાહ જેટલો જ પ્રવાહ ખેંચે છે, તો ઇસ્ત્રીનો અવરોધ કેટલો હશે તથા તેમાંથી કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો હશે ?
3. વિદ્યુત સાધનોને બૅટરી સાથે શ્રેણીમાં જોડવાને બદલે સમાંતર જોડતાં કયા ફાયદા થાય છે ?
4. 2 Ω, 3 Ω અને 6 Ωના અવરોધોને કેવી રીતે જોડશો કે જેથી પરિણામી અવરોધ (a) 4 Ω (b) 1 Ω મળે.
5. 4 Ω, 8 Ω, 12 Ω અને 24 Ω અવરોધ ધરાવતા ગૂંચળાઓને સંયોજિત કરતાં કેટલો (a) મહત્તમ (b) ન્યૂનતમ અવરોધ મળે ?

F2B3T4

12.7 વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર (Heating Effect of Electric Current)

આપણે જાણીએ છીએ કે બૅટરી અથવા કોષ વિદ્યુતઊર્જાનું પ્રાપ્તિસ્થાન છે. કોષમાં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે, જે બૅટરી સાથે જોડેલ કોઈ અવરોધ કે અવરોધોના તંત્રમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વહેવડાવવા માટે ઇલેક્ટ્રૉનને ગતિમાં લાવે છે. આપણે વિભાગ 12.2માં જોયું કે વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે બૅટરીએ ઊર્જા ખર્ચતા રહેવું પડે છે. આ ઊર્જા ક્યાં જાય છે ? વિદ્યુતપ્રવાહ જાળવી રાખવા માટે ખર્ચ થતી ઊર્જામાંથી અમુક ભાગ ઉપયોગી કાર્ય કરવા (જેમકે વિદ્યુતપંખાનાં પાંખિયાં ફેરવવા) માટે વપરાય છે. પ્રાપ્તિસ્થાનની બાકીની ઊર્જા ઉપકરણનું તાપમાન વધારવા માટે ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરવામાં વપરાય છે. આપણે આપણા રોજિંદા જીવનમાં આ ઘણી વાર જોઈએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, વિદ્યુતપંખાનો લાંબો સમય સુધી સતત ઉપયોગ કરીએ તો તે ગરમ થાય છે. આનાથી વિપરીત જો વિદ્યુત–પરિપથ માત્ર અવરોધીય હોય, એટલે કે માત્ર અવરોધોનું જોડાણ જ બૅટરી સાથે કરેલ હોય તો પ્રાપ્તિસ્થાનની ઊર્જા સતત ઉષ્મારૂપે જ વ્યય થાય છે. આને વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર કહે છે. આ અસરનો ઉપયોગ વિદ્યુતહીટર, વિદ્યુતઇસ્ત્રી વગેરેમાં થાય છે.

ધારો કે અવરોધ Rમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ I પસાર થાય છે. ધારો કે તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુત-સ્થિતિમાનનો તફાવત V છે (આકૃતિ 12.13). ધારો કે t સમયમાં Q વિદ્યુતભાર પસાર થાય છે. V વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ Q વિદ્યુતભારને ગતિ કરાવવા માટે થતું કાર્ય VQ છે. તેથી પ્રાપ્તિસ્થાને t સમયમાં VQ જેટલી ઊર્જા પૂરી પાડવી પડે. તેથી પ્રાપ્તિસ્થાન દ્વારા પરિપથને મળતો પાવર,

$$P = V\frac{Q}{t} = VI \qquad (12.19)$$

અથવા t સમયમાં પરિપથને પૂરી પડાતી ઊર્જા $P \times t$ એટલે કે VIt થાય. પ્રાપ્તિસ્થાન દ્વારા ખર્ચાતી આ ઊર્જાનું શું થતું હશે ? આ ઊર્જા અવરોધકમાં ઉષ્મારૂપે વિખેરણ પામે છે. તેથી સ્થિર પ્રવાહ I માટે t સમયમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા,

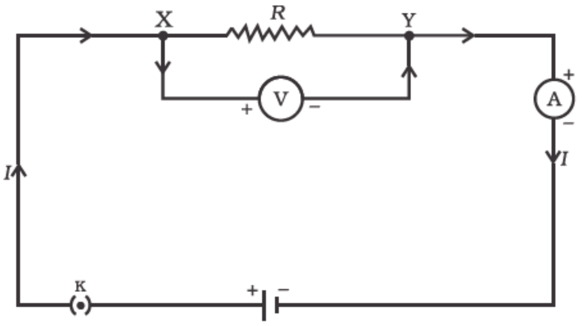
$$H = VIt \qquad (12.20)$$

ઓહ્મનો નિયમ (સમીકરણ 12.5) લાગુ પાડતાં આપણને

$$H = I^2Rt \qquad (12.21)$$

મળે.

આને જૂલનો તાપીય નિયમ કહે છે. આ નિયમ પરથી સ્પષ્ટ છે કે, અવરોધમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા (i) આપેલ અવરોધમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહના વર્ગનાં સમપ્રમાણમાં છે. (ii) આપેલ વિદ્યુતપ્રવાહ માટે અવરોધનાં સમપ્રમાણમાં છે. (iii) અવરોધમાંથી જેટલા સમય માટે પ્રવાહ પસાર થાય તે સમયનાં સમપ્રમાણમાં હોય છે. વ્યાવહારિક પરિસ્થિતિમાં જ્યારે કોઈ વિદ્યુત ઉપકરણને જાણીતા વોલ્ટેજ પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે $I = \frac{V}{R}$ સંબંધ દ્વારા તેમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ શોધ્યા બાદ સમીકરણ (12.12)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 12.13

શુદ્ધ અવરોધકીય પરિપથમાંથી પસાર થતો સ્થિર પ્રવાહ

ઉદાહરણ 12.10

એક વિદ્યુત ઈસ્ત્રી મહત્તમ દરથી ગરમ થાય છે ત્યારે 840 Wના દરથી ઊર્જા વાપરે છે અને લઘુત્તમ દરથી ગરમ થાય છે ત્યારે 360 Wના દરથી ઊર્જા વાપરે છે. વોલ્ટેજ 220 V છે. દરેક કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહ અને અવરોધ કેટલા હશે ?

ઉકેલ

સમીકરણ (12.19) પરથી આપણે જાણીએ છીએ કે ઈનપુટ પાવર P = VI છે.

આથી, વિદ્યુતપ્રવાહ $I = \frac{P}{V}$

(a) જ્યારે મહત્તમ દરથી ગરમ થાય ત્યારે, $I = \frac{840 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 3.82 \text{ A}$

તથા વિદ્યુતઈસ્ત્રીનો અવરોધ, $R = \frac{V}{I} = \frac{220 \text{ V}}{3.82 \text{ A}} = 57.60\ \Omega$

(b) જ્યારે ન્યૂનતમ દરથી ગરમ થાય ત્યારે, $I = \frac{360 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 1.64 \text{ A}$

તથા વિદ્યુતઈસ્ત્રીનો અવરોધ, $R = \frac{V}{I} = \frac{220 \text{ V}}{1.64 \text{ A}} = 134.15\ \Omega$

ઉદાહરણ 12.11

4 Ωના અવરોધમાં દર સેકન્ડે 100 J ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે, તો અવરોધના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત શોધો.

ઉકેલ

H = 100 J, R = 4 Ω, t = 1 s, V = ?

સમીકરણ (12.21) પરથી અવરોધકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I = \sqrt{H/Rt} = \sqrt{\frac{100 \text{ J}}{4\,\Omega \times 1 s}} = 5 \text{ A}$$

તેથી સમીકરણ (12.5) પરથી વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત

V = IR

= 5 A × 4 Ω = 20 V

પ્રશ્નો

1. શા માટે વિદ્યુતહીટરનું દોરડું (cord) ચમકતું નથી જ્યારે તેનો તાપીય ઘટક ચમકે છે ?
2. 50 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ 1 કલાકમાં 96000 કુલંબ વિદ્યુતભાર એકથી બીજે સ્થાને ખસેડતાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા શોધો.
3. 20 Ω અવરોધ ધરાવતી વિદ્યુત ઇસ્ત્રી 5 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે. 30 સેકન્ડમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા ગણો.

12.7.1 વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસરનાં વ્યાવહારિક ઉપયોગો

(Practical Applications of Heating Effect of Electric Current)

કોઈ વાહકમાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થવી તે વિદ્યુતપ્રવાહનું અનિવાર્ય પરિણામ છે. ઘણા કિસ્સામાં તે અનિચ્છનીય છે કેમ કે તે ઉપયોગી વિદ્યુતઊર્જાનું ઉષ્મામાં રૂપાંતર કરે છે. વિદ્યુત-પરિપથોમાં નિવારી ન શકાય તેવી ઉષ્મા વિદ્યુત ઘટકોનાં તાપમાનમાં વધારો કરે છે અને તેમના ગુણધર્મોમાં ફેરફાર કરી શકે છે. આમ છતાં વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસરની કેટલીય ઉપયોગી પ્રયુક્તિઓ છે. વિદ્યુત ઇસ્ત્રી, વિદ્યુત ટોસ્ટર, વિદ્યુત ઓવન, વિદ્યુત કિટલી અને વિદ્યુતહીટર એ જાણીતા વિદ્યુત ઉપકરણો છે, જે જૂલ ઉષ્મા પર કાર્ય કરે છે.

વિદ્યુત ઉષ્માનો ઉપયોગ પ્રકાશ મેળવવા માટે પણ થાય છે જેમ કે વિદ્યુતબલ્બ. અહીં, બલ્બના ફિલામેન્ટમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા શક્ય તેટલી રોકી રાખવી જોઈએ જેથી તે ગરમ થઈને પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરે. ફિલામેન્ટ આવા ઉચ્ચ તાપમાને પીગળવો જોઈએ નહિ. બલ્બનો ફિલામેન્ટ બનાવવા માટે ટંગસ્ટન (ગલનબિંદુ 3380 °C) જેવી ઉચ્ચ ગલનબિંદુ ધરાવતી મજબુત ધાતુ વપરાય છે. ફિલામેન્ટને અવાહક ટેકાની મદદથી શક્ય તેટલી ઉષ્મીય રીતે અલગ કરવામાં આવે છે, બલ્બમાં રાસાયણિક રીતે નિષ્ક્રિય એવા નાઇટ્રોજન અને આર્ગન વાયુ ભરવામાં આવે છે, જેથી ફિલામેન્ટનું આયુષ્ય વધે. ફિલામેન્ટ દ્વારા વપરાતો મોટા ભાગનો પાવર ઉષ્મારૂપે હોય છે, પણ થોડોક ભાગ પ્રકાશ સ્વરૂપે ઉત્સર્જિત થાય છે.

જૂલ ઉષ્મા (ઉષ્માની તાપીય અસર)નો એક બીજો સામાન્ય ઉપયોગ વિદ્યુત-પરિપથોમાં વપરાતા ફ્યુઝ છે. તે પરિપથો અને વિદ્યુત ઉપકરણોમાં અયોગ્ય રીતે વધી જતા વિદ્યુતપ્રવાહને પસાર થતો અટકાવીને તેમનું રક્ષણ કરે છે. ફ્યુઝ ઉપકરણ સાથે શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે. ફ્યુઝ યોગ્ય ગલનબિંદુ ધરાવતી ધાતુ કે મિશ્ર ધાતુમાંથી બનેલો તારનો ટુકડો છે. ઉદાહરણ રૂપે ઍલ્યુમિનિયમ, કૉપર, લોખંડ, લેડ વગેરે. પરિપથના નિયત મૂલ્ય કરતા વધુ વિદ્યુતપ્રવાહ વહે તો ફ્યુઝનાં તારનાં તાપમાનમાં વધારો થાય છે. આથી, ફ્યુઝનો તાર પીગળી જાય છે અને પરિપથમાં ભંગાણ સર્જાય છે. ફ્યુઝનો તાર પોર્સેલિન અથવા તેના જેવા અવાહક પદાર્થના આધાર પર રાખવામાં આવે છે, જેને બે ધાતુનાં છેડા હોય છે. ઘર વપરાશમાં વપરાતા ફ્યુઝ 1 A, 2 A, 3 A, 5 A, 10 A વગેરે રેટીંગ ધરાવે છે. વિદ્યુત ઇસ્ત્રી 220 V પર કાર્ય કરતી હોય અને 1 kW વિદ્યુતપાવર વાપરતી હોય તો પરિપથમાં 1000 W/220 V = 4.54 A વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય. આ કિસ્સામાં 5 Aનો ફ્યુઝ વાપરવો જોઈએ.

12.8 વિદ્યુત પાવર (Electric Power)

તમે અગાઉનાં ધોરણમાં શીખ્યા છો કે કાર્ય કરવાના દરને પાવર કહે છે. તે ઊર્જાના વપરાશનો દર પણ છે.

સમીકરણ (12.21) વિદ્યુત-પરિપથમાં વપરાતી અથવા વ્યય થતી વિદ્યુતઊર્જાનો દર આપે છે. તેને વિદ્યુત પાવર પણ કહે છે.

પાવર $P = VI$

અથવા $$P = I^2 R = \frac{V^2}{R} \tag{12.22}$$

પાવરનો SI એકમ વોટ (W) છે. 1 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ ઉપકરણમાં 1 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો હોય તો ઉપકરણ વડે વપરાતો પાવર 1 W છે. આમ,

1 વોટ = 1 વોલ્ટ × 1 ઍમ્પિયર = 1 V A (12.23)

એકમ 'વોટ' બહુ નાનો છે. આથી, વાસ્તવિક વ્યવહારમાં આપણે ઘણો મોટો એકમ કિલોવોટ વાપરીએ છીએ. 1 કિલોવોટ, 1000 વોટ જેટલો છે. હવે, વિદ્યુતઊર્જાએ પાવર અને સમયનો ગુણાકાર છે, તેથી વિદ્યુતઊર્જાનો એકમ વોટ અવર (W h) છે. જ્યારે એક વોટ પાવર 1 કલાક માટે વપરાય તો વપરાતી ઊર્જાને 1 વોટઅવર કહે છે. વિદ્યુતઊર્જાનો વ્યાપારિક (ઔદ્યોગિક) એકમ કિલોવોટ અવર (kW h) છે, જેને સામાન્ય રીતે 'યુનિટ' કહે છે.

1 kW h = 1000 વોટ × 3600 સેકન્ડ
= 3.6×10^6 વોટ સેકન્ડ
= 3.6×10^6 જૂલ (J)

વધુ જાણવા જેવું !

ઘણાં લોકો એવું માને છે કે વિદ્યુત-પરિપથમાં ઇલેક્ટ્રૉન વપરાય છે. આ ખોટું છે ! આપણે વિદ્યુતબોર્ડ કે વિદ્યુત કંપનીને વિદ્યુત બલ્બ, વિદ્યુત પંખા અને ઍન્જિન જેવા વિદ્યુત ઉપકરણોમાં ઇલેક્ટ્રૉનને ગતિ કરાવવા માટે પૂરી પાડવી પડતી ઊર્જા માટે ચૂકવણી કરીએ છીએ. આપણે જે ઊર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ તેને માટે ચૂકવણી કરીએ છીએ.

ઉદાહરણ 12.12

એક વિદ્યુત બલ્બને 220 Vનાં જનરેટર સાથે જોડેલ છે. વિદ્યુતપ્રવાહ 0.50 A છે, તો બલ્બનો પાવર કેટલો ?

ઉકેલ

$P = VI$

$= 220\text{ V} \times 0.50\text{ A}$

$= 110\text{ J/s}$

$= 110\text{ W}$

ઉદાહરણ 12.13

400 Wનું રેટિંગ ધરાવતું વિદ્યુત રેફ્રિજરેટર 8 કલાક/દિવસ ચલાવવામાં આવે છે. ₹ 3 પ્રતિ kW hનાં લેખે 30 દિવસ ચલાવવા માટેની ઊર્જા માટે કેટલો ખર્ચ થાય ?

ઉકેલ :

30 દિવસમાં રેફ્રિજરેટર દ્વારા વપરાતી કુલ ઊર્જા

400 W × 8 કલાક/દિવસ × 30 દિવસ = 96000 W h

= 96 kW h

આમ, 30 દિવસ રેફ્રિજરેટર ચલાવવા માટે વપરાતી ઊર્જાની કિંમત 96 kW h × ₹ 3 પ્રતિ kW h = ₹ 288.00

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા અપાતી ઊર્જાનો દર શાનાથી નક્કી થાય છે ?
2. એક વિદ્યુતમોટર 220 Vની લાઇનમાંથી 5 A પ્રવાહ ખેંચે છે, તો મોટરનો પાવર અને 2 hમાં વપરાતી ઊર્જા ગણો.

તમે શીખ્યાં કે

- કોઈ પણ વાહકમાં ગતિશીલ ઇલેક્ટ્રૉનનો પ્રવાહ વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે છે. રૈવાજિક રીતે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લેવામાં આવે છે.
- વિદ્યુતપ્રવાહનો SI એકમ ઍમ્પિયર (A) છે.
- કોઈ વિદ્યુત–પરિપથમાં ઇલેક્ટ્રૉનને ગતિમાં લાવવા માટે આપણે કોષ કે બૅટરીનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. વિદ્યુતકોષ તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત ઉત્પન્ન કરે છે. તેને વોલ્ટ (V)માં માપવામાં આવે છે.
- અવરોધ એવો ગુણધર્મ છે, જે કોઈ પણ વાહકમાં ઇલેક્ટ્રૉનના પ્રવાહને અવરોધે છે. તે વિદ્યુતપ્રવાહનાં મૂલ્યને નિયંત્રિત કરે છે. અવરોધનો SI એકમ ઓહ્‌મ (Ω) છે.
- ઓહ્‌મનો નિયમ : અવરોધકનું તાપમાન અચળ રહેતું હોય તો કોઈ અવરોધકના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત તેમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહનાં સમપ્રમાણમાં હોય છે.
- વાહકનો અવરોધ તેની લંબાઈનાં સમપ્રમાણ અને આડછેડનાં ક્ષેત્રફળનાં વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે અને તે વાહકના દ્રવ્યની જાત પર પણ આધાર રાખે છે.
- શ્રેણીમાં જોડેલા અનેક અવરોધોનો સમતુલ્ય અવરોધ પ્રત્યેક અવરોધના સરવાળા જેટલો હોય છે.
- એકબીજા સાથે સમાંતર જોડેલ અનેક અવરોધનો સમતુલ્ય અવરોધ R_p

  $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots$ દ્વારા અપાય છે.
- અવરોધમાં વ્યય થતી વિદ્યુતઊર્જા નીચે મુજબ અપાય છે :

  $W = V \times I \times t$
- પાવરનો એકમ વોટ (W) છે. 1 Vનાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનનાં તફાવત હેઠળ 1 A વિદ્યુતપ્રવાહ વહે ત્યારે એક વોટ પાવર વપરાય છે.
- વિદ્યુતઊર્જાનો વ્યાપારિક એકમ કિલોવોટ અવર (kW h) છે.

  1 kW h = 3,600,000 J = 3.6×10^6 J

સ્વાધ્યાય

14C117

1. R અવરોધ ધરાવતા તારના પાંચ સમાન ટુકડા કરવામાં આવે છે. આ ટુકડાઓને સમાંતર જોડવામાં આવે છે. જો જોડાણનો પરિણામી અવરોધ R' હોય, તો $\frac{R}{R'}$ ગુણોત્તર ...... છે.

   (a) $\frac{1}{25}$ (b) $\frac{1}{5}$ (c) 5 (d) 25

2. નીચેનામાંથી કયું પદ પરિપથમાં વિદ્યુતપાવર દર્શાવતું નથી ?

   (a) I^2R (b) IR^2 (c) VI (d) V^2/R

3. એક વિદ્યુતબલ્બનું રેટિંગ 220 V અને 100 W છે. જ્યારે તેને 110 V પર વાપરવામાં આવે ત્યારે વપરાતો પાવર ...... હશે.

   (a) 100 W (b) 75 W (c) 50 W (d) 25 W

4. એક જ દ્રવ્યમાંથી બનેલા બે વાહક તારની લંબાઈ અને વ્યાસ સમાન છે. સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત હેઠળ તેમને સૌપ્રથમ શ્રેણીમાં અને ત્યાર પછી સમાંતરમાં જોડવામાં આવે છે, તો શ્રેણી અને સમાંતર જોડાણમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનો ગુણોત્તર ...... હશે.

   (a) 1:2 (b) 2:1 (c) 1:4 (d) 4:1

5. પરિપથમાં કોઈ બે બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવા માટે વોલ્ટમીટર કેવી રીતે જોડશો ?

6. એક તાંબાના તારનો વ્યાસ 0.5 mm અને અવરોધકતા 1.6×10^{-8} Ω m છે, તો 10 Ωનો અવરોધ બનાવવા તારની લંબાઈ કેટલી હોવી જોઈએ ? જો વ્યાસ બમણો કરવામાં આવે, તો અવરોધમાં કેટલો ફેરફાર થાય ?

7. કોઈ અવરોધના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવત V અને તેને અનુરૂપ અવરોધમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ Iનાં મૂલ્યો નીચે મુજબ છે :

I (ઍમ્પિયર)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
V (વોલ્ટ)	1.6	3.4	6.7	10.2	13.2

   V વિરુદ્ધ Iનો આલેખ દોરી અવરોધકનો અવરોધ ગણો.

8. જ્યારે અજ્ઞાત અવરોધના છેડા વચ્ચે 12 Vની બૅટરી જોડવામાં આવે ત્યારે પરિપથમાં 2.5 mAનો પ્રવાહ વહે છે, તો અવરોધકનો અવરોધ શોધો.

9. 9 V ની બૅટરીને અવરોધો 0.2 Ω, 0.3 Ω, 0.4 Ω, 0.5 Ω, અને 12 Ω સાથે શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે, તો 12 Ωના અવરોધ માંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો ?

10. 176 Ωના કેટલા અવરોધોને સમાંતર જોડવા જોઈએ કે જેથી 220 Vની લાઇનમાંથી 5 A પ્રવાહ વહે ?

11. 6 Ωના ત્રણ અવરોધોને તમે કેવી રીતે જોડશો કે જેથી જોડાણનો અવરોધ (i) 9 Ω (ii) 4 Ω થાય.

12. 220 Vની વિદ્યુતલાઇન પર ઉપયોગમાં લઈ શકાય તેવા અનેક બલ્બોનું રેટિંગ 10 W છે. 220 Vની લાઇનમાંથી ખેંચી શકાતો મહત્તમ પ્રવાહ 5 A હોય તો લાઇનના બે તાર વચ્ચે કેટલા બલ્બ સમાંતરમાં જોડી શકાય ?

13. ઇલેક્ટ્રિક ઓવનની હોટપ્લેટ (hot plate) 220 Vની લાઇન સાથે જોડેલ છે, જેમાં બે અવરોધ કૉઇલ A અને B છે. પ્રત્યેકનો અવરોધ 24 Ω છે, જેને સ્વતંત્ર શ્રેણીમાં કે સમાંતરમાં ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે, તો ત્રણેય કિસ્સામાં વિદ્યુતપ્રવાહ કેટલો–કેટલો હશે ?

14. નીચે આપેલાં પરિપથોમાં 2 Ωના અવરોધમાં વપરાતા પાવરની સરખામણી કરો. (i) 6 Vની બૅટરી સાથે 1 Ω અને 2 Ωના અવરોધો શ્રેણીમાં (ii) 4 Vની બૅટરી સાથે 12 Ω અને 2 Ωના અવરોધો સમાંતરમાં.

15. 100 W; 220 V અને 60 W; 220 Vનું રેટિંગ ધરાવતા બે બલ્બ વિદ્યુત મેઇન્સ સાથે સમાંતર જોડેલા છે. જો સપ્લાય વોલ્ટેજ 220 V હોય, તો લાઇનમાંથી ખેંચાતો પ્રવાહ કેટલો હશે ?

16. કોનામાં વધુ વિદ્યુતઊર્જા વપરાય છે. 250 Wનું TV એક કલાક ચલાવતાં કે 1200 Wના ટોસ્ટરને 10 મિનિટ ચલાવતા ?

17. 8 Ω અવરોધ ધરાવતું વિદ્યુતહીટર મેઇન્સમાંથી 2 કલાક સુધી 15 A વિદ્યુતપ્રવાહ ખેંચે છે, તો હીટરમાં ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માનો દર શોધો.

18. નીચેનાની સમજૂતી આપો :

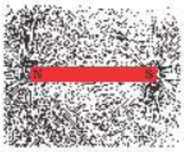
(a) વિદ્યુતબલ્બના ફિલામેન્ટ બનાવવા માટે લગભગ એક માત્ર ટંગસ્ટનનો જ ઉપયોગ કેમ થાય છે ?

(b) વિદ્યુત તાપીય ઉપકરણો જેવા કે બ્રેડ ટોસ્ટર, ઇલેક્ટ્રિક ઇસ્ત્રીના વાહકો શુદ્ધ ધાતુનાં સ્થાને મિશ્રધાતુના કેમ બનાવવામાં આવે છે ?

(c) ઘરવપરાશના પરિપથોમાં શ્રેણી–જોડાણોનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવતો નથી ?

(d) કોઈ તારનો અવરોધ તેના આડછેદનાં ક્ષેત્રફળ સાથે કેવી રીતે બદલાય છે ?

(e) વિદ્યુતપ્રવાહના વહન (એકથી બીજા સ્થાને લઈ જવા, transmission) માટે મોટા ભાગે તાંબા અને ઍલ્યુમિનિયમના તારોનો ઉપયોગ કેમ કરવામાં આવે છે ?



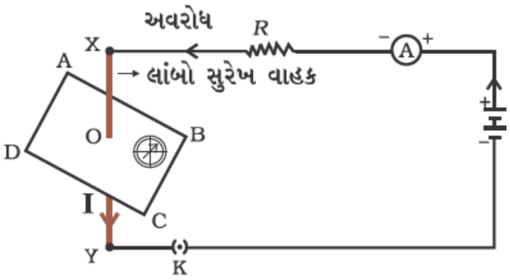
પ્રકરણ 13
વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસરો (Magnetic Effects of Electric Current)

U1Q1D3

અગાઉ 'વિદ્યુત'ના પ્રકરણમાં આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની તાપીય અસર વિશે અભ્યાસ કર્યો. વિદ્યુતપ્રવાહની અન્ય અસરો કઈ છે ? આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર એક ચુંબક તરીકે વર્તે છે. આ જાણકારીનું દૃઢીકરણ (reinforce) કરવા માટે ચાલો આપણે નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 13.1

- આકૃતિ 13.1 માં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુત–પરિપથમાં બિંદુઓ X અને Y ની વચ્ચે એક સુરેખ જાડો તાંબાનો તાર ગોઠવો. તાર XY કાગળના સમતલને લંબરૂપે ગોઠવેલ છે.
- આ તાંબાના તારની નજીક એક નાના હોકાયંત્ર (કંપાસ-Compass)ને સમક્ષિતિજ રહે તેમ ગોઠવો. તેની સોયની સ્થિતિનું અવલોકન કરો.
- હવે કળમાં પ્લગ દાખલ કરી પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરો.
- હોકાયંત્રની સોયના સ્થાનમાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો.



આકૃતિ 13.1
ધાતુના તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં હોકાયંત્રની સોયનું કોણાવર્તન થાય છે

આપણને સોય કોણાવર્તન પામતી જોવા મળે છે. આનો અર્થ શું થાય ? આનો અર્થ એ થાય કે જ્યારે તાંબાના તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહે ચુંબકીય અસર ઉત્પન્ન કરી છે. આમ, આપણે કહી શકીએ કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ એકબીજા સાથે સંકળાયેલા છે. તો પછી આનાથી વિરુદ્ધ, ગતિ કરતાં ચુંબકની વિદ્યુત અસર વિશેની શું શક્યતા છે ? આ પ્રકરણમાં આપણે ચુંબકીય ક્ષેત્રો તથા આ પ્રકારની વિદ્યુત-ચુંબકીય અસરોનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની ચુંબકીય અસર સાથે સંકળાયેલ વિદ્યુતચુંબકો તથા વિદ્યુતમોટરનો પણ અભ્યાસ કરીશું તથા ગતિમાન ચુંબકની વિદ્યુતીય અસર પર આધારિત વિદ્યુત જનરેટરનો પણ અભ્યાસ કરીશું.

હેન્સ ક્રિશ્ચિઅન ઓર્સ્ટેડ (Hans Christian Oersted 1777–1851)

19મી સદીના એક અગ્રણી વૈજ્ઞાનિક હેન્સ ક્રિશ્ચિઅન ઓર્સ્ટેડએ વિદ્યુતચુંબકત્વ સમજવામાં નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવેલ. 1820માં તેમણે અકસ્માતે શોધી કાઢ્યું કે ધાતુના તારની નજીક રાખેલ હોકાયંત્રની સોય તારમાં પ્રવાહ પસાર કરતાં કોણાવર્તન પામે છે. આ અવલોકન દ્વારા ઓર્સ્ટેડે દર્શાવ્યું કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ એકબીજા સાથે સંબંધિત ઘટનાઓ છે. તેમના સંશોધને ત્યાર બાદ જુદી–જુદી ટેક્નોલૉજી જેમકે રેડિયો, ટૅલિવિઝન અને ફાઈબર ઑપ્ટિક્સનો ઉદ્ભવ કર્યો. તેમના માનમાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતાના એકમને ઓર્સ્ટેડ નામ આપવામાં આવ્યું છે.

13.1 ચુંબકીય ક્ષેત્ર અને ક્ષેત્રરેખાઓ (Magnetic Field and Field Lines)

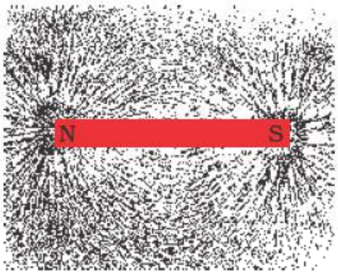
આપણે એ હકીકતથી વાકેફ છીએ કે, હોકાયંત્રની સોયને ગજિયા ચુંબકની નજીક લઈ જતાં તે કોણાવર્તન પામે છે. ખરેખર હોકાયંત્રની સોય એક નાનો ગજિયો ચુંબક છે. હોકાયંત્રની સોયના છેડા લગભગ ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશાઓનું સૂચન કરે છે. ઉત્તર દિશાનું સૂચન કરતાં છેડાને ઉત્તરને શોધતો (Seeking) અથવા ઉત્તર ધ્રુવ કહે છે. બીજા દક્ષિણ દિશામાં રહેતાં છેડાને દક્ષિણને શોધતો અથવા દક્ષિણ ધ્રુવ કહે છે. જુદી–જુદી પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા આપણે અવલોકન કર્યું છે કે સમાન (સજાતીય) ધ્રુવો એકબીજાને અપાકર્ષે છે જ્યારે ચુંબકના અસમાન (વિજાતીય) ધ્રુવો એકબીજાને આકર્ષે છે.

પ્રશ્ન

1. હોકાયંત્રની સોયને ગજિયા ચુંબકની નજીક લઈ જતાં તેનું કોણાવર્તન કેમ થાય છે ?

પ્રવૃત્તિ 13.2

- ડ્રૉઇંગ બૉર્ડ પર એક સફેદ કાગળને ગુંદર વડે ચીપકાવો.
- એક ગજિયા ચુંબકને તેની મધ્યમાં મૂકો.
- ગજિયા ચુંબકની આસપાસ લોખંડનો ભૂકો એકસરખો ભભરાવો. (આકૃતિ 13.2) આ માટે તમે મીઠું છાંટવાની ડબીનો ઉપયોગ કરી શકો.
- હવે બૉર્ડને હળવેથી ટકોરા મારો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આકૃતિ 13.2
લોખંડનો ભૂકો ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓ પર ગોઠવાય છે

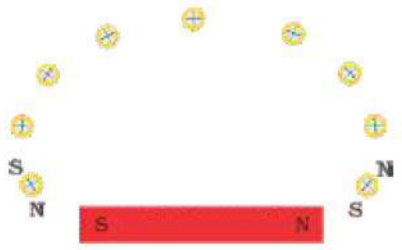
લોખંડનો ભૂકો પોતાની જાતે જ આકૃતિ 13.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ચોક્કસ ભાતમાં ગોઠવાઈ જાય છે. લોખંડનો ભૂકો આવી ચોક્કસ ભાત (તરાહ)માં કેમ ગોઠવાય છે ? આ ભાત શું દર્શાવે છે ? ચુંબક પોતાની આસપાસના વિસ્તારમાં પોતાનો પ્રભાવ (અસર) ઉત્પન્ન કરે છે. પરિણામે લોખંડનો ભૂકો બળ અનુભવે છે. આ બળની અસર હેઠળ લોખંડનો ભૂકો ચોક્કસ ભાતમાં ગોઠવાય છે. ચુંબકની આસપાસનો વિસ્તાર કે જેમાં ચુંબકના બળની અસર અનુભવાય છે, તેને ચુંબકીય ક્ષેત્ર કહે છે. લોખંડનો ભૂકો જે રેખાઓ પર ગોઠવાય છે તેને ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓ કહે છે.

ગજિયા ચુંબકની આજુબાજુ ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓ મેળવવા માટેના કોઈ બીજા રસ્તાઓ છે ? હા, તમે જાતે ગજિયા ચુંબકની ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓ દોરી શકો છો.

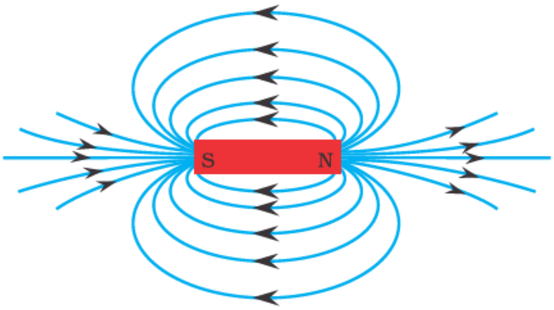
પ્રવૃત્તિ 13.3

- એક નાનું હોકાયંત્ર અને ગજિયો ચુંબક લો.
- ડ્રૉઇંગ બૉર્ડ પર ગુંદર વડે ચીપકાવેલા સફેદ કાગળ પર ચુંબકને મૂકો.
- ચુંબકની ધારને અંકિત કરો.
- ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવની નજીક હોકાયંત્રને ગોઠવો. તે કેવી રીતે વર્તે છે ? સોયનો દક્ષિણ ધ્રુવ ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવ તરફ જાય છે. હોકાયંત્રનો ઉત્તર ધ્રુવ ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવથી દૂર જાય છે.

- સોયના બંને છેડાઓનાં સ્થાન અંકિત કરો.
- હવે સોયને નવા સ્થાન પર એવી રીતે ખસેડો કે જેથી તેનો દક્ષિણ ધ્રુવ, પહેલાની સ્થિતિમાં રહેલા ઉત્તર ધ્રુવના સ્થાન પાસે આવી જાય.
- આ રીતે આકૃતિ 13.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તમે ચુંબકના દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી ઉત્તરોત્તર ગતિ કરતાં પહોંચી જાઓ.
- કાગળ પર રહેલાં આ બિંદુઓને સળંગ વક્રના સ્વરૂપમાં જોડો. આ વક્ર ક્ષેત્રરેખા દર્શાવે છે.
- આ પદ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરી તમારાથી શક્ય હોય તેટલી રેખાઓ દોરો. તમને આકૃતિ 13.4 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેની ભાત મળશે. આ રેખાઓ ચુંબકની આસપાસ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રનું નિરૂપણ કરે છે. તેમને ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કહે છે.
- ક્ષેત્રરેખા પર ગતિ કરતાં–કરતાં હોકાયંત્રની સોયના આવર્તનનું અવલોકન કરો. સોય ધ્રુવોની નજીક જાય તેમ તેનું આવર્તન વધે છે.



આકૃતિ 13.3
હોકાયંત્ર સોયની મદદથી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખા દોરવી



આકૃતિ 13.4
ગજિયા ચુંબકની આસપાસ ક્ષેત્રરેખાઓ

ચુંબકીય ક્ષેત્ર દિશા અને મૂલ્ય (માન) બંને ધરાવતી ભૌતિકરાશિ છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા એ દિશામાં લેવામાં આવે છે કે જે દિશામાં હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ ક્ષેત્રમાં ગતિ કરે. તેથી રૈવાજિક રીતે ક્ષેત્રરેખાઓ ઉત્તર ધ્રુવમાંથી નીકળે અને દક્ષિણ ધ્રુવમાં દાખલ થાય તેમ લેવાય છે. (આકૃતિ 13.4માં દર્શાવેલ તીરની નિશાની ધ્યાનમાં લો). ચુંબકની અંદર ક્ષેત્રરેખાઓની દિશા તેના દક્ષિણ ધ્રુવથી તેના ઉત્તર ધ્રુવ તરફ હોય છે. આમ, ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ બંધ વક્રો રચે છે.

ચુંબકીય ક્ષેત્રની સાપેક્ષ તીવ્રતાને ક્ષેત્રરેખાઓની નિકટતાની માત્રા દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ જ્યાં વધારે નજીક–નજીક હોય ત્યાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર વધારે પ્રબળ હોય છે એટલે કે ત્યાં રાખેલ કોઈ બીજા ચુંબકના ધ્રુવ પર ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે વધારે બળ લાગે છે. (આકૃતિ 13.4 જુઓ.)

બે ક્ષેત્રરેખાઓ કદાપિ એકબીજીને છેદતી જણાતી નથી. જો તે છેદે તો એનો અર્થ એ થાય કે છેદનબિંદુએ હોકાયંત્રની સોય બે દિશાઓ દર્શાવશે, જે શક્ય નથી.

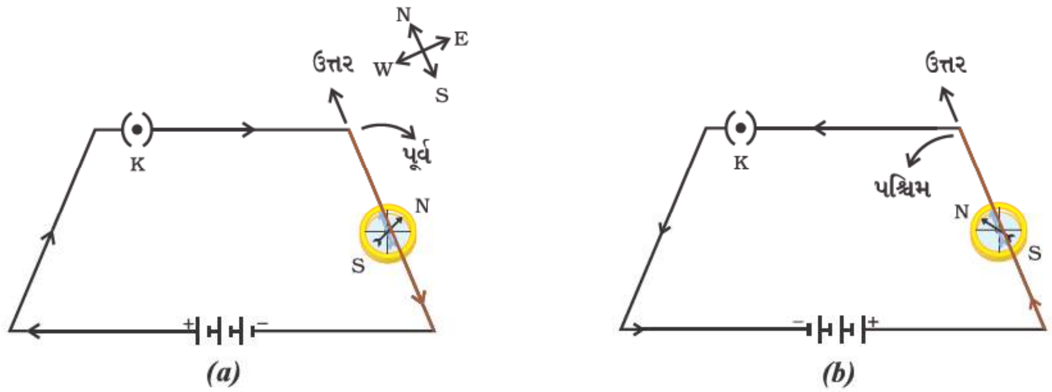
13.2 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic Field due to a Current-Carrying Conductor)

M5R2G1

આપણે પ્રવૃત્તિ 13.1માં જોયું કે કોઈ ધાતુના સુવાહકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ પોતાની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. ઉદ્ભવતા ક્ષેત્રની દિશા જાણવા માટે ચાલો આપણે આ પ્રવૃત્તિને નીચે પ્રમાણે પુનરાવર્તિત કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 13.4

- તાંબાનો એક લાંબો સુરેખ તાર, 1.5 V ના બે કે ત્રણ વિદ્યુતકોષ અને એક પ્લગકળ લો. તે બધાને આકૃતિ 13.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે શ્રેણીમાં જોડો.
- એક સુરેખ તારને હોકાયંત્રની સોયની ઉપર અને તેને સમાંતરરૂપે ગોઠવો.
- હવે પ્લગમાં કળ મૂકો.
- સોયના ઉત્તર ધ્રુવના કોણાવર્તનની દિશાનું અવલોકન કરો. જો પ્રવાહ આકૃતિ 13.5 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઉત્તરથી દક્ષિણ દિશામાં વહેતો હશે, તો હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ પૂર્વ દિશામાં આવર્તન કરશે.
- આકૃતિ 13.5 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિપથમાં જોડેલ સેલનું જોડાણ બદલી નાંખો. પરિણામે તાંબાના તારમાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા બદલાશે એટલે કે દક્ષિણથી ઉત્તર તરફની થશે.
- સોયના કોણાવર્તનની દિશામાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો. તમે જોશો કે હવે સોયનું કોણાવર્તન વિરુદ્ધ દિશામાં એટલે કે પશ્ચિમ તરફ થાય છે [આકૃતિ 13.5 (b)]. એનો અર્થ એ થયો કે, વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પણ ઉલટાયેલ છે.



આકૃતિ 13.5 સરળ વિદ્યુત–પરિપથ કે જેમાં સુરેખ તાંબાના તારને હોકાયંત્રની સોય ઉપર તેને સમાંતર ગોઠવેલ છે. જ્યારે પ્રવાહની દિશા ઉલટાવવામાં આવે ત્યારે સોયનું કોણાવર્તન ઉલટાય છે

13.2.1 સુરેખ વાહકમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

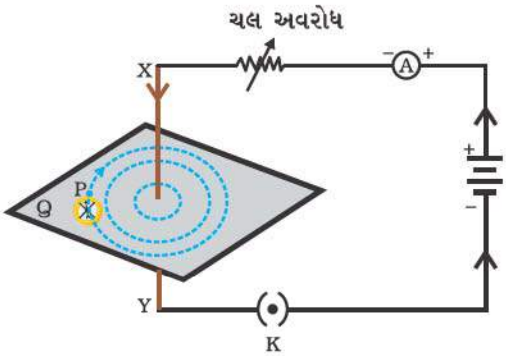
(Magnetic Field due to a Current through a Straight Conductor)

સુવાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ભાત શાનાથી નક્કી થાય છે ? શું આ ભાત સુવાહકના આકાર પર આધાર રાખે છે ? એક પ્રવૃત્તિ દ્વારા આપણે તેની તપાસ કરીશું.

પ્રવૃત્તિ 13.5

- એક બૅટરી (12 V), ચલ અવરોધ (અથવા રિઓસ્ટેટ), એમીટર (0–5 A), પ્લગકળ, જોડાણ માટેના તાર અને જાડો લાંબો સુરેખ તાંબાનો તાર લો.
- એક લંબચોરસ પૂંઠાની મધ્યમાંથી તેના સમતલને લંબરૂપે રહે તેમ જાડા તારને દાખલ કરો. ધ્યાન રાખો કે પૂંઠું જડિત હોય અને ઉપર કે નીચે સરકતું ન હોય.

- આકૃતિ 13.6(a) માં દર્શાવ્યા અનુસાર તાંબાના તારને બિંદુ X અને Yની વચ્ચે ઊર્ધ્વ રહે તે રીતે બૅટરી, પ્લગકળ, એમીટર અને રિઓસ્ટેટ સાથે શ્રેણીમાં જોડો.
- થોડો લોખંડનો ભૂકો પૂંઠા પર સમાન રીતે ભભરાવો. (આ માટે તમે મીઠું છાંટવા માટેની ડબીનો ઉપયોગ કરી શકો).
- રિઓસ્ટેટના ચલને એક ચોક્કસ સ્થિતિમાં રાખીને એમીટરમાંથી વહેતા પ્રવાહની નોંધ કરો.
- કળ મૂકો જેથી તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ વહેશે. એ સુનિશ્ચિત કરો કે બિંદુઓ X અને Y વચ્ચે જોડેલ તાંબાનો તાર ઊર્ધ્વ દિશામાં સીધો રહે.
- પૂંઠાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. લોખંડના ભૂકાની ભાતનું અવલોકન કરો. તમે જોશો કે લોખંડનો ભૂકો તાંબાના તારની આસપાસ સમકેન્દ્રિય થઈ વર્તુળાકાર ભાત રચે છે (આકૃતિ 13.6).
- આ સમકેન્દ્રિય વર્તુળો શું દર્શાવે છે ? તે ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દર્શાવે છે.
- આ રીતે ઉદ્ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કેવી રીતે શોધીશું ? વર્તુળના કોઈ બિંદુ (ધારો કે P) પાસે હોકાયંત્ર ગોઠવો. સોયની દિશાનું અવલોકન કરો. હોકાયંત્રની સોયનો ઉત્તર ધ્રુવ સુરેખ તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે P બિંદુ પાસે ઉદ્ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા દર્શાવે છે. આ દિશાને એક તીર દ્વારા દર્શાવો.
- શું સુરેખ તાંબાના તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓની દિશા ઉલટાય છે ? ચકાસો.



(a)

(b)

આકૃતિ 13.6
(a) સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તારની આસપાસ ઉદ્ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં સમકેન્દ્રીય વર્તુળોની ભાત. વર્તુળમાં તીરની નિશાની ક્ષેત્ર રેખાઓની દિશાનું સૂચન કરે છે. (b) મળતી ભાતનું ખૂબ નજીકથી અવલોકન

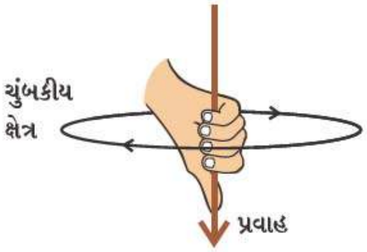
જો તાંબાના તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરવામાં આવે તો હોકાયંત્રની સોયના કોણાવર્તન પર શું પ્રભાવ પડશે ? આ જોવા માટે તારમાંથી વહેતા પ્રવાહમાં ફેરફાર કરો. આપણને જોવા મળે છે કે સોયના કોણાવર્તનમાં પણ ફેરફાર થાય છે. વાસ્તવમાં જો પ્રવાહ વધારીએ તો કોણાવર્તન પણ વધે છે. જે દર્શાવે છે કે તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહના મૂલ્યમાં વધારો કરતાં આપેલ બિંદુ પાસે ઉત્પન્ન થતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રના માનમાં (મૂલ્યમાં) પણ વધારો થાય છે.

જો તાંબાના તારમાંથી વહેતો પ્રવાહ તેનો તે જ હોય પરંતુ હોકાયંત્રને તાંબાના તારથી દૂર લઈ જવામાં આવે તો હોકાયંત્રની સોયના કોણાવર્તનમાં શું ફેર પડે છે ? આ જોવા માટે આપણે હોકાયંત્રને વાહક તારથી દૂર આવેલા કોઈ બિંદુ (ધારો કે Q) પાસે રાખીશું. તમે કેવો ફેરફાર જુઓ છો ? આપણે જોઈએ છીએ કે સોયનું કોણાવર્તન ઘટે છે. આમ, કોઈ વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ વડે ઉત્પન્ન થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર વાહકથી દૂર જતાં ઘટે છે. આકૃતિ 13.6માં જોઈ શકાય છે કે જેમ–જેમ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ તારથી દૂર જઈએ તેમ તેમ તેની આજુબાજુ ઉદ્ભવતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં સમકેન્દ્રિત વર્તુળો મોટાં ને મોટાં થતાં જાય છે.

13.2.2 જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (Right-Hand Thumb Rule)

કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા નક્કી કરવા માટેનો એક સરળ રસ્તો આકૃતિ (13.7)માં દર્શાવેલ છે.

કલ્પના કરો કે તમે તમારા જમણા હાથમાં વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને એવી રીતે પકડો છો કે જેથી અંગૂઠો વિદ્યુતપ્રવાહની દિશાનું સૂચન કરે છે. તો તમારી આંગળીઓ વાહકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓની દિશામાં વીંટળાય છે, જે આકૃતિ 13.7માં દર્શાવેલ છે. આને જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ કહે છે*.



આકૃતિ 13.7
જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ

ઉદાહરણ 13.1

કોઈ સમક્ષિતિજ પાવર લાઈનમાં પૂર્વથી પશ્ચિમ દિશા તરફ વિદ્યુતપ્રવાહ વહી રહ્યો છે. તેની બરોબર નીચે આવેલા કોઈ બિંદુ પાસે તથા તેની બરોબર ઉપર આવેલા કોઈ બિંદુ પાસે ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કઈ હશે ?

ઉકેલ

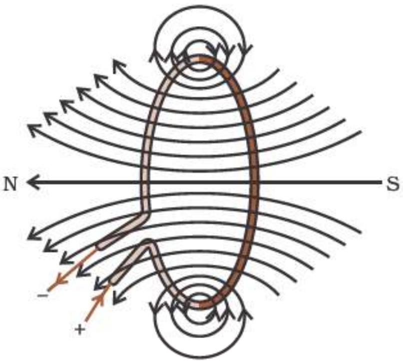
વિદ્યુતપ્રવાહ પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ છે. જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ લાગુ પાડતાં પૂર્વ છેડાથી જોતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા (તારના ઉપર કે નીચે કોઈ બિંદુ પાસે) તારને લંબ સમતલમાં સમઘડી દિશામાં (Clockwise) મળશે. આ જ પ્રમાણે તારના પશ્ચિમ છેડાથી જોતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા વિષમઘડી દિશામાં (Anti-Clockwise) હશે.

પ્રશ્નો

1. ગજિયા ચુંબકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ દોરો.
2. ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓના ગુણધર્મોની સૂચિ બનાવો.
3. બે ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજીને કેમ છેદતી નથી ?

13.2.3 વર્તુળાકાર લૂપમાંથી વહેતા પ્રવાહ વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

(Magnetic Field due to a Current through a Circular Loop)



આકૃતિ 13.8
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપ વડે ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ

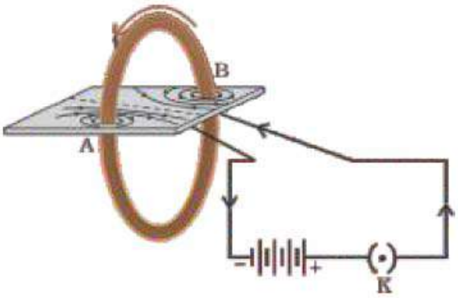
આપણે અત્યાર સુધી સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે તેની આસપાસ ઉદ્ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાતનું અવલોકન કર્યું. ધારો કે આ તારને વાળીને એક વર્તુળાકાર લૂપ બનાવી તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે. તો હવે તેના દ્વારા ઉદ્ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ કેવી દેખાશે ? આપણે જાણીએ છીએ કે સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર તેનાથી અંતરના વ્યસ્ત પ્રમાણ પર આધારિત છે. તે જ રીતે કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપની આસપાસ દરેક બિંદુએ ઉત્પન્ન થતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને દર્શાવતાં કેન્દ્રિત વર્તુળોની સાઇઝ તારથી દૂર જતાં સતત મોટી ને મોટી થતી જાય છે (આકૃતિ 13.8). જ્યારે આપણે વર્તુળાકાર લૂપના કેન્દ્ર પાસે પહોંચીએ ત્યારે આ મોટાં વર્તુળોના ચાપ લગભગ સુરેખ રેખા જેવા દેખાય છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તારના દરેક બિંદુએથી ઉદ્ભવતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓ લૂપના કેન્દ્ર પાસે સીધી રેખાઓ જેવી દેખાય છે. જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરી એ હકીકતની સરળતાથી ચકાસણી કરી શકાય કે તારનો દરેક ભાગ લૂપની અંદર ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓમાં એક જ દિશામાં ફાળો આપે છે.

* આ નિયમને મેક્સવેલનો કોર્કસ્ક્રૂનો નિયમ પણ કહે છે. જો આપણે કોર્કસ્ક્રૂને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં આગળ વધારવાનું વિચારીએ તો કોર્કસ્ક્રૂના પરિભ્રમણની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા હોય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત તાર વડે આપેલા બિંદુ પાસે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર તેમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહના સમપ્રમાણમાં હોય છે. તેથી જો વર્તુળાકાર લૂપને n આંટાઓ હોય તો ઉત્પન્ન થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર એક આંટા દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં ક્ષેત્ર કરતાં n ગણું હોય છે. કારણ કે દરેક આંટામાં વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા સમાન હોય છે અને દરેક આંટા વડે ઉદ્ભવતાં ક્ષેત્રોનો સરવાળો થાય છે.

પ્રવૃત્તિ 13.6

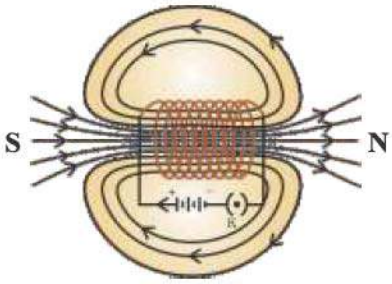
- એક એવું લંબચોરસ પૂઠું લો. જેમાં બે છિદ્રો હોય. પૂઠાના સમતલને લંબ રહે તેમ ઘણા આંટાઓ ધરાવતી એક લૂપને પૂઠામાં દાખલ કરો.
- આકૃતિ 13.9માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે લૂપના છેડાઓ સાથે શ્રેણીમાં બૅટરી, કળ અને એક રિઓસ્ટેટનું જોડાણ કરો.
- લોખંડના ભૂકાને પૂઠા પર સમાન રીતે ભભરાવો.
- કળમાં પ્લગ મૂકો.
- પૂઠાને હળવેથી થોડા ટકોરા મારો. પૂઠા પર લોખંડના ભૂકાની જે ભાત રચાય છે તેનું અવલોકન કરો.



આકૃતિ 13.9
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપ વડે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

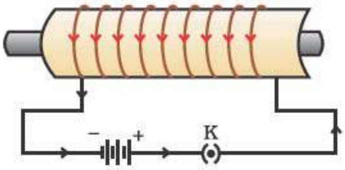
13.2.4 સોલેનોઇડમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic Field due to a Current in a Solenoid)

અલગ કરેલા તાંબાના તારના અત્યંત નજીક વિંટાળેલા ઘણા વર્તુળાકાર આંટા વડે બનતા નળાકારને સોલેનોઇડ કહે છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડના કારણે રચાતી ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત આકૃતિ 13.10માં દર્શાવી છે. આકૃતિ 13.4માં દર્શાવેલ ગજિયા ચુંબકની ક્ષેત્રરેખાઓની ભાત સાથે આ ભાતની સરખામણી કરો. શું તે એકસમાન દેખાય છે ? હા, તે એકસમાન છે. હકીકતમાં સોલેનોઇડનો એક છેડો ચુંબકીય ઉત્તર ધ્રુવ અને બીજો છેડો ચુંબકીય દક્ષિણ ધ્રુવ તરીકે વર્તે છે. સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં ક્ષેત્રરેખાઓ પરસ્પર સમાંતર એવી સુરેખાઓ છે. જે દર્શાવે છે કે સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં બધાં બિંદુએ ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે. એટલે કે, સોલેનોઇડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન હોય છે.



આકૃતિ 13.10
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડની અંદર તથા આસપાસ મળતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ

સોલેનોઇડની અંદરના વિસ્તારમાં ઉદ્ભવતા ચુંબકીય ક્ષેત્રનો નરમ લોખંડ જેવા ચુંબકીય પદાર્થને ગૂંચળાની અંદર રાખી મૅગ્નેટાઇઝ કરવા માટે ઉપયોગ થઈ શકે છે (આકૃતિ 13.11). આ રીતે બનતા ચુંબકને ઇલેક્ટ્રૉમેગ્નેટ કહે છે.



આકૃતિ 13.11
વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનો સ્ટીલના સળિયાને તેની અંદર મૂકી મૅગ્નેટાઇઝ કરવા માટેનો ઉપયોગ - (ઇલેક્ટ્રૉમેગ્નેટ બનાવવા)

પ્રશ્નો

1. ટેબલના સમતલમાં રહેલ તારનું વર્તુળાકાર લૂપ ધ્યાનમાં લો. ધારો કે આ લૂપમાંથી સમઘડી દિશામાં પ્રવાહ પસાર થાય છે. જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરી લૂપની અંદર તેમજ બહાર ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શોધો.
2. આપેલ વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર સમાન છે. આ દર્શાવતી આકૃતિ દોરો.

3. સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો.

અતિ લાંબા સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડના અંદરના વિસ્તારમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર,

(a) શૂન્ય હોય છે.

(b) આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ ઘટતું જાય છે.

(c) આપણે જેમ છેડા તરફ જઈએ તેમ વધતું જાય છે.

(d) બધાં બિંદુઓએ સમાન હોય છે.

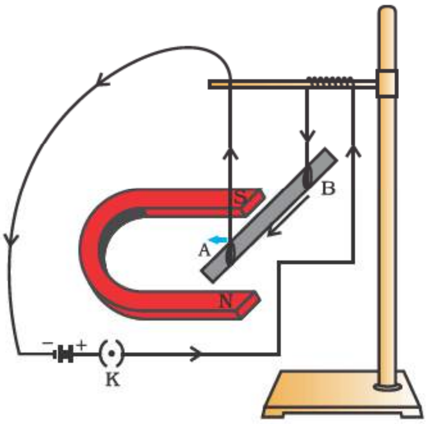
U6W3M7

13.3 ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકેલા વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર લાગતું બળ (Force on a Current-Carrying Conductor in a Magnetic Field)

આપણે શીખી ગયાં છીએ કે વાહકમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ ચુંબકીય ક્ષેત્ર રચે છે. આ રીતે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર વાહકની નજીક રાખેલા ચુંબક પર બળ લગાડે છે. ફ્રેન્ચ વૈજ્ઞાનિક એન્ડ્રે મેરી ઍમ્પિયર) (Andre Marie Ampere) (1775-1836) એ દર્શાવ્યું કે ચુંબક પણ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર સમાન મૂલ્યનું અને વિરુદ્ધ દિશામાં બળ લગાડે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્ર દ્વારા વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક પર લાગતું બળ નીચેની પ્રવૃત્તિ દ્વારા દર્શાવી શકાય છે :

પ્રવૃત્તિ 13.7

- આકૃતિ 13.12માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક નાનો ઍલ્યુમિનિયમનો સળિયો AB (લગભગ 5 cm) લંબાઈનો લો. આકૃતિ (13.12)માં દર્શાવ્યા મુજબ બે વાહક તાર વડે તેને સમક્ષિતિજ રહે તે રીતે સ્ટૅન્ડ પરથી લટકાવો.
- એક પ્રબળ નાળચુંબકને એવી રીતે ગોઠવો કે સળિયો તેના બે ધ્રુવોની મધ્યમાં રહે તથા ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઊર્ધ્વ દિશામાં મળે. આ માટે ચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાની નીચે અને દક્ષિણ ધ્રુવ ઉપર રહે તે રીતે ગોઠવો. (આકૃતિ 13.12)
- ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાની સાથે શ્રેણીમાં બૅટરી, કળ અને રિઓસ્ટેટ જોડો.
- હવે આ સળિયામાં B છેડાથી A છેડાની દિશામાં પ્રવાહ પસાર કરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ? સળિયો ડાબી તરફ ખસતો જણાશે. સળિયો સ્થાનાંતર પામે છે તે તમે નોંધી શકશો.
- સળિયામાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઊલટાવી સળિયાના સ્થાનાંતરની દિશા જુઓ. હવે તે જમણી તરફ છે. સળિયો કેમ સ્થાનાંતર પામે છે ?

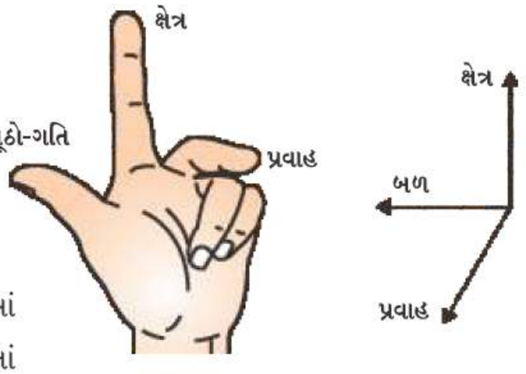


આકૃતિ 13.12 વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સળિયો AB: ચુંબકીય ક્ષેત્રને અને તેની લંબાઈને લંબ દિશામાં ચુંબકીય બળ અનુભવે છે. લોહચુંબકનો આધાર અહીં સરળતા ખાતર બતાવેલ નથી

ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં થતું સળિયાનું સ્થાનાંતર સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ઍલ્યુમિનિયમના સળિયાને જ્યારે ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે ત્યારે તેના પર બળ લાગે છે. તે એમ પણ સૂચવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવતાં બળની દિશા પણ ઊલટાય છે. હવે ચુંબકના બંને ધ્રુવોની અદલાબદલી કરી ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શિરોલંબ નીચેની દિશામાં કરો. ફરીથી જોઈ શકાય છે કે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સળિયા પર લાગતા બળની દિશા ઊલટાય છે. આ દર્શાવે છે કે વાહક પર લાગતા બળની દિશા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા તથા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પર આધાર રાખે છે. પ્રયોગો એવું દર્શાવે છે કે સળિયાનું સ્થાનાંતર ત્યારે મહત્તમ હોય છે (અથવા બળનું માન મહત્તમ હોય

છે) જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ હોય. આવી પરિસ્થિતિમાં આપણે વાહક તાર પર લાગતા બળની દિશા શોધવા માટે એક સરળ નિયમનો ઉપયોગ કરી શકીએ.

પ્રવૃતિ 13.7માં આપણે ધારી લીધું હતું કે, વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા અને ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા પરસ્પર લંબ લીધેલ છે અને જણાયું છે કે બળ આ બંનેને લંબ દિશામાં હોય છે. આ ત્રણેય દિશાઓ એક સરળ નિયમ દ્વારા કે જેને ફ્લૅમિંગના ડાબા હાથનો નિયમ કહે છે તેના વડે દર્શાવી શકાય છે. આ નિયમ પ્રમાણે તમારા ડાબા હાથનો અંગૂઠો, પ્રથમ આંગળી અને વચ્ચેની આંગળી આ ત્રણેયને એવી રીતે પ્રસારો કે જેથી તેઓ પરસ્પર લંબ રહે (આકૃતિ 13.13). જો પ્રથમ આંગળી ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશામાં હોય અને બીજી આંગળી વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં હોય તો અંગૂઠાની દિશા ગતિની દિશા અથવા વાહક પર લાગતા બળની દિશા દર્શાવે છે.



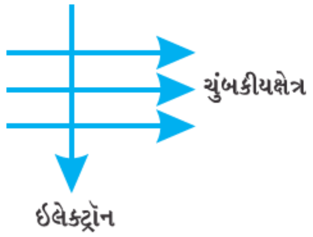
આકૃતિ 13.13
ફ્લૅમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ

વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર ધરાવતી રચનાઓમાં વિદ્યુતમોટર, વિદ્યુત જનરેટર, લાઉડ સ્પીકર, માઇક્રોફોન અને માપન કરતાં સાધનોનો સમાવેશ થાય છે. હવે પછીના થોડા વિભાગોમાં આપણે વિદ્યુત–મોટર અને જનરેટર વિશેનો અભ્યાસ કરીશું.

ઉદાહરણ 13.2

આકૃતિ 13.14માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક ઇલેક્ટ્રૉન ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબરૂપે દાખલ થાય છે. ઇલેક્ટ્રૉન પર લાગતા બળની દિશા

(a) જમણી બાજુ હશે.
(b) ડાબી બાજુ હશે.
(c) પાનાની બહાર તરફની દિશામાં હશે.
(d) પાનાની અંદર તરફ જતી દિશામાં હશે.



આકૃતિ 13.14

ઉકેલ

ઉત્તર છે વિકલ્પ (d) બળની દિશાએ ફ્લૅમિંગના નિયમ મુજબ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા અને પ્રવાહ એમ બંને દિશાને લંબ દિશામાં હોય છે. યાદ કરો કે, પ્રવાહની દિશા ઇલેક્ટ્રૉનની ગતિની વિરુદ્ધ દિશામાં લીધી છે. આથી, બળ પાનાને લંબ અંદર તરફની દિશામાં હશે.

પ્રશ્નો

1. જ્યારે એક પ્રોટોન ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુક્ત રીતે ગતિ કરે છે ત્યારે નીચેના પૈકી કયો ગુણધર્મ બદલાશે ? (એક કરતાં વધુ સાચા જવાબ હોઈ શકે છે.)

   (a) દળ (b) ઝડપ

   (c) વેગ (d) વેગમાન

2. પ્રવૃત્તિ 13.7માં નીચેના કિસ્સામાં સળિયા ABના સ્થાનાંતર પર શું અસર થશે ? (i) સળિયા AB માંથી પસાર થતો પ્રવાહ વધે. (ii) વધુ પ્રબળ નાળચુંબકનો ઉપયોગ કરવામાં આવે. (iii) સળિયા AB ની લંબાઈ વધારવામાં આવે.

3. પશ્ચિમ દિશામાં પ્રક્ષિપ્ત કરેલ ધન વિદ્યુતભારિત કણ (આલ્ફા-કણ)નું ચુંબકીય ક્ષેત્ર દ્વારા ઉત્તર દિશામાં વિચલન થાય છે, તો ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા

(a) દક્ષિણ તરફ છે. (b) પશ્ચિમ તરફ છે.

(c) અધોદિશામાં છે. (d) ઊર્ધ્વદિશામાં છે.

વધુ જાણવા જેવું !

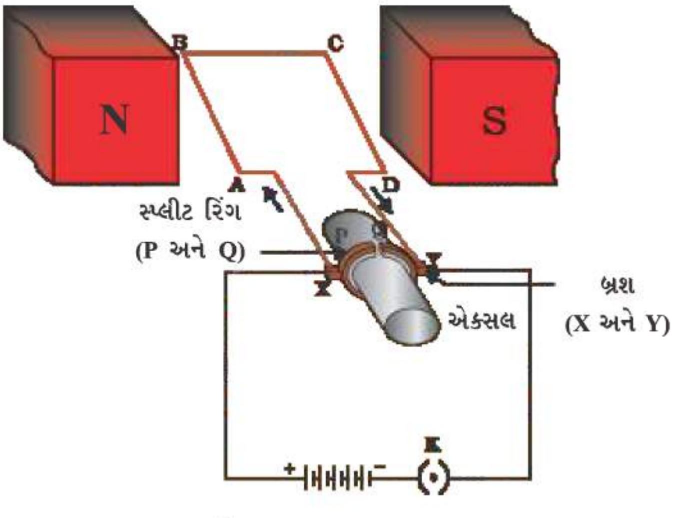
તબીબી ક્ષેત્રમાં ચુંબકત્વ

વિદ્યુતપ્રવાહ હંમેશાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આપણા શરીરના ચેતાકોષોમાં વહેતાં નબળાં આયન-પ્રવાહો પણ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આપણે કોઈક વસ્તુને સ્પર્શ કરીએ છીએ ત્યારે આપણી ચેતાઓ આપણે જે સ્નાયુઓનો ઉપયોગ કરીએ છીએ ત્યાં સુધી વિદ્યુતઆવેગને લઈ જાય છે. આ આવેગ ક્ષણિક ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે. આ ક્ષેત્રો ખૂબ જ નબળા અને આપણી પૃથ્વીના ચુંબકીય ક્ષેત્રના 100 કરોડમાં ભાગ જેટલા હોય છે. મનુષ્યના શરીરમાં બે મુખ્ય અંગ કે જેમાં ગણનાપાત્ર ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન થાય છે તે અંગો હૃદય અને મગજ છે. શરીરમાં રહેલ ચુંબકીય ક્ષેત્ર, શરીરના જુદા-જુદા ભાગોના પ્રતિબિંબ મેળવવા માટેનો આધાર રચે છે. આ જે તક્નિકની મદદથી કરવામાં આવે છે તેને મૅગ્નેટિક રેઝોનન્સ ઈમેજિંગ (MRI) કહે છે. આ પ્રતિબિંબોનું પૃથક્કરણ તબીબી નિદાનમાં મદદરૂપ છે. આમ, ચુંબકત્વના તબીબી ક્ષેત્રે મહત્ત્વના ઉપયોગ છે.

13.4 વિદ્યુતમોટર (Electric Motor)

વિદ્યુતમોટર એ એક ભ્રમણ કરતી એવી રચના છે, જે વિદ્યુતઊર્જાનું યાંત્રિકઊર્જામાં રૂપાંતર કરે છે. વિદ્યુતમોટર એ વિદ્યુતપંખા, રેફ્રિજરેટર, મિક્ષર, વૉશિંગ મશીન, કમ્પ્યૂટર, MP3 પ્લેયર વગેરેમાં વપરાતો મહત્ત્વનો ઘટક છે. શું તમે જાણો છો કે વિદ્યુતમોટર કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

આકૃતિ 13.15માં બતાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુતમોટરમાં અવાહક આવરણ ધરાવતા તાંબાના તારનું લંબચોરસ ગૂંચળું ABCD આવેલું હોય છે. આ ગૂંચળાને ચુંબકીય ક્ષેત્રના બે ધ્રુવો વચ્ચે એવી રીતે મૂકવામાં આવે છે કે તેની AB અને CD ભૂજાઓ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ રહે. ગૂંચળાના બે છેડાઓને એક રિંગના બે અડધિયા (સ્પ્લીટ રિંગ) P અને Q સાથે જોડવામાં આવે છે. આ અડધિયાની અંદરની બાજુ અવાહક હોય છે અને ઍક્સલ (ધરી) સાથે જોડેલી હોય છે. P અને Q ની બહારની વાહક બાજુ આકૃતિ 13.15માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બે સ્થાયી અને વાહક બ્રશ X અને Y સાથે સંપર્કમાં હોય છે.



આકૃતિ 13.15
સરળ વિદ્યુતમોટર

ઉદ્‌ગમ બૅટરીમાંથી આવતો વિદ્યુતપ્રવાહ ગૂંચળા ABCDમાં બ્રશ X મારફત દાખલ થાય છે અને બ્રશ Y દ્વારા પુનઃ બૅટરી સુધી પહોંચે છે. અહીં નોંધો કે AB ભૂજામાં પ્રવાહ Aથી B અને CD ભૂજામાં પ્રવાહ Cથી D તરફ વહે છે, એટલે કે ભૂજા AB માંથી વહેતા પ્રવાહની વિરુદ્ધ દિશામાં વહે છે. ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના નિયમ (જુઓ આકૃતિ 13.13)ની મદદથી ચુંબકીય બળની દિશા શોધી શકાય છે. આપણને જણાય છે કે AB ભૂજા પર લાગતું

બળ તેને અધોદિશામાં ધકેલે છે જ્યારે CD ભૂજા પર લાગતું બળ તેને ઊર્ધ્વદિશામાં ધકેલે છે. આમ, ગૂંચળું અને ઍક્સલ અક્ષની ફરતે મુક્ત ભ્રમણ કરી શકે છે અને તે વિષમઘડી દિશામાં ભ્રમણ કરે છે. અર્ધપરિભ્રમણ બાદ, Q બ્રશ X સાથે અને P બ્રશ Y સાથે સંપર્કમાં આવે છે. આથી ગૂંચળામાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા ઊલટાય છે અને DCBA માર્ગ પર વહે છે. પરિપથમાંથી વહેતા પ્રવાહની દિશા ઊલટાવે તેવાં સાધનને દિશા-પરિવર્તક (કમ્યૂટેટર Commutator) કહે છે. વિદ્યુતમોટરમાં સ્પ્લીટ રિંગ કમ્યૂટેટર તરીકે કાર્ય કરે છે. વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઊલટાતાં ગૂંચળાની ભૂજાઓ AB અને CD પર લાગતાં બળોની દિશા પણ ઊલટાય છે. આમ, ગૂંચળાની ભૂજા AB પર અગાઉ અધોદિશામાં બળ લાગતું હતું, હવે ઊર્ધ્વદિશામાં લાગે છે અને ગૂંચળાની ભૂજા CD પર અગાઉ ઊર્ધ્વદિશામાં બળ લાગતું હતું, હવે અધોદિશામાં લાગે છે. આથી, ગૂંચળું અને ઍક્સલ બીજું અર્ધ પરિભ્રમણ એ જ દિશામાં પૂરું કરે છે. વિદ્યુતપ્રવાહ ઊલટાવાની આ ક્રિયા દર અર્ધ પરિભ્રમણે પુનરાવર્તિત થાય છે, જે ગૂંચળા અને ઍક્સલનું સતત ભ્રમણ ચાલુ રાખે છે.

ઔદ્યોગિક મોટરમાં (i) કાયમી ચુંબકના સ્થાને ઇલેક્ટ્રૉમેગ્નેટ (ii) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ગૂંચળામાં ખૂબ જ વધારે સંખ્યાના આંટાઓ અને (iii) નરમ લોખંડના ગર્ભ પર ગૂંચળાને વીંટાળેલું હોય છે. નરમ લોખંડનો ગર્ભ કે જેના પર ગૂંચળું વીંટાળેલું હોય તે તથા ગૂંચળાને સંયુક્ત રીતે આર્મેચર (armature) કહે છે. જેના દ્વારા મોટરના પાવરમાં વૃદ્ધિ થાય છે.

પ્રશ્નો

1. ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના નિયમનું વિધાન લખો.
2. વિદ્યુતમોટરનો સિદ્ધાંત શું છે ?
3. વિદ્યુતમોટરમાં સ્પ્લીટ રિંગની ભૂમિકા શું છે ?

13.5 વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ (Electromagnetic Induction)

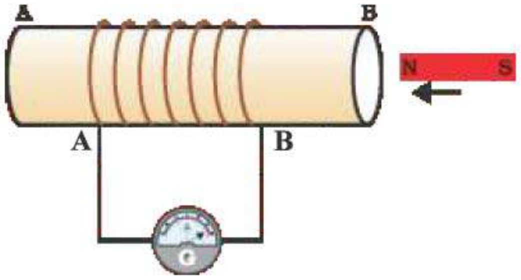
D3Y1S1

આપણે શીખી ગયાં કે જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં એવી રીતે રાખવામાં આવે કે વિદ્યુતપ્રવાહ ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબરૂપે હોય ત્યારે તે વાહક, બળ અનુભવે છે. આ બળના કારણે વાહક ગતિ કરે છે. હવે એવી પરિસ્થિતિનો વિચાર કરીએ કે વાહક ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગતિ કરે અથવા સ્થિર વાહકની આસપાસનું ચુંબકીય ક્ષેત્ર બદલાય. આ સ્થિતિમાં શું થશે ? આનો સર્વપ્રથમ અભ્યાસ અંગ્રેજ ભૌતિકશાસ્ત્રી માઈકલ ફેરેડે એ કર્યો હતો. 1831માં ફેરેડે એ ગતિમાન ચુંબક દ્વારા વિદ્યુતપ્રવાહ કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરી શકાય તે શોધી મહત્ત્વનું કાર્ય કર્યું. આ અસરને જોવા ચાલો નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 13.8

- AB તારનું ગૂંચળું લો કે જેને ઘણા આંટાઓ હોય.
- આ ગૂંચળાના છેડાઓને આકૃતિ 13.16માં દર્શાવ્યા મુજબ ગૅલ્વેનોમિટર સાથે જોડો.
- એક પ્રબળ ગજિયો ચુંબક લો અને તેનો ઉત્તર ધ્રુવ ગૂંચળાના B છેડા તરફ રહે તે રીતે તેને ગતિ આપો. તમને ગૅલ્વેનોમિટરના દર્શકમાં કોઈ ફેરફાર દેખાય છે ?

- ગૅલ્વેનોમિટરમાં દર્શકનું ક્ષણિક આવર્તન મળે છે (ધારો કે જમણી તરફ). જે ગૂંચળા AB માં વિદ્યુતપ્રવાહની હાજરીનું સૂચન કરે છે. જે ક્ષણે ચુંબકની ગતિ બંધ કરવામાં આવે છે તે ક્ષણે આવર્તન શૂન્ય થાય છે.
- હવે ચુંબકના ઉત્તર ધ્રુવને ગૂંચળાથી દૂરની તરફ ખેંચી લો. ગૅલ્વેનોમિટરમાં ડાબી બાજુ આવર્તન મળે છે. જે દર્શાવે છે કે વિદ્યુતપ્રવાહ અગાઉ કરતાં વિરુદ્ધ દિશામાં ઉદ્ભવે છે.
- ચુંબકને તેનો ઉત્તર ધ્રુવ ગૂંચળા તરફ રહે તે રીતે B છેડા પાસે સ્થિર કરો. આપણે જોઈએ છીએ કે જ્યારે ગૂંચળાને ચુંબક તરફ ગતિ આપવામાં આવે છે ત્યારે દર્શક જમણી તરફ આવર્તન દર્શાવે છે, એ જ રીતે જ્યારે ગૂંચળાને ચુંબકથી દૂર તરફ ગતિ આપવામાં આવે છે ત્યારે દર્શક ડાબી તરફ આવર્તન બતાવે છે.
- જ્યારે ગૂંચળાને ચુંબકની સાપેક્ષ સ્થિર રાખવામાં આવે છે ત્યારે ગૅલ્વેનોમિટરનું આવર્તન ઘટીને શૂન્ય થઈ જાય છે. આ પ્રવૃત્તિ પરથી તમે શું નિષ્કર્ષ તારવશો ?



આકૃતિ 13.16
ચુંબકને ગૂંચળા તરફ ગતિ કરાવતાં તે ગૂંચળાના પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહનું નિર્માણ કરે છે. જે ગૅલ્વેનોમિટરની સોયના કોણવર્તન દ્વારા દર્શાવાય છે

ગૅલ્વેનોમીટર એક એવી રચના છે કે જે પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહની હાજરીની પરખ કરે છે. તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો ન હોય ત્યારે દર્શક (સોય) શૂન્ય (સ્કેલના મધ્યમાં) પર રહે છે. જ્યારે તેમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રસાર થાય છે ત્યારે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા પર આધારિત તે શૂન્ય આંકની ડાબી અથવા જમણી તરફ આવર્તન દર્શાવે છે.

તમે એ પણ ચકાસી શકો છો કે જો ચુંબકના દક્ષિણ ધ્રુવને ગૂંચળા તરફ રાખી ઉપરનો પ્રયોગ કરવામાં આવે તો ગૅલ્વેનોમિટરના દર્શકનું (સોયનું) મળતું આવર્તન અગાઉ કરતાં વિરુદ્ધ દિશામાં હોય છે. જ્યારે ગૂંચળું અને ચુંબક બંને સ્થિર હોય ત્યારે ગૅલ્વેનોમિટરમાં આવર્તન મળતું નથી. આ પ્રવૃત્તિ પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે ચુંબકની ગૂંચળાને સાપેક્ષ ગતિ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત પ્રેરિત કરે છે, જેના કારણે પરિપથમાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહ રચાય છે.

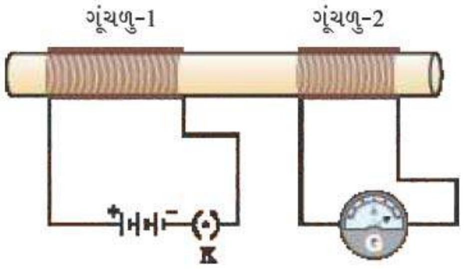
માઈકલ ફેરેડે (Michael Faraday) (1791-1867)

માઈકલ ફેરેડે પ્રયોગકારી ભૌતિકશાસ્ત્રી હતા. તેમની પાસે કોઈ ઔપચારિક શિક્ષણ ન હતું. પ્રારંભનાં વર્ષોમાં તે બુક-બાઈન્ડિંગની દુકાનમાં કામ કરતા હતા. જે પુસ્તકો બાઈન્ડિંગ માટે આવે તે વાંચતા હતા. આ રીતે ફેરેડે એ એમના વિજ્ઞાનમાં રસને આગળ ધપાવ્યો હતો. તેમને રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યૂટના હંફ્રી ડેવીના કેટલાક જાહેર પ્રવચનો સાંભળવાની તક મળી હતી. તેઓ ડેવીના વક્તવ્યોની કાળજીપૂર્વક નોંધ કરતા અને તે ડેવીને મોકલતા હતા. તેમને તરત જ રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યૂટમાં ડેવીની પ્રયોગશાળામાં આસિસ્ટન્ટ બનાવવામાં આવ્યા. ફેરેડે એ ઘણી અવનવી શોધો કરી, જેમાં વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણ અને વિદ્યુત પૃથક્કરણના નિયમોનો સમાવેશ થાય છે. ઘણી યુનિવર્સિટીઓએ તેમને માનદ પદવીઓ આપવાની ઑફર કરી હતી પરંતુ તેમણે તે નકારી હતી. ફેરેડેને બહુમાન કરતાં તેમના વિજ્ઞાનના કાર્ય વધુ પ્રિય હતા.

હવે આપણે પ્રવૃત્તિ 13.8માં કંઈક પરિવર્તન કરીએ કે જેમાં ગતિમાન ચુંબકને સ્થાને વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ગૂંચળું લઈએ અને તેમાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહનું મૂલ્ય બદલી શકાય.

પ્રવૃત્તિ 13.9

- તાંબાના તારના બે ગૂંચળા લો કે જેમાં આંટાની સંખ્યા ખૂબ જ વધારે હોય (ધારો કે 50 અને 100 આંટાઓ) આ ગૂંચળાઓને આકૃતિ 13.17માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એ અવાહક નળાકાર રોલ પર દાખલ કરો. (તમે આ માટે જાડા પેપર રોલનો ઉપયોગ કરી શકો.)
- જેમાં આંટાઓની સંખ્યા વધુ છે તે ગૂંચળા-1 ને બૅટરી અને પ્લગ કળ સાથે શ્રેણીમાં જોડો તથા બીજા ગૂંચળા-2 ને દર્શાવ્યા પ્રમાણે ગૅલ્વેનોમિટર સાથે જોડો.
- કળમાં પ્લગ મૂકો. ગૅલ્વેનોમિટરનું અવલોકન કરો. શું તેનો દર્શક કોઈ કોણાવર્તન દર્શાવે છે ? તમે જોશો કે ગૅલ્વેનોમિટરની સોય ક્ષણિક એક દિશામાં આવર્તન અનુભવી તે જ ઝડપથી ફરી શૂન્ય પર આવી જાય છે. તે ગૂંચળા-2 માં ઉત્પન્ન થતા ક્ષણિક વિદ્યુતપ્રવાહનું સૂચન કરે છે.
- ગૂંચળા-1નું બૅટરીથી જોડાણ દૂર કરો. તમે જોશો કે દર્શક ક્ષણિક આવર્તન અનુભવશે, પરંતુ તે વિરુદ્ધ દિશામાં હશે. તેનો અર્થ એ થયો કે હવે ગૂંચળા-2 માં વહેતો પ્રવાહ વિરુદ્ધ દિશામાં હશે.

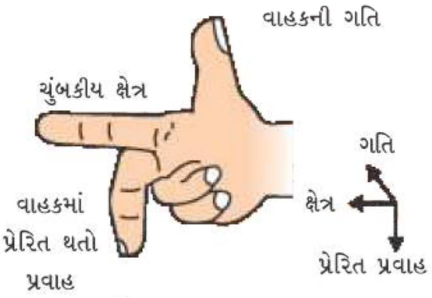


આકૃતિ 13.17
ગૂંચળા-1માંથી વહેતા પ્રવાહમાં ફેરફાર કરતાં ગૂંચળા-2માં પ્રવાહ પ્રેરિત થાય છે

આ પ્રવૃત્તિમાં આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે ગૂંચળા-1માં જેવો વિદ્યુતપ્રવાહ કોઈ અચળ મૂલ્ય ધારણ કરે કે શૂન્ય થાય કે તરત ગૂંચળા-2 સાથે જોડેલ ગૅલ્વેનોમિટર કોઈ આવર્તન દર્શાવતું નથી.

આ અવલોકનો પરથી આપણે એ નિષ્કર્ષ કાઢી શકીએ કે, જ્યારે પણ ગૂંચળા-1માંથી વહેતા વિદ્યુતવાહકના મૂલ્યમાં ફેરફાર થાય છે (પ્રવાહ વહેવાનો ચાલુ થાય કે બંધ થાય) ત્યારે ગૂંચળા-2માં વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત પ્રેરિત થાય છે. ગૂંચળા-1 ને પ્રાથમિક ગૂંચળું તથા ગૂંચળા-2 ને ગૌણ ગૂંચળું કહે છે. જેવો પ્રથમ ગૂંચળામાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર થાય છે કે તરત તેની સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પણ ફેરફાર થાય છે. તેથી બીજા ગૂંચળાની આજુબાજુ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રરેખાઓમાં ફેરફાર થવાને કારણે તેમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રેરિત થાય છે. આ પ્રક્રિયા કે જેના દ્વારા કોઈ વાહકના બદલાતા જતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે અન્ય વાહકમાં વિદ્યુતપ્રવાહપ્રેરિત થાય છે તેને વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ કહે છે. વ્યવહારમાં આપણે કોઈ ગૂંચળામાં વિદ્યુતપ્રવાહ કાં તો કોઈ ચુંબક ક્ષેત્રમાં ગતિ કરાવીને તે અથવા તેની આજુબાજુ રહેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ફેરફાર કરીને, પ્રેરિત કરી શકીએ છીએ મોટા ભાગની પરિસ્થિતિઓમાં ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગૂંચળાને ગતિ કરવી વધારે સગવડ ભરી છે.

જ્યારે ગૂંચળાની ગતિની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબરૂપે હોય છે ત્યારે ગૂંચળામાં ઉત્પન્ન થતો પ્રેરિત પ્રવાહ મહત્તમ જણાય છે. આ સ્થિતિમાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા શોધવા માટે આપણે એક સરળ નિયમનો ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ. આ નિયમ અનુસાર, જમણા હાથની તર્જની (પ્રથમ આંગળી), મધ્યમાન આંગળી તથા અંગૂઠાને આકૃતિ 13.18માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એવી રીતે પ્રસારો કે ત્રણેય એકબીજાને લંબ રહે. જો તર્જની ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાનું સૂચન કરતી હોય તથા અંગૂઠો વાહકની ગતિની દિશાનું સૂચન કરતો હોય તો મધ્યમા આંગળી પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા દર્શાવે છે આ સરળ નિયમને ફ્લૅમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ કહે છે.



આકૃતિ 13.18
ફ્લૅમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ

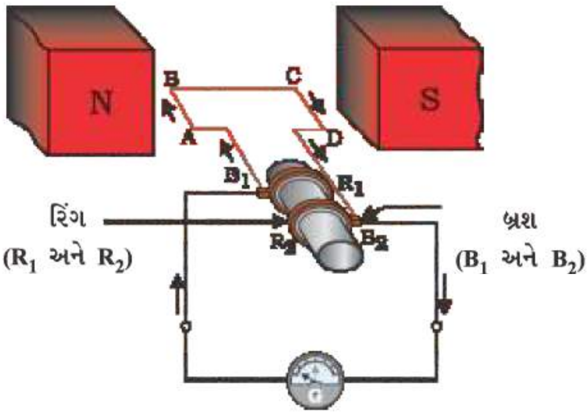
પ્રશ્ન

1. કોઈ ગૂંચળામાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રેરિત કરવાની જુદી–જુદી રીતો જણાવો.

13.6 વિદ્યુત જનરેટર (Electric Generator)

વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણની ઘટના પર આધારિત જે પ્રયોગોનો આપણે અગાઉ અભ્યાસ કર્યો તેમાં ખૂબ નાના મૂલ્યનો વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. આ સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ ઘર તેમજ ઉદ્યોગોમાં વપરાતા મોટા મૂલ્યના વિદ્યુતપ્રવાહો ઉત્પન્ન કરવા માટે પણ કરવામાં આવે છે. વિદ્યુત જનરેટરમાં વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરાવવા યાંત્રિકઊર્જા વપરાય છે.

વિદ્યુત જનરેટરમાં આકૃતિ 13.19 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિભ્રમણ કરતું એક લંબચોરસ ગૂંચળું ABCD એક કાયમી ચુંબકના બે ધ્રુવો વચ્ચે મૂકવામાં આવે છે. ગૂંચળાના બે છેડા રિંગ R_1 અને R_2 સાથે જોડવામાં આવે છે. રિંગની અંદરની બાજુઓ અવાહક કરેલી હોય છે. બે સ્થિર વાહક બ્રશ B_1 અને B_2 ને બંને રિંગ R_1 અને R_2 સાથે દબાણથી સંપર્કમાં રાખવામાં આવે છે. બંને રિંગ R_1 અને R_2ને આંતરિક રીતે એક ધરી (axle) સાથે જોડેલ હોય છે. આ ધરીને બહારથી યાંત્રિક રીતે પરિભ્રમણ કરાવવાથી ગૂંચળું ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરે છે. બંને બ્રશના બહારના છેડાઓને ગેલ્વેનોમિટર સાથે જોડવામાં આવે છે, જે બાહ્ય પરિપથમાં વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ દર્શાવે છે.



આકૃતિ 13.19
વિદ્યુત જનરેટરના સિદ્ધાંતનું નિદર્શન

હવે બંને રિંગ સાથે જોડાયેલી ધરીને એવી રીતે પરિભ્રમણ કરાવવામાં આવે છે કે જેથી કાયમી ચુંબક દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં AB ભૂજા ઉપરની તરફ ગતિ કરે (અને CD ભૂજા નીચેની તરફ ગતિ કરે). ધારો કે આકૃતિ 13.19માં દર્શાવેલ ગોઠવણીમાં ગૂંચળું ABCD સમઘડીમાં પરિભ્રમણ કરે છે. ફ્લેમિંગના જમણા હાથના નિયમ પ્રમાણે ગૂંચળાની ભૂજાઓમાં પ્રેરિત પ્રવાહ AB અને CD દિશાઓમાં ઉત્પન્ન થાય છે. આમ, ગૂંચળામાં ABCD દિશામાં પ્રવાહ વહે છે. જો ગૂંચળામાં આંટાઓની સંખ્યા વધારે હોય તો તે દરેક આંટામાં ઉત્પન્ન થયેલ પ્રવાહોનો સરવાળો થઈ ગૂંચળામાં મોટો પ્રવાહ મળે છે. આનો અર્થ એ છે કે બાહ્ય પરિપથમાં પ્રવાહ B_2 થી B_1 તરફ વહે છે.

અર્ધચક્ર પછી CD ભૂજા ઉપરની તરફ અને AB ભૂજા નીચેની તરફ ગતિ કરવા માંડે છે. પરિણામે બંને બાજુઓમાં ઉત્પન્ન થતા પ્રેરિત પ્રવાહોની દિશા બદલાય છે અને પરિણામે પ્રેરિત પ્રવાહ DCBA તરફ વહે છે. હવે બાહ્ય પરિપથમાં પ્રેરિત પ્રવાહ B_1 થી B_2 તરફ વહે છે. આમ, પ્રત્યેક અર્ધ પરિભ્રમણ પછી પ્રવાહના ધ્રુવત્વ (polarity) અનુરૂપ બાજુઓમાં બદલાય છે. આવો પ્રવાહ કે જે સમાન સમયગાળા પછી દિશા બદલે છે તેને ઊલટસૂલટ (ઓલ્ટરનેટિંગ પ્રવાહ) (ટૂંકમાં AC) કહે છે. આ રચનાને AC જનરેટર કહે છે.

એકદિશ પ્રવાહ (DC, કે જે સમય સાથે દિશા બદલતો નથી) મેળવવા માટે વિભાજિત રિંગ (સ્પ્લીટ રિંગ) જેવા કમ્યૂટેટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પ્રકારની ગોઠવણમાં એક બ્રશ એ હંમેશાં બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ઉપરની દિશામાં ગતિ કરતી બાજુના સંપર્કમાં રહે છે અને બીજું બ્રશ હંમેશાં નીચેની દિશામાં ગતિ કરતી બાજુના સંપર્કમાં રહે છે. આપણે સ્પ્લીટ રિંગ કમ્યૂટેટરનું કાર્ય વિદ્યુતમોટર (આકૃતિ 13.15)ના કિસ્સામાં જોયેલું છે. આમ, એક દિશામાં વહેતો પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. આવું જનરેટર DC જનરેટર કહેવાય છે.

એક દિશા (direct) અને ઊલટસૂલટ (alternating) પ્રવાહ વચ્ચેનો તફાવત એ છે કે, એકદિશ પ્રવાહ હંમેશાં એક દિશામાં વહે છે, જ્યારે ઊલટસૂલટ પ્રવાહ તેની દિશા સમયાંતરે ઊલટાવે છે. હાલના સમયમાં રચાયેલા મોટા ભાગના પાવર સ્ટેશન AC વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન કરે છે. ભારતમાં AC વિદ્યુતપ્રવાહ દર 1/100 સેકન્ડે દિશા બદલે છે. એટલે કે AC વિદ્યુતપ્રવાહની આવૃત્તિ 50 Hz છે DC વિદ્યુતપ્રવાહ કરતાં AC વિદ્યુતપ્રવાહનો મહત્ત્વનો ફાયદો એ છે કે ઊર્જાના વધારે વ્યય વિના વિદ્યુતપાવર દૂરના અંતર સુધી મોકલી શકાય છે.

પ્રશ્નો

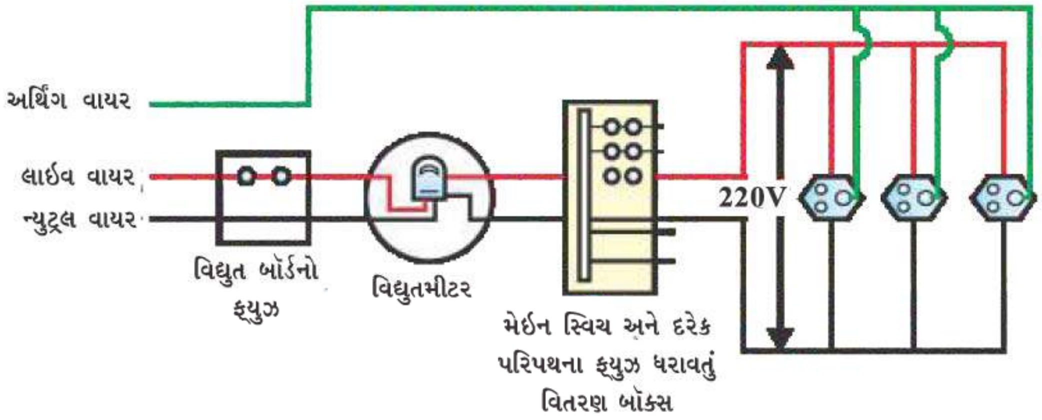
1. ઇલેક્ટ્રિક જનરેટરનો સિદ્ધાંત જણાવો.
2. એકદિશ પ્રવાહ (DC પ્રવાહ)ના કેટલાક સ્રોતનાં નામ આપો.
3. કયો સ્રોત ઊલટસૂલટ પ્રવાહ (AC પ્રવાહ) ઉત્પન્ન કરે છે ?
4. સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો.
   તાંબાના તારનું એક લંબચોરસ ગૂંચળું ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરે છે તેમાં પ્રેરિત થતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા દર ...... પછી બદલાય છે.
   (a) બે ભ્રમણ (b) એક ભ્રમણ
   (c) અડધા ભ્રમણ (d) એક ચતુર્થાંશ

13.7 ઘરેલુ વિદ્યુત-પરિપથો (Domestic Electric Circuits)

C2D8H7

આપણે આપણા ઘરોમાં વિદ્યુતપાવર મુખ્ય સપ્લાય (જેને મેઇન્સ પણ કહે છે) કે જે ઓવરહેડ ટેકવેલ વિદ્યુતના થાંભલા અથવા ભૂમિગત કેબલો દ્વારા પ્રાપ્ત કરીએ છીએ. સપ્લાયમાં રહેલા વાયરો પૈકી એક વાયર પર લાલ અવાહક આવરણ લગાડેલ છે, તેને લાઇવ (જીવંત) વાયર (અથવા Positive) કહે છે. બીજો વાયર કે જેની પર કાળુ અવાહક આવરણ લગાડેલ હોય છે તેને ન્યૂટ્રલ (neutral) વાયર (અથવા negative) કહે છે. આપણા દેશમાં આ બે વાયરો વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત 220V હોય છે.

ઘરમાં લગાડેલ મીટર-બૉર્ડમાં આ વાયરો મુખ્ય ફ્યૂઝમાંથી પસાર થઈ એક વિદ્યુતમીટરમાં દાખલ થાય છે. તેમને મેઇન સ્વિચમાંથી પસાર કરી ઘરના લાઇન વાયરો સાથે જોડવામાં આવે છે. આ વાયરો ઘરમાં જુદાં–જુદાં પરિપથોને વિદ્યુતઊર્જા પૂરી પાડે છે. ઘણી વાર ઘરોમાં બે અલગ પરિપથ હોય છે. એક 15 A વિદ્યુતપ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતો પરિપથ ગિઝર, એરકૂલર વગેરે જેવા વધુ પાવર રેટિંગ ધરાવતા વિદ્યુત ઉપકરણો માટે વપરાય છે. જ્યારે બીજો 5 A વિદ્યુતપ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતો પરિપથ બલ્બ, પંખા વગેરે જેવાં સાધનો માટે વપરાય છે. જેના પર લીલા કલરનું અવાહક આવરણ લગાડેલ હોય છે તે અર્થિંગ વાયર મોટે ભાગે ઘરની નજીક જમીનમાં ધાતુની પ્લેટ સાથે જોડેલ હોય છે. આ તારનો ઉપયોગ મોટે ભાગે ઇલેક્ટ્રિક ઈસ્ત્રી, ટોસ્ટર, ટેબલ ફેન, રેફ્રિજરેટર વગેરે ધાતુનું આવરણ ધરાવતાં વિદ્યુત સાધનોમાં સુરક્ષાના ઉપાય સંદર્ભે કરવામાં આવે છે. આ અર્થિંગ વાયરને આવાં સાધનોની ધાતુની સપાટી સાથે જોડવામાં આવે છે જે વિદ્યુતપ્રવાહ માટે ઓછા અવરોધનો વહન-પથ પૂરો પાડે છે. આમ, ઉપકરણના ધાતુના આવરણ પર કોઈ પ્રવાહનો લીકેજ થાય તો તે અર્થિંગ દ્વારા સીધો જમીનમાં જાય અને સાધનનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન જમીનના વિદ્યુતસ્થિતિમાન જેટલું જાળવે છે અને પરિણામ સ્વરૂપ સાધનનો ઉપયોગ કરતા વ્યક્તિને તીવ્ર વિદ્યુત આંચકો (shock) લાગતો નથી.



આકૃતિ 13.20 એક સામાન્ય ઘરેલુ પરિપથનું રેખાચિત્ર

આકૃતિ 13.20માં એક સામાન્ય ઘરેલું વિદ્યુત–પરિપથનું રેખાચિત્ર દર્શાવેલ છે. દરેક અલગ પરિપથમાં અલગ–અલગ ઉપકરણો લાઈવ અને ન્યુટ્રલ વાયરો વચ્ચે જોડવામાં આવે છે. દરેક ઉપકરણોને અલગ ON/OFF સ્વિચ હોય છે, જેથી ઈચ્છાનુસાર તેમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરી શકાય. દરેક ઉપકરણને સમાન વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત મળે તે માટે તેમને એકબીજા સાથે સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

બધાં ઘરેલું પરિપથોમાં વિદ્યુત ફ્યુઝ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટક છે. અગાઉના પ્રકરણમાં (વિભાગ 12.7 જુઓ.) આપણે વિદ્યુત ફ્યુઝનો સિદ્ધાંત તેમજ કાર્યપદ્ધતિનો અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છીએ. વિદ્યુત–પરિપથમાં લગાડેલ ફ્યુઝ દ્વારા પરિપથ તથા ઉપકરણને ઓવરલોડિંગ (Over loading)થી થતા નુકસાનથી બચાવી શકાય છે. જ્યારે લાઇવ વાયર અને ન્યુટ્રલ વાયર બંને એકબીજા સાથે સીધા સંપર્કમાં આવે ત્યારે ઓવરલોડિંગ થઈ શકે છે (આ ત્યારે બને છે જ્યારે બંને વાયરો પરનું અવાહક આવરણ નુકસાન પામેલ હોય અથવા સાધનમાં કોઈ ક્ષતિ હોય). આવી પરિસ્થિતિમાં કોઈ પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ અચાનક ખૂબ જ વધી જાય છે. તેને શૉર્ટસર્કિટ (Short Circuit) કહે છે. વિદ્યુત ફ્યુઝનો ઉપયોગ વિદ્યુત-પરિપથ તથા વિદ્યુત ઉપકરણમાં વહેતા અનિચ્છનીય ઉચ્ચ વિદ્યુતપ્રવાહને અટકાવી સંભવિત નુકસાનથી બચાવે છે. તેના દ્વારા ફ્યુઝમાં ઉત્પન્ન થતી જૂલ ઉષ્મા (Joule heating) ફ્યુઝને ઓગાળી નાખે છે. જેથી વિદ્યુત-પરિપથ તૂટી જાય છે. સપ્લાય વોલ્ટેજમાં અચાનક વધારાને કારણે પણ ક્યારેક ઓવરલોડિંગ થઈ શકે છે. ક્યારેક-ક્યારેક એક જ સૉકેટમાં વધારે વિદ્યુત ઉપકરણો જોડવાથી પણ ઓવરલોડિંગ થાય છે.

પ્રશ્નો

1. વિદ્યુત-પરિપથો તથા ઉપકરણોમાં સામાન્ય રીતે વપરાતા બે સુરક્ષા ઉપાયોના નામ લખો.
2. 2 kW પાવર રેટિંગ ધરાવતું એક ઈલેક્ટ્રિક ઓવન 5 Aનું પ્રવાહ રેટિંગ ધરાવતા ઘરેલું વિદ્યુત–પરિપથ (220 V)માં વાપરવામાં આવે છે. આ પરિપથમાં તમે કયાં પરિણામોની અપેક્ષા રાખો છો ? સમજાવો.
3. ઘરેલું વિદ્યુત-પરિપથોમાં ઓવરલોડિંગને નિવારવા માટે કઈ સાવધાની રાખવી જોઈએ ?

તમે શીખ્યાં કે

- હોકાયંત્રની સોય એક નાનું ચુંબક છે. તેનો એક છેડો જે ઉત્તર દિશામાં રહે છે, તેને ઉત્તર ધ્રુવ તથા બીજો છેડો જે દક્ષિણ દિશામાં રહે છે તેને દક્ષિણ ધ્રુવ કહે છે.
- ચુંબકની આસપાસ ચુંબકીય ક્ષેત્ર અસ્તિત્વ ધરાવે છે, જેમાં તે ચુંબકના બળને પરખી શકાય છે.
- કોઈ ચુંબકીય ક્ષેત્રના નિરૂપણ માટે ક્ષેત્રરેખાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ક્ષેત્રરેખા એ એવા પથ છે કે જેના પર કાલ્પનિક મુક્ત ઉત્તર ધ્રુવ ગતિ કરવાની વર્તણૂક ધરાવે છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રના કોઈ બિંદુ પાસે ક્ષેત્રની દિશા તે બિંદુ પાસે રાખેલ ઉત્તર ધ્રુવની ગતિની દિશા દ્વારા દર્શાવાય છે. જ્યાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર વધુ પ્રબળ હોય છે ત્યાં ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજાની વધુ નજીક દર્શાવાય છે.
- કોઈ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ધાતુના તાર સાથે એક ચુંબકીય ક્ષેત્ર સંકળાયેલ હોય છે. તારની આસપાસ ક્ષેત્રરેખાઓ અનેક સમકેન્દ્રિત વર્તુળોના સ્વરૂપમાં હોય છે, જેની દિશા જમણા હાથના નિયમથી અપાય છે.
- વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે તેની આસપાસ મળતી ચુંબકીય ક્ષેત્રની ભાત વાહકના આકાર પર આધાર રાખે છે. વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનું ચુંબકીય ક્ષેત્ર ગજિયા ચુંબકના ચુંબકીય ક્ષેત્ર જેવું જ હોય છે.
- વિદ્યુત-ચુંબકમાં નરમ લોખંડનો ગર્ભ (core) હોય છે જેની આસપાસ અવાહક આવરણ ધરાવતાં તાંબાના તારનું ગૂંચળું વીંટાળેલ હોય છે.
- વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકતાં તે બળ અનુભવે છે. જ્યારે ક્ષેત્રની દિશા અને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા પરસ્પર લંબ હોય ત્યારે વાહક તાર પર લાગતા બળની દિશા બંનેને લંબ હોય છે અને તે ફ્લૅમિંગના ડાબા હાથના નિયમથી અપાય છે. તે વિદ્યુતમોટરનો આધાર છે. વિદ્યુતમોટર એક એવી રચના છે કે જેની મદદથી વિદ્યુતઊર્જાનું યાંત્રિકઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરી શકાય છે.
- વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ એવી ઘટના છે કે જેમાં સમય સાથે બદલાતાં જતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં રાખેલા કોઈ ગૂંચળામાં પ્રેરિત પ્રવાહ ઉત્પન્ન થતો હોય. ચુંબકીય ક્ષેત્ર ગૂંચળા અને ગૂંચળાની નજીક રાખેલ ચુંબક વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિને કારણે પણ બદલાય છે. જો ગૂંચળાને વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહકની નજીક રાખેલ હોય તો ચુંબકીય ક્ષેત્ર કાં તો વાહકમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરવાથી અથવા વાહક અને ગૂંચળા વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિને કારણે બદલાય છે. પ્રેરિત પ્રવાહની દિશા ફ્લૅમિંગના જમણા હાથના નિયમની મદદથી આપી શકાય છે.
- જનરેટર યાંત્રિકઊર્જાનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરે છે. તે વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે.
- આપણે આપણા ઘરોમાં 220 Vના વિદ્યુત દબાણે AC વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રાપ્ત કરીએ છીએ જેની આવૃત્તિ 50 Hz છે. સપ્લાયમાં રહેલ એક તાર લાલ અવાહક આવરણવાળો હોય છે, જેને live વાયર કહે છે. જ્યારે બીજો કાળા અવાહક આવરણવાળો હોય છે જેને neutral વાયર કહે છે. આ બે વાયરો વચ્ચે 220 Vનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત હોય છે. ત્રીજો અર્થિંગ વાયર હોય છે, જે લીલું અવાહક આવરણ ધરાવે છે અને તેને જમીનની અંદર ઊંડે રાખેલ ધાતુની પ્લેટ સાથે જોડેલ હોય છે. ધાતુનું આવરણ ધરાવતાં ઉપકરણોમાં વિદ્યુતપ્રવાહના લીકેજને કારણે તેનો ઉપયોગ કરનારને ગંભીર આંચકાથી બચાવવા માટે તે ઉપયોગી છે.
- શૉર્ટસર્કિટ અથવા ઓવર લોડિંગને કારણે થતા નુકસાનથી પરિપથને બચાવવા માટે ફ્યુઝ ખૂબ જ ઉપયોગી સલામતી માટેનું ઉપકરણ છે.

સ્વાધ્યાય

1. લાંબા (વિદ્યુતપ્રવાહધારિત) સુરેખ તાર નજીક ચુંબકીયક્ષેત્ર માટે નીચેનામાંથી કયું (વિધાન) સાચું છે ?
   (a) ક્ષેત્ર તારને લંબ એવી સુરેખાઓનું બનેલું છે.
   (b) ક્ષેત્ર તારને સમાંતર એવી સુરેખાઓનું બનેલું છે.
   (c) ક્ષેત્ર તારમાંથી ઉદ્‌ભવતી ત્રિજ્યાવર્તી રેખાઓનું બનેલું છે.
   (d) ક્ષેત્ર તાર પર કેન્દ્ર ધરાવતા સમકેન્દ્રિય વર્તુળોનું બનેલું છે.

L3H8P6

2. વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણની ઘટના એ
   (a) પદાર્થને વિદ્યુતભારિત કરવાની પ્રક્રિયા છે.
   (b) કૉઇલ (ગૂંચળા)માંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરી તેનાથી ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવાની પ્રક્રિયા છે.
   (c) ચુંબક અને કૉઇલ (ગૂંચળા) વચ્ચેની સાપેક્ષ ગતિથી પ્રેરિત પ્રવાહ ઉત્પન્ન કરવાની પ્રક્રિયા છે.
   (d) ઇલેક્ટ્રિક મોટરની કૉઇલને ભ્રમણ કરાવવાની પ્રક્રિયા છે.
3. વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન કરવા વપરાતા સાધનને .... કહે છે.
   (a) જનરેટર (b) ગૅલ્વેનોમિટર (c) એમીટર (d) મોટર
4. AC જનરેટર અને DC જનરેટર વચ્ચેનો મૂળ તફાવત એ છે કે,
   (a) AC જનરેટરમાં ઇલેક્ટ્રૉમેગ્નેટ હોય છે જ્યારે DC જનરેટરમાં કાયમી ચુંબક હોય છે.
   (b) DC જનરેટર ઊંચો વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરે છે.
   (c) AC જનરેટર ઊંચો વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરે છે.
   (d) AC જનરેટરમાં સ્લીપ રિંગ હોય છે, જ્યારે DC જનરેટરમાં કમ્યૂટેટર હોય છે.
5. શૉર્ટસર્કિટ વખતે સર્કિટમાં વિદ્યુતપ્રવાહ
   (a) ખૂબ જ ઘટી જાય છે. (b) બદલાતો નથી.
   (c) ખૂબ વધી જાય છે. (d) સતત બદલાય છે.
6. નીચેનાં વિધાન સાચાં છે કે ખોટાં તે જણાવો :
   (a) ઇલેક્ટ્રિક મોટર યાંત્રિકઊર્જાનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરે છે.
   (b) ઇલેક્ટ્રિક જનરેટર વિદ્યુત-ચુંબકીય પ્રેરણના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે.
   (c) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લાંબી વર્તુળાકાર કૉઇલ (ગૂંચળા)ના કેન્દ્ર પરનું (ચુંબકીય) ક્ષેત્ર સમાંતર સુરેખ રેખાઓ હોય છે.
   (d) વિદ્યુત પુરવઠામાં લીલા રંગનું અવાહક પડ ધરાવતો વાયર સામાન્ય રીતે લાઇવ વાયર હોય છે.
7. ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવા માટેની બે રીતો લખો.

8. સોલેનોઇડ ચુંબક તરીકે કેવી રીતે વર્તે છે ? શું તમે ગજિયા ચુંબકની મદદથી વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સોલેનોઇડનો (ચુંબકીય) ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવ શોધી શકો ? સમજાવો.

9. ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકેલ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક ક્યારે સૌથી વધુ બળ અનુભવશે ?

10. ધારો કે તમે એક રૂમમાં એક દીવાલના ટેકે બેઠા છો. પ્રબળ ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે તમારી પાછળની દિશામાંથી આગળની દીવાલ તરફ આવતું સમક્ષિતિજ ઇલેક્ટ્રૉનનું કિરણજૂથ તમારી જમણી બાજુની દિશામાં ફંટાય છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા કઈ હશે ?

11. વિદ્યુતમોટરની નામનિર્દેશવાળી આકૃતિ દોરો. તેનો સિદ્ધાંત અને કાર્ય સમજાવો. વિદ્યુતમોટરમાં સ્પ્લીટ રિંગનું કાર્ય શું છે ?

12. જે સાધનોમાં વિદ્યુતમોટર વપરાતી હોય તેવાં થોડાં સાધનોનાં નામ આપો.

13. તાંબાનું અવાહક આવરણ ધરાવતા વાયરના ગૂંચળાને ગૅલ્વેનોમિટર સાથે જોડવામાં આવ્યું છે. જો ગજિયા ચુંબકને (1) ગૂંચળાની અંદર ધકેલીએ (2) ગૂંચળામાંથી બહાર કાઢીએ અને (3) ગૂંચળાની અંદર સ્થિર રાખીએ તો (ગૅલ્વેનોમિટરમાં) શું થશે ?

14. બે વર્તુળાકાર ગૂંચળા (કૉઇલ) A અને B એકબીજાથી નજીક ગોઠવવામાં આવેલ છે. જો કૉઇલ Aમાંથી પસાર થતા પ્રવાહને બદલવામાં આવે તો, શું ગૂંચળા Bમાં પ્રેરિત પ્રવાહ ઉદ્ભવશે ? કારણ આપો.

15. (1) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ વાહક તારની આસપાસ ઉત્પન્ન થતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

(2) ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબ મૂકેલા સુરેખ વિદ્યુતપ્રવાહધારિત વાહક તાર વડે અનુભવાતા બળની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

(3) ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ગૂંચળાને ભ્રમણ કરાવતા તેમાં પ્રેરિત થતા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા નક્કી કરવા માટેનો નિયમ લખો.

16. નામનિર્દેશવાળી આકૃતિ દોરી વિદ્યુત જનરેટરની અંતર્ગત રહેલો સિદ્ધાંત અને તેનું કાર્ય સમજાવો. બ્રશનું કાર્ય શું છે ?

17. વિદ્યુત શૉર્ટસર્કિટ ક્યારે થાય છે ?

18. અર્થિંગ વાયરનું કાર્ય શું છે ? ધાતુના સાધનને અર્થિંગ કરવું કેમ જરૂરી છે ?

પ્રકરણ 15
આપણું પર્યાવરણ (Our Environment)

T5K6E1

આપણે 'પર્યાવરણ' શબ્દથી પરિચિત છીએ. આ શબ્દનો ઉપયોગ ટેલિવિઝન પર, સમાચારપત્રોમાં અને આપણી આસપાસના લોકો દ્વારા સામાન્ય રીતે કરાય છે. આપણા વડીલો આપણને કહે છે કે, હવે તે પર્યાવરણ કે વાતાવરણ રહ્યું નથી કે જે પહેલાં હતું. બીજા કહે છે કે આપણે તંદુરસ્ત કે સ્વસ્થ પર્યાવરણમાં કામ કરવું જોઈએ. પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ પર ચર્ચા કરવા માટે વિકસિત તેમજ વિકાસશીલ દેશો વૈશ્વિક સંમેલન પણ નિયમિત રીતેથી કરતા રહ્યા છે. આ પ્રકરણમાં આપણે ચર્ચા કરીશું કે વિવિધ પરિબળો પર્યાવરણમાં કઈ રીતે અન્યોન્ય ક્રિયા કરે છે ? અને આપણે પર્યાવરણ પર શું અસર પહોંચાડીએ છીએ ?

15.1 નિવસનતંત્ર – તેનાં ઘટકો/સંઘટકો ક્યા છે ? (Ecosystem – What are Its Components ?)

D5D3P6

બધા સજીવો જેવા કે વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ, સૂક્ષ્મ જીવો તેમજ માનવ અને ભૌતિક પરિબળો વચ્ચે પરસ્પર આંતરક્રિયાઓ થાય છે અને પ્રકૃતિમાં સંતુલન જાળવી રાખે છે. કોઈ એક વિસ્તારના બધા સજીવો તથા વાતાવરણના અજૈવિક ઘટકો કે કારકો સંયુક્ત રીતે નિવસનતંત્ર રચે છે. એટલે કે, કોઈ એક નિવસનતંત્રમાં જૈવિક ઘટકો અને અજૈવિક ઘટકો હોય છે. ભૌતિક પરિબળો જેવાં કે, તાપમાન, વરસાદ, હવા, ભૂમિ તેમજ ખનિજ પદાર્થો કે તત્ત્વો વગેરે અજૈવિક ઘટકો છે.

ઉદાહરણ તરીકે, જો તમે બગીચામાં જાઓ ત્યારે તમને વિવિધ વનસ્પતિઓ જેવી કે – ઘાસ, વૃક્ષ, ગુલાબ, મોગરો, સૂર્યમુખી જેવાં પુષ્પોવાળા સુશોભનીય છોડ અને દેડકાઓ, કીટકો તેમજ પક્ષીઓ જેવાં પ્રાણીઓ જોવા મળશે. આ બધા સજીવો પરસ્પર આંતરક્રિયાઓ કરે છે અને તેઓની વૃદ્ધિ, પ્રજનન તેમજ અન્ય ક્રિયાઓ નિવસનતંત્રનાં અજૈવિક ઘટકો દ્વારા અસર પામે છે. આમ, બગીચો એક નિવસનતંત્ર છે. જંગલ (વન), તળાવ અને સરોવર નિવસનતંત્રનાં અન્ય પ્રકારો છે. જે કુદરતી કે નૈસર્ગિક નિવસનતંત્રનાં ઉદાહરણ છે. જ્યારે બગીચો કે ઉદ્યાન અને ખેતર માનવ–સર્જિત (કૃત્રિમ) નિવસનતંત્ર છે.

પ્રવૃત્તિ 15.1

- તમે માછલીઘર જોયું હશે. આવો, તેને બનાવવાનો પ્રયત્ન કરીએ.
- માછલીઘર બનાવતી વખતે આપણે કઈ બાબતોને ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ ? માછલીઓને તરવા માટે પૂરતી જગ્યા (એક મોટો જાર પણ લઈ શકાય છે.) પાણી, ઑક્સિજન તેમજ ખોરાક.
- આપણે ઑક્સિજન–પંપ દ્વારા ઑક્સિજન અને માછલીનો ખોરાક આપી શકીએ છીએ. જે બજારમાંથી પ્રાપ્ત થઈ શકે છે.

- જો આપણે તેમાં કેટલીક જલજ વનસ્પતિના છોડ અને પ્રાણીઓ ઉમેરીએ તો આ એક સ્વયંનિર્વાહિત તંત્ર બની જાય છે. શું તમે વિચારી શકો છો કે આ કેવી રીતે થાય છે ? એક માછલીઘર તે માનવસર્જિત નિવસનતંત્રનું ઉદાહરણ છે.
- આવી રીતે માછલીઘર બનાવ્યા પછી તેને કેટલા સમય સુધી જેવું છે તેવું જ મૂકી શકીએ છીએ ? શું કોઈક વાર તેને સ્વચ્છ કરવું જરૂરી છે ? શું આપણે આવી જ રીતે તળાવો તેમજ સરોવરોને પણ સ્વચ્છ કરવા જોઈએ ? શા માટે ? અને શા માટે નહિ ?

આપણે અગાઉના ધોરણમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે જીવનનિર્વાહને આધારે સજીવોને ઉત્પાદકો, ઉપભોગીઓ તેમજ વિઘટકોના જૂથ કે સમૂહોમાં વહેંચી શકાય છે. આવો, યાદ કરવાનો પ્રયત્ન કરીએ જે સ્વનિર્ભર કે સ્વયં સંચાલિત નિવસનતંત્ર સ્વયં બનાવે છે. કયા સજીવો સૂર્યના પ્રકાશ તેમજ ક્લોરોફિલની હાજરીમાં અકાર્બનિક પદાર્થોમાંથી કાર્બનિક પદાર્થો જેવા કે શર્કરા તેમજ સ્ટાર્ચનું નિર્માણ કરી શકે છે ? બધી લીલી વનસ્પતિઓ તેમજ કેટલાક બૅક્ટેરિયા જેમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ કરવાની ક્ષમતા હોય છે. તેઓ આ વર્ગમાં સમાવાય છે, તેથી તેઓને ઉત્પાદકો (Producers) કહેવાય છે.

શું બધા સજીવો પ્રત્યક્ષ અથવા પરોક્ષ રીતે ખોરાકના હેતુથી ઉત્પાદકો પર આધારિત હોય છે ? આ સજીવો જે ઉત્પાદકો દ્વારા ઉત્પાદિત થયેલા ખોરાક પર પ્રત્યક્ષ અથવા પરોક્ષ રીતે નિર્ભર હોય છે, તેઓને ઉપભોગીઓ કહે છે. ઉપભોગીઓને મુખ્યત્વે શાકાહારી, માંસાહારી અને સર્વાહારી તેમજ પરોપજીવીમાં વહેંચવામાં આવે છે. શું આમાંથી પ્રત્યેક પ્રકારના વર્ગનાં ઉદાહરણ જણાવી શકો છો ?

- એવી સ્થિતિ વિચારો કે જ્યારે માછલીઘરને સાફ કરવાનું છોડી દેવામાં આવે તો કેટલીક માછલીઓ તેમજ છોડ તેમાં મરી જાય છે. શું તમે કદી વિચાર્યું છે, ખરેખર શું થાય ? જ્યારે એક સજીવ મરી જાય છે ત્યારે જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા) અને ફૂગ જેવા સૂક્ષ્મ જીવો મૃતજૈવ અવશેષોનું વિઘટન (અપમાર્જન) કરે છે. આ સૂક્ષ્મ જીવો વિઘટકો છે કારણ કે તેઓ જટિલ કાર્બનિક પદાર્થોનું સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાં વિઘટન કરે છે. જે ભૂમિમાં ભળી જાય છે અને વનસ્પતિઓ દ્વારા પુનઃ ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. વિચારો કે તેઓની (વિઘટકોની) ગેરહાજરીમાં મરેલાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ પર શું અસર થાય ? શું વિઘટકોની અહીંયાં ગેરહાજરીમાં પણ ભૂમિની પ્રાકૃતિક રચના પુનઃ થઈ શકે ખરી ?

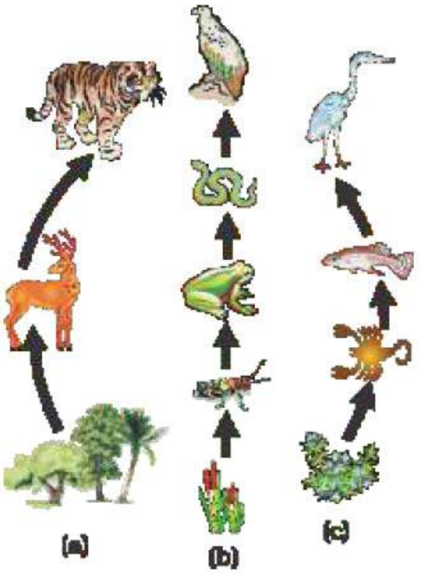
પ્રવૃત્તિ 15.2

- માછલીઘર બનાવતી વખતે શું તમે એ વાતનું ધ્યાન રાખ્યું છે કે, એવાં જળચર પ્રાણીઓને સાથે ન રાખીએ કે જે બીજાં પ્રાણીઓને ખાઈ જાય ? જો ધ્યાન ન રાખવામાં આવે તો શું થાય ?
- જૂથ બનાવો અને ચર્ચા કરો કે ઉપર્યુક્ત સમૂહોમાં સજીવ એકબીજા પર કેવી રીતે નિર્ભર હોય છે.
- જળચર સજીવોનાં નામ તે ક્રમમાં લખો જેમાં એક સજીવ બીજા સજીવને ખાય છે અને એક એવી શૃંખલાની સ્થાપના કરો જેમાં ઓછામાં ઓછા ત્રણ તબક્કા હોય.

☐ → ☐ → ☐

- શું તમે કોઈ એક સમૂહને સૌથી વધારે મહત્ત્વનું ગણો છો ? શા માટે ? અથવા શા માટે નહિ ?

15.1.1 આહારશૃંખલા તેમજ આહારજાળ/પોષણશૃંખલા તેમજ પોષણજાળ (Food Chains And Food Webs)

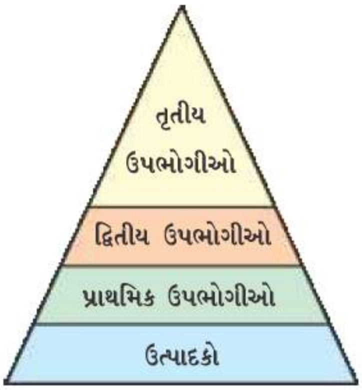


આકૃતિ 15.1
કુદરતમાં આહારશૃંખલા (પોષક શૃંખલા)
(a) જંગલમાં (b) તૃણભૂમિમાં અને
(c) ખાબોચિયાંમાં

પ્રવૃત્તિ 15.2માં આપણે સજીવોની એક શૃંખલા બનાવી હતી, જેમાં એક સજીવ બીજા સજીવનો આહાર તરીકે ઉપયોગ કરે છે. વિવિધ જૈવિકસ્તરો પર ભાગ લેનારા સજીવોની આ શૃંખલા આહારશૃંખલા (Food Chain)નું નિર્માણ કરે છે (આકૃતિ 15.1).

આહારશૃંખલાનું પ્રત્યેક ચરણ કે તબક્કો કે કડી એક પોષકસ્તર બનાવે છે. સ્વયંપોષી અથવા ઉત્પાદકો, પ્રથમ પોષકસ્તર બનાવે છે અને સૌરઊર્જાનું સ્થાપના કરીને તેને વિષમપોષીઓ અથવા ઉપભોગીઓ માટે પ્રાપ્ય બનાવે છે. શાકાહારી અથવા પ્રાથમિક ઉપભોગીઓ દ્વિતીય પોષકસ્તર બનાવે છે, નાનાં માંસાહારીઓ અથવા દ્વિતીય ઉપભોગીઓ ત્રીજું કે તૃતીય પોષકસ્તર બનાવે છે અને મોટા માંસાહારીઓ અથવા તૃતીય ઉપભોગીઓ ચોથા પોષકસ્તરનું નિર્માણ કરે છે (આકૃતિ 15.2).

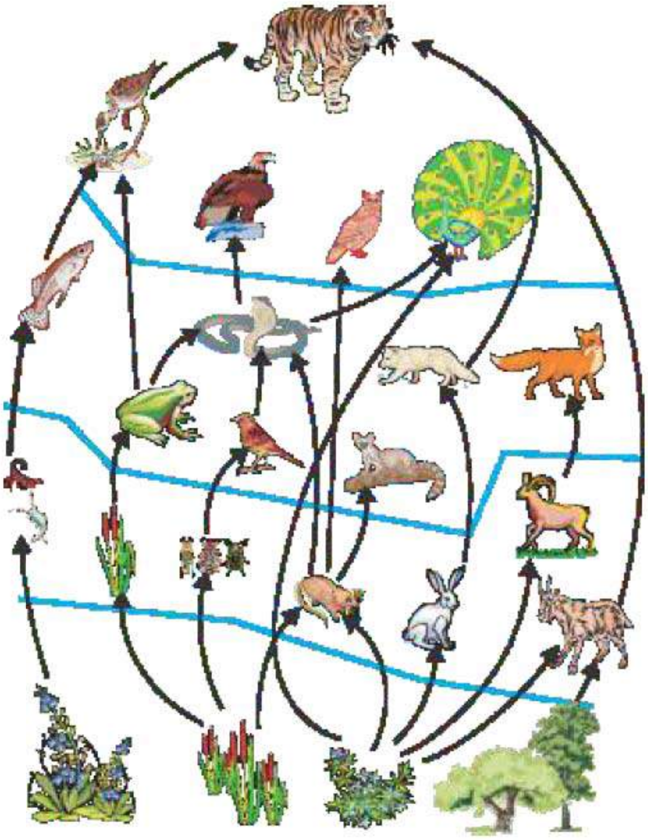
આપણે જાણીએ છીએ કે જે ખોરાક આપણે ખાઈએ છીએ, તે આપણા માટે ઊર્જાના સ્રોતનું કાર્ય કરે છે અને વિવિધ કાર્યો માટે ઊર્જા આપે છે. આમ, પર્યાવરણનાં વિવિધ ઘટકોની પરસ્પર આંતરક્રિયાઓમાં તંત્રના એક ઘટકમાંથી બીજા ઘટકમાં ઊર્જાના પ્રવાહનું વહન થાય છે. આપણે અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે સ્વયંપોષી સજીવો સૌરપ્રકાશમાંથી પ્રકાશઊર્જાને પ્રાપ્ત કરીને તેને રાસાયણિક ઊર્જામાં ફેરવી નાખે છે. આ ઊર્જા સમગ્ર જીવસૃષ્ટિના સજીવ સમુદાયની બધી ક્રિયાઓનું સંપાદન કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. સ્વયંપોષીમાંથી ઊર્જા વિષમપોષી તેમજ વિઘટકો સુધી જાય છે. 'ઊર્જાના સ્રોતો' પ્રકરણમાં આપણે જોઈ ગયાં કે જ્યારે ઊર્જાના એક સ્વરૂપમાંથી ઊર્જાના બીજા સ્વરૂપમાં પરિવર્તન થાય છે, ત્યારે પર્યાવરણમાં ઊર્જાનો કેટલોક જથ્થો બિનઉપયોગી ઊર્જાના સ્વરૂપમાં વ્યય પામે છે અને તેનો પુનઃ ઉપયોગ કરી શકાતો નથી. આપણે પર્યાવરણનાં વિવિધ ઘટકોની વચ્ચે ઊર્જાના પ્રવાહનો વહન વિશે વિસ્તૃત અભ્યાસ કરી ગયા તેના આધારે કહી શકાય કે,



આકૃતિ 15.2
પોષકસ્તરો

- એક સ્થલજ નિવસનતંત્રમાં લીલી વનસ્પતિઓનાં પર્ણો દ્વારા પ્રાપ્ત થનારી સૌરઊર્જાનો લગભગ 1 % ભાગ ખાદ્યઊર્જામાં રૂપાંતરિત થાય છે.
- જ્યારે લીલી વનસ્પતિઓ પ્રાથમિક ઉપભોગીઓ દ્વારા ખવાઈ જાય છે ત્યારે મોટા ભાગની ઊર્જા પર્યાવરણમાં ઉષ્મા સ્વરૂપે વ્યય પામે છે. જ્યારે કેટલીક માત્રાનો ઉપયોગ પાચન જેવી વિવિધ જૈવિક ક્રિયાઓમાં, વૃદ્ધિ તેમજ પ્રજનનમાં થાય છે. ખાધેલા ખોરાકની માત્રાના લગભગ 10 % જ સજીવ શરીરમાં સંગ્રહ પામે છે, જે તેની આગળના પોષકસ્તરના ઉપભોગીઓ માટે પ્રાપ્ય બને છે.
- આમ, આપણે કહી શકીએ છીએ કે પ્રત્યેક સ્તર પર પ્રાપ્ય કાર્બનિક પદાર્થોની માત્રાની સરેરાશ 10 % જ ઉપભોગીઓના આગળના સ્તર સુધી પહોંચાડે છે.
- ઉપભોગીઓના આગળના સ્તર માટે ઊર્જાની ખૂબ જ ઓછી માત્રા પ્રાપ્ત હોય છે. આમ, આહારશૃંખલા સામાન્યતઃ ત્રણ અથવા ચાર ચરણની હોય છે. પ્રત્યેક ચરણ પર ઊર્જાનો વ્યય વધારે થાય છે જેના કારણે ચોથા પોષકસ્તરના પછીના સજીવો માટે ઉપયોગી ઊર્જાની માત્રા ખૂબ જ ઓછી રહી જાય છે.
- સામાન્ય રીતે નીચેના પોષકસ્તરમાં સજીવોની સંખ્યા વધારે હોય છે એટલે કે, ઉત્પાદકોના સ્તરમાં આ સંખ્યા સૌથી વધારે હોય છે.

■ વિવિધ આહારશૃંખલાઓની લંબાઈ તેમજ જટિલતામાં ખૂબ જ ભિન્નતા હોય છે. સામાન્ય રીતે પ્રત્યેક સજીવ બે અથવા વધારે પ્રકારના સજીવો દ્વારા આહાર તરીકે ઉપયોગી બને છે અને અનેક પ્રકારના સજીવોનો આહાર બને છે. આમ, એક સીધી આહાર-શૃંખલાને સ્થાને સજીવોની વચ્ચે આહાર સંબંધો શાખાયુક્ત બને છે તથા શાખાયુક્ત શૃંખલાઓની એક જાળીરૂપ રચના બનાવે છે. જેને 'આહારજાળ' (Food Web) કહે છે (આકૃતિ 15.3).



આકૃતિ 15.3
વિવિધ આહારશૃંખલાઓ દ્વારા બનતી આહારજાળ

ઊર્જાવહન આકૃતિ 15.4 પરથી બે બાબતો સ્પષ્ટ થાય છે : પહેલી બાબત ઊર્જાનું વહન એક જ દિશામાં થાય છે. સ્વયંપોષી સજીવો દ્વારા ગ્રહણ કરાયેલી ઊર્જા પુનઃ સૌરઊર્જામાં પરિવર્તિત થઈ શકતી નથી અને શાકાહારીઓમાંથી સ્થળાંતરિત થયેલી ઊર્જા પુનઃ સ્વયંપોષી સજીવોને માટે પ્રાપ્ય બનતી નથી. જેમ-જેમ ઊર્જા વિવિધ પોષકસ્તરો પર ક્રમિક સ્થળાંતરિત થાય છે. તે પોતાના સ્તરથી અગાઉના સ્તર માટે પ્રાપ્ય હોતી નથી. બીજી બાબત કે પ્રત્યેક પોષકસ્તરે ઊર્જા વ્યયના કારણે પ્રાપ્ય ઊર્જાનું પ્રમાણ ક્રમશઃ ઘટતું જાય છે.

આહારશૃંખલાની બીજી બાબત એ પણ છે કે આપણી જાણકારી વિના જ કેટલાક હાનિકારક રાસાયણિક પદાર્થો આહારશૃંખલામાંથી પસાર થઈને આપણા શરીરમાં પ્રવેશ પામે છે. તમે ધોરણ IXમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છો કે

આકૃતિ 15.4 એક નિવસનતંત્રમાં થતું ઊર્જાનું વહન દર્શાવતો રેખાંકન

જલપ્રદૂષણ કેવી રીતે થાય છે. તેનું એક કારણ એ છે કે, પાકને વિવિધ પ્રકારના રોગ તેમજ કીટકોથી બચાવવા માટે જંતુનાશકો તેમજ રસાયણોનો વધુમાં વધુ ઉપયોગ કરાય છે. આ રસાયણો વહી જઈને માટીમાં અથવા પાણીના સ્રોતમાં ભળે છે. માટીમાંથી આ પદાર્થોનું વનસ્પતિઓ દ્વારા પાણી તેમજ ખનિજોની સાથે-સાથે શોષણ થાય છે અને જળાશયોમાંથી તે જલીય વનસ્પતિઓ તેમજ પ્રાણીઓમાં પ્રવેશ કરે છે. આ રીતે તેઓ આહારશૃંખલામાં પ્રવેશ કરે છે. કારણ કે, આ પદાર્થો જૈવિક અવિઘટનીય હોવાથી પ્રત્યેક પોષકસ્તરોમાં ઉત્તરોત્તર (વધારેમાં વધારે) સંગ્રહ પામતા જાય છે. કોઈ પણ આહારશૃંખલામાં મનુષ્ય અગ્રસ્થાને હોય છે. તેથી આપણા શરીરમાં આ રસાયણો સૌથી વધુ માત્રામાં સંચય પામતા જાય છે. આ ઘટનાને 'જૈવિક વિશાલન' (Biological Magnification) કહે છે. આ કારણે આપણે ખાદ્યપદાર્થો જેવા કે ઘઉં અને ચોખા, શાકભાજી, ફળ અને માંસમાં જંતુનાશક રસાયણોની વિવિધ માત્રામાં હાજરી જણાય છે. પાણીથી ધોઈને કે અન્ય રીતે તેમને દૂર કરી શકાતા નથી.

પ્રવૃત્તિ 15.3

- સમાચારપત્રોમાં તૈયાર ખાદ્યસામગ્રી અથવા ખાવાયોગ્ય પદાર્થોમાં જંતુનાશક તેમજ રસાયણોની માત્રાના વિષયમાં સામાન્ય રીતે સમાચાર છપાતાં રહે છે. કેટલાંક રાજ્યોએ આ પદાર્થો પર પ્રતિબંધ પણ લગાડ્યો છે. આ પ્રકારનો પ્રતિબંધ યોગ્ય છે કે નહિ તેના પર ચર્ચા કરો.
- તમારા વિચારમાં આ ખાદ્યપદાર્થોમાં જંતુનાશકોનો સ્રોત કયો છે ? શું આ જંતુનાશક પદાર્થો અન્ય ખાદ્ય સ્રોતોના માધ્યમથી આપણા શરીરમાં પહોંચી શકે છે ?
- કયા ઉપાયો દ્વારા શરીરમાં જંતુનાશક પદાર્થો કે રસાયણોની માત્રા ઓછી કરી શકાય છે. ચર્ચા કરો.

પ્રશ્નો

1. પોષકસ્તરો એટલે શું ? એક આહારશૃંખલાનું ઉદાહરણ આપો અને તેમાંના વિવિધ પોષકસ્તરો જણાવો.
2. નિવસનતંત્રમાં વિઘટકોની ભૂમિકા શું છે ?

R5J6E5

15.2 આપણી પ્રવૃત્તિઓ પર્યાવરણને કેવી રીતે અસર પહોંચાડી શકે છે ? (How Do Our Activities Affect The Enviroment ?)

આપણે બધા પર્યાવરણના અંતર્ગત ભાગ સ્વરૂપે છીએ. તેથી પર્યાવરણમાં થતું પરિવર્તન આપણને અસર પહોંચાડે છે અને આપણી પ્રવૃત્તિઓ આપણી ચારે તરફના પર્યાવરણને અસર પહોંચાડે છે. ધોરણ IXમાં આપણે અભ્યાસ કરી ગયાં કે આપણી પ્રવૃત્તિ પર્યાવરણને કોઈ ને કોઈ પ્રકારે પ્રભાવિત કરે છે. આ ભાગમાં આપણે પર્યાવરણસંબંધી બે સમસ્યાઓના વિષયમાં વિસ્તૃતથી ચર્ચા કરીશું જેવી કે ઓઝોનના સ્તરનું વિઘટન અને કચરાનું વ્યવસ્થાપન.

15.2.1 ઓઝોનસ્તર અને તે કેવી રીતે વિઘટન પામે છે ? (Ozone Layer And How It Is Getting Depleted ?)

ઓઝોન (O_3)નો અણુ ઑક્સિજનના ત્રણ પરમાણુઓથી બને છે. જ્યારે સામાન્ય ઑક્સિજન જેના અણુમાં બે પરમાણુઓ હોય છે. તે ઑક્સિજન બધા પ્રકારના જારક સજીવો માટે આવશ્યક છે. ઓઝોન એક ઘાતક વિષ છે. પરંતુ વાતાવરણના ઉપરિસ્તરમાં ઓઝોન એક આવશ્યક કાર્ય સંપાદિત કરે છે. તે સૂર્યમાંથી આવતા પારજાંબલી વિકિરણોથી પૃથ્વીને રક્ષણ આપે છે. આ પારજાંબલી વિકિરણો સજીવો

માટે અત્યંત હાનિકારક છે. ઉદાહરણ તરીકે, માનવમાં ત્વચાનું કેન્સર ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

વાતાવરણના ઉચ્ચસ્તર પર પારજાંબલી (UV) વિકિરણોની અસરથી ઑક્સિજન (O_2) અણુઓથી ઓઝોન બને છે. ઉચ્ચ ઊર્જાવાળા પારજાંબલી વિકિરણો ઑક્સિજન અણુઓ (O_2)નું વિઘટિત કરી સ્વતંત્ર ઑક્સિજન (O) પરમાણુ બનાવે છે. ઑક્સિજનનો આ સ્વતંત્ર પરમાણુ ઑક્સિજનના અણુ સાથે સંયોજાઈને સમીકરણમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઓઝોન અણુ બનાવે છે.

$$O_2 \xrightarrow{\text{પારજાંબલી (UV) વિકિરણો}} O + O$$

$$O + O_2 \rightarrow O_3 \text{ (ઓઝોન)}$$

1980થી વાતાવરણમાં ઓઝોનની માત્રામાં ઝડપથી ઘટાડો થઈ રહ્યો છે. ક્લોરોફ્લોરો કાર્બન (CFCs) જેવાં માનવ સંશ્લેષિત રસાયણોને તેનો મુખ્ય પરિબળ ગણવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ રેફ્રિજરેટર તેમજ અગ્નિશમન (Fire Extinguishers) માટે થાય છે. 1987માં સંયુક્ત રાષ્ટ્ર પર્યાવરણ કાર્યક્રમ UNEP (United Nation Environmental Programme)માં સર્વાનુમતે નક્કી કરવામાં આવ્યું કે CFCનું ઉત્પાદનને 1986ના સ્તર પર જ સીમિત રાખવામાં આવે. હવે રેફ્રિજરેટર બનાવતી વિશ્વની પ્રત્યેક કંપનીઓ માટે CFC મુક્ત રેફ્રિજરેટર બનાવવાનું ફરજિયાત કરવામાં આવ્યું છે.

પ્રવૃત્તિ 15.4

- પુસ્તકાલય, ઈન્ટરનેટ અથવા સમાચારપત્રોમાંથી જાણકારી મેળવો કે કયાં રસાયણો ઓઝોનના સ્તરના વિઘટન માટે જવાબદાર છે ?
- જાણકારી મેળવો કે આ પદાર્થોનું ઉત્પાદન તેમજ ઉત્સર્જનનું નિયમનસંબંધી કાયદો ઓઝોન વિઘટનને ઓછા કરવામાં કેટલો સફળ રહ્યો છે ? શું છેલ્લાં કેટલાંક વર્ષોમાં ઓઝોન-ગર્તના આકાર કે કદમાં કોઈ પરિવર્તન આવ્યું છે ?

15.2.2 આપણા દ્વારા નિર્માણ પામતા કચરાનું પ્રબંધન

(Managing The Garbage We Produce)

આપણી દૈનિક ગતિવિધિઓમાં આપણે ઘણા એવા પદાર્થોનું નિર્માણ કરીએ છીએ જેને આપણે ફેંકી દઈએ છીએ. આ નકામા પદાર્થો કયા છે ? જ્યારે આપણે તેમને ફેંકી દઈએ છીએ ત્યારે તેઓનું શું થાય છે ? આવો, આ પ્રશ્નોના જવાબ જાણવા માટે નીચેની પ્રવૃત્તિ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ 15.5

- તમારા ઘરેથી કચરો એકત્રિત કરો. તેમાં આખા દિવસમાં ઉત્પન્ન થયેલો કચરો જેમ કે રસોડાનો કચરો (વાસી ખોરાક, શાકભાજીનાં છોતરાં, ચાનો ઉપયોગ કરેલાં પાન, દૂધની ખાલી થેલીઓ અને ખાલી ડબા), નકામા કાગળ, દવાની ખાલી શીશીઓ/સ્ટ્રિપ્સ (પતરા), બબલ પૅક, જૂનાં-ફાટેલાં કપડાં અને તૂટેલાં જૂતા વગેરે હોઈ શકે છે.
- તેને શાળાના બગીચામાં એક ખાડો કરીને દબાવી દો. જો એવું સ્થાન પ્રાપ્ત ન હોય તો આ કચરાને કોઈ જૂની ડોલમાં અથવા કૂંડામાં એકત્રિત કરીને તેને 15 cm જાડી માટીના સ્તરથી ઢાંકી દો.
- તેને પાણીનો છંટકાવ કરીને ભીનું રાખો અને 15 દિવસ પછી તેનું અવલોકન કરો.
- તે કયા પદાર્થો છે જે લાંબા સમય પછી પણ અપરિવર્તિત રહ્યા છે ?
- તે કયા પદાર્થો છે કે જેના સ્વરૂપ કે સંરચનામાં પરિવર્તન આવ્યું છે ?
- જે પદાર્થોના સ્વરૂપમાં સમયની સાથે પરિવર્તન આવે છે, તે પૈકી કયા પદાર્થો છે કે જે વધુ ઝડપથી પરિવર્તિત થાય છે ?

આપણે 'જૈવિક ક્રિયાઓના' પ્રકરણમાં અભ્યાસ કર્યો કે, આપણા દ્વારા ખાધેલા કે ભોજનમાં લીધેલા ખોરાકનું પાચન વિવિધ ઉત્સેચકો દ્વારા થાય છે. પણ શું તમે ક્યારેય વિચાર્યું છે કે એક જ ઉત્સેચક ખોરાકના બધા જ પદાર્થોનું પાચન કેમ કરી શકતો નથી ? ઉત્સેચકો પોતાની ક્રિયામાં ચોક્કસ હોય છે. એટલે કે કોઈ વિશેષ પ્રકારના પદાર્થનું પાચન કે વિઘટન કરવા માટે વિશિષ્ટ ઉત્સેચકની જરૂરિયાત હોય છે. એટલે જ કોલસા ખાવાથી આપણને ઊર્જા પ્રાપ્ત નથી થતી. આ કારણે જ પ્લાસ્ટિક જેવા માનવનિર્મિત ઘણાબધા પદાર્થોનું વિઘટન જીવાણુ કે અન્ય મૃતોપજીવીઓ દ્વારા થઈ શકતું નથી. આ પદાર્થો પર ભૌતિકક્રિયા જેવી કે તાપમાન અને દબાણની અસર થાય છે, પરંતુ સામાન્ય અવસ્થામાં તેઓ લાંબા સમય સુધી પર્યાવરણમાં અવિઘટિત સ્વરૂપે ટકી રહે છે.

જે પદાર્થો જૈવિકક્રિયા દ્વારા વિઘટિત થાય છે. તેઓને 'જૈવવિઘટનીય' પદાર્થો કહેવાય છે. ઉપરની પ્રવૃત્તિમાં તમારા દ્વારા ખાડામાં દાટેલા પદાર્થોમાંથી કેટલા પદાર્થો 'જૈવવિઘટનીય' છે ? જે પદાર્થો જૈવક્રિયામાં વિઘટન પામતા નથી તેવા પદાર્થોને 'જૈવઅવિઘટનીય' પદાર્થો કહેવાય છે. આ પદાર્થો સામાન્યતઃ અવિઘટનીય હોવાથી અને આ દરમિયાન અને લાંબા સમય સુધી પર્યાવરણમાં ટકી રહી શકે છે અને આ દરમિયાન પર્યાવરણના અન્ય સભ્યોને પણ નુકસાન પહોંચાડે છે.

પ્રવૃત્તિ 15.6

- પુસ્તકાલય અથવા ઇન્ટરનેટ દ્વારા જૈવવિઘટનીય તેમજ જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થોના વિષયમાં વધારે જાણકારી મેળવો.
- જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થો કેટલા સમય સુધી પર્યાવરણમાં એ જ સ્વરૂપમાં રહી શકે છે ?
- આજકાલ જૈવવિઘટનીય પ્લાસ્ટિક મળી રહે છે. આ પદાર્થોના વિષયમાં હજુ વધારે જાણકારી મેળવો અને શોધી કાઢો કે શું તેની પર્યાવરણ પર નુકસાનકારક અસર થાય છે કે નહિ ?

પ્રશ્નો

1. શા માટે કેટલાક પદાર્થો જૈવવિઘટનીય હોય છે અને કેટલાક પદાર્થો જૈવઅવિઘટનીય હોય છે ?
2. એવી બે રીતો દર્શાવો કે જેમાં જૈવવિઘટનીય પદાર્થો પર્યાવરણને પ્રભાવિત કરે છે.
3. એવી બે રીતો દર્શાવો કે જેમાં જૈવઅવિઘટનીય પદાર્થો પર્યાવરણને પ્રભાવિત કરે છે.

કોઈ પણ શહેર તેમજ કસ્બામાં જતાં ચારે તરફ કચરાનો ઢગલો જોવા મળે છે. કોઈ પર્યટન સ્થળની મુલાકાત લઈએ તો, આપણને વિશ્વાસ છે કે ત્યાં પણ વિપુલ પ્રમાણમાં ખાદ્યપદાર્થોની ખાલી થેલીઓ અહીં-તહીં ફેલાયેલી કે વિખરાયેલી જોવા મળશે. અગાઉનાં ધોરણોમાં આપણા દ્વારા ઉત્પન્ન થતા આ કચરાનો નિકાલ કરવાના ઉપાયો વિશે ચર્ચા કરી હતી. આવો, આ સમસ્યા પર વધારે ગંભીરતાથી ધ્યાન આપીએ.

પ્રવૃત્તિ 15.7

- જાણકારી મેળવો કે ઘરોમાંથી ઉત્પન્ન થતાં કચરાનું શું થાય છે ? શું કોઈ સ્થાન પરથી તેને એકઠો કરવા માટેની કોઈ વ્યવસ્થા છે ?
- જાણકારી મેળવો કે સ્થાનીય વ્યવસ્થાપકો (પંચાયત, નગરપાલિકા, આવાસ કલ્યાણ સમિતિ) દ્વારા આ કચરાના નિકાલ માટેની કોઈ પ્રકારની વ્યવસ્થા થાય છે ? શું ત્યાં જૈવવિઘટિત અને જૈવઅવિઘટિત કચરાને અલગ-અલગ કરવાની વ્યવસ્થા છે ?
- ગણતરી કરો કે એક દિવસમાં ઘરમાંથી કેટલો કચરો ઉત્પન્ન થાય છે ?
- તેમાંથી કેટલો કચરો જૈવવિઘટનીય છે ?
- ગણતરી કરો કે વર્ગમાં પ્રતિદિન કેટલો કચરો ઉત્પન્ન થાય છે ?
- તેમાંથી કેટલો કચરો જૈવવિઘટનીય છે ?
- આ કચરાના નિકાલ માટેનો કોઈ ઉપાય બતાવો.

પ્રવૃત્તિ 15.8

- જાણકારી મેળવો કે તમારા વિસ્તારમાં સુએઝ ટ્રિટમેન્ટની કોઈ વ્યવસ્થા છે ? શું ત્યાં એ બાબતની વ્યવસ્થા છે કે સ્થાનીય જળાશય તેમજ જળના અન્ય સ્રોત ટ્રિટમેન્ટ વગરના સુએઝની અસર અનુભવે છે ?
- શું ત્યાં આ બાબતનું પ્રબંધન છે કે જેનાથી સુનિશ્ચિત થઈ શકે કે આ પદાર્થો ભૂમિ અને પાણીનું પ્રદૂષણ કરતાં નથી ?

આપણી જીવનશૈલીમાં સુધારણાની સાથે ઉત્પાદિત કચરાની માત્રા પણ ખૂબ જ વધારે વધી ગઈ છે. આપણી વર્તણૂકમાં પરિવર્તન પણ એક મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આપણે એક વખત વાપરીને ફેંકી દેવાય તેવી વસ્તુઓનો વધારે ઉપયોગ કરવા લાગ્યા છીએ. પૅકેજિંગની પદ્ધતિઓમાં પરિવર્તન આવવાથી જૈવઅવિઘટિત સ્વરૂપની વસ્તુના કચરામાં ઘણો વધારો થયો છે. તમારા વિચારથી આ બધાં જ ઘટકોની પર્યાવરણ પર શું અસર થઈ શકે છે ?

આના વિશે વિચાર કરો

ટ્રેનોમાં નિવર્તનીય કપ (Disposable Cups In Trains)

જો તમે તમારાં માતા-પિતાને પૂછશો તો સંભવતઃ તેઓને યાદ હશે કે ટ્રેનોમાં ચા કાચના ગ્લાસમાં આપવામાં આવતી હતી. જેને ચા વેચનારા પાછા લઈ જતા હતા. ડિસ્પોઝેબલ કપ તેમજ ગ્લાસ સ્વચ્છ અને સ્વાસ્થ્ય માટે સારા છે તેવું માનીને તેનો ઉપયોગ વધુ થવા લાગ્યો. તે સમયે કોઈએ પણ કલ્પના કરી નહિ હોય કે પ્રતિદિન લાખોની સંખ્યામાં ઉપયોગમાં લેવાયેલા આ કપના જમા થવાથી શું થશે. કેટલાક સમય પહેલાં માટીમાંથી બનાવેલ કુલડીને તેના વિકલ્પ સ્વરૂપે લાવવામાં આવી. પરંતુ તેના પર વિચાર ન કર્યો કે આટલી મોટી સંખ્યામાં કુલડી બનાવવા માટે કેટલી ફળદ્રુપ માટીનો ઉપયોગ થશે ? હવે, કાગળના ડિસ્પોઝેબલ કપનો વપરાશ થઈ રહ્યો છે. તમારા વિચારને આધારે ડિસ્પોઝેબલ કપની તુલનામાં કાગળના ડિસ્પોઝેબલ કપનો વપરાશ શું લાભદાયક છે ?

પ્રવૃત્તિ 15.9

- ઇન્ટરનેટ અથવા પુસ્તકાલયની મદદથી જાણકારી મેળવો કે ઇલેક્ટ્રૉનિક વસ્તુઓનો નિકાલ કરતા સમયે કઈ ખતરનાક વસ્તુઓથી સાવધાની રાખવી જોઈએ ? આ પદાર્થ પર્યાવરણને કઈ રીતે અસર પહોંચાડે છે ?
- જાણકારી મેળવો કે પ્લાસ્ટિકનું પુનઃચક્રીકરણ કઈ રીતે થાય છે ? શું પ્લાસ્ટિકના પુનઃચક્રીકરણથી પર્યાવરણને કોઈ નુકસાન થઈ શકે છે ?

પ્રશ્નો

1. ઓઝોન એટલે શું ? અને તે કોઈ નિવસનતંત્રને કેવી રીતે અસર પહોંચાડે છે ?
2. તમે કચરાના નિકાલની સમસ્યાને ઓછી કરવામાં શું યોગદાન આપી શકો છો ? કોઈ પણ બે પદ્ધતિઓનાં નામ આપો.

તમે શીખ્યાં કે

- નિવસનતંત્રનાં વિવિધ ઘટકો આંતરક્રિયાઓ કરે છે.
- ઉત્પાદકો સૂર્યમાંથી પ્રાપ્ત ઊર્જાને નિવસનતંત્રના અન્ય સભ્યોને પ્રાપ્ય કરાવે છે.
- જ્યારે આપણે એક પોષકસ્તરમાંથી બીજા પોષકસ્તર પર જઈએ ત્યારે ઊર્જાનો ઘટાડો કે વ્યય થાય છે જે આહાર-શૃંખલામાં પોષકસ્તરોને સીમિત કરી દે છે.
- માનવની પ્રવૃત્તિઓની પર્યાવરણ પર અસર થાય છે.
- CFCs જેવાં રસાયણો દ્વારા ઓઝોનના સ્તરને નુકસાન પહોંચાડે છે. આ ઓઝોનસ્તર સૂર્ય તરફથી આવનારા પારજાંબલી (UV) વિકિરણોથી સજીવોને રક્ષણ આપતું આવરણ છે. તેથી તેની ક્ષતિથી પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચી શકે છે.
- આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત કચરો જૈવવિઘટનીય અથવા જૈવઅવિઘટનીય હોઈ શકે છે.
- આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત કચરાનો નિકાલ એક ગંભીર પર્યાવરણીય સમસ્યા છે.

સ્વાધ્યાય

M7U4U7

1. નીચે આપેલ પૈકી કયો સમૂહ માત્ર જૈવવિઘટનીય પદાર્થો છે ?

(a) ઘાસ, પુષ્પો અને ચામડું

(b) ઘાસ, લાકડું અને પ્લાસ્ટિક

(c) ફળોની છાલ, કેક તેમજ લીંબુનો રસ

(d) કેક, લાકડું તેમજ ઘાસ

2. નીચેનામાંથી કોણ આહારશૃંખલાનું નિર્માણ કરે છે ?

(a) ઘાસ, ઘઉં અને કેરી

(b) ઘાસ, બકરી અને માનવ

(c) બકરી, ગાય અને હાથી

(d) ઘાસ, માછલી અને બકરી

3. નીચે આપેલમાંથી કયો પર્યાવરણ પ્રત્યેનો હકારાત્મક અભિગમ દર્શાવે છે ?

(a) બજાર જતી વખતે સામાન માટે કપડાંની થેલીઓ લઈ જવી.

(b) કાર્ય સમાપ્ત થવાની સાથે લાઇટ (બલ્બ) અને પંખાની સ્વિચો બંધ કરી દેવી.

(c) માતા દ્વારા, સ્કૂટર દ્વારા શાળાએ મૂકવા આવવાને સ્થાને તમારી શાળાએ ચાલતા જવું.

(d) ઉપર્યુક્ત તમામ

4. જો આપણે એક પોષકસ્તરના બધા જ સભ્યોને દૂર કરી નાખીએ તો (મારી નાખીએ) તો શું થશે ?

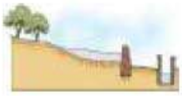
5. શું કોઈ પોષકસ્તરના બધા જ સભ્યોને દૂર કરવાથી થતી અસર ભિન્ન-ભિન્ન પોષકસ્તરો માટે અલગ-અલગ હોય છે ? શું કોઈ પોષકસ્તરના સજીવોને નિવસનતંત્રને અસર પહોંચાડ્યા વગર દૂર કરવા સંભવ છે ?

6. જૈવિક વિશાલન એટલે શું ? શું નિવસનતંત્રના વિવિધ સ્તરો પર જૈવિક વિશાલનની અસર પણ ભિન્ન–ભિન્ન હોય છે ?

7. આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત જૈવઅવિઘટનીય કચરાથી કઈ સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન થઈ શકે છે ?

8. જો આપણા દ્વારા ઉત્પાદિત બધો જ કચરો જૈવવિઘટનીય હોય, તો શું તેની આપણા પર્યાવરણ પર કોઈ અસર નહિ થાય ?

9. ઓઝોનસ્તરના વિઘટનની આપણા માટે ચિંતાનો વિષય શા માટે છે ? આ વિઘટનને સીમિત કરવા માટે કયાં પગલાં લેવાં જોઈએ ?



પ્રકરણ 16
નૈસર્ગિક સ્રોતોનું ટકાઉ પ્રબંધન (વ્યવસ્થાપન) (Sustainable Management of Natural Resources)

'કુદરત સાથે લયમાં જીવવું એ આપણા માટે નવું નથી.' સંપોષિત (ટકાઉ) જીવન ભારતની સંસ્કૃતિ અને પરંપરાનો એક ભાગ છે. વર્ષોથી ચાલી આવતી આપણી અખંડ પરંપરાઓ, પ્રવૃત્તિઓ, કલા અને ઉદ્યોગો, તહેવારો, ખોરાક, માન્યતાઓ, ધાર્મિક રીતિઓ અને લોકવાયકાઓ સાથે સંપોષિત જીવન વણાયેલું છે. 'સમગ્ર વિશ્વ એક સંવાદિતામાં રહે તેવું તત્ત્વજ્ઞાન આપણને આપવામાં આવેલું છે.' જે સંસ્કૃત કણિકા 'વસુધૈવ કુટુમ્બકમ્' એટલે કે સમગ્ર વિશ્વ મારું ઘર છે તે ભાવના સાથે જોડાયેલું છે. આ કણિકા પ્રાચીન ભારતીય ગ્રંથ અથર્વવેદના એક ભાગ મહાઉપનિષદમાંથી લેવાઈ હોય તેવું મનાય છે.

ધોરણ IXમાં આપણે નૈસર્ગિક સ્રોતો જેવા કે ભૂમિ (મૃદા), હવા તેમજ પાણીના વિશે અભ્યાસ કર્યો અને એ પણ જાણ્યું કે વિવિધ સંઘટકોનું પ્રકૃતિમાં વારંવાર ચક્રીકરણ કેવી રીતે થાય છે ? આ પહેલાંના પ્રકરણમાં આપણે એ પણ અભ્યાસ કર્યો કે, માનવીય પ્રવૃત્તિમાંથી આ સ્રોતોનું પ્રદૂષણ થાય છે. આ પ્રકરણમાં આપણે કેટલાક સ્રોતો વિશે જાણીશું અને એ પણ જાણીશું કે આપણે કેવી રીતે તેમનો ઉપયોગ કરી રહ્યા છીએ ? શક્ય છે કે આપણે એ પણ વિચારીએ કે આપણે આપણા સ્રોતોનો ઉપયોગ એ રીતે કરવો જોઈએ જેથી સ્રોતોનું સુપોષણ થઈ શકે અને આપણે આપણા પર્યાવરણનું રક્ષણ પણ કરી શકીએ. આપણે જંગલ, વન્યજીવન, પાણી, કોલસા અને પેટ્રોલિયમ જેવા નૈસર્ગિક સ્રોતોની ચર્ચા કરીશું અને તે સમસ્યાઓ પર પણ વિચાર કરીશું કે સુપોષિત વિકાસ માટે આ સ્રોતોનું પરંપરાગત પ્રવૃત્તિઓ વડે વ્યવસ્થાપન કેવી રીતે કરી શકાય ?

આપણે ઘણી વાર પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ વિશે સાંભળીએ કે વાંચીએ છીએ. આ મોટા ભાગની વૈશ્વિક સમસ્યાઓ છે અને તેમનું સમાધાન કરવામાં આપણે આપણી જાતને અસહાય માનીએ છીએ. તેના માટે અનેક આંતરરાષ્ટ્રીય કાયદા તેમજ નિયંત્રણ છે અને આપણા દેશમાં પણ પર્યાવરણ સંરક્ષણ માટે અનેક કાયદા છે. અનેક રાષ્ટ્રીય તેમજ આંતરરાષ્ટ્રીય સંગઠનો પણ પર્યાવરણ સંરક્ષણ માટે કાર્ય કરી રહ્યા છે.

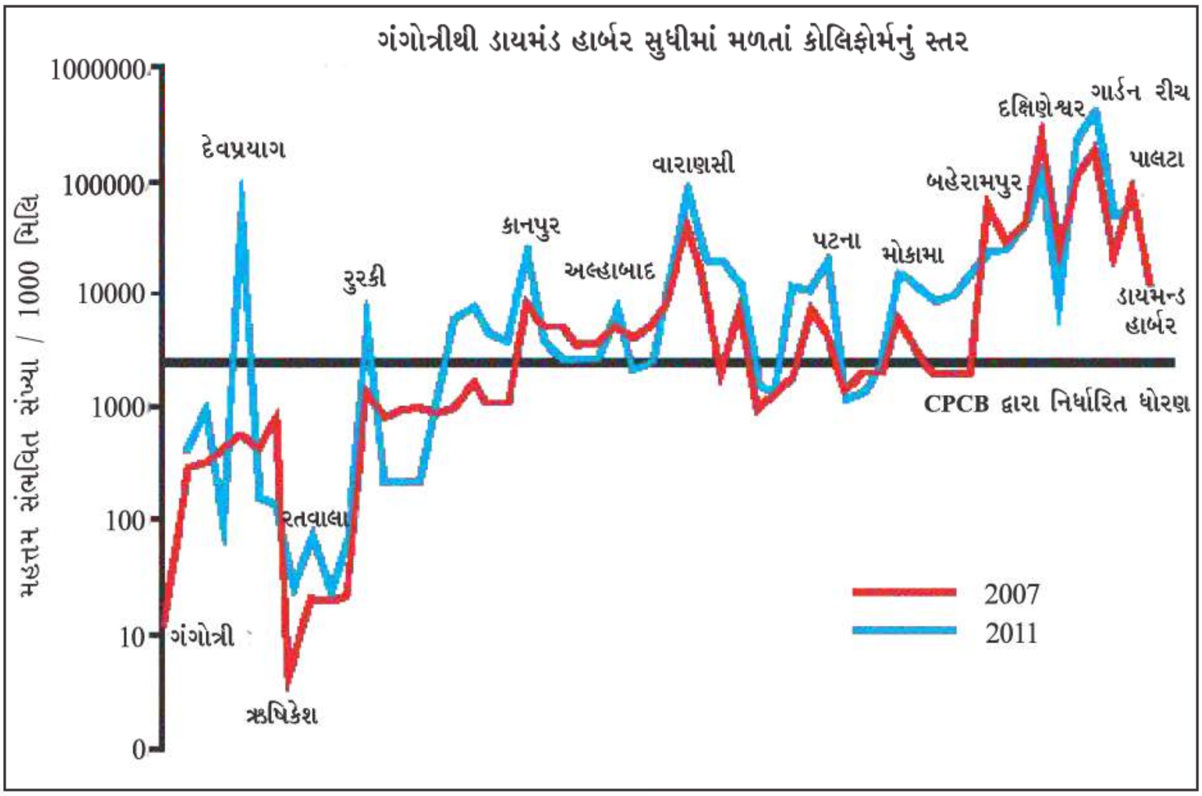
પ્રવૃત્તિ 16.1

- કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના ઉત્સર્જનના નિયમન માટે આંતરરાષ્ટ્રીય ધોરણોની જાણકારી મેળવો.
- આ વિષય પર વર્ગમાં ચર્ચા કરો કે આપણે આ ધોરણોને જાળવવામાં શું ફાળો આપી શકીએ ?

પ્રવૃત્તિ 16.2

- એવાં અનેક સંગઠનો છે કે જેઓ પર્યાવરણના પ્રત્યે જાગૃતિ ફેલાવવાનું કાર્ય કરે છે. તેઓ એવી પ્રવૃત્તિઓને અને વલણોને પણ પ્રોત્સાહન આપે છે જેનાથી આપણા પર્યાવરણ તેમજ પ્રાકૃતિક સંરક્ષણમાં વધારો થાય છે. તમારી આસપાસના વિસ્તાર/નગર કે શહેર/કસ્બા/ ગામમાં કાર્ય કરનારાં સંગઠનોના વિશે જાણકારી મેળવો.
- જાણો કે આ ઉદ્દેશને પ્રાપ્ત કરવા માટે તમે શું યોગદાન આપી શકો તેમ છો ?

સ્રોતોનો અવિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ કરવાથી ઉત્પન્ન થતી સમસ્યાના વિષયમાં જાગૃતિ આપણા સમાજમાં એક નવી બાબત છે. જ્યારે આ જાગૃતિ વધે છે ત્યારે કોઈ ને કોઈ પગલાં પણ લઈ શકાય છે. તમે 'ગંગા–સફાઈ યોજના'ના વિષયમાં અવશ્ય સાંભળ્યું પણ હશે. કરોડોની આ યોજના લગભગ 1985 માં એટલા માટે શરૂઆત કરાઈ હતી કારણ કે ગંગાનદીના પાણીની ગુણવત્તા ખૂબ જ ઓછી થઈ ગઈ હતી. (આકૃતિ 16.1). કોલિફોર્મ જીવાણુ (બૅક્ટેરિયા)નો એક વર્ગ છે જે માનવના આંતરડામાંથી મળી આવે છે; પાણીમાં તેમની હાજરી, રોગજન્ય સૂક્ષ્મ જીવાણુ થતું પદૂષણ દર્શાવે છે.



આકૃતિ 16.1 ગંગામાં કોલિફોર્મની કુલ સંખ્યાનું સ્તર

સ્રોત : કેન્દ્ર પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ, 2012

શું તમે જાણો છો ?

ગંગાનું પ્રદૂષણ (Pollution of Ganga)

ગંગાનદી હિમાલયમાં આવેલા પોતાના ઉદ્ગમ સ્થાન ગંગોત્રીથી બંગાળની ખાડીમાં ગંગાસાગર સુધી 2500 km સુધીની યાત્રા કરે છે. તેના કિનારે આવેલ ઉત્તરપ્રદેશ, બિહાર અને બંગાળના 100 થી પણ વધારે શહેરો તેને એક નાળામાં ફેરવી નાંખે છે. તેનું મુખ્ય કારણ એ છે કે ઉપચારક્રિયા કર્યા વગરનો મળમૂત્રનો બહુ મોટો જથ્થો ગંગામાં વહાવી દેવામાં આવે છે. તેના સિવાય માનવની અન્ય પ્રવૃત્તિઓ જેવી કે સ્નાન કરવું, કપડાં ધોવા, મૃત વ્યક્તિઓની રાખ તેમજ શબને વહેવડાવવા. આ ઉપરાંત ઉદ્યોગો દ્વારા ઉત્પાદિત રાસાયણિક ઉત્સર્જન, ગંગાના પ્રદૂષણના સ્તરમાં એટલો બધો વધારો કરે છે કે તેના વિષારીકરણને લઈને પાણીમાં માછલીઓ મરવા માંડે છે. જૂન, 2014માં કેન્દ્ર સરકારનાં નેજા હેઠળ મુખ્ય કાર્યક્રમ તરીકે 'નમામિ ગંગે' યોજનાને માન્યતા આપવામાં આવી છે. આ યોજના ગંગાનદીનાં પ્રદૂષણને રોકવા તથા તેના નવીનીકરણ કરવાના મુખ્ય બે હેતુસર અમલમાં મૂકવામાં આવી છે. ઑક્ટોબર, 2016માં ગંગાના શુદ્ધીકરણના હેતુસર રાષ્ટ્રીય મિશનની સ્થાપના થઈ.

તમે જોઈ શકો છો કે માપન યોગ્ય કેટલાંક પરિબળો કે કારકોનો ઉપયોગ કરીને જરૂરી પાણીની ગુણવત્તાની જાળવણી કે પ્રદૂષણની માત્રાનું માપન કરવામાં આવે છે. કેટલાક પ્રદૂષક ખૂબ જ અલ્પ માત્રામાં હોવા છતાં પણ હાનિકારક હોઈ શકે છે. તેના માપન માટે આપણે અત્યંત વ્યવહારુ ઉપકરણોની જરૂરિયાત હોય છે. પ્રકરણ 2માં આપણે એ પણ અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ કે સાર્વત્રિક સૂચકની મદદથી પાણીની pH સરળતાથી માપી શકાય છે.

પ્રવૃત્તિ 16.3

- સાર્વત્રિક સૂચક(universal Indicator)ની મદદથી તમારા ઘરમાં આવતા પાણીની pH જાણો.
- તમારા આસપાસનાં જળાશયો (તળાવ, સરોવર, નદી, ઝરણાં)ની pH પણ જાણો.
- શું તમારાં અવલોકનોને આધારે તમે જણાવી શકો છો કે પાણી પ્રદૂષિત છે કે નહિ ?

T3W8F8

પરંતુ આપણે સમસ્યાના વિશાળ કદને જોઈને હતાશ થવાની જરૂર નથી. કારણ કે એવા અનેક ઉપાયો છે જેના દ્વારા આપણે સ્થિતિમાં સુધારણા લાવી શકીએ છીએ. પર્યાવરણને બચાવવા માટે પાંચ પ્રકારના 'R'ના વિષયમાં ચોક્કસપણે સાંભળેલું હશે. Refuse (ના પાડવું), Reduce (ઓછો ઉપયોગ કરવો), Reuse (પુનઃ ઉપયોગ કરવો), Repurpose (હેતુફેર કરવો), Recycle (પુનઃચક્રીકરણ).

Refuse : (ના પાડવું) Refuseનો અર્થ એ છે કે, તમારે જરૂર ના હોય તેવી વસ્તુ લોકો તમને આપે તો તમે ના પાડો. તમને તથા પર્યાવરણને હાનિકારક હોય તેવાં ઉત્પાદનો ખરીદવાની ના પાડો. એક જ વાર વાપરી શકાય તેવી પ્લાસ્ટિકની થેલી માટે પણ ના પાડો.

Reduce : (ઓછો ઉપયોગ કરવો) તેનો અર્થ છે કે તમારે ઓછામાં ઓછી વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. તમે વીજળીના પંખા તેમજ બલ્બની સ્વિચો બંધ કરીને વીજળી બચાવી શકો છો. તમે ટપકતાં નળનું સમારકામ કરાવીને પાણીની બચત કરી શકો છો. ખોરાકનો વ્યય ન કરવો જોઈએ. શું તમે આવી અન્ય બાબતો વિશે વિચારી શકો છો, જેનો ઉપયોગ ઘટાડી શકાય તેમ છે ?

Reuse : (પુનઃ ઉપયોગિતા) આ પુનઃચક્રીય કરવા કરતાં પણ વધારે સાચો રસ્તો છે. કારણ કે, પુનઃચક્રીયકરણમાં કેટલીક ઊર્જા તો વપરાય જ છે. પુનઃઉપયોગની રીતમાં તમે કોઈ વસ્તુનો વારંવાર ઉપયોગકરો છો. પરબીડિયાને ફેંકી દેવાની જગ્યાએ તમે તેને ઉલટાવીને ફરીથી ઉપયોગ કરી શકો છો. વિવિધ ખાદ્યપદાર્થોની પ્લાસ્ટિકની શીશીઓ, ડબા વગેરેનો ઉપયોગ રસોડામાં જામ કે અથાણા ભરવા માટે કરી શકાય છે. બીજી કઈ વસ્તુઓ એવી છે કે જેનો આપણે પુનઃઉપયોગ કરી શકીએ ?

Repurpose : **(હેતુ ફેર કરવો)** આનો અર્થ એ થયો કે, જો મૂળભૂત હેતુ માટે કોઈ ઉત્પાદનનો ઉપયોગ ન થઈ શકે તેમ હોય ત્યારે ધ્યાનથી વિચારીને તેનો બીજા કોઈ હેતુ માટે ઉપયોગ કરવો. ઉદાહરણ તરીકે હૅન્ડલ તૂટી ગયા હોય તેવી કાચની બરણી કે કપનો ઉપયોગ નાના છોડને ઉગાડવા કે પક્ષીઓને ચણ નાખવા કરી શકાય છે.

Recycle : **(પુનઃ ચક્રીકરણ)** આનો અર્થ એ થાય કે પ્લાસ્ટિક, કાગળ, કાચ અને ધાતુ જેવી વસ્તુઓનું નવું ઉત્પાદન કરવાને બદલે તેનું પુનઃ ચક્રીકરણ કરીને જરૂરી વસ્તુઓ બનાવવી જોઈએ. પુનઃચક્રીકરણ કરી શકાય તેવા કચરાને અન્ય કચરાથી અલગ એકઠો કરવો જોઈએ. શું તમારાં ગામ કે શહેરમાં આવી કોઈ વ્યવસ્થા છે જેથી આવા પદાર્થોનું પુનઃ ચક્રીકરણ કરી શકાય ?

આપણી જરૂરિયાતો અને પ્રવૃત્તિઓ વિશે નિર્ણય લેતા સમયે આપણે પર્યાવરણસંબંધી પણ નિર્ણય લેવો જોઈએ. તેના માટે, આપણે એ પણ જાણવાની આવશ્યકતા છે કે, આપણી પસંદગીથી પર્યાવરણ પર શું અસર પડી શકે તેમ છે. આ અસર તાત્કાલિક કે દીર્ઘકાલીન અથવા તો વ્યાપક પણ હોઈ શકે છે. સુપોષિત વિકાસની સંકલ્પના મનુષ્યની આધારભૂત જરૂરિયાતોની પૂર્તતા તેમજ વિકાસને પ્રોત્સાહિત તો કરે જ છે; સાથે-સાથે ભાવિ પેઢી માટે સ્રોતોનું સંરક્ષણ પણ કરે છે. આર્થિક વિકાસ પર્યાવરણ સંરક્ષણની સાથે સંબંધિત છે. આમ, સુપોષિત વિકાસથી જીવનના બધા આયામમાં પરિવર્તન આવે છે. તે લોકો પોતાની ચારે તરફની આર્થિક, સામાજિક તેમજ પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓ પ્રત્યે પોતાના દૃષ્ટિકોણમાં પરિવર્તન લાવે અને પ્રત્યેક વ્યક્તિ પ્રકૃતિના સ્રોતોનો વર્તમાન ઉપયોગમાં પરિવર્તન માટેની તૈયારી લાવે, તેના પર નિર્ભર છે.

પ્રવૃત્તિ 16.4

- શું તમે વર્ષો પછી કોઈ ગામ અથવા શહેરમાં ગયા છો ? જો હા હોય તો શું અગાઉના વર્ષની તુલનામાં નવા ઘર તેમજ રોડ બની ગયા છે ? તમારા વિચાર પ્રમાણે તેને બનાવવા માટે આવશ્યક વસ્તુઓ ક્યાંથી પ્રાપ્ત થઈ હશે ?
- તે પદાર્થોની યાદી બનાવો અને તેના સ્રોતોની જાણકારી પણ મેળવો.
- તમારા દ્વારા બનાવેલી યાદીને તમારા સહ વિદ્યાર્થીમિત્રો સાથે ચર્ચા કરો. શું તમે એવો ઉપાય બતાવી શકો છો કે તે વસ્તુઓનો ઉપયોગમાં ઘટાડો લાવી શકાય છે ?

16.1 સ્રોતોનું વ્યવસ્થાપન શા માટે જરૂરી છે ? (Why do we need to Manage our Resources ?)

માત્ર રોડ કે રસ્તાઓ તેમજ ઇમારતો જ નહિ પરંતુ તે બધી વસ્તુઓ જેનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ, જેમકે ખોરાક, કપડાં, પુસ્તકો, રમકડાંઓ, ફર્નિચર, ઓજારો અને વાહન વગેરે આપણને પૃથ્વી પર આવેલા કે પ્રાપ્ત સ્રોતોમાંથી મળે છે. આપણે માત્ર એક જ સ્રોત પૃથ્વીની બહારથી પ્રાપ્ત કરવાનો હોય છે, તે છે ઊર્જા. જે આપણને સૂર્યમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે. વળી, આપણે ઉપયોગ કરીએ તે પહેલાં આ ઊર્જા પૃથ્વી પરના સજીવો અને વિવિધ ભૌતિક અને રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાંથી પસાર થાય છે.

આપણે આપણા સ્રોતોના વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગની કેમ જરૂરિયાત છે ? કારણ કે આ સ્રોતો મર્યાદિત છે તથા સ્વાસ્થ્ય સેવાઓમાં સુધારણાને કારણે આપણી જનસંખ્યા તીવ્ર ગતિથી વધારો થઈ રહ્યો

છે, તેથી બધા સ્રોતોની માંગ પણ ઘણીબધી ઝડપથી વધતી જાય છે. પ્રાકૃતિક સ્રોતોનું વ્યવસ્થાપન કરતી વખતે દીર્ઘકાલીન દૃષ્ટિકોણને ધ્યાનમાં રાખવો જોઈએ કે જેથી આવનારી પેઢીઓ સુધી તે સ્રોતો પ્રાપ્ત રહેવા જોઈએ. આ વ્યવસ્થાપનમાં એ બાબત પણ સુનિશ્ચિત કરવાની જરૂરી છે કે તેઓનું વિતરણ બધા વર્ગોમાં સમાન રીતેથી થવું જોઈએ, ન કે માત્ર મુઠ્ઠીભર ધનવાનો અને શક્તિશાળી લોકોને તેનો લાભ મળે.

એક અન્ય બાબત પર ધ્યાન આપવું જરૂરી છે કે જ્યારે આપણે આ સ્રોતોનું શોષણ કરીએ ત્યારે આપણે પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચાડીએ છીએ. ઉદાહરણ તરીકે, ખનનથી પ્રદૂષણ થાય છે કારણ કે ધાતુનું નિષ્કર્ષણની સાથે-સાથે વધુ માત્રામાં ધાતુનો કચરો પણ નીકળે છે. આમ, સુપોષિત નૈસર્ગિક સ્રોતોના વ્યવસ્થાપનમાં નકામા પદાર્થોના નિકાલની વ્યવસ્થા પણ થવી જોઈએ.

પ્રવૃત્તિ 16.5

- તમારા રોજિંદા જીવનમાં પર્યાવરણના સંરક્ષણ માટે જોવા મળતી પરંપરાગત પ્રવૃત્તિઓનું અવલોકન કરો. તમારા સહપાઠીઓમાં આ બાબત જણાવો. તેનો અહેવાલ તૈયાર કરી, જમા કરો.

ઉપનિષદો અને સ્મૃતિ જેવા ભારતીય ગ્રંથોમાં જંગલોના ઉપયોગ અને વ્યવસ્થાપન વિશે વર્ણનો આપેલ છે અને તેના સંપોષણ વિશે ગર્ભિત પ્રકાશ પાડે છે. અથર્વવેદનું એક 12.1.11મું સૂક્ત કે જેનો પાછળથી દેવી ચંદ (1997)માં પોતાના પુસ્તક અથર્વવેદ (સંસ્કૃત લખાણનો અંગ્રેજીમાં અનુવાદનું ગુજરાતી ભાષાંતર), તે નીચે મુજબ છે :

यिरायस्ते पर्वतां हिमावन्तोरण्यम ते पृथ्वी स्योनमस्तु
बभ्रूम क्रष्णम् रोहिणीम विश्वरूपम् ध्रुवम् भूमि पृथ्विमिन्द्रगुप्तम्
अजितोहतो अक्षतोध्यास्थम् पृथ्वीमाहम् ||12.1.11|| (અથર્વવેદ)

"હે પૃથ્વી ! તારી ટેકરીઓ, હિમ-આચ્છાદિત પર્વતો અને જંગલો આનંદમય હો; હે વિવિધ રંગી, સ્થિર અને રક્ષિત પૃથ્વી, આ ધરા પર હું અપરાજીત, ચિરંજીવ અને આનંદિત રહું."

અથર્વવેદનું બીજું સૂક્ત ||12.1.35|| વપરાશ અને પુનઃનિર્માણના સિદ્ધાંતો પ્રગટ કરે છે, જે નીચે મુજબ છે :

यते भूमे विखानामी क्षिप्रम तदपि रोहतु
मा ते मर्म विम्रग्वरी मा ते हिदयंअर्पिपम् ||12.1.35|| (અથર્વવેદ)

હે પૃથ્વી ! હું તારામાંથી જે પણ ખોદીને બહાર કાઢું તે તરત જ પુનઃનિર્માણ પામે; અમે તારાં જીવંત નિવાસસ્થાનો અને મર્મસ્થળોને હાનિ ન પહોંચાડીએ.

જંગલોની ઉત્પાદકતા અને રક્ષણાત્મક પાસાને લઈને જંગલોનો સંવર્ધન પર વૈદિક સમયથી જ ભાર આપવામાં આવતો હતો. વૈદિક કાળના અંતમાં ખેતીને મુખ્ય આર્થિક પ્રવૃત્તિ તરીકે સ્વીકારવામાં આવી હતી. આ એ સમય હતો જ્યારે વૈદિકકાળના અંત ભાગમાં જંગલો,

વનરાજી જેવાં કુદરતી સ્થળોને પવિત્ર ધાર્મિક સ્થળો તરીકે માનવાની શરૂઆત થઈ અને પારંપરિક વન્ય પ્રવૃત્તિઓની સંકલ્પનાનો ઉદ્‌ભવ થયો. બીજી બાજુ વન્યપ્રવૃત્તિ સિવાય પણ રીતિરિવાજો અને ધાર્મિક માન્યતાઓનો કુદરત અને કુદરતી સ્રોતોના સંરક્ષણ માટે ઉપયોગ કરવાની શરૂઆત થઈ.

પ્રશ્નો

1. પર્યાવરણ મિત્ર બનવા માટે તમે તમારી ટેવોમાં કયું પરિવર્તન લાવી શકો છો ?
2. કુદરતી સ્રોતોના ટૂંકા ગાળાના હેતુઓને સિદ્ધ કરવા માટે થતાં સ્રોતોના શોષણના ફાયદા જણાવો.
3. આ ફાયદા લાંબી અવધિ કે સમયગાળાને ધ્યાનમાં રાખીને બનાવેલા હેતુના ફાયદાથી કેવી રીતે ભિન્ન છે ?
4. તમારા વિચાર પ્રમાણે સ્રોતોનું શા માટે સમાન વિતરણ થવું જોઈએ ? સ્રોતોના સમાન વિતરણના વિરુદ્ધ કયાં-કયાં પરિબળો કાર્ય કરે છે ?

16.2 જંગલો અને વન્ય જીવન (Forests and Wild Life)

X4M8W1

જંગલ, જૈવ વિવિધતાના વિશિષ્ટ (Hotspots) સ્થળ છે. જૈવવિવિધતાનો એક આધાર તે વિસ્તારમાં મળી આવનારી વિવિધ જાતિઓની સંખ્યા છે. જોકે, સજીવોનાં વિવિધ સ્વરૂપો (જીવાણુઓ બૅક્ટેરિયા, ફૂગ, ત્રિઅંગી, સપુષ્પી વનસ્પતિઓ, સૂત્રકૃમિ, કીટકો, પક્ષીઓ, સરિસૃપ વગેરે) પણ મહત્ત્વપૂર્ણ છે. વારસાગત જૈવવિવિધતાનું સંરક્ષણ કરવાનો પ્રયત્ન પ્રાકૃતિક સંરક્ષણના મુખ્ય ઉદ્દેશોમાંનો એક છે. પ્રયોગો અને ક્ષેત્રઅભ્યાસ (field study)થી આપણને જાણકારી મળે છે કે, વિવિધતાનો નાશ થવાથી પરિસ્થિતિય સ્થાયીતા પણ નાશ પામી શકે છે.

16.2.1 જંગલને લગતી વ્યક્તિઓ (Stakeholders of forest)

પ્રવૃત્તિ 16.6

- જે જંગલની પેદાશો કે નીપજોનો તમે ઉપયોગ કરો છો તેની એક યાદી બનાવો.
- તમારા મતે જંગલની નજીક રહેવાવાળા વ્યક્તિઓ કઈ વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરે છે ?
- જંગલની અંદર રહેનારા વ્યક્તિઓ કઈ વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરે છે ?
- તમારા સહઅધ્યાયીઓની સાથે ચર્ચા કરો કે ઉપર્યુક્ત વ્યક્તિઓની જરૂરિયાતોમાં શું ભિન્નતા છે ? કે શું સમાનતા છે ? તેમજ તેના કારણ વિશે જાણકારી પણ મેળવો.

આપણે જંગલોની વિવિધ નીપજોનો ઉપયોગ કરીએ છીએ, પરંતુ જંગલસ્રોતો પર આપણી નિર્ભરતામાં વિવિધતા છે. આપણામાંથી કેટલાક લોકોની પાસે વિકલ્પો છે, પરંતુ કેટલાકની પાસે નથી. જ્યારે આપણે વનસંરક્ષણની વાત વિશે વિચારીએ છીએ ત્યારે આપણે તેની સાથે સંકળાયેલી વ્યક્તિઓ કે સંસ્થાઓ ને ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ જેમકે,

(i) જંગલની અંદર તેમજ તેની નજીક રહેનારા લોકો પોતાની અનેક જરૂરિયાતો માટે જંગલ પર નિર્ભર રહે છે. (આકૃતિ 16.2 જુઓ.)

(ii) સરકારના વનવિભાગ કે જેની પાસે જંગલોનું નિયંત્રણ છે અને તે જંગલોમાંથી પ્રાપ્ત સ્રોતોનું નિયંત્રણ કરે છે.

(iii) ઉદ્યોગપતિઓ, જેઓ ટીમરુનાં પર્ણો (*Diospyyosmelanoxylon* L. - Ebenaceae)માંથી બીડી બનાવવાથી લઈને કાગળમિલ સુધી જંગલની વિવિધ નીપજોનો ઉપયોગ કરે છે. જોકે તેઓ જંગલોના કોઈ પણ એક વિસ્તાર પર આધારિત હોતા નથી.

(iv) પ્રકૃતિપ્રેમીઓ કે જે વન્યજીવન અને પ્રકૃતિનું મૂળ સ્વરૂપમાં સંરક્ષણ ઇચ્છે.

આવો, જોઈએ કે પ્રત્યેક સમૂહને જંગલમાંથી શું પ્રાપ્ત થાય છે. સ્થાનિક લોકોને વધારે માત્રામાં બળતણ માટે લાકડું, નાની લાકડીઓ અને છાપરા માટેના પરાળ (લાકડાં)ની જરૂરિયાત હોય છે. વાંસનો ઉપયોગ ઝૂંપડીના ટેકા બનાવવા ખાદ્યપદાર્થો એકત્રિત કરવા અને તેનો સંગ્રહ કરવા માટેની ટોપલીઓ બનાવવા ખેતીનાં સાધનો, માછલી પકડવા તેમજ શિકાર કરવાનાં સાધનો બનાવવા કરે છે. તે સિવાય જંગલ, માછલી પકડવા માટેનું અને શિકારનું સ્થાન પણ હોય છે. વિવિધ વ્યક્તિઓ ફળો, કવચવાળાં ફળો (Nuts) અને ઔષધિઓ એકત્રિત કરવાની સાથે–સાથે તેમનાં પશુઓને જંગલમાં ચરાવતાં પણ હોય છે અથવા તેઓના માટે ચારો જંગલોમાંથી એકત્રિત કરે છે.

શું તમને લાગે છે કે, વનસંપદાનો આ રીતે ઉપયોગ કરવાથી આ સ્રોતોનો નાશ થઈ જશે ? એ પણ ન ભૂલવું જોઈએ કે અંગ્રેજોએ આવીને જંગલોનું હસ્તાંતરણ કર્યું તે પહેલાં પણ સદીઓથી લોકો આ જંગલમાં રહેતાં અને તેમણે તેનાં સંપોષણ માટેની પ્રવિધિઓ પણ વિકસાવેલી હતી. અંગ્રેજોએ ના માત્ર આધિપત્ય જમાવ્યું પણ તેઓની જરૂરિયાત માટે જંગલોનું નિર્મમતાથી શોષણ પણ કર્યું. તેઓએ મૂળ આદિવાસીઓને માત્ર સીમિત કે મર્યાદિત વિસ્તારમાં જ રહેવા માટે લાચાર બનાવ્યા તથા વનસ્રોતોની કોઈ પણ મર્યાદા વગર અતિશોષણ કરવાની શરૂઆત કરી હતી. સ્વતંત્રતા પછી અંગ્રેજોથી વનોનું નિયંત્રણ તો આપણા હસ્તક થયું, પરંતુ વ્યવસ્થાપનમાં સ્થાનિક લોકોની જરૂરિયાતો તેમજ જ્ઞાનની ઉપેક્ષા થતી રહી ! આમ, જંગલોનો ખૂબ મોટો વિસ્તાર એક જ પ્રકારનાં વૃક્ષો જેવાં કે પાઇન (ચીડ), સાગ કે નીલગિરિનાં જંગલોમાં પરિવર્તિત થતો ગયો. આ વૃક્ષોને ઉગાડવા માટે સૌપ્રથમ સમગ્ર વિસ્તારમાંથી બીજી બધી વનસ્પતિઓને દૂર કરવામાં આવી, જેથી આવા વિસ્તારની જૈવવિવિધતા મોટા પાયે નાશ પામતી ગઈ. એટલું જ નહિ પરંતુ સ્થાનિક લોકોની વિભિન્ન જરૂરિયાતો જેવી કે પશુઓ માટે ચારો, ઔષધિ માટે વનસ્પતિ, ફળ તેમજ કવચવાળાં ફળો વગેરેની પ્રાપ્તિ પણ ન થઈ શકી. આ રીતના વાવેતરથી ઉદ્યોગોને લાભ મળતો થયો જે વનવિભાગ માટે આર્થિક આવકનો મુખ્ય સ્રોત બની ગયો હતો.

શું તમે જાણો છો કે, કેટલા ઉદ્યોગો જંગલની નીપજો પર નિર્ભર કરે છે ? ઇમારતી લાકડું, કાગળ, લાખ તથા રમતની સામગ્રીનો સામાન તેનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે.

આકૃતિ 16.2
વન્યજીવનનું એક દૃશ્ય

ઉદ્યોગો, જંગલોને પોતાની ફેક્ટરી માટે માત્ર કાચા માલના સ્રોત તરીકે જ માત્ર ગણે છે. પોતાના સ્વાર્થ માટે લોકોનો એક મોટો વર્ગ સરકાર તરફથી ઉદ્યોગો માટે કાચા માલને ખૂબ જ ઓછી કિંમતે પ્રાપ્ત કરવામાં કાર્યરત હોય છે. કારણ કે સ્થાનિક નિવાસીઓની તુલનામાં આ વ્યક્તિઓની પહોંચ સરકારમાં ઘણી વધારે ઉપર સુધી હોય છે. આમ, તેઓને તે ક્ષેત્ર કે વિસ્તારની જાળવણી તેમજ વિકાસમાં કોઈ રસ હોતો નથી. ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ જંગલના સાગનાં બધાં વૃક્ષોને કાપી નાખ્યાં પછી તે અન્ય દૂરનાં જંગલોમાંથી હવે સાગ પ્રાપ્ત કરવા માંડે છે. તેઓને એ વાતથી કોઈ મતલબ નથી કે તેઓ જંગલોનો યોગ્ય ઉપયોગ સુનિશ્ચિત રીતે કરે. જેથી તે આવનારી પેઢીઓને માટે પણ પ્રાપ્ત થઈ શકે. તમારા મંતવ્ય પ્રમાણે, આ પ્રકારનો વ્યવહાર કરનારા લોકોને જંગલોનો આડેધડ ઉપયોગ કરતાં કેવી રીતે રોકવા જોઈએ ?

પ્રવૃત્તિ 16.7

- કોઈ બે વન્ય નીપજો વિશે જાણકારી મેળવો જે કોઈ ઉદ્યોગનો આધાર હોય.
- ચર્ચા કરો કે આ ઉદ્યોગ લાંબા સમય સુધી ચાલી શકે તેમ છે ? અથવા શું આપણને આ નીપજોની વપરાશનું નિયંત્રણ કરવાની જરૂરિયાત છે ?

અંતમાં આપણે પ્રકૃતિ તેમજ વન્યજીવ પ્રેમીઓની ચર્ચા કરીએ કે જેઓ વન પર નિર્ભર તો નથી જ, પરંતુ જંગલોના વ્યવસ્થાપનમાં તેમની ઘણીબધી બાબતોને ખૂબ જ મહત્ત્વ અપાય છે. સંરક્ષણ માટેની શરૂઆત મોટાં પ્રાણીઓ જેવાં કે વાઘ, ચિત્તા, હાથી તેમજ ગેંડાના સંરક્ષણથી થઈ હતી. હવે તેમને સંપૂર્ણ જૈવવિવિધતાનું પૂર્ણરૂપે સંરક્ષણ કરવાનું મહત્ત્વ સમજાયું છે, પરંતુ શું આપણે એવા વ્યક્તિઓને યોગ્ય મહત્ત્વ ન આપવું જોઈએ કે જેઓ વનતંત્રનો જ ભાગ છે ? જેઓ પરંપરાનુસાર જંગલોનું સંરક્ષણ કરવાનો પ્રયત્ન કરી રહ્યા છે. ઉદાહરણ તરીકે, થારના રણની સીમા પાસે, પશ્ચિમ રાજસ્થાનમાં રહેતી બિશ્નોઈ પ્રજા છે. વનસંરક્ષણ અને વન્યજીવો તેમની ધાર્મિક માન્યતા સાથે સંકળાયેલ છે. સદીઓથી આ પ્રકૃતિપ્રેમી લોકો પોતાના જીવના ભોગે પર્યાવરણ સંરક્ષણ માટે વનસ્પતિઓ (Flora) અને પ્રાણીઓ (Fauna)નું રક્ષણ કરે છે. તેઓની મૂળભૂત માન્યતા એ છે કે દરેક સજીવોને જીવવાનો અને કુદરતી સંપત્તિમાં ઉપયોગ કરવાનો અધિકાર છે. ભારત સરકારે હમણાં વન્ય જીવસંરક્ષણ હેતુથી અમૃતાદેવી બિશ્નોઈ રાષ્ટ્રીય પુરસ્કારની વ્યવસ્થા કરી છે. આ પુરસ્કાર અમૃતાદેવી બિશ્નોઈની સ્મૃતિમાં આપવામાં આવે છે જેઓએ 1731માં રાજસ્થાનના જોધપુર પાસેના ખેજરાલી ગામમાં 'ખેજરીનાં વૃક્ષો' (ખીજડાનાં વૃક્ષો)ને બચાવવાના હેતુથી 363 લોકોની સાથે પોતાનું બલિદાન આપ્યું હતું.

અભ્યાસ પરથી આ વાતને સ્થાપિત કરાયેલી છે કે જંગલોના પરંપરાગત ઉપયોગની રીતોના વિરુદ્ધ પૂર્વાગ્રહનો કોઈ ખાસ આધાર નથી. ઉદાહરણ તરીકે, વિશાળ હિમાલય રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનનું સુરક્ષિત ક્ષેત્રમાં આલ્પાઈનના જંગલ છે જે ઘેટાંઓનો ચારો હતો. ભરવાડો પ્રત્યેક વર્ષે ગ્રીષ્મઋતુમાં પોતાના ઘેટાં ઘાટીઓમાંથી આ વિસ્તારમાં ચરાવવાને માટે લઈ જતા હતા. આ વિસ્તાર રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન તરીકે જાહેર થવાથી આ પ્રવૃત્તિ બંધ થઈ, જેના કારણે પહેલાં તો આ ઘાસ ખૂબ જ લાંબા થઈ જાય છે. લંબાઈને કારણે જમીન પર પડી જાય છે અને નવાં ઘાસની વૃદ્ધિ અટકી જાય છે.

આકૃતિ 16.3 ખેજરીનું વૃક્ષ

આ સંરક્ષિત વિસ્તારનાં સફળ વ્યવસ્થાપન માટે સ્થાનિક નિવાસીઓને બળપૂર્વક રોકી રાખવાની નીતિ લાંબા સમય સુધી સફળ થઈ નહિ કોઈ પણ રીતે જંગલોને થનારા નુકસાન માટે માત્ર સ્થાનિક નિવાસીઓ જ જવાબદાર ઠેરવવામાં આવે તે સાચું નથી. આપણે ઔદ્યોગિક જરૂરિયાતો તેમજ વિકાસની પરિયોજનાઓ જેવી કે રસ્તાઓ તેમજ બંધો (Dams)નું નિર્માણ કરવાથી જંગલોનો વિનાશ અથવા તેઓને થનારા નુકસાનથી આંખો ફેરવી શકાય નહિ સંરક્ષિત વિસ્તારોમાં પર્યટકો દ્વારા અથવા તેઓની સુવિધા માટેની થયેલી વ્યવસ્થાને કારણે થતા નુકસાન વિશે પણ વિચાર કરવો પડશે.

આપણે માનવું પડશે કે વનોની પ્રાકૃતિક છબીમાં મનુષ્યનો હસ્તક્ષેપ ખૂબ જ વધારે છે. આપણે આ હસ્તક્ષેપની પ્રકૃતિ તેમજ મર્યાદાને નિયંત્રિત કરવી પડશે. જંગલના સ્રોતોનો ઉપયોગ એવી રીતે કરવો પડશે કે જે પર્યાવરણ તેમજ વિકાસ બંનેને માટે હિતકારી હોય. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, જ્યારે પર્યાવરણ અથવા વનસંરક્ષણ કરવામાં આવે ત્યારે તેના સુઆયોજિત ઉપયોગનો લાભ સ્થાનિક નિવાસીઓને મળવો જોઈએ. આ વિકેન્દ્રીકરણની એક એવી વ્યવસ્થા છે કે જેમાં આર્થિક વિકાસ તેમજ પરિસ્થિતિકીય સંરક્ષણ બંને સાથે દર્શાવી શકાય છે. જે પ્રકારનો આર્થિક તેમજ સામાજિક વિકાસ આપણે ઇચ્છીએ છીએ, તેથી છેવટે તો એ નિર્ણય આવશે કે પર્યાવરણનું સંરક્ષણ થઈ રહ્યું છે તેનો વિનાશ થઈ રહ્યો છે. પર્યાવરણ માત્ર વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓના સજાવટનું સંગ્રહસ્થાન નથી. આ એક જટિલ વ્યવસ્થા છે કે જેમાંથી આપણા ઉપયોગ માટે અનેક પ્રકારના પ્રાકૃતિક સ્રોતો પ્રાપ્ત થાય છે. આપણે આપણા આર્થિક તેમજ સામાજિક વિકાસની પૂર્તતા કરવા માટે આ સ્રોતોનો સાવચેતીપૂર્વક ઉપયોગ કરવો જોઈએ.

16.2.2 જંગલોનું વ્યવસ્થાપન (Management of Forest)

આપણે એ વાત પર વિચાર કરવો જોઈએ કે વન–વ્યવસ્થાપનના ઉપર્યુક્ત સંદર્ભમાં તમામ દાવેદારોનું લક્ષ્ય સમાન છે ? ઉદ્યોગોને વનસંપદા મોટે ભાગે બજારની કિંમત કરતાં ઓછી કિંમતમાં પ્રાપ્ય કરાવાય છે. જોકે સ્થાનિક નિવાસીઓને આવા લાભથી વંચિત રાખવામાં આવે છે. 'ચીપકો આંદોલન' સ્થાનિક નિવાસીઓને જંગલોથી ભિન્ન કે દૂર કરવાની નીતિનું જ પરિણામ છે. આ આંદોલન 1970ના શરૂઆતના દશકામાં હિમાલયની ઊંચી પર્વતીય શૃંખલામાં ગઢવાલના 'રેની' નામના ગામની એક ઘટનાથી થયું હતું. આ વિવાદ લાકડાંના માલિકો તેમજ સ્થાનિક લોકોની વચ્ચે થયો હતો. કારણ કે વૃક્ષોના જે માલિકો હતા તેઓને વૃક્ષો કાપવાનો અધિકાર આપી દેવાયો હતો. એક દિવસ માલિકોના માણસો વૃક્ષને કાપવા માટે આવ્યા ત્યારે ત્યાંના સ્થાનિક પુરુષો ત્યાં હાજર ન હતા. કોઈ પણ પ્રકારના ભય વગર ત્યાંની મહિલાઓ તરત જ વૃક્ષો હતાં ત્યાં પહોંચી ગઈ અને વૃક્ષોની ફરતે પોતાના હાથ ફેલાવીને ઊભી રહી હતી. માલિકોએ તેમના માણસોને વૃક્ષ કાપતા અટકાવ્યા. છેવટે માલિકોએ તેમનું વૃક્ષો કાપવાનું કામ બંધ કરાવવું પડ્યું.

પ્રાકૃતિક સ્રોતોના નિયંત્રણની આ સ્પર્ધામાં પુનઃપ્રાપ્ય સ્રોતોનું સંરક્ષણ અનિવાર્ય બાબત છે. આ ઉદ્દેશથી તેના ઉપયોગની રીત ઉપર પ્રશ્ન થાય છે. લાકડાના કોન્ટ્રાક્ટરોએ તે વિસ્તારનાં બધાં વૃક્ષોને કાપીને ધરાશાહી કર્યાં હોત અને તે વિસ્તાર કે ક્ષેત્રને હંમેશને માટે વૃક્ષહીન કરી નાખ્યો હોત. જ્યારે સ્થાનિક જનસમુદાય, વૃક્ષોની કેટલીક શાખાઓ કે ડાળીઓ અને પર્ણોને કાપે છે. જેથી સમય જતાંની સાથે પુનઃ તેના જૈવિક ભાગોની પૂર્તતા થાય. 'ચીપકો આંદોલન' ખૂબ જ ઝડપથી માનવ સમુદાયોમાં ફેલાઈ ગયું હતું. તેમજ લોકસંચારે પણ તેમાં યોગદાન આપ્યું હતું અને સરકારને આ બાબતે વિચારવા માટે લાચાર કરી દીધી હતી કે જંગલ કોનાથી છે ? અને જંગલના સ્રોતોનો સદુપયોગ માટે પ્રાથમિકતા નક્કી કરવા માટે પુર્નવિચારણા કરવા માટે લાચાર બનાવ્યા હતા. અનુભવે લોકોને શીખવાડી દીધું છે કે જંગલોના વિનાશથી માત્ર જંગલની હાજરી અસર પામે છે તેમ જ નથી, પરંતુ માટી કે ભૂમિની ગુણવત્તા તેમજ જલસ્રોત પણ પ્રભાવિત થાય છે. સ્થાનિક લોકોની ભાગીદારીથી નિશ્ચિત રૂપથી જંગલોનું વ્યવસ્થાપન કાર્યદક્ષતાથી આગળ વધેલું છે.

વનોના વ્યવસ્થાપનમાં લોકોની ભાગીદારીનું એક ઉદાહરણ

(An Example Of People's Participation In The Management Of Forest)

1972માં પશ્ચિમ બંગાળના વનવિભાગના પ્રદેશના દક્ષિણ પશ્ચિમ જિલ્લાઓમાં નાશ થઈ રહેલા સાલ વૃક્ષ (*Shorea robusta*)નાં જંગલોની પુનઃપૂર્તિ કરવાની યોજના અસફળ થઈ હતી. દેખરેખની પરંપરાગત રીતો અને પોલીસની કાર્યવાહીથી સ્થાનીય લોકો અને પ્રશાસન વચ્ચેનું અંતર વધતું ગયુ જેના ફળસ્વરૂપે જંગલના કર્મચારીઓ અને ગામવાસીઓમાં વારંવાર લડાઈઓ થવા લાગી હતી. આ લડાઈઓ કે ઝઘડાઓએ નકસલવાદ જેવું સ્વરૂપ ધારણ કરતાં હિંસક આંદોલનોને પણ વેગ મળી ગયો હતો.

વનવિભાગે પોતાની રણનીતિ બદલીને મીદનાપુરના અરાબાડી વનવિસ્તારમાં એક યોજના પ્રારંભ કરી. અહીંયાં વનવિભાગના એક દૂરદર્શી અધિકારી બેનર્જીએ ગામવાસીઓને પોતાની યોજનામાં સમાવ્યા હતા અને તેમના સહયોગથી ખૂબ જ ખરાબ પરિસ્થિતિ ધરાવતા સાલના આ જંગલને 1272 હૅક્ટર્સ વિસ્તારનું સંરક્ષણ આપ્યું. ગામવાસીઓને આ ક્ષેત્રની દેખભાળની જવાબદારીને બદલે રોજગાર મળવાની સાથે જ તેઓને ત્યાંથી નીપજનો 25 ટકાનો ઉપયોગનો અધિકાર પણ મળ્યો અને ખૂબ જ ઓછી કિંમતે બળતણ માટેનાં લાકડાં અને પશુઓને ચરાવવાની સહમતિ પણ આપી દેવામાં આવી. સ્થાનિક જનસમુદાયની સહમતિ તેમજ સક્રિય ભાગીદારીથી

1983 સુધી અરાબાડીના સાલના વન સમૃદ્ધ થઈ ગયાં અને પહેલા નકામા, પડતર કહેવાતાં જંગલની કિંમત 12.5 કરોડ અંદાજિત ગણવામાં આવી.

પ્રવૃત્તિ 16.8

- નીચે આપેલ પૈકી દ્વારા વનોમાં થતાં નુકસાન પર ચર્ચા કરો :
  (a) રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનોમાં પર્યટકો માટે આરામગૃહનું નિર્માણ કરવું.
  (b) રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનોમાં પાલતું પશુઓને ચરાવવાં.
  (c) પર્યટકો દ્વારા પ્લાસ્ટિકની શીશીઓ, થેલીઓ અને અન્ય કચરાને રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનમાં ફેંકવો.

પ્રશ્નો

1. આપણે જંગલ તેમજ વન્યજીવનું સંરક્ષણ શા માટે કરવું જોઈએ ?
2. વન-સંરક્ષણ માટે કેટલાક ઉપાયો બતાવો.

16.3 બધા જ માટે પાણી (Water for All)

A5F8D9

પ્રવૃત્તિ 16.9

- મહારાષ્ટ્રના એક ગામમાં ઓછા પ્રમાણમાં પ્રાપ્ય પાણીની ઘણા લાંબા સમયની સમસ્યાથી ગામવાસીઓ એક જલ મનોરંજન પાર્ક (વૉટર રિસોર્ટ)નો ઘેરાવો કરે છે. આ વિશે ચર્ચા કરો કે શું આ પ્રાપ્ય પાણીનો યોગ્ય ઉપયોગ છે ?

ધરતી પર રહેનારા બધા જ સજીવોની મૂળભૂત જરૂરિયાત પાણી છે. આપણે ધોરણ IXમાં એક સ્રોતના સ્વરૂપમાં પાણીનું મહત્ત્વ અને જલચક્ર તથા મનુષ્યએ કેવી રીતે જલસ્રોતોને પ્રદૂષિત કર્યા છે, તેનો અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. મનુષ્ય દ્વારા પ્રકૃતિમાં ખલેલ કરવાથી અનેક ક્ષેત્રોમાં પાણીની પ્રાપ્યતા પર અસર થઈ છે.

પ્રવૃત્તિ 16.10

- એક ભૌગોલિક નકશાની મદદથી ભારતમાં વરસાદની તરાહનો અભ્યાસ કરો.
- એવા વિસ્તારોની ઓળખ કરો કે જ્યાં પાણી વધુ માત્રામાં છે અને એવા વિસ્તારોની પણ ઓળખ કરો કે જ્યાં પાણી ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં છે.

ઉપર્યુક્ત પ્રવૃત્તિ પછી તમને જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે, પાણીની ઊણપ ધરાવતા વિસ્તારો અને વધારે ગરીબીવાળા પ્રદેશો વચ્ચે ઘનિષ્ટ સંબંધ છે.

વરસાદની તરાહ (Pattern)ના અભ્યાસથી ભારતના વિવિધ પ્રદેશોમાં પાણીની પ્રાપ્યતા પૂર્ણતઃ સામે આવી શકતી નથી. ભારતમાં વરસાદ મુખ્યત્વે ચોમાસા પર નિર્ભર કરે છે. તેનો અર્થ એ છે કે વરસાદનો સમયગાળો કેટલાક મહિના સુધી જ મર્યાદિત રહે છે. વરસાદ એ કુદરતની મહેર હોવા છતાં પણ વનસ્પતિનું આચ્છાદન ઓછું થવાને કારણે ભૂમીયજળ કે ભૂતલીયસ્તરની પ્રાપ્યતામાં ઘણો ઘટાડો જણાય છે. પાક માટે પાણીની વધારે માત્રાની માંગ, ઉદ્યોગોથી પ્રવાહિત પ્રદૂષકો તેમજ નગરોનો કચરો જે પાણીને પ્રદૂષિત કરીને તેની પ્રાપ્યતાની સમસ્યા વધારે જટિલ બનાવી દે છે. બંધ, જળાશયો તેમજ નહેરોનો ઉપયોગ ભારતના વિવિધ પ્રદેશોમાં સિંચાઈ માટે પ્રાચીન સમયથી થઈ રહ્યો છે. પહેલા આ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ સ્થાનિક લોકો દ્વારા કરાતો હતો અને સ્થાનીય નિવાસી તેનું વ્યવસ્થાપન કૃષિ તેમજ રોજિંદી જરૂરિયાતો પૂરી કરવા માટે કરતાં હતા જેથી પાણી સંપૂર્ણ

વર્ષ માટે પ્રાપ્ય થઈ શકે. આ સંગૃહીત પાણીનું નિયંત્રણ સારી રીતે કરાતું હતું અને પાણીની પ્રાપ્યતા અને દસકાઓ તેમજ સદીઓના અનુભવને આધારે યોગ્ય પાકની રીતો અપનાવતા હતા. સિંચાઈના આ સ્રોતોનું વ્યવસ્થાપન પણ સ્થાનિક લોકો દ્વારા કરાતું હતું.

અંગ્રેજોએ ભારતની અન્ય બાબતોની સાથે-સાથે આ પદ્ધતિને પણ બદલી નાખી હતી. મોટી પરિયોજનાઓ જેવી કે વિશાળ બંધ અને દૂર સુધી જઈ શકે તેવી મોટી-મોટી નહેરોની સૌપ્રથમ સંકલ્પના કરી અને તેને કાર્યાન્વિત પણ અંગ્રેજો દ્વારા જ કરવામાં આવ્યું હતું. જેને આપણે સ્વતંત્ર થયા પછી આપણી સરકારે પણ પૂરજોશની સાથે અપનાવેલ છે. આ વિશાળ પરિયોજનાઓથી સ્થાનિક રીતે સિંચાઈ ઉપેક્ષિત થતી ગઈ અને સરકાર ધીમે-ધીમે તેનું વ્યવસ્થાપન, પ્રશાસન પોતાના હાથમાં લેતી ગઈ જેથી પાણીના સ્થાનિક સ્રોતો પર સ્થાનિક નિવાસીઓનું નિયંત્રણ સમાપ્ત થઈ ગયું.

વધુ જાણવા જેવું !

હિમાચલપ્રદેશમાં કુલહ

લગભગ 400 વર્ષ પૂર્વે હિમાચલપ્રદેશના કેટલાક વિસ્તારોમાં નહેર સિંચાઈની સ્થાનિક વ્યવસ્થાનો વિકાસ થયો હતો. તેને કુલહ (Kulh) કહેવાય છે. ઝરણાંમાંથી વહેતું પાણી માનવનિર્મિત નાના-નાના નાળાઓમાંથી પહાડો પર આવેલા નીચલા કે તળેટીનાં ગામો સુધી લઈ જવામાં આવતું હતું. આ કુલહથી પ્રાપ્ય પાણીનું વ્યવસ્થાપન તે વિસ્તારનાં બધાં જ ગામોની સહમતિથી કરવામાં આવતું હતું. તમને જાણીને સુખદ આશ્ચર્ય થશે કે ખેતીવાડીની ઋતુમાં પાણી સૌપ્રથમ દૂરના ગામને આપવામાં આવતું હતું પછી ઉત્તરોત્તર ઊંચાઈ પર આવેલા ગામ તે પાણીનો ઉપયોગ કરતા હતા. કુલહની દેખરેખ તેમજ વ્યવસ્થાપન માટે બે ત્રણ વ્યક્તિઓને રાખવામાં આવતા હતા જે લોકોને ગામવાળા પગાર આપતા હતા. સિંચાઈ સિવાય આ કુલહથી પાણી નીતરતું હતું. જે વિવિધ સ્થાનો પર ઝરણાંને પણ પાણી આપતું રહેતું હતું. સરકાર દ્વારા આ કુલહને હસ્તગત કર્યા પછી તેમાંથી મોટા ભાગના નિષ્ક્રિય થઈ ગયા અને પાણીના વિતરણની એકબીજા વચ્ચેની ભાગીદારીની પહેલા જેવી વ્યવસ્થા સમાપ્ત થઈ ગઈ છે.

16.3.1 બંધો (Dams)

આપણે બંધ શા માટે બનાવવા માંગીએ છીએ ? મોટા બંધમાં પાણીનો સંગ્રહ પર્યાપ્ત માત્રામાં કરી શકાય છે જેનો ઉપયોગ માત્ર સિંચાઈ માટે નહિ પણ વિદ્યુત–ઉત્પાદન માટે પણ કરવામાં આવે છે જેના વિશે આપણે અગાઉના પ્રકરણમાં અભ્યાસ કરી ગયાં છીએ. તેમાંથી નીકળતી નહેરો પાણીની વધુ માત્રાને દૂરનાં સ્થાનો સુધી લઈ જાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઇંદિરા ગાંધી નહેરથી રાજસ્થાનના ઘણા મોટા વિસ્તારોમાં હરિયાળી આવી ગઈ છે, પરંતુ પાણીના અયોગ્ય વ્યવસ્થાપનને કારણે માત્ર કેટલાક વ્યક્તિઓ જ તેનો લાભ મેળવે છે તે કારણથી પાણીના વ્યવસ્થાપનના લાભથી ઘણા બધા લોકો વંચિત રહી ગયા છે. પાણીનું યોગ્ય વિતરણ થતું નથી. આમ, પાણીના સ્રોતની નજીકમાં રહેનારા વ્યક્તિઓ શેરડી તેમજ ડાંગર જેવા વધારે પાણી દ્વારા ઊગતા પાકો લઈ શકે છે. જ્યારે પાણીના સ્રોતથી દૂર રહેનારા લોકોને પાણી મળી શકતું નથી. બંધ તેમજ નહેરો બનાવતી વખતે સ્થળાંતરિત કરાવેલી વ્યક્તિઓમાં પણ વ્યથા અને અસંતોષ વધી જાય છે કારણ કે તે સમયે કરેલા વાયદાઓ પૂરા કરવામાં આવેલાં નથી.

મોટા બંધોના બનાવવાના વિરોધમાં ઊભા થયેલાં કારણોની ચર્ચા આપણે આ અગાઉના પ્રકરણમાં કરી ગયાં છીએ. ગંગાનદી પર બનેલો તેહરી બંધ તેનું એક ઉદાહરણ છે. તમે 'નર્મદા બચાવો આંદોલન'ના વિષયમાં પણ અવશ્ય વાંચ્યું હશે કે જેમાં નર્મદા નદી પર બનાવેલા બંધની ઊંચાઈ વધારવાનો વિરોધ થઈ રહ્યો છે. મોટા બંધના વિરોધમાં મુખ્યત્વે ત્રણ સમસ્યાઓની ચર્ચા વિશેષ રીતે થાય છે :

(i) સામાજિક સમસ્યાઓ : કારણ કે તેનાથી મોટી સંખ્યામાં ખેડૂત અને આદિવાસી વિસ્થાપિત થાય છે અને તેઓને પૂરતું વળતર પણ મળતું નથી.

(ii) આર્થિક સમસ્યાઓ : કારણ કે તેમાં રોકાયેલાં નાણાંનાં પ્રમાણમાં લોકોને પૂરતા લાભ મળતા નથી.

(iii) પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ : કારણ કે તેથી મોટા સ્તરે જંગલોનો વિનાશ થાય છે અને જૈવવિવિધતાને નુકસાન થાય છે.

વિકાસની વિવિધ પરિયોજનાઓમાં સ્થાળાંતરિત થયેલા લોકોમાંથી મોટા ભાગના વ્યક્તિઓ ગરીબ આદિવાસીઓ હોય છે. જેઓને આ પરિયોજનાઓથી કોઈ લાભ થતો નથી અને તેઓને પોતાની ભૂમિ તેમજ જંગલોમાંથી પણ હાથ ધોવા પડે છે. વળી, નુકસાનની પૂર્તિ પણ યોગ્ય રીતે થતી નથી. 1970માં બનેલા તવા બંધના વિસ્થાપિતોને હજુ સુધી તે લાભ મળી શક્યો નથી જેનો તેઓને વાયદો કરાયો હતો.

16.3.2 પાણીનો સંગ્રહ (Water Harvesting)

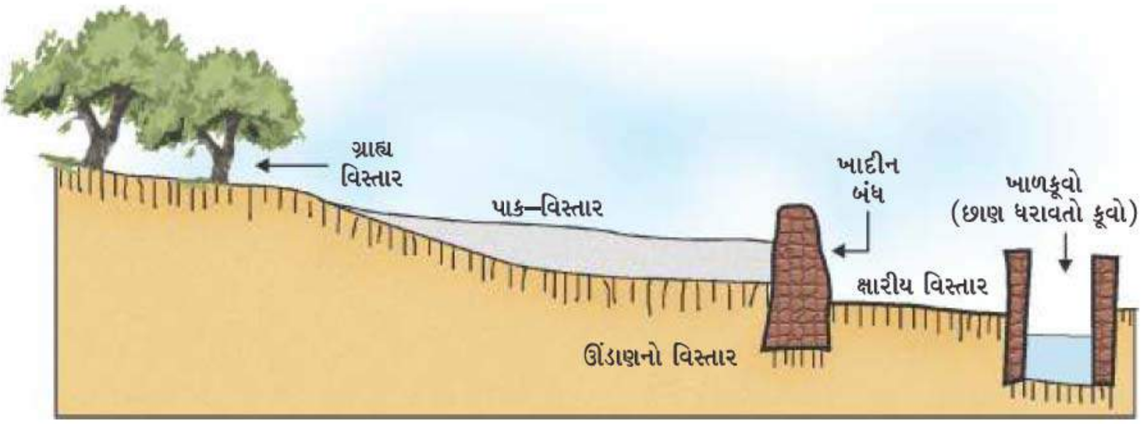
જળસંગ્રહ વ્યવસ્થાપનના ભૂમિ અને પાણીના સંરક્ષણને પ્રાધાન્ય આપવામાં આવે છે જેથી ‘જૈવભાર’ના ઉત્પાદનમાં વધારો થઈ શકે. તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ ભૂમિ અને પાણી જેવા પ્રાથમિક સ્રોતોનો વિકાસ તથા વપરાશ માટે દ્વિતીય સ્રોત તરીકે વનસ્પતિઓ તેમજ પ્રાણીઓનું ઉત્પાદન એ રીતે કરવું જેથી પરિસ્થિતિકીય અસંતુલન ન થાય. જલસંગ્રહ વ્યવસ્થાપન માત્ર પાણીનો સંગ્રહ કરાતા સમુદાયનાં ઉત્પાદન તેમજ આવક વધારવાનો નથી પણ દુકાળ તેમજ પૂરને પહોંચી વળવાનું છે અને નીચાણવાળા વિસ્તારમાં આવેલા બંધ કે જળાશયનું આયુષ્ય વધારે છે. પ્રવાહ તેમજ જળાશયોની સેવાકાલીન (આવરદા)માં અનેક સંગઠનો પ્રાચીન પ્રણાલીથી પાણીના સંરક્ષણને પુનઃજીવિત કરવામાં કાર્યરત છે. જે બંધ જેવી મોટી પરિયોજનાઓનો વિકલ્પ બની શકે છે. આ સમુદાયોએ પાણીના સંરક્ષણની એવી સો કરતાં પણ વધારે દેશી પદ્ધતિઓ વિકસાવી છે જેના દ્વારા ધરતી પર પડનારાં પ્રત્યેક ટીપાંનું સંરક્ષણ કરી શકાય જેમકે નાના-નાના ખાડાઓ ખોદવા, સરોવરોનું નિર્માણ કરવું, સામાન્યતઃ પાણી સંગ્રહ વ્યવસ્થાની સ્થાપના કરવી, માટીના નાના બંધ બનાવવા, રેતી અને ચૂનાના પથ્થરોનો ઉપયોગ જળાશય બનાવવા અને ઘરનાં ધાબાઓ પરથી પાણીને એકત્રિત કરવું. જેથી ભૂમીય જલસ્તર વધતું જાય છે અને નદી પણ પુનઃજીવિત થઈ જાય છે.

એક પરંપરાગત પ્રવિધિ ભારતનાં ‘વૉટરમૅન’ને મોટા ભાગના શુષ્કવિસ્તારમાં રહેલાં સૂકાભઠ્ઠ ગામડાં અને ગ્રામવાસીઓનાં જીવનમાં પરિવર્તન લાવવામાં મદદ કરી છે. ડૉ. રાજેન્દ્ર સિંઘના લગભગ બે દાયકાના પ્રયાસોથી રાજસ્થાનમાં પાણીના સંગ્રહ માટેનાં 8600 જેટલાં ટાંકા (Johads) કે તેના જેવી રચના નિર્માણ કરવામાં આવી અને 1000 ગામડાં સુધી પાણી ફરીથી પહોંચાડવામાં આવ્યું. 2015માં તેમને ‘સ્ટોટકહોમ વૉટર પ્રાઈઝ’ આપવામાં આવ્યું. આ એક એવો પ્રતિષ્ઠિત ઍવોર્ડ કે જે પૃથ્વી પરના જલસ્રોતો અને નિવાસીના માટે પાણી-સંરક્ષણ અને સંગ્રહ કરવા બદલ આપવામાં આવે છે.

પાણીનો સંગ્રહ (Water Harvesting) ભારતમાં ખૂબ જૂની સંકલ્પના છે. રાજસ્થાનમાં પાળા (ખાદીન), મોટા ટાંકા અને નળા, મહારાષ્ટ્રના બંધારસ તેમજ તાલ (તળાવ), મધ્યપ્રદેશ તેમજ ઉત્તરપ્રદેશમાં બંધિશ, બિહારમાં અહાર અને પાઈન, હિમાચલપ્રદેશમાં કુલહ, જમ્મુના કાંડી વિસ્તારમાં તાલાળ, તમિલનાડુમાં એરિસ (Tank), કેરલમાં સુરંગમ્, કર્ણાટકમાં કટ્ટા વગેરે પ્રાચીન પાણીસંગ્રહ અને પાણીના પરિવહનની સંરચનાઓ આજે પણ ઉપયોગમાં આવે છે (ઉદાહરણ માટે આકૃતિ 16.4 જુઓ). પાણીસંગ્રહની પદ્ધતિ સ્થાનિક હોય છે અને તેનો લાભ પણ સ્થાનીય કે મર્યાદિત વિસ્તારને થાય છે. સ્થાનીય નિવાસીઓને તે વિસ્તારના જળસ્રોતોને વ્યવસ્થાપન કરવા દેવાથી તેનો ઓછો વ્યય થાય છે કે સંપૂર્ણ અટકી જાય છે.

મોટા સમતલીય ભૂમીય ભાગમાં પાણીસંગ્રહનું સ્થળ મુખ્યત્વે અર્ધચંદ્રાકાર માટીના ખાડા અથવા નીચાણવાળા ભાગ, વર્ષાઋતુમાં પૂરી રીતે ભરાઈ જનારા નાળા અથવા પ્રાકૃતિક જળમાર્ગ પર બનાવેલા ‘ચેકડેમ’ જે કૉંક્રિટ અથવા નાના કાંકરા–પથ્થરો દ્વારા બનાવાય છે. આવા નાના બંધોના અવરોધના કારણે ચોમાસામાં પાણીના તળાવો ભરાઈ જાય છે. માત્ર મોટાં જળાશયોમાં પાણી સમગ્ર વર્ષ રહે છે. પરંતુ નાનાં જળાશયોમાં આ પાણી 6 મહિના કે તેનાથી પણ ઓછા સમય સુધી રહે છે. તેના પછી તે સુકાઈ જાય છે. તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ પાણી સંગ્રહનો નથી, પરંતુ ભૂમીય જળસ્તરમાં સુધારણા કરવાનો છે. પાણીના ભૂમીય જળના સ્વરૂપમાં સંરક્ષણના ઘણા લાભ થાય છે. ભૂમીય જળથી અનેક લાભ થાય છે. તે બાષ્પ બનીને ઊડી જતું નથી, પરંતુ આજુબાજુમાં ફેલાઈ જાય છે. મોટા વિસ્તારમાં

વનસ્પતિને ભેજ આપે છે. તે સિવાય તેનાથી મચ્છરોની સમસ્યા થતી નથી. ભૂમિય જળ, માનવ તેમજ પ્રાણીઓના ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોથી સરોવરો અને તળાવોમાં સ્થિર થયેલા પ્રદૂષિત પાણીની તુલનામાં વધુ સુરક્ષિત છે.



આકૃતિ 16.4 પાણીના સંગ્રહની પારંપરિક વ્યવસ્થા–ખાદીન–પદ્ધતિનું આદર્શ વ્યવસ્થાપન

પ્રશ્નો

1. તમારા નિવાસના વિસ્તારની આજુબાજુ પાણી–સંગ્રહની પરંપરાગત પદ્ધતિ વિશે જાણકારી મેળવો.
2. આ પદ્ધતિ અને પર્વતીય વિસ્તારો મેદાની વિસ્તારો અથવા પડતર વિસ્તારમાં જોવા મળતી પીવાના પાણીની વ્યવસ્થાની તુલના કરો.
3. તમારા વિસ્તારમાં પાણીના સ્રોતની તપાસ કરો. શું આ સ્રોતથી પ્રાપ્ત પાણી તે વિસ્તારના બધા જ રહેવાસીઓ માટે પ્રાપ્ય છે ?

16.4 કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ (Coal and Petroleam)

આપણે કેટલાક સ્રોતો જેવા કે જંગલ, વન્યજીવન અને પાણીના સંરક્ષણ તેમજ સુપોષણ કે જાળવણીને સંબંધિત અનેક સમસ્યાઓની ચર્ચા કરી છે. જો આપણે તેઓની જાળવણીના ઉપાયો અપનાવીએ તો જેનાથી આપણી જરૂરિયાતોની પૂર્તતા પણ થતી રહેશે. હવે આપણે એક અન્ય મહત્ત્વપૂર્ણ સ્રોત અશ્મિ બળતણ એટલે કે કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ પર ચર્ચા કરીશું જે ઊર્જાનો મુખ્ય સ્રોત છે. ઔદ્યોગિક ક્રાંતિના સમયથી આપણે ઉત્તરોત્તર વધુ ઊર્જા વાપરીએ છીએ જેથી ઊર્જાની જરૂરિયાત વધુ રહે છે. આ ઊર્જાનો ઉપયોગ આપણી રોજિંદી ઊર્જાની જરૂરિયાતની આપૂર્તિ અને જીવનોપયોગી પદાર્થોના હેતુ એ કરી રહ્યા છીએ. ઊર્જાસંબંધી આ જરૂરિયાત આપણને કોલસા અને પેટ્રોલિયમમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે.

આ ઊર્જાસ્રોતોનું વ્યવસ્થાપન અન્ય સ્રોતોની તુલનામાં કંઈક અંશે ભિન્ન રીતે કરવામાં આવે છે. પેટ્રોલિયમ તેમજ કોલસો લાખો વર્ષ પૂર્વે સજીવોની જૈવમાત્રાના વિઘટનથી પ્રાપ્ત થાય છે. આમ, આપણે જેટલી પણ સાવધાની કે સાવચેતીથી તેનો ઉપયોગ કરીએ તોપણ આ સ્રોત ભવિષ્યમાં સમાપ્ત થઈ જ જવાનો છે. આમ, ત્યાં સુધી આપણે ઊર્જાના વૈકલ્પિક સ્રોતોની શોધ કરવાની જરૂરિયાત

રહે છે. આ સ્રોત જો વર્તમાન દરથી ઉપયોગમાં લેવામાં આવે તો તે કેટલા સમય સુધી પ્રાપ્ય રહેશે, તેના વિષયમાં વિવિધ અટકળોને આધારે તેમજ અવલોકનોને આધારે આપણે એમ કહી શકીએ છીએ કે આપણા પેટ્રોલિયમના સ્રોત લગભગ હવે પછીનાં 40 વર્ષોમાં કોલસો પછીનાં 200 વર્ષ સુધી પ્રાપ્ત થઈ શકે તેમ છે.

પરંતુ, જ્યારે આપણે કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમના વપરાશની બાબતનો વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે ઊર્જાના અન્ય સ્રોતોના વિષયમાં પણ વિચારવું એકમાત્ર આધારભૂત બાબત નથી. કારણ કે, કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ જૈવભાર (bio-mass) થી બને છે. જેમાં કાર્બન સિવાય હાઇડ્રોજન, નાઇટ્રોજન તેમજ સલ્ફરની પણ નિયત માત્રા હોય છે. જ્યારે તેને સળગાવીએ કે બાળીએ છીએ ત્યારે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, પાણી, નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડ અને સલ્ફરના ઑક્સાઇડ બને છે. અપૂરતા ઑક્સિજનમાં સળગતો કોલસો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને સ્થાને કાર્બન મોનોક્સાઇડ બનાવે છે. આ ઉત્પાદનોમાંથી નાઇટ્રોજન તેમજ સલ્ફરના ઑક્સાઇડ અને કાર્બન મોનોક્સાઇડ ઝેરી વાયુઓ છે અને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ એક ગ્રીનહાઉસ વાયુ છે. કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ પર વિચાર કરવાનો એક દૃષ્ટિકોણ એ પણ છે કે તે કાર્બનનો વિશાળ ભંડાર છે, જો તેની સંપૂર્ણ માત્રામાં કાર્બન સળગવાથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય તો વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું પ્રમાણ જરૂર કરતાં વધારે થઈ જાય જેથી ઝડપથી વૈશ્વિક તાપમાન વધવાની સંભાવના છે. (Global Warming). આમ, આ સ્રોતોનો વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ કરવાની જરૂરિયાત છે.

પ્રવૃત્તિ 16.11

- કોલસાનો ઉપયોગ તાપમાન આધારિત વીજળીઘરો (તાપીય વીજમથકો-Thermal Power Station)માં તેમજ પેટ્રોલિયમ ઉત્પાદન જેવાં કે ડીઝલ તેમજ પેટ્રોલ પરિવહનનાં વિભિન્ન સાધનો જેવા કે, મોટરવાહન, જલયાન (સ્ટીમર)માં ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આજના યુગમાં વિદ્યુત ઉપકરણો તેમજ પરિવહનમાં વિદ્યુતનો ઉપયોગ કર્યા વિના જીવનની કલ્પના કરી શકાય પણ નહિ. આમ, શું તમે એવા કોઈ ઉપાયો વિચારી શકો છો કે જેથી કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમનો ઉપયોગ ઘટાડી શકાય ?

કેટલાક સરળ વિકલ્પોથી આપણે આ ઊર્જાનો ઉપયોગમાં ઘટાડો લાવી શકીએ છીએ. તેના લાભ-નુકસાન તેમજ પર્યાવરણ અનુકૂલન પર સંબંધિત વિચાર કરો :

(i) બસમાં મુસાફરી, પોતાનાં વાહનને ઉપયોગમાં લેવું અથવા ચાલતા જવું કે સાઇકલ લઈને જવું.

(ii) તમારાં ઘરોમાં બલ્બનો ઉપયોગ કરવો અથવા ફ્લોરોસેન્ટ ટ્યૂબનો ઉપયોગ કરવો.

(iii) લિફ્ટનો ઉપયોગ કરવો અથવા સીડીઓનો ઉપયોગ કરવો.

(iv) શિયાળામાં એક વધારાનું સ્વેટર પહેરવું અથવા હીટર કે સગડીનો ઉપયોગ કરવો.

કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમનો ઉપયોગ આપણાં મશીનોની કાર્યદક્ષતા પર પણ નિર્ભર કરે છે. પરિવહનનાં સાધનોમાં મુખ્યત્વે આંતરિક દહન—બળતણનો ઉપયોગ થાય છે. આજકાલ અનુસંધાન આ વિષય પર કેન્દ્રિત થાય છે કે તેમાં (પરિવહનનાં સાધનોમાં) ઈંધણનું પૂર્ણદહન કેવી રીતે સુનિશ્ચિત રીતે કરી શકાય છે ? જેથી તેઓની કાર્યદક્ષતા પણ વધે અને પ્રદૂષણમાં પણ ઘટાડો થઈ શકે.

પ્રવૃત્તિ 16.12

- તમે વાહનોમાંથી નીકળતા વાયુઓને યુરો-I તેમજ યુરો-II આંક (માપન અંકો)ના વિશે નિયતપણે સાંભળ્યું જ હશે. તપાસ કરો કે આ માપન—અંક વાયુ પ્રદૂષણ ઘટાડવામાં કેવી રીતે મદદરૂપ થાય છે ?

16.5 નૈસર્ગિક સ્રોતોના વ્યવસ્થાપનનું વિહંગાવલોકન (An Overview of Natural Resources Management)

નૈસર્ગિક સ્રોતોનું સંયોજિત વ્યવસ્થાપન કરવું એક મુશ્કેલી ભરેલું કાર્ય છે. આ વિષય પર વિચાર કરવા માટે આપણે નિષ્પક્ષ રીતે બધાં પાસાંઓની જરૂરિયાતોને ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ. આપણે એ તો જાણીએ છીએ કે, પોતાના લાભને પ્રાથમિકતા દેવાનો આપણે ભરપૂર પ્રયત્ન કરીએ છીએ, પરંતુ આ વાસ્તવિકતાને લોકો ધીમે-ધીમે સ્વીકારતા થયા છે કે કેટલાક લોકો પોતાનો સ્વાર્થ પૂર્ણ કરવા માટે ઘણી મોટી સંખ્યાના લોકોના માટે દુ:ખનું કારણ બની શકે છે અને આપણા પર્યાવરણનો પૂર્ણ વિનાશ પણ સંભવતઃ કરે છે. કાયદા, નિયમ તેમજ નિયંત્રણ વધારે આપણે આપણા વ્યક્તિગત અને સામૂહિક જરૂરિયાતોને સીમિત કરવી પડશે જેથી વિકાસનો લાભ બધાને તેમજ બધી ભાવિ પેઢીઓને પણ પ્રાપ્ત થઈ શકે.

તમે શીખ્યાં કે

- આપણા સ્રોતો જેવાં કે જંગલો, વન્યજીવો, કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમનો ઉપયોગ સંપોષિત રૂપેથી કરવાની જરૂરિયાત છે.
- ના પાડવું, હેતુ ફેર કરવો, ઓછો ઉપયોગ, પુન:ઉપયોગ તેમજ પુનઃ ચક્રીયકરણની નીતિ અપનાવીને આપણે પર્યાવરણ પર પડનારા દબાણને ઓછું કરી શકીએ છીએ.
- વન-સંપદાનું વ્યવસ્થાપન બધા પક્ષોના હિતોને ધ્યાનમાં રાખીને કરવું જોઈએ.
- જલસ્રોતોનો સંગ્રહના હેતુથી બંધ બનાવવામાં સામાજિક-આર્થિક તેમજ પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ ઊભી થાય છે. મોટા બંધનો વિકલ્પ ઉપલબ્ધ છે. આ સ્થાન કે વિસ્તાર વિશિષ્ટ હોય છે અને તેનો વિકાસ કરી શકાય છે જેથી સ્થાનીય લોકોને તે વિસ્તારના સ્રોતોનું નિયંત્રણ કરવાની જવાબદારી આપી શકાય.
- અશ્મિ ઈંધણ કે બળતણ જેવાં કે કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ, છેવટે તો સમાપ્ત થઈ જવાના છે તેમની માત્રા સીમિત છે અને તેઓના દહનથી પર્યાવરણ પ્રદૂષિત થાય છે. આમ, આપણે આ સ્રોતોનો વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ કરવો જરૂરી છે.

સ્વાધ્યાય

G7E1E9

1. તમારા ઘરને પર્યાવરણમિત્ર (અનુકૂલિત) બનાવવા માટે તમે ક્યાં-ક્યાં પરિવર્તનોનું સૂચન કરો છો ?
2. શું તમે તમારી શાળામાં કેટલાક પરિવર્તન માટેનાં સૂચનો સૂચવી શકો છો કે જેથી તે (શાળા) પર્યાવરણીય અનુકૂલિત બની શકે ?
3. આ પ્રકરણમાં આપણે જોયું કે જ્યારે જંગલ તેમજ વન્યપ્રાણીઓની વાત કરીએ છીએ ત્યારે ચાર મુખ્ય ભાગીદારો સામે આવે છે. તેમાંથી કોને જંગલના ઉત્પાદનનું વ્યવસ્થાપન માટે નિર્ણય લેવાનો અધિકાર આપી શકાય ? તમે એવું કેમ વિચારો છો ?
4. વ્યક્તિગત સ્વરૂપમાં તમે નીચે આપેલ પૈકી કોના વ્યવસ્થાપનમાં યોગદાન આપી શકો છો ?
   (a) જંગલ તેમજ વન્ય પ્રાણી (b) જલસ્રોત (c) કોલસો તેમજ પેટ્રોલિયમ
5. વ્યક્તિગત તરીકે તમે વિવિધ પ્રાકૃતિક ઉત્પાદનોના વપરાશને ઘટાડવા માટે શું કરી શકો છો ?
6. નીચે આપેલ બાબતો સંબંધિત પાંચ કાર્યો લખો કે જે તમે છેલ્લા સપ્તાહમાં ક્યાં હોય ?
   (a) આપણા પ્રાકૃતિક સ્રોતોનું સંરક્ષણ
   (b) આપણા પ્રાકૃતિક સ્રોતો પર દબાણનો વધારો
7. આ પ્રકરણમાં ચર્ચવામાં આવેલી સમસ્યાને આધારે તમે તમારી જીવનશૈલીમાં શું પરિવર્તન લાવશો ? જેથી આપણા સ્રોતોના સંપોષણ (જરૂરિયાત પ્રમાણે ઓછો વપરાશ)ને પ્રોત્સાહન મળી શકે ?

જવાબો

પ્રકરણ 1

1. (i)　　2. (d)　　3. (a)

પ્રકરણ 2

1. (d)　　2. (b)　　3. (d)　　4. (c)

પ્રકરણ 3

1. (d)　　2. (c)　　3. (a)　　4. (c)

પ્રકરણ 4

1. (b)　　2. (c)　　3. (b)

પ્રકરણ 5

1. (c)　　2. (b)

પ્રકરણ 6

1. (c)　　2. (a)　　3. (d)　　4. (b)

પ્રકરણ 7

1. (d)　　2. (b)　　3. (d)

પ્રકરણ 8

1. (b)　　2. (c)　　3. (d)

પ્રકરણ 9

1. (c)　　2. (d)　　3. (a)

પ્રકરણ 10

1. (d)　　2. (d)　　3. (b)
4. (a)　　5. (d)　　6. (c)

7. 15 cm કરતાં ઓછા અંતરે, આભાસી, મોટું
9. હા
10. લેન્સથી 16.7 cm અંતરે બીજી તરફ, 3.3 cm, ઘટે છે, સાચું, ઊલટું
11. 30 cm
12. 6.0 cm, અરીસાની પાછળ, આભાસી, ચત્તું
13. m = 1 દર્શાવે છે કે સમતલ અરીસા વડે રચાતાં પ્રતિબિંબનું પરિમાણ વસ્તુના જેટલું જ હોય છે તથા mનું ધન ચિહ્ન સૂચવે છે કે પ્રતિબિંબ આભાસી અને ચત્તું છે.
14. 8.6 cm, અરીસાની પાછળ આભાસી, ચત્તું; 2.2 cm, ઘટે છે.
15. 54 cm વસ્તુની બાજુએ; 14 cm, વિવર્ધિત, સાચું, ઊલટું
16. –0.50 m; અંતર્ગોળ લેન્સ
17. + 0.67 m; અભિસારી લેન્સ

પ્રકરણ 11

1. (b) 2. (d) 3. (c) 4. (c)
5. (i) –0. 18 m; (ii) +0.67 m
6. અંતર્ગોળ લેન્સ; –1.25 D
7. બહિર્ગોળ લેન્સ; +3.0 D

પ્રકરણ 12

1. (d) 2. (b) 3. (d) 4. (c)
5. સમાંતર 6. 122.7 m; $\frac{1}{4}$ ગણું
7. 3.33 Ω 8. 4.8 kΩ 9. 0.67 A
10. 4 અવરોધકો 12. 110 બલ્બ
13. 9.2 A, 4.6 A, 18.3 A
14. (i) 8 W (ii) 8 W
15. 0.73 A
16. 250 W TV સેટ 1 કલાકમાં
17. 120 W
18. (b) મિશ્ર ધાતુઓની ઊંચી અવરોધકતા
(d) વ્યસ્ત રીતે

પ્રકરણ 13

1. (d) 2. (c) 3. (a) 4. (d) 5. (c)
6. (a) ખોટું (b) સાચું (c) સાચું (d) ખોટું
10. અધોદિશામાં
13. (i) ગેલ્વેનોમિટરનો દર્શક (સોય) એક દિશામાં ક્ષણિક આવર્તન કરશે
(ii) ગેલ્વેનોમિટરનો દર્શક (સોય) ક્ષણિક આવર્તન કરશે પરંતુ (i)માંની દિશાથી વિરુદ્ધ દિશામાં
(iii) ગેલ્વેનોમિટરનો દર્શક (સોય)નું કોઈ આવર્તન દેખાશે નહિ.
15. (a) જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (b) ફ્લેમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ (c) ફ્લેમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ

પ્રકરણ 14

1. (b) 2. (c) 3. (c)

પ્રકરણ 15

1. (a), (c), (d) 2. (b) 3. (d)