વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન

ધોરણ-દસમું

ભાગ - 1

ભારતનું સંવિધાન

ભાગ ૪ ક

નાગરિકોના મૂળભૂત કર્તવ્યો

અનુચ્છેદ ૫૧ ક

મૂળભૂત કર્તવ્ય – ભારતના પ્રત્યેક નાગરિકનું એ કર્તવ્ય છે કે તેણે –

(ક) દરેક નાગરિકે સંવિધાનનું પાલન કરવું. સંવિધાનના આદર્શો, રાષ્ટ્રધ્વજ અને રાષ્ટ્રગીતનો આદર કરવો.

(ખ) સ્વાતંત્ર્ય ચળવળની પ્રેરણા આપનારા આદર્શોનું પાલન કરવું.

(ગ) દેશના સાર્વભૌમત્વ, એકતા અને અખંડતા સુરક્ષિત રાખવા પ્રયત્નશીલ રહેવું.

(ઘ) આપણા દેશનું રક્ષણ કરવું, દેશની સેવા કરવી.

(ઙ) દરેક પ્રકારના ભેદભાવને ભૂલીને એકતા અને બંધુત્વની ભાવના વિકસાવવી. સ્ત્રીઓના સન્માનને ઠેસ પહોંચાડનારી પ્રથાઓનો ત્યાગ કરવો.

(ચ) આપણી સંમિશ્ર સંસ્કૃતિના વારસાનું જતન કરવું.

(છ) નૈસર્ગિક પર્યાવરણનું જતન કરવું. સજીવ પ્રાણીઓ પ્રત્યે દયાભાવ રાખવો.

(જ) વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિ, માનવતાવાદ અને જિજ્ઞાસાવૃત્તિ કેળવવી.

(ઝ) સાર્વજનિક માલમત્તાનું જતન કરવું. હિંસાનો ત્યાગ કરવો.

(ઞ) દેશની ઉત્તરોત્તર પ્રગતિ માટે વ્યક્તિગત તેમજ સામૂહિક કાર્યમાં ઉત્તમતા-શ્રેષ્ઠતાનું સ્તર જાળવી રાખવાનો પ્રયત્ન કરવો.

(ટ) ૬થી ૧૪ વય જૂથના બાળકોને તેમના વાલીએ શિક્ષણની તક પૂરી પાડવી.

શાસન નિર્ણય ક્રમાંક : અભ્યાસ-2116/(પ્ર.ક્ર.43/16) એસડી-4 દિનાંક 25-4-2016 અન્વયે સ્થાપન થયેલ સમન્વય સમિતિની દિનાંક 29-12-2017 રોજની મિટિંગમાં આ પાઠ્યપુસ્તક સન 2018-19ના શૈક્ષણિક વર્ષથી નિર્ધારિત કરવાની માન્યતા આપવામાં આવી છે.

વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન

ધોરણ-દસમું

ભાગ - 1

મહારાષ્ટ્ર રાજ્ય પાઠ્યપુસ્તક નિર્મિતિ અને અભ્યાસક્રમ સંશોધન મંડળ, પુણે.

IGTH7X

તમારા સ્માર્ટફોનમાં DIKSHA APP દ્વારા પાઠ્યપુસ્તકના પહેલા પાના પરના Q. R. Code વડે ડિજિટલ પાઠ્યપુસ્તક અને દરેક પાઠમાં આપેલા Q. R. Code વડે તે પાઠ સંબંધિત અધ્યયન અધ્યાપન માટે ઉપયુક્ત દશ્ય-શ્રાવ્ય સાહિત્ય ઉપલબ્ધ થશે.

प्रथमावृत्ति : 2018
પુનર્મુદ્રણ : 2021

© મહારાષ્ટ્ર રાજ્ય પાઠ્યપુસ્તક નિર્મિતિ અને અભ્યાસક્રમ સંશોધન મંડળ, પુણે ૪૧૧ ૦૦૪.
મહારાષ્ટ્ર રાજ્ય પાઠ્યપુસ્તક નિર્મિતિ અને અભ્યાસક્રમ સંશોધન મંડળ પાસે આ પુસ્તકના બધા હક રહેશે. આ પુસ્તકનો કોઈપણ ભાગ સંચાલક, મહારાષ્ટ્ર રાજ્ય પાઠ્યપુસ્તક નિર્મિતિ અને અભ્યાસક્રમ સંશોધન મંડળની લેખિત પરવાનગી વગર છાપી શકાશે નહિ.

વિજ્ઞાન વિષય સમિતિ :

ડૉ. ચંદ્રશેખર વસંતરાવ મુરુમકર, અધ્યક્ષ
ડૉ. દિલિપ સદાશિવ જોગ, સદસ્ય
ડૉ. સુષમા દિલિપ જોગ, સદસ્ય
ડૉ. પુષ્પા ખરે, સદસ્ય
ડૉ.ઈમ્તિયાજ એસ.મુલ્લા, સદસ્ય
ડૉ. જયદીપ વિનાયક સાળી, સદસ્ય
ડૉ. અભય જેરે, સદસ્ય
ડૉ. સુલભા નિતિન વિધાતે, સદસ્ય
શ્રીમતી મૃણાલિની દેસાઈ, સદસ્ય
શ્રી ગજાનન શિવાજીરાવ સૂર્યવંશી, સદસ્ય
શ્રી સુધીર યાદવરાવ કાંબળે, સદસ્ય
શ્રીમતી દિપાલી ધનંજય ભાલે, સદસ્ય
શ્રી રાજીવ અરૂણ પાટોળે, સદસ્ય - સચિવ

વિજ્ઞાન વિષય અભ્યાસજૂથ :

ડૉ. પ્રભાકર નાગનાથ ક્ષીરસાગર
શ્રી. પ્રશાંત પંડિતરાવ કોળસે
ડૉ. વિષ્ણુ વઝે
શ્રી. દયાશંકર વિષ્ણુ વૈદ્ય
ડૉ. પ્રાચી રાહુલ ચૌધરી
શ્રી. સુકુમાર શ્રેણિક નવલે
ડૉ. શેખ મોહમ્મદ વાકીઓદ્દીન એચ.
શ્રી. ગજાનન નાગોરાવજી માનકર
ડૉ. ગાયત્રી ગોરખનાથ ચૌકડે
શ્રી. રૂપેશ દિનકર ઠાકુર
ડૉ. અજય દિગંબર મહાજન
શ્રી. મોહમ્મદ આતિક અબ્દુલ શેખ
શ્રી. સંદીપ પોપટલાલ ચોરડિયા
શ્રીમતી અનિતા પાટીલ
શ્રી. સચિન અશોક બારટક્કે
શ્રીમતી અંજલિ લક્ષ્મીકાંત ખડકે
શ્રીમતી શ્વેતા દિલીપ ઠાકુર
શ્રીમતી મનીષા રાજેંદ્ર દહીવેલકર
શ્રી. રાજેશ વામનરાવ રોમન
શ્રીમતી જ્યોતિ મેડપિલવાર
શ્રી. હેમંત અચ્યુત લાગવણકર
શ્રીમતી દીપ્તિ ચંદનસિંગ બિશ્ત
શ્રીમતી કાંચન રાજેંદ્ર સોરટે
શ્રીમતી પુષ્પલતા ગાવંડે
શ્રી. નાગેશ ભીમસેવક તેલગોટે
શ્રી. મનોજ રહાંગડાળે
શ્રી. શંકર ભિકન રાજપૂત
શ્રીમતી જ્યોતિ દામોદર કરણે
શ્રી. વિશ્વાસ ભાવે

ભાષાંતરકાર : **ધીરેન મનસુખલાલ દોશી**

ભાષાંતર સંયોજક : **કેતકી નિતેશ જાની**
વિશેષાધિકારી, ગુજરાતી વિભાગ
પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, પુણે.

મુખપૃષ્ઠ અને સજાવટ :
શ્રી. વિવેકાનંદ શિવશંકર પાટીલ
કુ. આશના અડવાણી

અક્ષરાંકન :
સમર્થ ગ્રાફિક્સ, 522, નારાયણ પેઠ, પુણે.

સંયોજક
શ્રી. રાજીવ અરુણ પાટોળે
વિશેષાધિકારી, વિજ્ઞાન વિભાગ
પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, પુણે

કાગળ :
૭૦ જી.એસ.એમ. ક્રીમવ્હોવ્હ

મુદ્રણાદેશ :

મુદ્રક :

નિર્મિતિ
શ્રી. સચ્ચિતાનંદ આફળે,
મુખ્ય નિર્મિતિ અધિકારી

શ્રી. રાજેન્દ્ર વિસપુતે
નિર્મિતિ અધિકારી

પ્રકાશક
શ્રી. વિવેક ઉત્તમ ગોસાવી
નિયંત્રક,
પાઠ્યપુસ્તક નિર્મિતિ મંડળ,
પ્રભાદેવી, મુંબઈ - ૨૫.

ભારતનું સંવિધાન

આમુખ

અમે ભારતના લોકો ભારતને એક સાર્વભૌમ સમાજવાદી બિનસાંપ્રદાયિક લોકતંત્રાત્મક પ્રજાસત્તાક તરીકે સંસ્થાપિત કરવાનો

તથા તેના સર્વ નાગરિકોને :

સામાજિક, આર્થિક અને રાજકીય ....ન્યાય

વિચાર, અભિવ્યક્તિ, માન્યતા,

ધર્મ અને ઉપાસનાની ....સ્વતંત્રતા

દરજ્જા અને તકની ....સમાનતા

પ્રાપ્ત થાય તેમ કરવાનો

અને તેઓ સર્વમાં

વ્યક્તિનું ગૌરવ અને રાષ્ટ્રની

એકતા અને અખંડતા સુદૃઢ કરે એવી ....બંધુતા

વિકસાવવાનો

ગંભીરતાપૂર્વક સંકલ્પ કરીને

અમારી સંવિધાનસભામાં ૨૬ નવેમ્બર, ૧૯૪૯ના રોજ આથી આ સંવિધાન અપનાવી, તેને અધિનિયમિત કરી અમને પોતાને અર્પિત કરીએ છીએ.

રાષ્ટ્રગીત

જનગણમન – અધિનાયક જય હે
ભારત – ભાગ્યવિધાતા.
પંજાબ, સિંધુ, ગુજરાત, મરાઠા,
દ્રાવિડ, ઉત્કલ, બંગ,
વિંધ્ય, હિમાચલ, યમુના, ગંગા,
ઉચ્છલ જલધિતરંગ,
તવ શુભ નામે જાગે, તવ શુભ આશિષ માગે,
ગાહે તવ જયગાથા.
જનગણ મંગલદાયક જય હે,
ભારત – ભાગ્યવિધાતા.
જય હે, જય હે, જય હે,
જય જય જય, જય હે.

પ્રતિજ્ઞા

ભારત મારો દેશ છે. બધા ભારતીયો મારાં ભાઈબહેન છે.

હું મારા દેશને ચાહું છું અને તેના સમૃદ્ધ અને વૈવિધ્યપૂર્ણ વારસાનો મને ગર્વ છે. હું સદાય તેને લાયક બનવા પ્રયત્ન કરીશ.

હું મારાં માતાપિતા, શિક્ષકો અને વડીલો પ્રત્યે આદર રાખીશ અને દરેક જણ સાથે સભ્યતાથી વર્તીશ.

હું મારા દેશ અને દેશબાંધવો પ્રત્યે વફાદારી રાખવાની પ્રતિજ્ઞા લઉં છું. તેમનાં કલ્યાણ અને સમૃદ્ધિમાં જ મારું સુખ સમાયેલું છે.

પ્રસ્તાવના

વિદ્યાર્થી મિત્રો,

ધોરણ દસમામાં તમારું સ્વાગત છે નવા અભ્યાસક્રમ પર આધારિત વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાનનું પાઠ્યપુસ્તક તમારા હાથમાં આપતા અમને વિશેષ આનંદ થાય છે. પ્રાથમિક સ્તરથી અત્યાર સુધી વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ તમે વિવિધ પાઠ્યપુસ્તકો દ્વારા કર્યો છે. આ પાઠ્યપુસ્તક દ્વારા તમે વિજ્ઞાનની મૂળભૂત સંકલ્પના અને તંત્રજ્ઞાનનો અભ્યાસ એક જુદા દષ્ટિકોણથી અને વિવિધ વિજ્ઞાન શાખાના માધ્યમથી કરી શકશો.

'વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન ભાગ – 1' આ પાઠ્યપુસ્તકનો મૂળ હેતુ આપણા દૈનિક જીવન સાથે સંબંધિત વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન 'સમજો અને બીજાને સમજાવો' એ છે. વિજ્ઞાનની સંકલ્પના, સિધ્ધાંત અને તત્વો સમજીને તેનો વ્યવહાર સાથે સંબંધ સમજી લો. આ પાઠ્યપુસ્તકનો અભ્યાસ કરતી વખતે 'યાદ કરો' ,'કહો જોઈએ' કૃતિનો ઉપયોગ પુનરાવર્તન માટે 'કરો', 'નિરીક્ષણ અને ચર્ચા કરો', 'કરી જુઓ' જેવી અનેક કૃતિ દ્વારા તમે વિજ્ઞાન શીખવાના છો. આ બધી કૃતિ તમે જરૂરથી કરો. 'મગજ ચલાવો', 'શોધો', 'વિચાર કરો', જેવી કૃતિ તમારી વિચારપ્રક્રિયાને વેગ આપશે.

પાઠ્યપુસ્તકમાં અનેક પ્રયોગોનો સમાવેશ કર્યો છે. આ પ્રયોગ તેમાં કરાતી કૃતિ અને તેનું નિરીક્ષણ તમે પોતે કાળજીપૂર્વક કરો. તેમજ આવશ્યકતા હોય ત્યાં તમારા શિક્ષકની, વાલીની અને વર્ગમાંના સહવિદ્યાર્થીની મદદ લો. તમારા દૈનિક જીવનના અનેક પ્રસંગો પાછળનું વિજ્ઞાન ઉકેલનાર વિશિષ્ટ માહિતી અને તેના પર આધારિત તેમ જ વિકસિત તંત્રજ્ઞાન આ પાઠ્યપુસ્તકમાં કૃતિના માધ્યમથી સ્પષ્ટ કરવામાં આવ્યું છે. આજના તંત્રજ્ઞાનના ઝડપી યુગમાં સંગણક, સ્માર્ટફોનથી તો તમે પરિચિત જ છો. પાઠ્યપુસ્તકનો અભ્યાસ કરતી વખતે માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાનના સાધનોનો સુયોગ્ય ઉપયોગ કરો. જેથી તમારું અધ્યયન સરળ બનશે. પરિણામકારક અધ્યયન માટે 'એપ'ના માધ્યમથી ક્યૂ-આર. કોડ દ્વારા પ્રત્યેક પાઠ સંબંધી વધુ માહિતી માટે ઉપયુક્ત દશ્ય-શ્રાવ્ય સાહિત્ય આપણને ઉપલબ્ધ થશે. જે તમને અભ્યાસ માટે ચોક્કસ ઉપયોગી થશે.

કૃતિ અને પ્રયોગ કરતી વખતે વિવિધ ઉપકરણો, રસાયણો સંબંધિત કાળજી લો અને બીજાને પણ સાવચેતી રાખવા જણાવો. વનસ્પતિ, પ્રાણી સંબંધિત કૃતિ, નિરીક્ષણ કરતી વખતે પર્યાવરણ સંવર્ધનનો પણ પ્રયત્ન કરવો અપેક્ષિત છે. તેમને હાનિ ન પહોંચે તેની કાળજી રાખવી પણ આવશ્યક છે.

આ પાઠ્યપુસ્તક વાંચતી વખતે, અભ્યાસ કરતી વખતે અને સમજતી વખતે તમને તેમાંનો ગમતો ભાગ તેમજ અભ્યાસ દરમ્યાન થયેલી મુશ્કેલી, ઉભા થયેલા પ્રશ્નો અમને જરૂરથી જણાવશો.

તમારી શૈક્ષણિક પ્રગતિ માટે તમને હાર્દિક શુભેચ્છા.

(ડૉ. સુનિલ બા. મગર)
સંચાલક
મહારાષ્ટ્ર રાજ્ય પાઠ્યપુસ્તક નિર્મિતિ
અને અભ્યાસક્રમ સંશોધન મંડળ, પુણે.

પુણે :

દિનાંક : ૧૮ માર્ચ ૨૦૧૮, ગુડી પડવો
ભારતીય સૌર દિનાંક : ૨૭ ફાગણ ૧૯૩૯

શિક્ષકો માટે

- ધોરણ ત્રીજાથી પાંચમાં સુધી પરિસર અભ્યાસના માધ્યમથી દૈનિક જીવનનું સાદું વિજ્ઞાન આપણે વિદ્યાર્થીઓને જણાવ્યું છે. તેમજ ધોરણ છઠ્ઠાથી આઠમાના પાઠ્યપુસ્તક દ્વારા વિજ્ઞાનનો ઔપચારિક પરિચય કરી આપ્યો છે. ધોરણ નવમાના વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાનના પાઠ્યપુસ્તક દ્વારા વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાનને સહસંબંધ આપી શક્યા છીએ.
- દૈનિક જીવનમાં ઘટતી ઘટનાઓ વિશે તર્કસંગત અને વિવેકબુદ્ધિથી વિચાર કરી શકવું એ જ વિજ્ઞાનના શિક્ષણનો સાચો ઉદ્દેશ છે.
- ધોરણ દસમાના વિદ્યાર્થીઓના વયજૂથને ધ્યાનમાં લેતા આસપાસની ઘટનાઓ વિશે તેમનું કુતૂહલ, ઘટના પાછળનો કાર્યકારણ ભાવ શોધવાની વૃત્તિ અને પોતે નેતૃત્વ કરવાની ભાવના આ બધાનો અધ્યયન માટે યોગ્ય ઉપયોગ કરવાની તક વિદ્યાર્થીઓને આપવી આવશ્યક છે.
- વિજ્ઞાન શીખવાની પ્રક્રિયામાંના નિરીક્ષણ, તર્ક, અનુમાન, તુલના કરવી અને પ્રાપ્ત માહિતીનો ઉપયોગ કરવા માટે પ્રયોગ કૌશલ્ય આવશ્યક છે. માટે પ્રયોગ શાળામાં પ્રયોગ કરાવતી વખતે સભાનતાપૂર્વક આ કૌશલ્યો વિકસિત કરવાનો પ્રયત્ન કરવો જોઈએ. વિદ્યાર્થીઓ પાસેથી મળતા બધા નિરીક્ષણની નોંધનો સ્વીકાર કરીને અપેક્ષિત નિષ્કર્ષ સુધી પહોંચવામાં તેમને મદદ કરવી.
- વિદ્યાર્થીઓના વિજ્ઞાન વિષયક ઉચ્ચશિક્ષણનો પાયો માધ્યમિક સ્તરપરના બે વર્ષ હોય છે. માટે વિજ્ઞાન વિષયમાં તેમની રૂચિ વધારવી એ આપણી જવાબદારી છે. આશય અને કૌશલ્યની સાથે વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિકોણ અને સર્જનશીલતા વિકસિત કરવામાં તમે બધા હંમેશની જેમ અગ્રેસર હશો જ
- વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનમાં મદદ કરતી વખતે **યાદ કરો** કૃતિનો ઉપયોગ કરીને પાઠના પૂર્વજ્ઞાનને ચકાસવું. તેમજ વિદ્યાર્થીઓના અનુભવ દ્વારા મેળવેલું જ્ઞાન અને પૂરક માહિતી એકત્રિત કરીને પાઠની પ્રસ્તાવના માટે પાઠની શરૂઆતમાં આપેલા **કહો જોઈએ** આ ભાગનો ઉપયોગ કરવો. આ બધું કરતી વખતે આપણને થતા વિવિધ પ્રશ્નો, કૃતિનો પણ ચોક્કસ ઉપયોગ કરવો. આશય (હેતુ) વિશે સ્પષ્ટીકરણ આપતી વખતે **કરી જુઓ**. આ અનુભવ તમારે કરવાનો છે. તેથી **કરી જોઈએ** આ બે કૃતિનો પાઠ્યપુસ્તકમાં ઉપયોગ કર્યો છે. પાઠ અને પૂર્વજ્ઞાનના એકત્રિત ઉપયોગ માટે **મગજ ચલાવો, ધ્યાનમાં રાખો** આ દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને કેટલીક મહત્ત્વપૂર્ણ સૂચના અથવા મૂલ્યો આપેલા છે. **શોધો, માહિતી મેળવો, શું તમે જાણો છો?, વૈજ્ઞાનિકનો પરિચય**ની વિગત પાઠ્યપુસ્તક સિવાયની માહિતી માટે, સ્વતંત્ર શોધ કરવાની ટેવ પડે તે માટે આપી છે.
- આ પાઠ્યપુસ્તક વર્ગમાં માત્ર વાંચીને સમજાવીને શીખવવા માટે નથી, પરંતુ તે અનુસાર કૃતિ કરીને વિદ્યાર્થીઓએ જ્ઞાન કેવી રીતે મેળવવું તેનું માર્ગદર્શન કરવા માટે છે. આ પાઠ્યપુસ્તકના હેતુને સફળ બનાવવા માટે વર્ગમાં અનૌપચારિક વાતાવરણ રાખવું. વધારેમાં વધારે વિદ્યાર્થીઓને ચર્ચા, પ્રયોગ અને કૃતિમાં ભાગ લેવા પ્રોત્સાહન આપવું, વિદ્યાર્થીઓએ કરેલા ઉપક્રમ, પ્રકલ્પ વગેરે વિશે વર્ગમાં અહેવાલ વાંચન, પ્રસ્તુતીકરણ, વિજ્ઞાન દિવસ સહિત વિવિધ દિવસો ઉજવવા જેવા કાર્યક્રમો જરૂરથી આયોજિત કરવાં.
- પાઠ્યપુસ્તકમાં વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાનના હેતુ સાથે માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાનની જોડી આપવામાં આવી છે. વિવિધ વૈજ્ઞાનિક સંકલ્પનાનો અભ્યાસ કરતી વખતે તેનો ઉપયોગ કરવો અભિપ્રેત હોવાથી તમારા માર્ગદર્શન હેઠળ તે કરાવવું.

મુખપૃષ્ઠ અને પાછલું પૃષ્ઠ : પાઠ્યપુસ્તકમાંની વિવિધ કૃતિ, પ્રયોગ અને સંકલ્પનાના ચિત્રો.

DISCLAIMER Note : All attempts have been made to contact copy righters (©) but we have not heard from them. We will be pleased to acknowledge the copy right holder (s) in our next edition if we learn from them.

ક્ષમતા વિધાનો : ધોરણ દસમું

વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન ભાગ -1 પાઠ્યપુસ્તકના અધ્યયન દ્વારા વિદ્યાર્થીઓમાં નીચેની ક્ષમતા વિકસિત થવી અપેક્ષિત છે.

ગતિ, બળ, યંત્રો
* ગુરુત્વાકર્ષણ અને ગતિના સંબંધના આધારે વિવિધ ઘટનાની વૈજ્ઞાનિક કારણમિમાંસા સ્પષ્ટ કરતા આવડે.
* ગુરુત્વાકર્ષણ અને ગતિ સંબંધિત સૂત્રોની માંડણી કરીને તેના આધારે વિવિધ ગાણિતિક ઉદાહરણો ગણતા આવડે.

ઉર્જા
* ઉર્જા સંકટના ગંભીર પરિણામને ધ્યાનમાં રાખીને પોતે પર્યાવરણ પૂરક જીવનશૈલી અપનાવે અને બીજાને પણ તેના માટે જાગૃત કરતા આવડે.
* ઉર્જા પર આધારિત ઉપકરણોની નિર્મિતિ, ઉપયોગ અને દુરુસ્તી (રિપેરિંગ) કરતાં આવડે.
* વિદ્યુતપ્રવાહના પરિણામ પર આધારિત વિવિધ નિયમોને ચકાસીને નિષ્કર્ષ કાઢતા આવડે.
* વિદ્યુત પ્રવાહના પરિણામ પર આધારિત વિવિધ ગાણિતિક ઉદાહરણો ગણતા આવડે.
* દૈનિક જીવનમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પર આધારિત વિવિધ ઉપકરણોનું નિરીક્ષણ કરીને તેમના કાર્યોનું સકારણ સ્પષ્ટીકરણ આપતાં આવડે.
* સચોટ આકૃતિ વડે વક્રકાચ વડે તૈયાર થતી પ્રતિમા સ્પષ્ટ કરતા આવડે.
* પ્રકાશના ગુણધર્મ અને વિવિધ પ્રકારના કાચ વડે મળતી પ્રતિમા અને દૈનિક જીવનમાં વિવિધ ઉપકરણોમાં થતો તેમનો ઉપયોગ સ્પષ્ટ કરતા આવડે.
* આપેલી માહિતીના આધારે વક્રકાચનું નાભિય અંતર શોધતા આવડે.
* માનવી આંખમાં નિર્માણ થનારા દષ્ટિદોષ ઓળખતા આવડે અને તેના ઉપાયોની શોધ કરતાં આવડે.
* માનવી આંખની સચોટ રચના કરતા આવડે.

આપણે વાપરતા પદાર્થો
* મૂળદ્રવ્યોની માંડણીના માપદંડ સ્પષ્ટ કરીને તેમના સ્થાન સ્પષ્ટ કરતા આવડે.
* બે ઘટકો વચ્ચે થયેલી રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો પ્રકાર ઓળખતા આવડે.
* પ્રયોગના આધારે રાસાયણિક પ્રક્રિયાને ચકાસીને તે સંબંધિત નિષ્કર્ષ રજૂ કરતા આવડે.
* અપૂર્ણ માંડણી કરેલા અથવા આપેલી ખોટી રાસાયણિક પ્રક્રિયાને સુધારીને રજૂ કરતા આવડે.
* પ્રયોગના આધારે કાર્બનિક સંયોજનોના ગુણધર્મ ચકાસતા આવડે.
* રાસાયણિક પ્રક્રિયાના આરોગ્ય પર થતાં પરિણામને ધ્યાનમાં રાખીને પ્રયોગ દરમ્યાન આવશ્યક સાવચેતી રાખતા આવડે.
* દૈનિક વ્યવહારિક જીવનમાં કાર્બનિક સંયોજનો અને તેમના ઉપયોગ વિશે, વૈજ્ઞાનિક દષ્ટિકોણથી થનારા દુષ્પરિણામ વિશે સમાજને માર્ગદર્શન આપતા આવડે.
* ધાતુની રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો દૈનિક જીવન સાથેનો સહસંબંધ ઓળખીને તેનો ઉપયોગ કરતા આવડે તેમ જ વિવિધ સમસ્યા ઉકેલતાં આવડે.

વિશ્વ
* અવકાશ સંશોધન સંબંધિત વિવિધ સંશોધનોની માહિતીનું વિશ્લેષણ કરીને સ્પષ્ટીકરણ દ્વારા પ્રવર્તમાન સમજણ અને અંધશ્રધ્ધાનો છેદ ઉડાડતા આવડે.
* અવકાશ સંશોધનમાં ભારતના યોગદાનનું સમીક્ષણ કરતાં આવડે.
* અવકાશ સંશોધન સંદર્ભમાં ભવિષ્યમાં થનાર વિકાસની તક શોધતા આવડે.

માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાન
* માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાનનો દૈનિક જીવનમાં ઉપયોગ કરતા આવડે.
* માહિતી જાળના આધારે વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન વિષયક માહિતીનું આદાન-પ્રદાન કરતા આવડે.
* માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાનના કારણે વિવિધ ક્ષેત્રમાં ધરમૂળથી થયેલા ફેરફારને સ્પષ્ટ કરતા આવડે.
* માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાનના યોગ્ય વપરાશ બાબતે માહિતી-જાગૃતિ હોય.
* માહિતી જાળના આધારે વિજ્ઞાન તંત્રજ્ઞાન વિષયક વિવિધ માહિતી મેળવીને તેના આધારે અનુમાન કરતા આવડે.
* માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાન દ્વારા વિકસિત થયેલ વિવિધ પ્રણાલીનો દૈનિક જીવનમાં ઉપયોગ કરતા આવડે.

અનુક્રમણિકા

અ.ક્ર.	પાઠનું નામ	પૃષ્ઠ ક્ર.
1.	ગુરુત્વાકર્ષણ	1
2.	મૂળદ્રવ્યોનું આવર્તક વર્ગીકરણ	16
3.	રાસાયણિક પ્રક્રિયા અને સમીકરણો	30
4.	વિદ્યુત પ્રવાહનું પરિણામ	47
5.	ઉષ્ણતા	62
6.	પ્રકાશનું વક્રીભવન	73
7.	વક્કાચ અને તેના ઉપયોગ	80
8.	ધાતુ વિજ્ઞાન	93
9.	કાર્બનિક સંયોજનો	110
10.	અવકાશ અભિયાન	135

શૈક્ષણિક નિયોજન

વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન વિષય માટે બે સ્વતંત્ર પુસ્તકો તૈયાર કરવામાં આવ્યા છે. તે પૈકી વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન ભાગ-1 આ પાઠ્યપુસ્તકમાં મુખ્યત્વે ભૌતિકશાસ્ત્ર અને રસાયણશાસ્ત્ર સંબંધિત કુલ દસ પ્રકરણોનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન વિષયનો વિચાર કરીએ તો એકાત્મિક દષ્ટિકોણથી અધ્યાપન કરાવવું અને વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાનના બધા ઘટકોને એકબીજા સાથે સહસંબંધ જોડવો અપેક્ષિત છે. વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાનમાં સમાવિષ્ટ વિવિધ વિષયોનો પાછલા ધોરણોમાં આપણે એકત્રિત રીતે અભ્યાસ કર્યો છે. તાંત્રિક સુલભતાના દષ્ટિકોણથી વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન ભાગ-1 અને ભાગ 2 એમ સ્વતંત્ર પુસ્તકો આપવામાં આવી રહ્યા હોવા છતાં એકાત્મિક દષ્ટિકોણથી અધ્યાપન કરાવવું આવશ્યક છે.

વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન ભાગ -1 પાઠ્યપુસ્તકમાં આપવામાં આવેલા કુલ દસ પ્રકરણો પૈકી પહેલા પાંચ પ્રકરણો પ્રથમ સત્ર માટે જ્યારે બાકીના પાંચ પ્રકરણો બીજા સત્રમાં એવું અધ્યાપન નિયોજન અપેક્ષિત છે. સત્રાંતે ચાલીસ ગુણની લેખિત પરીક્ષા અને દસ ગુણની પ્રાત્યક્ષિક પરીક્ષા લેવી. પાઠ્યપુસ્તકમાં દરેક પાઠના અંતે સ્વાધ્યાય અને ઉપક્રમ આપવામાં આવ્યા છે. મૂલ્યમાપનનો વિચાર કરતી વખતે ભાષા વિષયની કૃતિપત્રિકા પ્રમાણે રહેલા પ્રશ્નો પ્રાતિનિધિક સ્વરૂપે સ્વાધ્યાયમાં આપવામાં આવ્યા છે. તે અનુસાર તમે વધારાના પ્રશ્નો તૈયાર કરી શકો છો. આ પ્રશ્નોની મદદથી વિદ્યાર્થીઓનું મૂલ્યમાપન કરવું. આ સંબંધિત સવિસ્તાર માહિતી સ્વતંત્રપણે મૂલ્યમાપન યોજનામાં આપવામાં આવશે.

1. ગુરુત્વાકર્ષણ

- ગુરુત્વાકર્ષણ
- કેપ્લરના નિયમ
- પૃથ્વીનો ગુરુત્વીય પ્રવેગ
- મુક્તિવેગ
- વર્તુળાકાર ગતિ અને કેન્દ્રગામી બળ
- ન્યૂટનનો વૈશ્વિક ગુરુત્વાકર્ષણનો સિધ્ધાંત
- મુક્ત પતન

યાદ કરો.

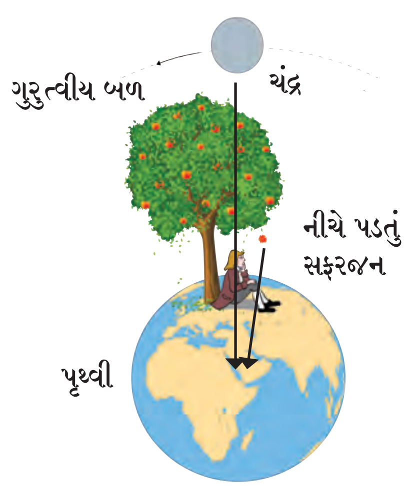
1. કોઈ વસ્તુ પર બળ લગાડતા શું પરિણામ મળે છે ?
2. તમે બળના ક્યા ક્યા પ્રકારો જાણો છે ?
3. ગુરુત્વાકર્ષણ બળ વિશે તમે શું જાણો છો ?

ગુરુત્વાકર્ષણ બળ વૈશ્વિક બળ છે, જે માત્ર પૃથ્વી પરની બે વસ્તુઓ વચ્ચે નહીં, પણ કોઈપણ બે ખગોળીય વસ્તુઓ વચ્ચે પણ પ્રયુક્ત થાય છે, જે આપણે પાછલા ધોરણમાં ભણ્યાં છીએ. આ બળની શોધ કેવી રીતે થઈ તેના વિશે આપણે માહિતી મેળવીએ.

ગુરુત્વાકર્ષણ (Gravitation)

ગુરુત્વાકર્ષણની શોધ સર આયઝેક ન્યૂટને કરી, તે તમે જાણો જ છો. એમ કહેવાય છે કે ઝાડ પરથી નીચે પડતાં સફરજનને જોઈને આ શોધ થઇ. તેમના મનમાં પ્રશ્ન થયો કે બધા સફરજન (ક્ષિતિજને લંબ દિશામાં) સીધા જ નીચે શા માટે પડે છે ? તિરછા (ત્રાંસા) કેમ પડતા નથી ? અથવા ક્ષિતિજ સમાંતર (સમાન) રેખામાં શા માટે જતાં નથી ?

ઘણો જ વિચાર કર્યા બાદ તેમણે નિષ્કર્ષ કાઢ્યો કે પૃથ્વી સફરજનને પોતાના તરફ આકર્ષિત કરતી હશે અથવા આ આકર્ષણ બળની દિશા પૃથ્વીના કેન્દ્ર તરફ હશે. ઝાડ પરના સફરજનથી પૃથ્વીના કેન્દ્ર તરફ જતી દિશા ક્ષિતિજને લંબ હોવાથી સફરજન ઝાડ પરથી ક્ષિતિજને લંબ દિશામાં નીચે પડે છે.



1.1 ગુરુત્વાકર્ષણ બળની કલ્પના અને ચંદ્ર પરનું ગુરુત્વીય બળ

આકૃતિ 1.1માં પૃથ્વી પર સફરજનનું એક ઝાડ દર્શાવ્યું છે. સફરજન પરનું બળ પૃથ્વીના કેન્દ્રની દિશામાં હોય છે. એટલે કે સફરજનના સ્થાનથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગને લંબ હોય છે. આકૃતિમાં ચંદ્ર અને પૃથ્વી વચ્ચેનું ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ દર્શાવ્યું છે. (આકૃતિમાંના અંતરો પ્રમાણ અનુસાર દર્શાવવામાં આવ્યા નથી.)

ન્યૂટને વિચાર કર્યો કે જો આ બળ જુદી જુદી ઊંચાઈએ આવેલા સફરજન પર પ્રયુક્ત થતું હોય તો તે સફરજન કરતાં પણ ખૂબ વધારે ઊંચાઈએ, પૃથ્વીથી ખૂબ દૂર આવેલ ચંદ્ર જેવી વસ્તુઓ પર પણ પ્રયુક્ત થતું હશે કે ? તે જ રીતે સૂર્ય, ગ્રહ જેવી ચંદ્રથી પણ વધુ દૂર આવેલી ખગોળીય વસ્તુઓ પર પણ પ્રયુક્ત થતું હશે કે ?

જોડ માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાનની : વિવિધ ગ્રહોના ગુરુત્વીય બળ સંદર્ભની રજૂઆતોનો સંગ્રહ કરો.

બળ અને ગતિ (Force and Motion)

કોઈ વસ્તુના વેગના પરિમાણમાં અથવા ગતિની દિશામાં ફેરફાર કરવા માટે તેના પર બળ પ્રયુક્ત કરવું આવશ્યક છે, તે આપણે જાણીએ છીએ.

યાદ કરો. ન્યૂટનના ગતિવિષયક ત્રણ નિયમો ક્યા ?

વૈજ્ઞાનિકનો પરિચય

સર આયઝેક ન્યૂટન (1642-1727) આધુનિક કાળના અગ્રગણ્ય વૈજ્ઞાનિક મનાય છે. તેમનો જન્મ ઈંગ્લેન્ડમાં થયો. તેમણે પોતાના પુસ્તક 'Principia'માં ગતિના નિયમ, ગતિના સમીકરણ અને ગુરુત્વાકર્ષણનો સિધ્ધાંત રજૂ કર્યા છે. તે પહેલા કેપ્લરે ગ્રહોની કક્ષાનું વર્ણન કરતા ત્રણ નિયમો રજૂ કર્યા હતા. પરંતુ ગ્રહો આ નિયમ મુજબ ભ્રમણ શા માટે કરે છે, તેના કારણની જાણ ન હતી. ન્યૂટને ગુરુત્વાકર્ષણના સિધ્ધાંતનો ઉપયોગ કરીને તે નિયમો ગાણિતીક પધ્ધતિથી સિધ્ધ કર્યા.

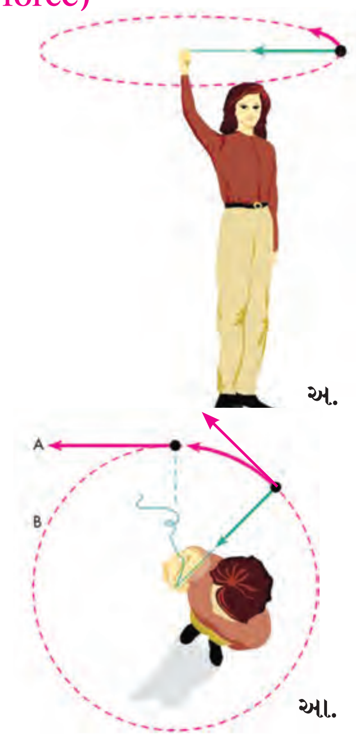
ન્યૂટને પ્રકાશ, ધ્વનિ, ઉષ્ણતા અને ગણિત જેવા ક્ષેત્રોમાં પણ ઉલ્લેખનીય કાર્ય કર્યું છે. તેમણે ગણિતની એક નવી શાખાની શોધ કરી. કેલક્યુલસ નામે ઓળખાતી આ શાખાનો ગણિત અને ભૌતિકશાસ્ત્રમાં ખૂબ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ન્યૂટન પરાવર્તક દૂરબીન તૈયાર કરનાર પહેલા વૈજ્ઞાનિક હતા.

વર્તુળાકાર ગતિ (Circular motion) અને કેન્દ્રગામી બળ (Centripetal force)

કરી જુઓ.

એક દોરીના એક છેડે પથ્થર બાંધો. દોરીનો બીજો છેડો હાથમાં લઈ બાજુની આકૃતિ 1.2 (અ)માં, દર્શાવ્યા મુજબ ફેરવો, જેથી પથ્થર એક વર્તુળ પર ફરશે. આ પથ્થર પર તમે કોઇ બળ પ્રયુક્ત કરી રહ્યા છો કે ? તેની દિશા કઈ છે ? આ બળ પ્રયુક્ત ન થાય તે માટે તમે શું કરશો ? અને એમ કરવાથી પથ્થર પર તેનો શો પ્રભાવ પડશે ?

જ્યાં સુધી આપણે દોરીને પકડી રાખી છે ત્યાં સુધી આપણે પથ્થરને આપણી તરફ, એટલે કે વર્તુળના કેન્દ્ર તરફ ખેંચી રહ્યા છીએ એટલે કે પથ્થર પર કક્ષાની દિશામાં બળ પ્રયુક્ત કરીએ છીએ. આપણે દોરી છોડી દઈએ તો પથ્થર પર આપણે લગાડેલું બળ સમાપ્ત થાય છે. તે સમયે વર્તુળ પરના પથ્થરના સ્થાનની સ્પર્શિકાની દિશામાં પથ્થર ફેંકાય છે. કારણ કે તે ક્ષણે તે તેના વેગની દિશા હોય છે. આકૃતિ 1.2 (આ). આ પહેલાં આપણે આવીજ એક કૃતિ કરી હતી તે તમને યાદ આવતું હશે. તેમાં એક ગોળ ફરતી ચકતી પરથી 5 રૂપિયાનો સિક્કો સ્પર્શિકાની દેશામાં ફેંકાઈ જાય છે. વર્તુળાકાર કક્ષામાં ફરતી કોઈ પણ વસ્તુ પર વર્તુળના કેન્દ્રની દિશામાં બળ પ્રયુક્ત થતું હોય છે. આ બળને **કેન્દ્રગામી બળ (Centripetal force)** કહેવાય છે. એટલે જ આ બળને કારણે વસ્તુ કેન્દ્ર તરફ જાય છે.



1.2
વર્તુળાકાર કક્ષામાં ફરતો દોરીને બાંધેલો પથ્થર અને સ્પર્શિકાની દિશામાંનો તેનો વેગ.

પૃથ્વીનો નૈસર્ગિક ઉપગ્રહ ચંદ્ર એક વિશિષ્ટ કક્ષામાં પૃથ્વી ફરતે પરિભ્રમણ કરે છે એ તમે જાણોજ છો. એટલે જ તેની દિશા અર્થાત વેગ સતત બદલાય છે. તો તેના પર સતત કોઇ બળ પ્રયુક્ત થતું હશે કે ? આ બળની દિશા કઇ હશે ? જો આ બળ ન હોય તો ચંદ્રની ગતિ કેવી રહી હશે ? આપણી સૌરમાળાના અન્ય ગ્રહ સૂર્ય ફરતે આમ જ ભ્રમણ કરે છે કે ? તેમની પર પણ આવું બળ પ્રયુક્ત થતું હોય છે કે ? તેની દિશા કઈ હશે ?

પાછળની કૃતિ. ઉદાહરણ અને પ્રશ્નોનો વિચાર કરતાં આપણાં ધ્યાનમાં આવે છે કે, ચંદ્રને પૃથ્વી ફરતે તે જ કક્ષામાં ફરતો રાખવા માટે તેના પર બળ પ્રયુક્ત કરવું આવશ્યક છે. તથા આ બળ પૃથ્વી જ પ્રયુક્ત કરતી હશે અને ચંદ્રને પોતાની તરફ આકર્ષિત કરતી હશે. તે જ પ્રમાણે સૂર્ય પણ પૃથ્વી સહિત બધા ગ્રહોને પોતાની તરફ આકર્ષિત કરતો હશે.

કેપ્લરનો નિયમ (Kepler's Laws)

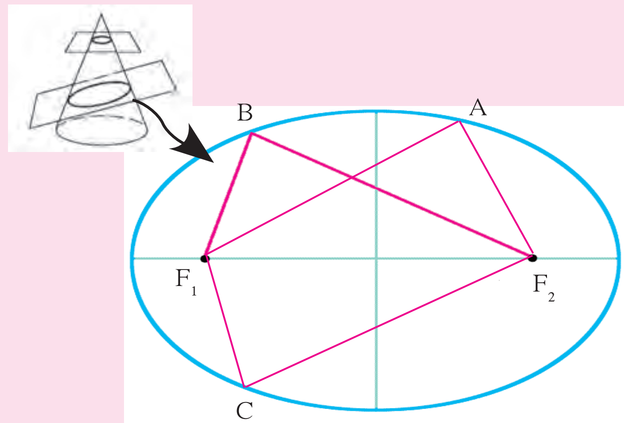
પ્રાચીન કાળથી માનવ ગ્રહોની સ્થિતિનું નિરીક્ષણ કરતો રહ્યો છે. ગૅલિલિઓએ પહેલા આ નિરીક્ષણો માત્ર આંખો દ્વારા કર્યું હતું. સોળમા શતક સુધીમાં ગ્રહોની સ્થિતિ અને ગતિ વિશે ઘણી માહિતી ઉપલબ્ધ થઈ હતી. યોહાનસ કેપ્લર નામના વૈજ્ઞાનિકે આ બધી માહિતીનો અભ્યાસ કર્યો. તેમને જાણ થઈ કે ગ્રહોની ગતિના કેટલાક વિશિષ્ટ નિયમો છે. તેમણે ગ્રહોની ગતિ વિશે ત્રણ નિયમો રજૂ કર્યા. કેપ્લરના આ નિયમો નીચે આપ્યા છે.

શું તમે જાણો છો ?

લંબવર્તુળ એટલે એક શંકુને એક સમતલે તિરછું (ત્રાસું) છેદતા તૈયાર થતી આકૃતિ. એને સમતલીય લંબવૃત્ત કહેવામાં આવે છે. જેને બે (કેન્દ્ર) નાભિબિંદુ હોય છે. આ બે નાભિબિંદુથી વૃત્ત પરના કોઈપણ બિંદુના અંતરોનો સરવાળો એક સમાન હોય છે.

આકૃતિ 1.3માં, F_1 અને F_2 બે કેન્દ્ર નાભિબિંદુઓ છે. પરિઘ પર કોઇપણ બિંદુઓ A, B, C આવેલા હોય તો

$AF_1 + AF_2 = BF_1 + BF_2 = CF_1 + CF_2$



1.3 લંબવર્તુળાકાર કક્ષા

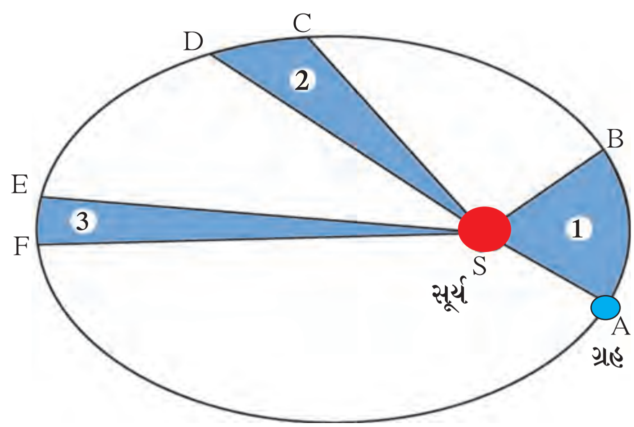
કેપ્લરનો પહેલો નિયમ :

ગ્રહોની કક્ષા લંબવર્તુળાકાર હોય છે અને સૂર્ય તે કક્ષાના એક નાભિ/ કેન્દ્ર પર હોય છે.

આકૃતિ 1.4માં, સૂર્ય ફરતે ગ્રહોની પરિભ્રમણની લંબવર્તુળાકાર કક્ષા દર્શાવેલ છે. સૂર્યની સ્થિતિ S વડે દર્શાવી છે.

કેપ્લરનો બીજો નિયમ :

સૂર્ય અને ગ્રહને જોડતી સીધી રેખા, સમાન સમયગાળામાં સમાન ક્ષેત્રફળ આંતરે છે.



1.4 સૂર્ય ફરતે ગ્રહોની પરિભ્રમણ કક્ષા

AB અને CD ગ્રહોએ સમાન સમયગાળામાં પાર કરેલું અંતર છે એટલે સમાન સમયગાળા પછી A અને C થી ગ્રહોનું સ્થાન ક્રમશઃ B અને D વડે દર્શાવ્યું છે. આકૃતિમાં સીધી રેખાઓ AS અને CS એક સમયગાળામાં સમાન ક્ષેત્રફળ આંતરે છે. એટલે કે ASB અને CSD ક્ષેત્રફળો સમાન છે.

કેપ્લરનો ત્રીજો નિયમ :

સૂર્યની પરિક્રમા કરતા ગ્રહોના આવર્તનકાળનો વર્ગ, ગ્રહોના સૂર્યથી સરાસરી અંતરના ઘનના સમપ્રમાણમાં હોય છે. એટલે કે ગ્રહોનો આવર્તનકાળ T હોય અને સૂર્યથી તેમનું સરાસરી અંતર r હોય તો

$T^2 \alpha r^3$ એટલે કે $\frac{T^2}{r^3}$ = અચળ = K .... (1)

કેપ્લરે આ નિયમ માત્ર નિયમિતપણે નિરીક્ષણ કરીને માપેલા ગ્રહોના સ્થાન પરથી શોધ્યા. ગ્રહો આ નિયમોનું પાલન શા માટે કરે છે તેનું કારણ તેમને ખબર નહોતું. ગુરૂત્વાકર્ષણનો સિધ્ધાંત રજૂ કરવામાં કેપ્લરના નિયમો કેવી રીતે મદદરૂપ થયા તે આપણે આગળ જોઈશું.

મગજ ચલાવો.

આકૃતિમાં 1.4માં ESFનું ક્ષેત્રફળ ASB જેટલું હોય તો EF માટે શું કહી શકાય ?

ન્યૂટનનો વૈશ્વિક ગુરુત્વાકર્ષણનો સિધ્ધાંત (Newton's universal law of gravitation)

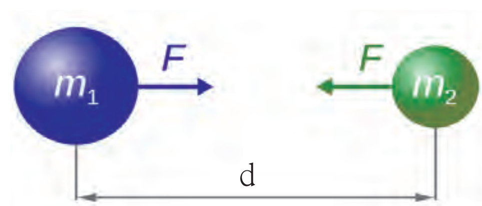
ઉપરના બધા નિરીક્ષણો અને કેપ્લરના નિયમને ધ્યાનમાં લઈને ન્યૂટને તેમનો વૈશ્વિક ગુરુત્વાકર્ષણનો સિધ્ધાંત રજૂ કર્યો. સિદ્ધાંત અનુસાર વિશ્વની દરેક વસ્તુ અન્ય પ્રત્યેક વસ્તુને નિશ્ચિત બળ વડે આકર્ષિત કરતી હોય છે. આ બળ એકબીજાને આકર્ષિત કરતી વસ્તુના દળોના ગુણાકારના સમપ્રમાણમાં અને તેમની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

વૈજ્ઞાનિકનો પરિચય

યોહાનેસ કેપ્લર (1571-1630) જર્મન ખગોળશાસ્ત્રી અને ગણિતશાસ્ત્રજ્ઞ હતા. ઇ.સ.1600માં, તેઓ પ્રાગના પ્રસિધ્ધ ખગોળશાસ્ત્રી ટાયકો બ્રાહેના મદદનીશ તરીકે કાર્ય કરતા હતાં. ઇ.સ.1601માં, ટાયકો બ્રાહેના આકસ્મિક મૃત્યુ પછી કેપ્લરને તેમના ઉત્તરાધિકારી (શાહી ગણિતશાસ્ત્રી) તરીકે નિયુક્ત કરવામાં આવ્યા. બ્રાહેએ ગ્રહોના સ્થાનના કરેલા નિરીક્ષણનો ઉપયોગ કરીને કેપ્લરે ગ્રહોની ગતિના નિયમો શોધ્યા. તેમણે ખગોળશાસ્ત્ર પર વિવિધ પુસ્તકો લખ્યા, તેમનું કાર્ય આગળ જતાં ન્યૂટનને ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમની શોધમાં ઉપયોગી સિધ્ધ થયું.

આકૃતિ 1.5માં m_1 અને m_2 દ્રવ્યમાન ધરાવતી બે વસ્તુઓ દર્શાવી છે. તેમની વચ્ચેનું અંતર d છે.

આ બે વસ્તુઓ વચ્ચેનું ગુરુત્વીય આકર્ષણ બળ F, ગાણિતિક ભાષામાં નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.



1.5 બે વસ્તુઓ વચ્ચેનું ગુરુત્વીય બળ

$$F \alpha \frac{m_1 m_2}{d^2} \quad \text{એટલે કે} \quad F = G\frac{m_1 m_2}{d^2} \quad \ldots\ldots. (2)$$

G સ્થિરાંક હોવાથી એને વૈશ્વિક ગુરુત્વીય સ્થિરાંક કહેવાય છે.

બે વસ્તુઓ પૈકી જો એક વસ્તુનું દ્રવ્યમાન બમણું કરીએ તો આ નિયમ પ્રમાણે તેમની વચ્ચેનું ગુરુત્વીય બળ બમણું થશે. તે જ રીતે આ બે વસ્તુઓ વચ્ચેનું અંતર બમણું કરીએ તો બળ એક ચતુર્થાંશ થશે. બંને વસ્તુ ગોળાકૃતિ હોય તો તેમની વચ્ચેનું બળ તેમના કેન્દ્રોને જોડતી સરળ રેખામાં હોય છે અને તે કેન્દ્રોને જોડનારા તે રેખાખંડોની લંબાઈ, તેમની વચ્ચેનું અંતર માનવામાં આવે છે. જો તે વસ્તુ ગોળ અથવા નિયમિત આકારની (Regular shape) ન હોય તો બળ તેમના દ્રવ્યમાન કેન્દ્રોને (Centre of mass) જોડતા રેખાખંડોની દિશામાં હોય છે અને d તરીકે તે રેખાખંડોની લંબાઈ લેવામાં આવે છે.

સમીકરણ (2) પરથી એવું જણાય છે કે આપણને G નું મૂલ્ય એકમ દ્રવ્યમાન ધરાવતી અને એકબીજાથી એકમ અંતરે આવેલી બે વસ્તુઓ વચ્ચેનું ગુરુત્વીય બળ માપવાથી મળશે. એટલે કે SI એકમ પ્રણાલીમાં G નું મૂલ્ય બે 1 kg દ્રવ્યમાન ધરાવતી અને એકબીજાથી 1m અંતરે આવેલી વસ્તુ વચ્ચેના ગુરુત્વીય બળના મૂલ્ય જેટલું હોય છે.

મગજ ચલાવો.

સાબિત કરો કે SI એકમ પ્રણાલીમાં Gનું એકમ Nm^2/kg^2 છે. Gનું મૂલ્ય સૌ પ્રથમ હેનરી કેવેન્ડિશ નામના વૈજ્ઞાનિકે પ્રયોગ કરીને માપ્યું. SI એકમ પ્રણાલીમાં તે 6.673×10^{-11} Nm^2/kg^2 છે.

એકાદ વસ્તુનું દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર, તે વસ્તુની અંદરનું અથવા બહારનું એવું બિંદુ હોય છે, જેમાં વસ્તુનું બધું દ્રવ્યમાન કેન્દ્રિત હોય છે એમ માની શકાય. એકસમાન ઘનતા ધરાવતી ગોળાકાર વસ્તુનું દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર ગોળાનું ભૌમિતિક કેન્દ્ર હોય છે. કોઈપણ સમાન ઘનત્વ ધરાવતી વસ્તુનું દ્રવ્યમાન તેના મધ્યવર્તી બિંદુ પર (Centroid) હોય છે.

ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ કહેતી વખતે ન્યૂટને બળ એ અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે, તેવું કયા આધારે જણાવ્યું ? તેના માટે તેમણે કેપ્લરના ત્રીજા નિયમની મદદ લીધી. કેવી રીતે તે જોઈએ ?

એક સમાન વર્તુળાકાર ગતિ / કેન્દ્રગામી બળનું પરિમાણ

(Unifrom circular motion/Effect of centripetal force)

ધારો કે એક વસ્તુ એક સમાન વર્તુળાકાર ગતિથી ગતિમાન છે. આ રીતે ગતિમાન વસ્તુ પર કેન્દ્ર તરફ નિર્દેશિત કેન્દ્રગામી બળ પ્રયુક્ત થતું હોય છે, તે આપણે જોયું. આ વસ્તુનું દ્રવ્યમાન m વડે, તેની કક્ષાની ત્રિજ્યા r વડે અને તેની ઝડપ v વડે દર્શાવી તો બળનું પરિમાણ $\frac{mv^2}{r}$ હોય છે, તે આ ગાણિતિક ક્રિયા દ્વારા દર્શાવી શકાય.

જો એક ગ્રહ વર્તુળાકાર કક્ષામાં સૂર્યની પરિક્રમા કરતો હોય તો તેના પર સૂર્યની દિશાથી પ્રયુક્ત થતું કેન્દ્રગામી બળ $F = \frac{mv^2}{r}$ હોવું જોઈએ. અહીં m ગ્રહનું દ્રવ્યમાન, v તેની ઝડપ અને r ગ્રહની વર્તુળાકાર કક્ષાની ત્રિજ્યા એટલે કે ગ્રહનું સૂર્યથી અંતર છે. તેની ઝડપ આપણે તેનો આવર્તનકાળ (T) એટલે સૂર્યની આસપાસ એક પરિક્રમા કરવાની સમયાવધિ અને ત્રિજ્યાની મદદથી શોધી શકીએ છીએ.

$$\text{ઝડપ} = \frac{\text{કાપેલું અંતર}}{\text{તેના માટે લાગેલો સમય}}$$

ગ્રહે એક પરિક્રમામાં કાપેલું અંતર = કક્ષાનો પરીઘ = $2\pi r$; r = સૂર્યથી અંતર,

તેના માટે લાગેલો સમય = આવર્તનકાળ = T

$$v = \frac{\text{કક્ષાનો પરિઘ}}{\text{આવર્તનકાળ}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$F = \frac{mv^2}{r} = \frac{m\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{4m\pi^2 r}{T^2}$$, જેમાં r^2 વડે ગુણતાં અને ભાગતાં આપણને મળશે,

$$F = \frac{4m\pi^2}{r^2}\left(\frac{r^3}{T^2}\right)$$ કેપ્લરના ત્રીજા નિયમ પ્રમાણે $\frac{T^2}{r^3} = K$ સ્થિર હોય છે. માટે $F = \frac{4m\pi^2}{r^2 K}$

પણ $\frac{4m\pi^2}{K}$ = સ્થિર, માટે $F \propto \frac{1}{r^2}$

એટલે કે સૂર્ય અને ગ્રહ વચ્ચેનું કેન્દ્રગામી બળ, જે ગ્રહના પરિભ્રમણ માટે કારણભૂત હોય છે, તે તેમની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. આ જ ગુરુત્વીય બળ હોય છે જે અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. એવો નિષ્કર્ષ ન્યૂટને કાઢ્યો. ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ નિસર્ગના અન્ય બળોની તુલનામાં અત્યંત ક્ષીણ હોય છે, પરંતુ તે સંપૂર્ણ વિશ્વનું નિયંત્રણ કરે છે અને વિશ્વનું ભાવિ નિશ્ચિત કરે છે. ગ્રહ, તારા અને વિશ્વના અન્ય ઘટકોના પ્રચંડ દ્રવ્યમાન ને કારણે આ શક્ય બને છે.

મગજ ચલાવો.

ટેબલ પરની બે વસ્તુઓ વચ્ચે અથવા તમારી અને તમારી બાજુમાં બેઠેલા તમારા મિત્ર વચ્ચે ગુરુત્વીય બળ હશે કે ? જો હોય તો તમે બંને એકબીજા તરફ શા માટે સરકતા નથી ?

ઉદા. 1. મહેન્દ્ર અને વિરાટ એકબીજાથી 1 m ના અંતરે છે. તેમનું દ્રવ્યમાન અનુક્રમે 75 kg અને 80 kg છે. તેમની વચ્ચેનું ગુરુત્વીય બળ કેટલું છે ?

આપેલી માહિતી :

$r = 1$ m, $m_1 = 75$ kg, $m_2 = 80$ kg અને

$G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2/kg^2

ન્યૂટનના સિધ્ધાંત અનુસાર,

$$F = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 75 \times 80}{1^2} \text{ N}$$

$$= 4.002 \times 10^{-7} \text{ N}$$

મહેન્દ્ર અને વિરાટ વચ્ચેનું ગુરુત્વીય બળ 4.002×10^{-7} N હશે.

આ બળ નજીવું છે. જો મહેન્દ્ર અને જે બાંકડા પર તે બેઠો છે તેની વચ્ચેનું ઘર્ષણ બળ શૂન્ય હોય તો આ ગુરુત્વીય બળ ને કારણે મહેન્દ્ર વિરાટ તરફ સરકવા માંડશે. તેનો પ્રવેગ અને તેના સરકવાનો વેગ આપણે ન્યૂટનના સમીકરણોની મદદથી શોધી શકીએ છીએ.

ઉદા. 2. ઉપરના ઉદાહરણમાં મહેન્દ્ર જે બાંકડા પર બેઠો છે તે ઘર્ષણ રહિત હોય તો વિરામ અવસ્થાથી શરૂ થયા પછી 1 સેકંડ બાદ મહેન્દ્રનો વિરાટ તરફ સરકવાનો વેગ કેટલો હશે ? તે વેગ સમયાનુસાર બદલાશે કે ? કેવી રીતે?

આપેલી માહિતી :

મહેન્દ્ર પર પ્રયુક્ત બળ = $F = 4.002 \times 10^{-7}$ N,

મહેન્દ્રનું દ્રવ્યમાન = $m = 75$ kg.

ન્યૂટનના ગતિવિષયક બીજા નિયમ અનુસાર, મહેન્દ્ર પર પ્રયુક્ત થતા બળને કારણે થતો તેનો પ્રવેગ = a

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4.002 \times 10^{-7}}{75} = 5.34 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$$

ન્યૂટનનું પહેલું સમીકરણ વાપરીને આપણે મહેન્દ્રનો 1 સેકંડ પછીનો વેગ શોધી શકીશું.

આ સમીકરણ પ્રમાણે

$v = u + at$

શરૂઆતમાં મહેન્દ્ર બાંકડા પર બેઠો હોવાથી તેનો શરૂઆતનો વેગ શૂન્ય છે ($u = 0$), તેનો બાંકડો ઘર્ષણ-રહિત છે એવું માનતા,

$v = 0 + 5.34 \times 10^{-9} \times 1$ m/s

મહેન્દ્રનો 1 સેકંડ પછીનો વેગ = 5.34×10^{-9} m/s

આ ખૂબ ધીમો વેગ છે અને તે પણ ઘર્ષણ ન હોય તો જ સંભવ છે તે તમારા ધ્યાનમાં આવ્યું જ હશે. આ વેગ પ્રવેગને કારણે વધતો જશે. તેમજ સમયાનુસાર મહેન્દ્ર વિરાટની નજીક સરકતા તેમની વચ્ચેનું અંતર ઓછું થતું જશે. ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમ પ્રમાણે ગુરુત્વીય બળ વધતું જશે અને તેથી, ન્યૂટના બીજા નિયમ મુજબ પ્રવેગ પણ વધતો જશે.

મગજ ચલાવો.

ઉદાહરણ 2માં મહેન્દ્રનો પ્રવેગ સ્થિર ધારીએ તો વેગાનુસાર તેને વિરાટ તરફ 1 સેમી સરકતા કેટલો સમય લાગશે ?

શું તમે જાણો છો ?

સમુદ્રમાં નિયમિત પણે આવતી ભરતી અને ઓટ વિશે તમે જાણતાં જ હશો. એક કિનારા પર સમુદ્રના પાણીનું સ્તર દિવસમાં નિયમિત સમયગાળામાં બે વાર વધે અને ઓછું થાય છે. જુદા જુદા સ્થળે ભરતી અને ઓટનો સમય જુદો જુદો હોય છે. સમુદ્રના પાણીનું સ્તર ચંદ્રના ગુરુત્વીય આકર્ષણને કારણે બદલાય છે.

1.6 ભરતી-ઓટ સ્થિતિ

આ બદલાવને કારણે ચંદ્રની દિશામાં રહેલા પાણીના જથ્થામાં વધારો થાય છે. તેથી તે સ્થળે ભરતી આવે છે. અને તે સ્થળથી આકૃતિ 1.6માં, દર્શાવ્યા મુજબ 90^0 ખૂણે આવેલા પૃથ્વી પરના સ્થળે પાણીનું સ્તર ઓછું થાય છે અને ત્યાં ઓટ આવે છે.

ભૂગોળ વિષયના પાઠ્યપુસ્તકમાંથી ભરતી-ઓટ વિશે માહિતી મેળવો. સમુદ્રકિનારે પર્યટન માટે જાઓ ત્યારે એક જ સ્થળની ભરતી-ઓટનું નિરીક્ષણ કરો. છાયાચિત્રો પાડો અને તેમનું પ્રદર્શન યોજો.

પૃથ્વીનું ગુરુત્વીય બળ (Earth's gravitational force)

ક્ષિતિજને લંબ દિશામાં સીધો ઉપર ફેંકેલા પથ્થરનો વેગ એકસમાન હશે કે, અથવા તે સમયાનુસાર બદલાશે ? કઈ રીતે બદલાશે ? તે પથ્થર સતત ઉપર શા માટે જતો નથી ? થોડે ઊંચે ગયા બાદ તે પાછો નીચે શા માટે પડે છે ? તેની મહત્તમ ઊંચાઈ શેના પર આધારિત હોય છે ?

પૃથ્વી તેની પાસેની બધી વસ્તુઓને ગુરુત્વીય બળ વડે પોતાની તરફ આકર્ષિત કરે છે. પૃથ્વીનું દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર, તેના કેન્દ્ર બિંદુમાં હોય છે તેથી કોઈપણ વસ્તુ પરનું પૃથ્વીનું ગુરુત્વીય બળ પૃથ્વીના કેન્દ્રની દિશામાં હોય છે. એટલે જ આ બળને કારણે વસ્તુ ક્ષિતિજને લંબ દિશામાં સીધી નીચે પડે છે. તેમજ, આપણે જ્યારે એકાદ પથ્થર ક્ષિતિજને લંબ દિશામાં સીધો ઉપર ફેંકીએ છીએ ત્યારે આ બળ તેને નીચેની તરફ ખેંચતું હોય છે અને તેનો વેગ ઓછો કરે છે. સતત પ્રયુક્ત થતા આ બળને કારણે પથ્થરનો વેગ કેટલાક સમય બાદ શૂન્ય થાય છે અને તે જ બળને કારણે પથ્થર નીચે, પૃથ્વીના કેન્દ્ર તરફ આવવા માંડે છે.

ગણેલાં ઉદાહરણો

ઉદા. 1. પહેલાના ઉદાહરણમાં મહેન્દ્ર પર પ્રયુક્ત થનાર પૃથ્વીના ગુરુત્વીય બળનું પરિમાણ શોધો.

આપેલી માહિતી :

પૃથ્વીનું દ્રવ્યમાન = $m_1 = 6 \times 10^{24}$ kg

પૃથ્વીની ત્રિજ્યા = $R = 6.4 \times 10^6$ m

મહેન્દ્રનું દ્રવ્યમાન = $m_2 = 75$ kg

$G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$

ગુરુત્વીય બળના સિધ્ધાંત પ્રમાણે મહેન્દ્ર પર પ્રયુક્ત થતું પૃથ્વીનું ગુરુત્વીય બળ

$$F = \frac{G m_1 m_2}{R^2}$$

$$F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 75 \times 6 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^6)^2} N$$

$$= 733\ N$$

આ બળ મહેન્દ્ર અને વિરાટ વચ્ચે રહેલા ગુરુત્વીય બળ કરતાં 1.83×10^9 ગણું છે.

ઉદા. 2. વિરામ અવસ્થાથી શરૂ કરીને, પૃથ્વીના ગુરુત્વીય બળને કારણે ઊંચાઈ પરથી નીચે પડતી વખતે 1 સેકંડ પછી મહેન્દ્રનો વેગ કેટલો હશે ?

આપેલી માહિતી :

મહેન્દ્રનો શરૂઆતનો વેગ = $u = 0$,

તેના પર પ્રયુક્ત ગુરુત્વીય બળ = $F = 733$ N

મહેન્દ્રનું દ્રવ્યમાન (વજન) = $m = 75$ kg

$t = 1$ s

મહેન્દ્રનો પ્રવેગ $a = \frac{F}{m} = \frac{733}{75}\ m/s^2$

$= 9.77\ m/s^2$

ન્યૂટનના પહેલા સમીકરણ મુજબ

$v = u + a t$

મહેન્દ્રનો 1 સેકંડ પછીનો વેગ

$v = 0 + 9.77 \times 1 = 9.77\ m/s$

આ વેગ પાના નં.6 પરના ઉદાહરણ 2માં મહેન્દ્રના વેગ કરતા 1.83×10^9 ગણો છે.

મગજ ચલાવો.

ન્યૂટનના સિધ્ધાંત પ્રમાણે દરેક વસ્તુ અન્ય વસ્તુને આકર્ષિત કરે છે. એટલે કે પૃથ્વી સફરજનને પોતાની તરફ ખેંચે છે. તે જ રીતે સફરજન પણ પૃથ્વીને તેટલા જ બળપૂર્વક પોતાની તરફ ખેંચે છે. તો સફરજન પૃથ્વી પર શા માટે પડે છે. પૃથ્વી સફરજન તરફ શા માટે સરકતી નથી ?

પૃથ્વીનું ગુરુત્વીય બળ ચંદ્ર પર પણ પ્રયુક્ત થતું હોવાને કારણે ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ પરિક્રમા કરે છે. પૃથ્વીની આસપાસ પરિક્રમા કરતા કૃત્રિમ ઉપગ્રહોની બાબતમાં પણ આમ જ બને છે. ચંદ્ર અને કૃત્રિમ ઉપગ્રહ પૃથ્વીની ફરતે ફરે છે. તેમને પૃથ્વી પોતાની તરફ આકર્ષિત કરે છે. પરંતુ સફરજનની જેમ તેઓ પૃથ્વી પર પડતા નથી. આવું શાથી થાય છે ? ચંદ્ર અને કૃત્રિમ ઉપગ્રહોના તેમની કક્ષામાંના વેગને કારણે આવું થાય છે. આ વેગ ન હોત તો તેઓ પૃથ્વી પર પડ્યા હોત.

પૃથ્વીનો ગુરુત્વીય પ્રવેગ (Earth's gravitational acceleration)

પૃથ્વી તેની નજીકની દરેક વસ્તુઓ પર ગુરુત્વીય બળ પ્રયુક્ત કરે છે. ન્યૂટનના બીજા નિયમ પ્રમાણે એકાદ વસ્તુ પર પ્રયુક્ત થતા બળને કારણે પણ વસ્તુનો પ્રવેગ થાય છે. આ નિયમ અનુસાર પૃથ્વીના ગુરુત્વીય બળને કારણે પણ વસ્તુનો પ્રવેગ થાય છે. તેને પૃથ્વીનો ગુરુત્વીય પ્રવેગ કહે છે અને તેને 'g' અક્ષર વડે દર્શાવવામાં આવે છે. પ્રવેગ એક સદિશ રાશિ છે. પૃથ્વીના ગુરુત્વીય પ્રવેગની દિશા, તેના ગુરુત્વીય બળની જેમ, પૃથ્વીના કેન્દ્ર તરફ એટલે કે ક્ષિતિજને લંબ દિશામાં હોય છે.

1. પૃથ્વીનું ગુરુત્વાકર્ષણ ન હોત તો શું થાત ?
2. G નું મૂલ્ય બમણું હોત તો શું થાત ?

પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગ પર g નું મૂલ્ય

ન્યૂટનના નિયમ પ્રમાણે પૃથ્વીના કેન્દ્રથી r અંતરે આવેલી m દ્રવ્યમાન ધરાવતી વસ્તુ પરનું ગુરુત્વીય બળ (F) અને તે વસ્તુનો પ્રવેગ (g) નીચે દર્શાવ્યા મુજબ શોધી શકાય.

$$F = \frac{G M m}{r^2} \quad ....(3)$$

M પૃથ્વીનું દ્રવ્યમાન છે.

$$F = m g \quad ....(4)$$

સમી.(3) અને (4) પરથી $mg = \frac{G M m}{r^2}$

$$g = \frac{G M}{r^2} \quad ....(5)$$

જો વસ્તુ પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગ પર સ્થિત હોય તો r = R = પૃથ્વીની ત્રિજ્યા અને તેથી પૃષ્ઠભાગ પરના g નું મૂલ્ય નીચે પ્રમાણે હશે.

$$g = \frac{G M}{R^2} \quad ....(6)$$

g નો SI એકમ m/s^2 છે. પૃથ્વીનું દ્રવ્યમાન 6×10^{24} kg અને ત્રિજ્યા 6.4×10^6 m છે. સમીકરણ (6)માં આ કિંમતો મૂકતાં.

$$g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^6)^2} = 9.77 \ m/s^2 \quad .... (7)$$

આ પ્રવેગ માત્ર પૃથ્વીના દ્રવ્યમાન M અને તેની ત્રિજ્યા R પર આધારિત હોય છે. તેથી તે પૃથ્વી પરની કોઈપણ વસ્તુ માટે સમાન હોય છે. વસ્તુના કોઇપણ ગુણધર્મ પર તે આધારિત હોતો નથી.

જો પૃથ્વીનું દ્રવ્યમાન બમણું હોય અને ત્રિજ્યા અડધી હોય તો g નું મૂલ્ય કેટલું હશે ?

'g' ના મૂલ્યમાં થતો ફેરફાર

(અ) પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગ પર થતો ફેરફાર : પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગ પર દરેક સ્થળે g નું મૂલ્ય સમાન હોય છે કે ? એનો જવાબ છે ના. એનું કારણ એ છે કે પૃથ્વીનો આકાર પૂર્ણપણે ગોળાકાર નથી. માટે તેના પૃષ્ઠભાગ પરના જુદા જુદા બિંદુનું પૃથ્વીના કેન્દ્રથી અંતર તે બિંદુના સ્થાન અનુસાર બદલાય છે. પૃથ્વી પોતે પોતાની ફરતે ફરતી હોવાને કારણે તેનો આકાર ધ્રુવ પાસે થોડો ચપટો છે અને વિષુવવૃત્ત પાસે થોડો ફૂલેલો છે. એટલે કે પૃથ્વીની ત્રિજ્યા ધ્રુવ પાસે ઓછી/નાની અને વિષુવવૃત્ત પાસે વધારે/મોટી છે. માટે g નું મૂલ્ય ધ્રુવ પર સૌથી વધારે એટલે $9.832 m/s^2$ છે. અને ત્યાંથી વિષુવવૃત્ત તરફ જતા ઓછું થતું જાય છે. વિષુવવૃત્ત પર g નું મૂલ્ય સૌથી ઓછું $9.78 \ m/s^2$ છે.

(બ) ઊંચાઈ અનુસાર ફેરફાર : પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગથી ઉપર જતાં બિંદુનું કેન્દ્રથી અંતર વધતું જાય છે અને સમીકરણ (5) પ્રમાણે g નું મૂલ્ય ઓછું થતું જાય છે. પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગથી વસ્તુની ઊંચાઈ પૃથ્વીની ત્રિજ્યાની તુલનામાં ખૂબ ઓછી હોવાથી ઊંચાઈને કારણે g માં થતો ફેરફાર ઓછો હોય છે. દા.ત.પૃથ્વીની ત્રિજ્યા 6400 km છે. પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગથી 10 km ઊંચે ઉડતા વિમાનનું પૃથ્વીના કેન્દ્રથી અંતર 6400 km થી 6410 km સુધી વધવાથી g ના મૂલ્યમાં થતો ફેરફાર નજીવો હોય છે. તે જ રીતે આપણે જ્યારે કૃત્રિમ ઉપગ્રહનો વિચાર કરીએ છીએ. ત્યારે પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગથી તેમની ઊંચાઈના કારણે g માં થતો ફેરફાર ધ્યાનમાં લેવો પડે છે. કેટલીક વિશિષ્ટ ઊંચાઈએ g ના મૂલ્યમાં થતો ફેરફાર નીચેના કોષ્ટકમાં આપ્યો છે.

સ્થાન	પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગથી ઊંચાઈ (km)	g (m/s^2)
પૃથ્વીનો પૃષ્ઠભાગ (સરાસરી)	0	9.81
માઉન્ટ એવરેસ્ટ	8.8	9.8
માનવનિર્મિત ફુગ્ગાએ મેળવેલી સૌથી વધુ ઊંચાઈ	36.6	9.77
અવકાશ યાનની કક્ષા	400	8.7
સંદેશ વ્યવહાર ઉપગ્રહની કક્ષા	35700	0.225

'g' ના મૂલ્યમાં ઊંચાઈ અનુસાર થતો ફેરફાર

(ક) ઊંડાઈ અનુસાર થતો ફેરફાર : પૃથ્વીની અંદર જઈએ ત્યારે પણ g નું મૂલ્ય બદલાતું રહે છે. સમીકરણ (5)માં r નું મૂલ્ય ઓછું થતું જાય છે અને તે અનુસાર g નું મૂલ્ય વધવું જોઈએ. પરંતુ વસ્તુ પૃથ્વીના કેન્દ્રની નજીક જવાથી હવે વસ્તુ પર ગુરુત્વીય બળ પ્રયુક્ત કરનાર પૃથ્વીનો ભાગ પણ ઓછો થાય છે. માટે જ સમીકરણ (5)માં વપરાયેલ M નું મૂલ્ય પણ બદલાય છે. આનું એકત્રિત પરિણામ એટલે પૃથ્વીની અંદર જઈએ ત્યારે ઊંડાઈ અનુસાર g નું મૂલ્ય ઓછું થતું જાય છે.

વિચાર કરો.

1. પૃથ્વીની અંદર જતાં ગુરુત્વાકર્ષણ બળની દિશામાં કંઈ ફરક થશે કે ?
2. પૃથ્વીના કેન્દ્રમાં g નું મૂલ્ય કેટલું હશે ?

દરેક ગ્રહ અને ઉપગ્રહનું દ્રવ્યમાન અને ત્રિજ્યા જુદા જુદા હોય છે અને સમીકરણ (6) પ્રમાણે તેમના પૃષ્ઠભાગ પર g નું મૂલ્ય પણ જુદું જુદું હોય છે. ચંદ્રનું ગુરૂત્વીય બળ પૃથ્વીના ગુરુત્વીય બળના એક ષષ્ઠાંશ જેટલું હોય છે. તેથી આપણે નિશ્ચિત બળ વાપરીને પૃથ્વી કરતા ચંદ્ર પર છ ગણો ઊંચો કૂદકો મારી શકીએ છીએ.

દ્રવ્યમાન અને વજન (Mass and Weight)

દ્રવ્યમાન : કોઈપણ વસ્તુનું દ્રવ્યમાન એટલે તેમાં રહેલા દ્રવ્યસંચયનું માપ. એનો SI એકમ કિલોગ્રામ છે. દ્રવ્યમાન અદિશ રાશિ છે. તેનું મૂલ્ય દરેક જગ્યાએ સમાન હોય છે. બીજા ગ્રહ પર પણ તેનું મૂલ્ય બદલાતું નથી. ન્યૂટનના પહેલા નિયમ અનુસાર દ્રવ્યમાન એ વસ્તુના જડત્વનું ગુણાત્મક માપ છે. માટે જેટલું દ્રવ્યમાન વધારે એટલું તેનું જડત્વ વધારે.

વજન : એક વસ્તુને પૃથ્વી જે ગુરુત્વીય બળથી આકર્ષિત કરે છે તે બળને વજન કહેવાય છે. m દ્રવ્યમાન ધરાવતી વસ્તુ પરનું પૃથ્વીનું ગુરુત્વીય બળ (F) સમીકરણ (4) પરથી,

$$\therefore \text{ વજન, } W = F = m\,g \;\ldots\ldots \left(g = \frac{GM}{R^2}\right)$$

વજન એ બળ હોવાથી તેનો SI એકમ ન્યૂટન છે. તેમજ વજન એ બળ હોવાથી તે એક સદિશ રાશિ છે. આ બળની દિશા પૃથ્વીના કેન્દ્ર તરફ હોય છે. g નું મૂલ્ય બધી જગ્યાએ સરખું ન હોવાથી વસ્તુનું સરાસરી વજન પણ સ્થાન પ્રમાણે બદલાય છે, પણ તેનું દ્રવ્યમાન દરેક જગ્યાએ એક સમાન હોય છે.

બોલી ભાષામાં આપણે વજન શબ્દનો ઉપયોગ 'વજન' અને 'દ્રવ્યમાન' બંને અર્થમાં કરીએ છીએ અને એકાદ વસ્તુનું વજન kg માં એટલે કે દ્રવ્યમાનના એકમમાં માપીએ છીએ. પરંતુ જ્યારે આપણે વૈજ્ઞાનિક ભાષામાં એમ કહીએ છીએ કે 'રાજીવનું વજન 75 kg છે' ત્યારે આપણે રાજીવનું દ્રવ્યમાન કહેતા હોઈએ છીએ. '75 kg દ્રવ્યમાન પર જેટલું ગુરુત્વીય બળ પ્રયુક્ત થતું હોય તેટલું રાજીવનું વજન છે.' એ આપણે જાણીએ છીએ. રાજીવનું દ્રવ્યમાન75 kg હોવાથી પૃથ્વી પર તેનું વજન F = mg = 75 x 9.8 = 735 N હોય છે. 1 kg દ્રવ્યમાનનું વજન 1 x 9.8 = 9.8 N હોય છે. આપણું 'વજન' માપનાર ઉપકરણો આપણને આપણું દ્રવ્યમાન જ જણાવે છે. દુકાનમાં રહેલો સમભુજ વજનકાંટો બે વજનોની અને પર્યાયરૂપે બે દ્રવ્યમાનની તુલના કરે છે.

મગજ ચલાવો.

1. પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગથી ઊંચે જતાં તમારું વજન સ્થિર રહેશે કે ?
2. ધારો કે તમે એક ઊંચી સીડી પર ઊભા છો. પૃથ્વીના કેન્દ્રથી તમારું અંતર 2R હોય તો તમારું વજન કેટલું હશે ?

ગણેલાં ઉદાહરણો

ઉદા. : જો એક વ્યક્તિનું વજન પૃથ્વી પર 750 N હોય તો ચંદ્ર પર તેનું વજન કેટલું હશે? (ચંદ્રનું દ્રવ્યમાન પૃથ્વીના દ્રવ્યમાન કરતા $\frac{1}{81}$ ગણું છે. તેની ત્રિજ્યા પૃથ્વીની ત્રિજ્યા કરતાં $\frac{1}{3.7}$ ગણી છે.)

આપેલી માહિતી :

પૃથ્વી પરનું વજન = 750 N ,

પૃથ્વીના (M_E) અને ચંદ્રના (M_M) દ્રવ્યમાનોનો ગુણોત્તર, $\frac{M_E}{M_M} = 81$

પૃથ્વીની (R_E) અને ચંદ્રની (R_M) ત્રિજ્યાનો ગુણોત્તર, $\frac{R_E}{R_M} = 3.7$

ધારો કે તે વ્યક્તિનું દ્રવ્યમાન m kg છે.

પૃથ્વી પર તેનું વજન $= m\,g = 750 = \frac{m\,G\,M_E}{R_E^2} \quad \therefore\ m = \frac{750\,R_E^2}{(G\,M_E)}$ ....(i)

વ્યક્તિનું ચંદ્ર પરનું વજન $= \frac{m\,G\,M_M}{R_M^2}$

$$= \frac{750\,R_E^2}{(G\,M_E)} \times \frac{G\,M_M}{R_M^2} = 750\,\frac{R_E^2}{R_M^2} \times \frac{M_M}{M_E} = 750 \times (3.7)^2 \times \frac{1}{81} = 126.8\ N$$

સમીકરણ (i)નો ઉપયોગ કરતાં,

ચંદ્ર પરનું વજન પૃથ્વી પરના વજન કરતાં લગભગ એક ષષ્ઠાંશ છે. વસ્તુનું ચંદ્ર પરનું વજન આપણે m g_M (g_M એટલે ચંદ્ર પરનો ગુરુત્વીય પ્રવેગ) રૂપે લખી શકીએ છીએ. એટલે ચંદ્ર પરનો પ્રવેગ એ પૃથ્વી પરના પ્રવેગ કરતાં એક ષષ્ઠાંશ છે.

શું તમે જાણો છો ?

ગુરુત્વીય લહેરો (Gravitational waves)

પાણીમાં પથ્થર નાખવાથી તેમાં લહેરો નિર્માણ થાય છે, તે જ રીતે એક દોરીના બંને છેડા પકડીને તેને હલાવવાથી પણ લહેરો નિર્માણ થાય છે એ તમે જોયું હશે. પ્રકાશ પણ એક પ્રકારનો તરંગ છે. તેને વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ કહેવામાં આવે છે. ગામા કિરણ, ક્ષ-કિરણ, અતિનીલ કિરણ (અલ્ટ્રા વાયોલેટ), અવરક્ત કિરણ (ઈન્ફ્રા રેડ), સૂક્ષ્મ તરંગ અને રેડિયો તરંગ આ બધાં વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગોના વિવિધ પ્રકારો છે. ખગોળીય વસ્તુ તરંગ ઉત્સર્જિત કરે છે અને આપણે આપણાં ઉપકરણો દ્વારા તેમને ગ્રહણ કરીએ છીએ. વિશ્વ વિશેની સંપૂર્ણ માહિતી આપણને આ લહેરો દ્વારા જ મળી છે.

ગુરુત્વીય લહેરો એકદમ જુદા પ્રકારની જ લહેરો છે. તેમને અવકાશ કાળની લહેરો પણ કહેવામાં આવે છે. તેમના અસ્તિત્વની શક્યતા આઈનસ્ટાઈને 1916માં રજૂ કરી હતી. આ લહેરો ખૂબ સૂક્ષ્મ હોવાને કારણે તેમને શોધવી ખૂબ મુશ્કેલ હોય છે. ખગોળીય વસ્તુમાંથી ઉત્સર્જિત થયેલ ગુરુત્વીય લહેરોને શોધવા માટે વૈજ્ઞાનિકોએ, અતિશય સંવેદનશીલ ઉપકરણો વિકસિત કર્યા છે. જેમાં LIGO (Laser Interferometric Gravitational Wave Observatory) મુખ્ય છે. વૈજ્ઞાનિકોએ 2016માં, આઈનસ્ટાઈનની આગાહીના બરાબર 100 વર્ષ બાદ ખગોળીય સ્રોતોમાંથી આવતી ગુરુત્વીય લહેરો શોધી. આ શોધમાં ભારતીય વૈજ્ઞાનિકોનું યોગદાન નોંધનીય છે. આ શોધને કારણે વિશ્વની માહિતી મેળવવાનો એક નવો માર્ગ મળ્યો છે.

મુક્ત પતન (Free fall)

કરી જુઓ.

એક નાનો પથ્થર હાથમાં લો. તેના પર ક્યા ક્યા બળો પ્રયુક્ત થાય છે ? હવે તે પથ્થર ધીમેથી છોડી દો. તમને શું જોવા મળશે ? તમે છોડી દીધા પછી પથ્થર પર ક્યું બળ પ્રયુક્ત થયું ?

પૃથ્વીનું ગુરુત્વીય બળ બધી વસ્તુ પર પ્રયુક્ત થાય છે એ આપણે જાણીએ છીએ. આપણે પથ્થર હાથમાં લીધો હોય ત્યારે પણ આ બળ પ્રયુક્ત થાય જ છે. પરંતુ આપણે હાથથી વિરુધ્ધ દિશામાં પ્રયુક્ત કરેલ બળ તેને સંતુલિત કરતું હતું અને તે પથ્થર સ્થિર હતો. આપણે હાથમાંથી છોડી દીધાં પછી પથ્થર પર માત્ર ગુરુત્વીય બળ પ્રયુક્ત થતું હોવાને કારણે તેના પ્રભાવથી તે પથ્થર નીચે પડ્યો. જ્યારે એકાદ વસ્તુ માત્ર ગુરુત્વીય બળના પ્રભાવથી ગતિમાન હોય ત્યારે તે ગતિને મુક્ત પતન કહેવાય છે. એટલે પથ્થરનું મુક્ત પતન થાય છે. મુક્ત પતનમાં શરૂઆતનો વેગ શૂન્ય હોય છે અને સમય અનુસાર ગુરુત્વીય પ્રવેગને કારણે તે વધતો જાય છે. પૃથ્વી પર મુક્ત પતન સમયે હવા સાથે થતા ઘર્ષણને કારણે વસ્તુની ગતિને અવરોધ થાય છે અને વસ્તુ પર પ્લાવક બળ પણ કાર્ય કરે છે. માટે ખરા અર્થમાં મુક્ત પતન હવામાં થઈ શકતું નથી. તે માત્ર શૂન્યવકાશમાં જ શક્ય છે.

મુક્ત પતનમાં વસ્તુનો જમીન પર પડવાનો વેગ અને તેના માટે લાગતો સમય આપણે ન્યૂટનના સમીકરણની મદદથી શોધી શકીએ છીએ. મુક્ત પતન માટે પ્રવેગ g હોય અને શરૂઆતનો વેગ u શૂન્ય હોય છે એને ધ્યાનમાં લેતા સમીકરણો નીચે પ્રમાણે છે.

$$v = g\,t$$

$$s = \frac{1}{2} g\,t^2$$

$$v^2 = 2\,g\,s$$

સીધી ઉપર ફેંકલી વસ્તુની ગતિનો અભ્યાસ કરતી વખતે g નું મૂલ્ય g ને બદલે –g લેવું પડશે કારણકે આ ગતિમાં પ્રવેગ એ વેગની વિરુધ્ધ દિશામાં હોય છે. g નું પરિમાણ તેટલું હોય તો પણ પ્રવેગને કારણે પથ્થરનો વેગ વધતો નથી પરંતુ ઓછો થતો હોય છે. ચંદ્ર અને કૃત્રિમ ઉપગ્રહો પણ માત્ર પૃથ્વીના ગુરુત્વીય બળના પ્રભાવ હેઠળ ગતિશીલ હોય છે. તેથી તેઓ પણ મુક્ત પતનના ઉદાહરણ છે.

શું તમે જાણો છો ?

પૃથ્વી પરના એક સ્થાન પર g નું મૂલ્ય બધી વસ્તુઓ માટે એક સમાન હોય છે. માટે કોઈપણ બે વસ્તુ એક જ ઊંચાઈએથી છોડતાં, એક જ સમયે જમીન પર પહોંચે છે. તેમના દ્રવ્યમાન અને અન્ય કોઈ પણ ગુણધર્મોનું આ સમયાવધિ પર પરિણામ થતું નથી. એવું કહેવાય છે કે ગેલિલિઓએ આશરે ઇ.સ.1590માં ઇટલી દેશમાં પીસા શહેરમાં એક પ્રયોગ કર્યો. બે જુદા જુદા દ્રવ્યમાન ધરાવતા ગોળા ઝુકેલા મિનારા પરથી એક જ સમયે નીચે છોડીએ તો તે એક જ સમયે જમીન પર પડે છે તે સિધ્ધ કર્યું.

આપણે જો ઊંચાઈ પરથી એક વજનદાર પથ્થર અને એક પીંછું એક જ સમયે છોડીએ તો તે એક જ સમયે જમીન પર પહોંચતા નથી. પીંછાના હવા સાથે થતાં ઘર્ષણને કારણે પ્રયુક્ત થતા પ્લાવક બળને કારણે પીછું લહેરા-તાં લહેરાતાં ધીમે ધીમે નીચે આવે છે અને જમીન પર મોડું પહોંચે છે. હવાના કારણે પ્રયુક્ત થતું બળ પથ્થરના વજન કરતાં ખૂબ ઓછું હોય છે અને પથ્થરની ગતિ પર પરિણામ કરવા માટે ઓછું પડે છે. તેથી વૈજ્ઞાનિકોએ આ પ્રયોગ શૂન્યવકાશમાં કર્યો તો પથ્થર અને પીછું બંને વસ્તુ એક જ સમયે જમીન પર પહોંચે છે તે સિધ્ધ થયું છે.

સંદર્ભ માટે જુઓ : https://www.youtube.com/watch?v=eRNC5kcvINA

ઉદા. 1. એક 3 kg દ્રવ્યમાનનો લોખંડનો ગોળો 125 m ઊંચાઈ પરથી નીચે પડ્યો. g નું મૂલ્ય 10 m/s^2 લઈ નીચેની રાશિનું મૂલ્ય શોધો.

(અ) જમીન સુધી પહોંચતા લાગેલો સમય,

(બ) જમીન સુધી પહોંચતી વખતનો વેગ,

(ક) અડધા સમયે તેની ઊંચાઈ.

આપેલી માહિતી :

લોખંડના ગોળાનું દ્રવ્યમાન = m = 3 kg,

કાપેલું કુલ અંતર = s = 125 m,

શરૂઆતનો વેગ = u = 0,

પ્રવેગ= a = g = 10 m/s^2

(અ) ન્યૂટનના બીજા સમીકરણ પ્રમાણે

$$s = ut + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\therefore \quad 125 = 0\,t + \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 = 5\,t^2$$

$$\therefore \quad t^2 = \frac{125}{5} = 25$$

$$\therefore \quad t = 5\text{ s}$$

લોખંડનો ગોળો 5 સેકંડમાં જમીન પર પહોંચશે.

(બ) ન્યૂટનના પહેલા સમીકરણ મુજબ

અંતિમ વેગ $= v = u + at$

$= 0 + 10 \times 5 = 50$ m/s

લોખંડનો ગોળો જમીન પર પહોંચશે ત્યારે તેનો વેગ 50 m/s હશે.

(ક) કુલ સમયનો અડધો સમય $= t = \frac{5}{2} = 2.5$ s

તે સમયે લોખંડના ગોળાએ કાપેલું અંતર = s

ન્યૂટનના બીજા સમીકરણ પ્રમાણે

$$s = ut + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\therefore \quad s = 0 + \frac{1}{2} 10 \times (2.5)^2 = 31.25\text{ m.}$$

અડધા સમયે લોખંડના ગોળાની ઊંચાઈ

= 125−31.25 = 93.75 m

ઉદા. 2. એક ટેનિસનો દડો ઉપર ફેંકતા તે 4.05 m ઊંચાઈએ પહોંચી નીચે આવ્યો. તેનો શરૂઆતનો વેગ કેટલો હશે ? તેને નીચે આવતા કુલ કેટલો સમય લાગશે ? g નું મૂલ્ય 10 m/s^2.

આપેલી માહિતી :

ઉપર જતી વખતે દડાનો અંતિમ વેગ, v = 0

દડાએ પાર કરેલું અંતર, s = 4.05 m

દડાનો પ્રવેગ, a = − g = −10 m/s^2

ન્યૂટનના ત્રીજા સમીકરણ પ્રમાણે

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$\therefore \quad 0 = u^2 + 2\,(-10) \times 4.05$$

$$\therefore \quad u^2 = 81$$

$\therefore$ u = 9 m/s દડાનો શરૂઆતનો વેગ = 9 m/s

હવે આપણે દડાની નીચે આવતા વખતની ક્રિયા જોઈએ. ધારોકે, દડો t સમયમાં નીચે આવે છે. હવે દડાનો શરૂઆતનો વેગ = 0 m/s, દડાએ પાર કરેલું અંતર = 4.05 m અને દડાનો વેગ અને તેનો પ્રવેગ એક જ દિશામાં હોવાથી,

a = g = 10 m/s^2.

ન્યૂટનના બીજા સમીકરણ પ્રમાણે...

$$s = ut + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\therefore \quad 4.05 = 0 + \frac{1}{2} 10\,t^2$$

$$\therefore \quad t^2 = \frac{4.05}{5} = 0.81$$

$$\therefore \quad t = 0.9\text{ s}$$

દડાને નીચે આવતા 0.9 સેકંડ લાગશે. તેને ઉપર જવા માટે પણ તેટલો જ સમય લાગશે.

દડાને નીચે આવતા લાગતો કુલ સમય

= 2 x 0.9 = 1.8 s

મગજ ચલાવો.

ન્યૂટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમ પ્રમાણે વધુ દ્રવ્યમાન ધરાવતી વસ્તુ પર પૃથ્વીનું ગુરુત્વીય બળ વધુ હોય છે. તો તે વસ્તુ ઓછું દ્રવ્યમાન ધરાવતી વસ્તુ કરતા વધુ ઝડપથી નીચે શા માટે પડતી નથી ?

ગુરુત્વીય સ્થિતિજ ઉર્જા (Gravitational potential energy)

પાછલા ધોરણમાં આપણે સ્થિતિજ ઉર્જા વિશે શીખ્યા છીએ. વસ્તુની વિશિષ્ટ સ્થિતિને કારણે અથવા સ્થાનને કારણે તેમાં જે ઉર્જા સમાય છે તેને સ્થિતિજ ઉર્જા કહે છે. આ ઉર્જા સાપેક્ષ હોય છે અને પૃષ્ઠ ભાગથી વસ્તુની ઉંચાઈ વધતા તે વધતી જાય છે તે આપણે જાણીએ છીએ. m દ્રવ્યમાન ધરાવતી અને પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગથી h ઊંચાઈએ આવેલી વસ્તુની ગુરુત્વીય સ્થિતિજ ઉર્જા mgh હોય છે અને પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગ પર તે શૂન્ય હોય છે એવી આપણે ધારણા કરી હતી. h નું મૂલ્ય પૃથ્વીની ત્રિજ્યાની તુલનામાં ખૂબ ઓછું હોવાથી g નું મૂલ્ય આપણે સ્થિર ધારી શકીએ અને ઉપરનું સૂત્ર (mgh) વાપરી શકીએ. પરંતુ h નું મૂલ્ય વધુ હોય ત્યારે g નું મૂલ્ય ઉંચાઈ અનુસાર ઓછું થતું જાય છે. વસ્તુ પૃથ્વીથી અનંત અંતરે હોય ત્યારે g નું મૂલ્ય શૂન્ય હોય છે અને વસ્તુ પર પૃથ્વીનું ગુરુત્વીય બળ કાર્ય કરતું નથી. તેથી ત્યાં વસ્તુની ગુરુત્વીય સ્થિતિજ ઉર્જા શૂન્ય લેવી વધુ યોગ્ય હોય છે એટલે કે અંતર તેનાથી પણ ઓછું હોય તો સ્થિતિજ ઉર્જા શૂન્યથી ઓછું એટલે કે ઋણ હોય છે.

વસ્તુ પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગથી h ઉંચાઈએ હોય ત્યારે તેની ગુરુત્વીય સ્થિતિજ ઉર્જા $-\frac{GMm}{R+h}$ હોય છે.

અહીં M અને R અનુક્રમે પૃથ્વીનું દ્રવ્યમાન અને ત્રિજ્યા છે.

મુક્તિવેગ (Escape velocity)

દડો ઉપર ફેંકતા તેનો વેગ ઓછો થતો જાય છે, જે પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણબળને કારણે થાય છે તે આપણે જોયું. એક વિશિષ્ટ ઊંચાઈએ પહોંચીને તેનો વેગ શૂન્ય થાય છે અને તે ત્યાંથી નીચે પડવા લાગે છે. તેની મહત્તમ ઉંચાઈ તેના શરૂઆતના વેગ પર આધારિત હોય છે. ન્યૂટનના ત્રીજા સમીકરણ પ્રમાણે,

$v^2 = u^2 + 2as$

v = દડાનો અંતિમ વેગ = 0 અને $a = -g$

$\therefore 0 = u^2 + 2(-g)s$ માટે દડાની મહત્તમ ઉંચાઈ $= s = \frac{u^2}{(2g)}$

માટે દડાનો શરૂઆતનો વેગ જેટલો વધારે તેટલો દડો વધુ ઉંચાઈએ જશે. તેનું કારણ એ છે કે શરૂઆતનો વેગ જેટલો વધારે હોય તેટલો દડો વધુ પૃથ્વીના આકર્ષણનો પ્રતિકાર કરી શકશે અને તેટલો વધુ ઉંચે જઈ શકશે.

આપણે ઉપર જોયું તે પ્રમાણે g નું મૂલ્ય ભૂપૃષ્ઠથી ઉંચાઈ અનુસાર ઓછું થતું જાય છે. માટે ઉંચે ગયા પછી દડા પર પૃથ્વીનું આકર્ષણ ઓછું થાય છે. આપણે દડાનો શરૂઆતનો વેગ વધારતા જઈએ તો તે વધુ ને વધુ ઉંચે જશે અને એક વિશિષ્ટ આરંભ વેગ એવો હશે કે તે વેગથી ઉપર ફેંકેલો દડો પૃથ્વીના ગુરુત્વીય આકર્ષણને માત કરી શકશે અને તે પાછો પૃથ્વી પર પડશે નહીં આરંભ વેગના આ વિશિષ્ટ મૂલ્યને મુક્તિવેગ (v_{esc}) કહે છે. કારણકે આ વેગથી ઉંચે ફેંકેલી વસ્તુ પૃથ્વીના ગુરુત્વીય આકર્ષણથી મુક્ત થઈ શકશે. મુક્તિવેગનું સૂત્ર ઉર્જા અક્ષયતાનો સિધ્ધાંત વાપરીને નીચે મુજબ શોધી શકીશું.

મુક્તિવેગ જેટલો શરૂઆતનો વેગ ધરાવતી, પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગથી સીધી ઉપર જતી વસ્તુ પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણથી મુક્ત થાય છે. ગુરુત્વાકર્ષણનું બળ અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોવાથી તે બળ અનંત અંતરે જ શૂન્ય થાય છે. માટે વસ્તુને એ બળથી મુક્ત થવા માટે અનંત અંતરે જવું પડે છે માટે વસ્તુ અનંત અંતરે જઈને સ્થિર થશે.

m દ્રવ્યમાન ધરાવતી વસ્તુ

પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગ પર	અનંત અંતરે
(અ) ગતિજ ઉર્જા $= \frac{1}{2} mv^2_{esc}$	(અ) ગતિજ ઉર્જા $= 0$
(બ) સ્થિતિજ ઉર્જા $= -\frac{GMm}{R}$	(બ) સ્થિતિજ ઉર્જા $= -\frac{GMm}{\infty} = 0$
(ક) કુલ ઉર્જા E_1 = ગતિજ ઉર્જા + સ્થિતિજ ઉર્જા $= \frac{1}{2} mv^2_{esc} - \frac{GMm}{R}$	(ક) કુલ ઉર્જા E_2 = ગતિજ ઉર્જા + સ્થિતિજ ઉર્જા $= 0$

ઉર્જા અક્ષયતાના સિધ્ધાંત પ્રમાણે $E_1 = E_2$

$$\frac{1}{2} mv^2_{esc} - \frac{GMm}{R} = 0$$

$$v^2_{esc} = \frac{2\,GM}{R}$$

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2\,GM}{R}}$$

$$= \sqrt{2\,g\,R}$$

$$= \sqrt{(2 \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6)}$$

$$= 11.2 \text{ km/s}$$

ચંદ્ર પર અથવા બીજા ગ્રહ પર મોકલવામાં આવતા અવકાશયાનનો શરૂઆતનો વેગ મુક્તિવેગ કરતા વધારે હોવો આવશ્યક હોય છે, જેથી તે યાન પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણને પાર કરીને અન્ય ગ્રહ તરફ જઈ શકશે.

ગણેલાં ઉદાહરણો

ઉદા. ચંદ્રનું દ્રવ્યમાન અને ત્રિજ્યા અનુક્રમે 7.34×10^{22} kg અને 1.74×10^6 m છે. ચંદ્ર પરનો મુક્તિવેગ શોધો.

આપેલી માહિતી :

ચંદ્રનું દ્રવ્યમાન = M = 7.34×10^{22} kg,

તેની ત્રિજ્યા R = 1.74×10^6 m અને

$G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$

મુક્તિવેગ = $v_{esc} = \sqrt{\frac{2\,GM}{R}}$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 7.34 \times 10^{22}}{1.74 \times 10^6}}$$

$$= 2.37 \text{ km/s}$$

∴ ચંદ્ર પરનો મુક્તિવેગ 2.37 km/s.

શું તમે જાણો છો ?

અવકાશમાં વજનહીનતા

અવકાશયાનમાં પ્રવાસી અને વસ્તુ તરતા હોય છે. એવું શાથી થાય છે ? અવકાશયાન પૃથ્વીથી ઉંચે આવેલું હોવા છતાં પણ ત્યાં g નું મૂલ્ય શૂન્ય હોતું નથી. અવકાશ સ્થાનક પર g નું મૂલ્ય પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગ પરના મૂલ્યની તુલનામાં માત્ર 11% ઓછું હોય છે. તેથી અવકાશયાનની ઊંચાઈ વજનહીનતાનું કારણ નથી. તેમની વજન રહિત અવસ્થા, તેમની અને અવકાશ યાનની મુક્ત પતન અવસ્થાને કારણે હોય છે. યાનના કક્ષામાંના વેગને કારણે ભલે તે પ્રત્યક્ષ રૂપે પૃથ્વી પર પડતું ન હોય, તો પણ તેમના પર માત્ર ગુરુત્વીય બળ જ પ્રયુક્ત થતું હોવાના કારણે તેઓ મુક્ત પતન જ કરતાં હોય છે. મુક્ત પતનનો વેગ વસ્તુના ગુણધર્મ પર આધારિત ન હોવાથી પ્રવાસી, યાન અને તેમાંની વસ્તુ સમાન વેગથી મુક્ત પતન કરતા હોય છે. તેથી એકાદ વસ્તુ હાથમાંથી છોડતા પ્રવાસીઓની સાપેક્ષ તે સ્થિર રહે છે અને વજન રહિત હોવાનું જણાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. **નીચેના કોષ્ટકમાં ત્રણેય સ્તંભની નોંધ વચ્ચેનો સંબંધ ધ્યાનમાં લઈને તે પ્રમાણે કોષ્ટક ફરીથી લખો.**

I	II	III
દ્રવ્યમાન	m/s^2	કેન્દ્ર પાસે શૂન્ય
વજન	kg	જડત્વનું માપ
ગુરુત્વીય પ્રવેગ	Nm^2/kg^2	સંપૂર્ણ વિશ્વમાં સમાન
ગુરુત્વ સ્થિરાંક	N	ઉંચાઈ પર આધારિત છે.

2. **નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તરો લખો.**

અ) વજન અને દ્રવ્યમાન વચ્ચે શું તફાવત છે ? એકાદ વસ્તુનું પૃથ્વી પરનું દ્રવ્યમાન અને વજન મંગળ પર પણ તેટલું જ હશે કે ? શા માટે ?

આ) મુક્ત પતન, ગુરુત્વીય પ્રવેગ, મુક્તિવેગ અને કેન્દ્રગામી બળ એટલે શું ?

ઇ) કેપ્લરના ત્રણ નિયમો લખો. ન્યૂટનને પોતાનો ગુરુત્વાકર્ષણનો સિધ્ધાંત રજૂ કરવા માટે તે કઈ રીતે મદદરૂપ થયા ?

ઈ) એક પથ્થર u વેગથી ઉપર ફેંકતા h ઊંચાઈ સુધી પહોંચી પછી નીચે આવે છે. તો સાબિત કરો કે તેને ઉપર જતા જેટલો સમય લાગે છે તેટલો જ સમય નીચે આવતા લાગે છે ?

ઊ) ધારો કે g નું મૂલ્ય અચાનક બમણું થાય તો, એક જડ વસ્તુને જમીન પરથી ઉંચકવી બે ગણી વધુ મુશ્કેલ થશે કે? શા માટે?

3. પૃથ્વીના કેન્દ્ર પર 'g' નું મૂલ્ય શૂન્ય હોય છે તે વિશે સ્પષ્ટીકરણ લખો.

4. સાબિત કરો કે, એક તારાથી R અંતરે આવેલા ગ્રહનો પરિભ્રમણ કાળ T છે. જો તે જ ગ્રહ 2R અંતરે હોય તો તેનો પરિભ્રમણ $\sqrt{8}$ T હશે.

5. ઉદાહરણ ગણો.

અ) જો એક ગ્રહ પર એક વસ્તુ 5 m ઊંચાઈ પરથી નીચે આવતા 5 સેંકડ લેતી હોય તો તે ગ્રહ પરનો ગુરુત્વીય પ્રવેગ કેટલો.

ઉત્તર : $g = 0.4\ m/s^2$

આ) 'ક' ગ્રહની ત્રિજ્યા 'ખ' ગ્રહની ત્રિજ્યા કરતાં અડધી છે. 'ક' નું દ્રવ્યમાન M_A છે. જો 'ખ' ગ્રહ પર g નું મૂલ્ય 'ક' ગ્રહ પરના મૂલ્ય કરતાં અડધું હોય તો 'ખ' ગ્રહનું દ્રવ્યમાન કેટલું હશે ?

ઉત્તર : $2\ M_A$

ઇ) એક વસ્તુનું દ્રવ્યમાન અને પૃથ્વી પરનું વજન અનુક્રમે 5 kg અને 49 N છે. જો ચંદ્ર પર g નું મૂલ્ય પૃથ્વીથી એક ષષ્ઠાંશ જેટલું હોય તો તે વસ્તુનું ચંદ્ર પર દ્રવ્યમાન અને વજન કેટલું હશે?

ઉત્તર : 5 kg અને 8.17 N

ઈ) ઉપર ફેંકલી એક વસ્તુ 500 મી ઉંચાઈ સુધી જાય છે. તેનો શરૂઆતનો વેગ કેટલો હશે ? તે વસ્તુને ઉપર જઈને ફરીથી નીચે આવતા કેટલો સમય લાગશે? $g = 10\ m/s^2$

ઉત્તર : 100 m/s, 20 s

ઉ) એક દડો ટેબલ પરથી નીચે પડે છે અને 1 સેંકડમાં જમીન પર પહોંચે છે. $g = 10\ m/s^2$ હોય તો ટેબલની ઊંચાઈ અને જમીન પર પહોંચતા સમયે દડાનો વેગ કેટલો હશે ?

ઉત્તર : 5 m, 10 m/s

ઊ) પૃથ્વી અને ચંદ્રના દ્રવ્યમાન અનુક્રમે 6×10^{24} kg અને 7.4×10^{22} kg છે. તે બંને વચ્ચેનું અંતર 3.84×10^5 km છે. તે બંને વચ્ચેનું ગુરુત્વીય બળ કેટલું હશે ? આપેલ $G = 6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$.

ઉત્તર : 2×10^{20} N

એ) પૃથ્વીનું વજન 6×10^{24} kg છે અને તેનું સૂર્યથી અંતર 1.5×10^{11} m છે. જો તે બંને વચ્ચેનું ગુરુત્વીય બળ 3.5×10^{25} N હોય તો સૂર્યનું દ્રવ્યમાન કેટલું ?

ઉત્તર : 1.96×10^{30} kg

ઉપક્રમ :

તમારા પાંચ મિત્રોનું વજન કરો. ચંદ્ર પર અને મંગળ પર તેમનું વજન કેટલું હશે તે શોધો.

IH3S9K

2. મૂળદ્રવ્યોનું આવર્તક વર્ગીકરણ

- મૂળદ્રવ્ય અને મૂળદ્રવ્યોનું વર્ગીકરણ
- ડોબેરાયનરના ત્રયક
- ન્યૂલેન્ડસનો અષ્ટકનો નિયમ
- મેન્ડેલીવ્હનો આવર્તક કોઠો
- આધુનિક આવર્તક કોઠો

યાદ કરો.

1. દ્રવ્યોના પ્રકાર ક્યા ?
2. મૂળદ્રવ્યોના પ્રકાર ક્યા ?
3. દ્રવ્યોના નાનામાં નાના કણોને શું કહે છે ?
4. મૂળદ્રવ્યો અને સંયોજનના રેણુમાં શું ફરક હોય છે ?

મૂળદ્રવ્યોનું વર્ગીકરણ (Classification of elements)

પાછલા ધોરણમાં તમે શીખ્યા છો કે, એક મૂળદ્રવ્યના બધા અણુ એક જ પ્રકારના હોય છે. આજ સુધી વિજ્ઞાન જગતને 118 મૂળદ્રવ્યોની જાણ થઈ છે. ઈ.સ.1800ની આસપાસ માત્ર 30 મૂળદ્રવ્યોની જાણ હતી. સમયાંતરે વધુને વધુ મૂળદ્રવ્યોની શોધ થતી ગઇ. આ મૂળદ્રવ્યોના અભ્યાસમાં સરળતા રહે તે માટે વૈજ્ઞાનિકો તેમના વિષયક માહિતીમાં કોઈ આકૃતિબંધ છે કે તે શોધવા લાગ્યા. તમે જાણો છો કે શરૂઆતના વર્ગીકરણ અનુસાર મૂળદ્રવ્યોના ધાતુ અને અધાતુ એવા બે જૂથ પાડવામાં આવ્યા હતા. પછીના સમયમાં મૂળદ્રવ્યનો ધાતુસદશ નામનો એક નવો વર્ગ ધ્યાનમાં આવ્યો. મૂળદ્રવ્યો અને તેમના ગુણધર્મ વિશે જેમ જેમ જ્ઞાન વધતું ગયું તેમ તેમ વૈજ્ઞાનિકોએ વર્ગીકરણની અન્ય અનેક પધ્ધતિઓ શોધવાના પ્રયત્નો શરૂ કર્યા.

ડોબેરાયનરના ત્રયકો (Dobereiner's Triads)

ઈ.સ.1817માં, જર્મન વૈજ્ઞાનિક ડોબેરાયનરે મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મ અને તેમના પરમાણુભાર વચ્ચેનો સંબંધ સૂચવ્યો. તેમણે એકસમાન રાસાયણિક ગુણધર્મ ધરાવતાં ત્રણ મૂળદ્રવ્યોના જૂથ પાડ્યા, જેને તેમણે ત્રયક નામ આપ્યું. એક ત્રયકમાંના ત્રણ મૂળદ્રવ્યોની માંડણી તેમણે પરમાણુભારના ચઢતા ક્રમમાં કરી અને દર્શાવ્યું કે વચ્ચેના મૂળદ્રવ્યનો પરમાણુભાર અંદાજે બાકીના બે મૂળદ્રવ્યોના પરમાણુભારની સરાસરી જેટલો હોય છે. તે સમયે જ્ઞાત બધા મૂળદ્રવ્યોનો સમાવેશ ડોબેરાયનરના ત્રયકોમાં થઈ શક્યો નહીં.

અ. ક્ર.	ત્રયક	મૂળદ્રવ્ય –1 પ્રત્યક્ષ પરમાણુભાર (a)	મૂળદ્રવ્ય – 2		મૂળદ્રવ્ય –3 પ્રત્યક્ષ પરમાણુભાર (c)
			સરાસરી= $\frac{a+c}{2}$	પ્રત્યક્ષ પરમાણુભાર	
1	Li, Na,K	લિથિઅમ (Li) 6.9	સોડિયમ $\frac{6.9 + 39.1}{2} = 23.0$	(Na) 23.0	પોટેશિઅમ (K) 39.1
2	Ca, Sr, Ba	કેલ્શિઅમ (Ca) 40.1	સ્ટ્રોન્શિઅમ $\frac{40.1+ 137.3}{2} = 88.7$	(Sr) 87.6	બેરિઅમ (Ba) 137.3
3	Cl, Br, I	ક્લોરિન (Cl) 35.5	બ્રોમીન $\frac{35.5 + 126.9}{2} = 81.2$	(Br) 79.9	આયોડિન (I) 126.9

2.1 ડોબેરાયનરના ત્રયકો

કહો જોઈએ !

સમાન રાસાયણિક ગુણધર્મ ધરાવતા મૂળદ્રવ્યોના નીચે આપેલા જૂથમાંથી ડોબેરાયનરના ત્રયકો શોધો. (કૌંસમાં પરમાણુભાર) 1. Mg (24.3), Ca (40.1), Sr (87.6)
2. S (32.1), Se (79.0), Te (127.6)
3. Be (9.0), Mg (24.3), Ca (40.1)

ન્યૂલેન્ડસનો અષ્ટકનો નિયમ (Newlands' Law of Octaves)

અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિક જોન ન્યૂલેન્ડસે એક જુદી રીતે પરમાણુભારનો સહસંબંધ મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મ સાથે જોડયો. ઈ.સ. 1866માં ન્યૂલેન્ડસે તે સમયે જ્ઞાત બધા મૂળદ્રવ્યોને તેમના પરમાણુભારના ચઢતા ક્રમમાં ગોઠવ્યા. જેની શરૂઆત સૌથી હલકા હાઇડ્રોજન અને અંત થોરિઅમથી થયો. તેમણે નોંધ્યું કે દરેક આઠમા મૂળદ્રવ્યના ગુણધર્મ પહેલા મૂળદ્રવ્યના ગુણધર્મ જેવા છે. જેમ કે સોડિયમ લિથિઅમથી આઠમા સ્થાને છે અને બંનેના ગુણધર્મ એકસમાન છે. તે જ રીતે મૅગ્નેશિઅમનું બેરિલિઅમ સાથે અને ક્લોરીનનું ફ્લોરીન સાથે સામ્ય છે. ન્યૂલેન્ડસે આ સરખાપણા (સમાનતા)ની તુલના સંગીતના અષ્ટક (સપ્તક) સાથે કરી. તેમણે આઠમા અને પહેલા મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મોમાં જોવા મળતી સમાનતાને અષ્ટકનો નિયમ તરીકે વર્ણવી.

શું તમે જાણો છો ?

ભારતીય સંગીત પ્રણાલિમાં સા, રે, ગ, મ, પ, ધ, ની આ સાત મુખ્ય સ્વર છે. અને તેમના સમૂહને સપ્તક કહેવાય છે. 'સા'થી સ્વરોની વારંવારતા વધતી જઈ 'ની' સ્વર આવે છે. ત્યાર બાદ ફરી મૂળ 'સા' ની બે ગણી વારંવારિતામાં ફરી ઉપરના સપ્તકમાંનો 'સા' સ્વર આવે છે. એટલે કે સપ્તક પૂર્ણ થયા બાદ સ્વરોની પુનરાવૃત્તિ થાય છે. પાશ્ચાત્ય સંગીતમાં do, re, mi, fa, sol, la, ti એવા સાત સ્વરો છે અને આઠમાં સ્થાને બેગણી વારંવારિતાનો do સ્વર ફરીથી આવે છે. આ પાશ્ચાત્ય સ્વરોનું અષ્ટક છે. સ્વરોના વૈવિધ્યપૂર્ણ ઉપયોગ દ્વારા સંગીતનું નિર્માણ થાય છે.

સંગીતના સ્વર	ડો (સા)	રે (રે)	મી (ગ)	ફા (મ)	સો (પ)	લા (ધ)	ટી (ની)
મૂળદ્રવ્યો	**H** **F** **Cl** Co અને Ni Br	**Li** **Na** **K** Cu Rb	**Be** **Mg** **Ca** Zn Sr	**B** **Al** Cr Y Ce અને La	**C** **Si** Ti In Zr	**N** **P** Mn As	**O** **S** Fe Se

2.2 ન્યૂલેન્ડસના અષ્ટકો

ન્યૂલેન્ડસના અષ્ટકના નિયમમાં ઘણી ત્રુટિ જોવા મળી. આ નિયમ ફક્ત કેલ્શિઅમ સુધી લાગુ પડતો હતો. ન્યૂલેન્ડસે બધા જ્ઞાત મૂળદ્રવ્યોને 7 x 8 એવા 56 ખાનાના કોષ્ટકમાં ગોઠવ્યા. એ સમયે જ્ઞાત બધા મૂળદ્રવ્યોને કોષ્ટકમાં સમાવી લેવા માટે ન્યૂલેન્ડસે કેટલીક જગ્યાએ બે-બે મૂળદ્રવ્યો ગોઠવ્યા. દા.ત. Co અને Ni , Ce અને La. એ સિવાય તેમણે કેટલાક ભિન્ન ગુણધર્મો ધરાવતા મૂળદ્રવ્યોને અષ્ટકના એક જ સ્વર નીચે મૂક્યા. દા.ત. Co અને Ni ધાતુને ન્યૂલેન્ડસે ડો સ્વર નીચે Cl અને Br હેલોજન સાથે ગોઠવ્યા. એનાથી વિરુધ્ધ Co અને Ni સાથે સામ્ય ધરાવનાર Fe ને તેમનાથી દૂર O અને S અધાતુ સાથે 'ટી' સ્વર નીચે મૂક્યું. તથા નવા શોધાયેલા મૂળદ્રવ્યોનો સમાવેશ કરવાની જોગવાઈ ન્યૂલેન્ડસના અષ્ટકમાં ન હતી. પછીના સમયમાં શોધાયેલ નવા મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મ ન્યૂલેન્ડસના અષ્ટકના નિયમમાં બેસતા નહોતા.

મેન્ડેલીવ્હનો આવર્તક કોઠો (Mendeleev's Periodic table)

ઈ.સ.1869 થી 1872 ના સમયમાં રશિયન વૈજ્ઞાનિક દિમિત્રી મેન્ડેલીવ્હે મૂળદ્રવ્યોનો આવર્તક કોઠો વિકસિત કર્યો. મેન્ડેલીવ્હનો આવર્તક કોઠો મૂળદ્રવ્યોના વર્ગીકરણનો સૌથી મહત્ત્વનો તબક્કો છે. પરમાણુભારને મૂળદ્રવ્યોનો મૂળભૂત ગુણધર્મ માનીને મેન્ડેલીવ્હે તે સમયે જ્ઞાત 63 મૂળદ્રવ્યોને તેમના પરમાણુભારના ચઢતા ક્રમમાં ગોઠવ્યા. આ મૂળદ્રવ્યોના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મ અનુસાર મેન્ડેલીવ્હે મૂળદ્રવ્યોના આવર્તક કોઠાની રચના કરી.

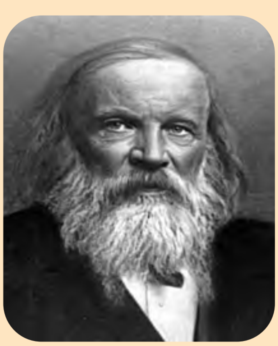
મૂળદ્રવ્યોના આવર્તક કોઠાની રચના કરતી વખતે, મેન્ડેલીવ્હે મૂળદ્રવ્યોના હાઈડ્રોજન અને ઓક્સિજન સાથે થયેલા હાયડ્રાઈડ અને ઓક્સાઈડ સંયાજનોના રેણુસૂત્રો જેવા રાસાયણિક ગુણધર્મ અને મૂળદ્રવ્યો તેમજ તેમના હાયડ્રાઇડ અને ઓક્સાઈડ જેવા સંયોજનોના દ્રાવણાંક, ઉત્કલનાંક અને ઘનતા જેવા ભૌતિક ગુણધર્મો ધ્યાનમાં લીધા. મેન્ડેલીવ્હે એવું નોંધ્યું કે ચોક્કસ અંતરે ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મમાં સમાનતા ધરાવતા મૂળદ્રવ્યોની પુનરાવૃત્તિ થાય છે. આ નિરીક્ષણના આધારે મેન્ડેલીવ્હે આ મુજબ આવર્તક નિયમ રજૂ કર્યો. **મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મ તેમના પરમાણુભારનું આવર્તન ફળ હોય છે.**

મેન્ડેલીવ્હેના આવર્તક કોઠામાં ઉભા સ્તંભને 'ગણ' કહેવાય છે. જ્યારે આડી હરોળને 'આવર્તન' કહેવાય છે.

શ્રેણી ↓	ગણ I – R^2O	ગણ II – RO	ગણ III – R^2O^3	ગણ IV RH^4 RO^2	ગણ V RH^3 R^2O^5	ગણ VI RH^2 RO^3	ગણ VII RH R^2O^7	ગણ VIII – RO^4
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl= 35.5	
4	K=39	Ca=40	– = 44	Ti= 48	V=51	Cr= 52	Mn=55	Fe=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	–=68	–=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	–=100	Ru=104,Rh=104 Pd=106,Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	–	–	–	––––
9	(–)	–	–	–	–	–	–	
10	–	–	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	–	Os=195, Ir=197 Pt=198, Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Ti=204	Pb=207	Bi= 208	–	–	
12	–	–	–	Th=231	–	U=240	–	–––

2.3 મેન્ડેલીવ્હનો આવર્તક કોઠો

(મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠામાં ઉપરના ભાગમાં સંયોજનોના રેણુસૂત્રો R^2O, R^2O^3 રૂપમાં દર્શાવવામાં આવ્યા છે. અહીં R એ સંબંધિત મૂળદ્રવ્ય છે. પ્રચલિત પધ્ધતિમાં રેણુસૂત્રો R_2O, R_2O_3 રૂપે લખાય છે.)



દિમિત્રી મેન્ડેલીવ્હ

વૈજ્ઞાનિકનો પરિચય

દિમિત્રી મેન્ડેલીવ્હ (1834-1907) સેંટ પીટર્સબર્ગ વિદ્યાપીઠમાં પ્રાધ્યાપક હતા. તેમણે મૂળદ્રવ્યોના અભ્યાસના હેતુથી દરેક જ્ઞાત મૂળદ્રવ્યો માટે એકેક કાર્ડ બનાવીને તેના પર પરમાણુભાર અને ગુણધર્મના આધારે કાર્ડોની જે ગોઠવણી કરી તેમાંથી મૂળદ્રવ્યોના આવર્તક કોઠાની શોધ થઈ.

વિચાર કરો.

1. મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠામાં અનેક ખાલી જગ્યા છોડવામાં આવી છે. તેમાંથી અમુક સ્થળે પરમાણુભારની આગાહી કરેલી જણાય છે. આગાહી કરેલ ત્રણ પરમાણુભારને તેમના ગણ અને આવર્તન સહિત જણાવો.
2. કેટલાક મૂળદ્રવ્યોના નામો અનિશ્ચિત હોવાથી તેમની સંજ્ઞા આગળ પ્રશ્નાર્થચિહ્ન મૂક્યા છે. એવી સંજ્ઞાઓ કઈ?

મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠાના ગુણ (Merits of Mendeleev's periodic table)

વિજ્ઞાન પ્રગતિશીલ છે. પ્રયોગ કરવા માટે વધુ વિકસિત સાધનો અને પધ્ધતિ વાપરીને જૂના નિષ્કર્ષ સુધારવાની સ્વતંત્રતા વિજ્ઞાનમાં છે. મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠામાં વિજ્ઞાનની આ વિશિષ્ટતા સ્પષ્ટ દેખાય છે.

મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મ તેમના પરમાણુભારનું આવર્તન ફળ છે. આ નિયમ દરેક જ્ઞાત મૂળદ્રવ્યો પર લાગુ કરતી વખતે મેન્ડેલીવ્હે અત્યાર સુધી ઉપલબ્ધ માહિતી અંતિમ નથી હોતી, તેમાં ફેરફાર થઈ શકે છે, એવા વિચારથી માંડણી કરી. જેના પરિણામ રૂપે મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠામાં નીચેના ગુણો દેખાય છે.

1. ગુણધર્મ અનુસાર આવર્તક કોઠામાં યોગ્ય સ્થાન આપી શકાય તે માટે કેટલાક મૂળદ્રવ્યોના પરમાણુભારને ફરીથી તપાસી સુધારવામાં આવ્યા. દા.ત. બેરેલિઅમનો પહેલા નક્કી થયેલ પરમાણુભાર 14.09 ને સુધારીને 9.4 કરવામાં આવ્યો અને બેરેલિઅમને બોરોનની પહેલા સ્થાન આપવામાં આવ્યું.
2. મેન્ડેલીવ્હે આવર્તક કોઠામાં કેટલાક સ્થાન તે સમય સુધીમાં ન શોધાયેલ મૂળદ્રવ્યો માટે ખાલી રાખ્યા હતા. જે પૈકી ત્રણ અજ્ઞાત મૂળ દ્રવ્યોને નજીકના જ્ઞાત મૂળદ્રવ્યો પરથી એકા-બોરોન, એકા-એલ્યુમિનિયમ, એકા-સિલિકોન નામ આપી મેન્ડેલીવ્હે તેમના પરમાણુભાર અનુક્રમે 44, 68 અને 72 દર્શાવ્યા હતાં. એટલું જ નહીં તેમના ગુણધર્મો વિશે પણ આગાહી કરી હતી. આગળ જતાં આ મૂળદ્રવ્યો શોધાતાં તેમના નામ અનુક્રમે સ્કેંડિઅમ (Sc), ગેલિઅમ (Ga) અને જર્મેનિઅમ (Ge) રાખવામાં આવ્યા. આ મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મ મેન્ડેલીવ્હની આગાહી સાથે મળતા આવતા હતા. નીચેનું કોષ્ટક 2.4 જુઓ. આ સફળતાને કારણે મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠાના મહત્ત્વ વિશે બધાંને ખાતરી થઈ અને મૂળદ્રવ્યોના વર્ગીકરણની આ પધ્ધતિ તરત જ સ્વીકાર્ય થઈ.

ગુણધર્મ	એકા-એલ્યુમિનિયમ (E) (મેન્ડેલીવ્હની આગાહી)	ગેલિઅમ (Ga)(પ્રત્યક્ષ)
1. પરમાણુભાર	68	69.7
2. ઘનતા (g/cm^3)	5.9	5.94
3. દ્રાવણાંકનું સૂત્ર(^0C)	ઓછું	30.2
4. ક્લોરાઈડનું સૂત્ર	ECl_3	$GaCl_3$
5. ઓક્સાઈડનું સૂત્ર	E_2O_3	Ga_2O_3
6. ઓક્સાઈડનું સ્વરૂપ	ઉભયધર્મી ઓક્સાઈડ	ઉભયધર્મી ઓક્સાઈડ

2.4 ગેલિઅમ માટે કરવામાં આવેલ આગાહી અને પ્રત્યક્ષમાં ગુણધર્મ

3. મેન્ડેલીવ્હના મૂળ આવર્તક કોઠામાં ઉમદા-વાયુ માટે જગ્યા રાખવામાં આવી ન હતી. પરંતુ ઓગણીસમા શતકના અંતે હેલિઅમ, નિઑન, અરગૉન વગેરે ઉમદા વાયુઓ શોધાયા બાદ મેન્ડેલીવ્હે મૂળ આવર્તક કોઠાને હાથ લગાવ્યા સિવાય 'શૂન્ય ગણ' નિર્માણ કર્યો અને તેમાં ઉમદાવાયુઓ બરાબર ગોઠવાયા.

મગજ ચલાવો.

ક્લોરીનના Cl-35 અને Cl-37 બે સમસ્થાનિકો છે. તેમના પરમાણુભાર જુદા જુદા, અનુક્રમે 35 અને 37 હોવાથી મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠામાં તેમને જુદા જુદા સ્થાને ગોઠવવા યોગ્ય રહેશે, કે તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મ સમાન છે તેથી તેમને એક જ સ્થાને ગોઠવવા યોગ્ય રહેશે ?

મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠાની ત્રુટિ (Demerits of Mendeleev's periodic table)

1. કોબાલ્ટ (Co) અને નિકલ (Ni) મૂળદ્રવ્યોના પરમાણુભારના પૂર્ણાંક સમાન હોવાથી તેમના ક્રમ બાબતે મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠામાં સંદિગ્ધતા હતી.
2. મેન્ડેલીવ્હે આવર્તક કોઠો રજૂ કર્યા બાદ લાંબા સમય બાદ સમસ્થાનિકોની શોધ થઈ. સમસ્થાનિકોના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન પણ પરમાણુભાર જુદા હોવાથી તેમને મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠામાં કઈ રીતે સ્થાન આપવું તે એક મોટો પ્રશ્ન હતો.
3. પરમાણુભારના ચઢતા ક્રમ પ્રમાણે ગોઠવેલા મૂળદ્રવ્યોના પરમાણુભારમાં નિયમિત દરે વૃદ્ધિ થતી જણાતી નથી. તેથી બે જડ મૂળદ્રવ્યોની વચ્ચે કેટલા મૂળદ્રવ્યોની શોધ થશે તેની આગહી કરવી મેન્ડેલીવ્હના આવર્તન નિયમ અનુસાર શક્ય ન હતું.
4. હાયડ્રોજનનું સ્થાન : હાયડ્રોજન હેલોજન સાથે (ગણ VII) સામ્ય દર્શાવે છે, જેવી રીતે હાયડ્રોજનનું રેણુસૂત્ર H_2 છે, તેવી રીતે ફ્લોરિન, ક્લોરિનના રેણુસૂત્રો અનુક્રમે F_2, Cl_2 છે. તેમ જ હાયડ્રોજન અને આલ્કલી ધાતુ (ગણ I) ના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં પણ સમાનતા છે. હાયડ્રોજન અને આલ્કલી ધાતુએ (Na, K, વગેરે) ક્લોરિન અને ઓક્સિજન સાથે તૈયાર કરેલા સંયોજનોના રેણુસૂત્રોમાં સમાનતા છે. ઉપરના ગુણધર્મોનો વિચાર કરતા હાયડ્રોજનનું સ્થાન આલ્કલી ધાતુના ગણમાં (ગણ I) અથવા હેલોજનના ગણમાં (ગણ VII) રાખવું તે નક્કી થતું નથી.

H ના સંયોજનો	Na ના સંયોજનો
HCl	NaCl
H_2O	Na_2O
H_2S	Na_2S

2.5 હાયડ્રોજન અને આલ્કલી ધાતુમાં સામ્ય દર્શાવતું કોષ્ટક

મૂળદ્રવ્ય અણુસૂત્ર	ધાતુ સાથેના સંયોજનો	અધાતુ સાથેના સંયોજનો
H_2	NaH	CH_4
Cl_2	NaCl	CCl_4

2.6 હાયડ્રોજન અને હેલોજનમાં સામ્ય દર્શાવતું કોષ્ટક

મગજ ચલાવો.

1. મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠાનો ઉપયોગ કરીને નીચેના મૂળદ્રવ્યોના ઓક્સાઇડના અણુસૂત્રો શું હશે તે લખો.
   Na, Si, Ca, C, Rb, P, Ba, Cl, Sn
2. મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠાનો ઉપયોગ કરીને નીચેના મૂળદ્રવ્યોના હાયડ્રોજન સાથે તૈયાર થયેલ સંયોજનોના રેણુસૂત્રો શું હશે તે લખો. C, S, Br, As, F, O, N, Cl

આધુનિક આવર્તક નિયમ (Modern Periodic law)

મેન્ડેલીવ્હે આવર્તક કોઠો રજૂ કર્યો ત્યારે વિજ્ઞાન જગતને અણુના અંતરંગ વિશે માહિતી ન હતી. ઇલેક્ટ્રોનની શોધ થયા બાદ વૈજ્ઞાનિકો રેણુમાંના ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા અને પરમાણુ ક્રમાંક વચ્ચેના સંબંધનું નિરીક્ષણ કરવા લાગ્યા. મેન્ડેલીવ્હના આવર્તનમાંનો પરમાણુક્રમાંક એ માત્ર મૂળદ્રવ્યોનો ક્રમદર્શક અંક હતો.

ઇ.સ.1913માં, અંગ્રેજ વૈજ્ઞાનિક હેન્રી મોજલે (Henry Moseley)એ એક્સ-રે નલિકા વાપરીને કરેલા પ્રયોગો દ્વારા દર્શાવ્યું કે મૂળદ્રવ્યોનો પરમાણુક્રમાંક (Z) એટલે તે મૂળદ્રવ્યોના રેણુકેન્દ્રનો ઘનપ્રભાર અથવા તેના પ્રોટોનની સંખ્યા. મોજલેએ અનેક મૂળદ્રવ્યોના પરમાણુક્રમાંક પ્રયોગો દ્વારા નિશ્ચિત કર્યા. તેથી પરમાણુભાર કરતા પણ મૂળદ્રવ્યોનો વધુ મૂળભૂત ગુણધર્મ 'પરમાણુક્રમાંક' છે તે ધ્યાનમાં આવ્યું. તે અનુસાર મેન્ડેલીવ્હના આવર્તન નિયમમાં ફેરફાર કરીને આધુનિક આવર્તન નિયમ રજૂ કરવામાં આવ્યો- **'મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મ તેમના પરમાણુ-ક્રમાંકનું આવર્તન ફળ હોય છે.'**

આધુનિક આવર્તક કોઠો / આવર્તક કોઠાનું દીર્ઘરૂપ
(Modern periodic table / long form of the periodic table)

મૂળદ્રવ્યોની માંડણી તેમના પરમાણુ ક્રમાંકના ચઢતા ક્રમમાં કરતા, મૂળદ્રવ્યોનું જે વર્ગીકરણ મળે છે તેને 'આધુનિક આવર્તક કોઠો' કહેવાય છે. પરમાણુ ક્રમાંકને આધારભૂત માનીને તૈયાર થયેલ આધુનિક આવર્તક કોઠાને કારણે મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મોની આગાહી વધુ સચોટ રીતે કરી શકાશે. આધુનિક આવર્તક કોઠાને જ આવર્તક કોઠાનું દીર્ઘરૂપ પણ કહે છે.

આધુનિક આવર્તક કોઠામાં મૂળદ્રવ્યોની માંડણી તેમના પરમાણુ ક્રમાંક (Z) અનુસાર કરવામાં આવી છે. (કોષ્ટક 2.7 જુઓ) તેથી મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠામાં રહેલી મોટા ભાગની ત્રુટિઓ આધુનિક આવર્તક કોઠામાં નહીંવત્ થયેલ છે. હાયડ્રોજનના સ્થાન વિષયક સંદેહ આધુનિક આવર્તક કોઠામાં પણ દૂર થયેલ નથી.

તમે પાછલા ધોરણમાં જોયું છે કે અણુમાંના ઇલેક્ટ્રોન તેમના કેન્દ્ર ફરતેની કક્ષામાં જે રીતે સમાવિષ્ટ હોય છે તે ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ તેમની કુલ સંખ્યા પરથી નક્કી થાય છે અને અણુમાંના ઇલેક્ટ્રોનની કુલ સંખ્યા તેમના પરમાણુક્રમાંક જેટલી હોય છે. મૂળદ્રવ્યોનો પરમાણુક્રમાંક અને તેના ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ વચ્ચેનો સંબંધ આધુનિક આવર્તક કોઠામાં સ્પષ્ટપણે દેખાઈ આવે છે.

મગજ ચલાવો.

આધુનિક આવર્તક કોઠામાં મૂળદ્રવ્યોના સ્થાનના આધારે...

1. મેન્ડેલીવ્હના આવર્તક કોઠામાં ઉભો થયેલ કોબાલ્ટ (^{59}Co) અને નિકલ (^{59}Ni)ના સ્થાન વિષયક પ્રશ્ન આધુનિક આવર્તક કોઠામાં કઈ રીતે ઉકેલાયો ?
2. $^{35}_{17}Cl$ અને $^{37}_{17}C1$ સમસ્થાનિકોનું સ્થાન આધુનિક આવર્તક કોઠામાં કઈ રીતે નિશ્ચિત થયું ?
3. ક્રોમિઅમ $^{52}_{24}Cr$ અને મેંગેનીઝ $^{55}_{25}Mn$ આ બે મૂળદ્રવ્યો વચ્ચે 53 અથવા 54 પરમાણુભાર ધરાવતા મૂળદ્રવ્યો હોઈ શકે કે ?
4. આધુનિક આવર્તક કોઠામા હાયડ્રોજનને કયું સ્થાન આપવું જોઈએ એમ તમને લાગે છે ? હેલોજનના ગણ 17માં કે આલ્કલી ધાતુના ગણ 1માં ?

આધુનિક આવર્તક કોઠાની રચના
(Structure of the modern periodic table)

આધુનિક આવર્તક કોઠામાં સાત આડી હરોળ છે. એટલે કે 1 થી 7 આવર્તન. આ કોઠામાં અઢાર ઉભા સ્તંભ એટલે કે 1 થી 18 ગણ છે. આવર્તન અને ગણની રચનાથી ચોરસ તૈયાર થાય છે. આ ચોરસમાં ઉપરની બાજુએ પરમાણુક્રમાંક દર્શાવ્યા હોય છે. દરેક ચોરસ એક મૂળદ્રવ્યનું સ્થાન છે.

સાત હરોળ સિવાય આવર્તક કોઠાના તળિયે બીજી બે હરોળ સ્વતંત્ર રૂપે દર્શાવેલ છે. તેમને અનુક્રમે લેન્થૅનાઈડ શ્રેણી અને એક્ટીનાઇડ શ્રેણી કહેવાય છે. આ બંને શ્રેણી સહિત આર્વતક કોઠામાં 118 ચોરસ છે. એટલે કે 118 મૂળદ્રવ્યો માટે સ્થાન છે. હાલમાં જ કેટલાક મૂળદ્રવ્યોની નિર્મિતિ સિધ્ધ થવાથી આ આવર્તક કોઠો પૂર્ણપણે ભરેલો છે અને બધા 118 મૂળદ્રવ્યો હવે શોધાઈ ગયા છે.

સંપૂર્ણ આવર્તક કોઠાના એસ-ખંડ,પી-ખંડ, ડી-ખંડ અને એફ-ખંડ એ ચાર વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે. એસ-ખંડ એ ગણ 1 અને 2 થી બનેલો છે. ગણ 13 થી 18 પી-ખંડમાં આવે છે. ગણ 3 થી 12 ડી-ખંડ જ્યારે તળિયે આવેલી લેન્થૅનાઇડ અને એક્ટીનાઇડ શ્રેણી એટલે એફ-ખંડમાં છે. ડી-ખંડના મૂળદ્રવ્યોને સંક્રમક મૂળદ્રવ્યો કહેવાય છે. આવર્તક કોઠાના પી-ખંડમાં એક વાંકીચૂંકી રેખા (zigzag line) દર્શાવી શકાય છે. આ વાંકીચૂંકી રેખાની મદદથી મૂળદ્રવ્યોના પારંપારિક ત્રણ પ્રકાર આધુનિક આવર્તક કોઠામાં સ્પષ્ટપણે દર્શાવી શકાય છે. વાંકીચૂંકી રેખાની કિનારીએ ધાતુસદશ મૂળદ્રવ્યો છે. વાંકીચૂંકી રેખાની ડાબી બાજુએ બધી ધાતુ જ્યારે જમણી બાજુએ બધી અધાતુ છે.

આધુનિક આવર્તક કોઠો અને મૂળદ્રવ્યોનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ (Modern periodic table : electronic configuration of the elements)

એક આવર્તનમાં બાજુ-બાજુમાં આવેલા મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મમાં થોડોક ફરક હોય છે, જ્યારે દૂર આવેલા મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મમાં ઘણો ફરક હોય છે. એક ગણના મૂળદ્રવ્યોના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં સામ્ય અને પ્રવણતા (ક્રમ/Gradation) જણાય છે. આધુનિક આવર્તક કોઠામાં ગણ અને આવર્તનમાં રહેલી વિશિષ્ટતા મૂળદ્રવ્યોના ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણને કારણે છે. એકાદ મૂળદ્રવ્યને આધુનિક આવર્તક કોઠાના કયા ગણમાં અને આવર્તનમાં સ્થાન આપવું તે તેના ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ પરથી નક્કી થાય છે.

ગણ અને આવર્તનની વિશિષ્ટતા

મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મની તુલના કરતા આવર્તક કોઠાના ગણ અને આવર્તનની વિશિષ્ટતા ધ્યાનમાં આવે છે. એકાદ વિશિષ્ટ ગણના દરેક મૂળદ્રવ્યોના વિવિધ ગુણધર્મોમાં સમાનતા અને પ્રવણતા (ક્રમ/Gradation) હોય છે. માત્ર એકાદ વિશિષ્ટ આવર્તનમાં એક છેડાથી બીજા છેડા સુધી (દા.ત.ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ) જતાં મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મમાં ક્રમિક ફેરફાર થાય છે.

ગણ અને ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ (Groups and electronic configuration)

કહો જોઈએ !

1. આધુનિક આવર્તક કોઠાનું (કોષ્ટક 2.7) નું અવલોકન કરીને ગણ 1માંના મૂળદ્રવ્યોના નામો એકની નીચે એક લખો
2. આ ગણના પહેલા ચાર મૂળદ્રવ્યોનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ લખો.
3. તમને તેમના ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણમાં શું સમાનતા જોવા મળે છે ?
4. આ ચાર મૂળદ્રવ્યોમાં કેટલા બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન છે ?

તમને ધ્યાનમાં આવશે કે ગણ 1 એટલે આલ્કલી ધાતુના સમૂહમાં બધા મૂળદ્રવ્યોના બંધનાંક-ઈલેક્ટ્રોન્સની સંખ્યા એકસમાન છે. તેમજ કોઈપણ એક ગણના મૂળદ્રવ્યો જોઈએ તો તેમના બંધનાંક-ઈલેક્ટ્રોન્સની સંખ્યા એકસમાન હોવાનું જણાશે. દા.ત. બેરિલિઅમ (Be), મેગ્નેશિઅમ (Mg)અને કેલ્શિઅમ (Ca) મૂળદ્રવ્યો ગણ 2માં એટલે કે આલ્કલી મૃદા ધાતુના સમૂહમાં છે. તેમની બાહ્ય કક્ષામાં બે ઇલેક્ટ્રોન છે. તેમ જ ગણ 17માંના એટલે કે હેલોજન સમૂહના ફ્લ્યુઓરિન (F) અને ક્લોરિન (Cl) વગેરે મૂળદ્રવ્યોની બાહ્યતમ કક્ષામાં સાત ઇલેક્ટ્રોન છે. કોઇપણ ગણમાં ઉપરથી નીચે જતાં ઇલેક્ટ્રોનની એક એક કક્ષા વધતી જાય છે. આ પરથી આપણે એમ કહી શકીએ કે, બાહ્યતમ કક્ષાનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ આધુનિક આવર્તન કોઠાના તે ગણની વિશિષ્ટતા છે. જેમ જેમ આપણે એકાદ ગણમાં ઉપરથી નીચે આવીએ તેમ તેમ કક્ષાની સંખ્યા વધે છે.

શું તમે જાણો છો ?

92 પરમાણુક્રમાંક ધરાવતા યુરેનિઅમ પછીના બધા મૂળદ્રવ્યો (પરમાણુક્રમાંક 93 થી 118) માનવ-નિર્મિત છે. આ બધા મૂળદ્રવ્યો કિરણોત્સારી અને અસ્થાયી હોવાથી તેમનો જીવનકાળ ખૂબ ઓછો છે.

આધુનિક આવર્તક કોઠામાં ..

1. મૂળદ્રવ્યોને તેમના પરમાણુક્રમાંકના ચઢતા ક્રમે ગોઠવવામાં આવ્યા છે.
2. ઊભા સ્તંભને ગણ કહેવાય છે. કુલ ગણ 18 છે. એક ગણના મૂળદ્રવ્યોના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં સમાનતા અને પ્રવણતા (ક્રમ/Gradation) હોય છે.
3. આડી હરોળને આવર્તન કહેવાય છે. કુલ 7 આવર્તન છે. એક આવર્તનના એક છેડાથી બીજા છેડે જઈએ તેમ તેમ મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મ ધીમે ધીમે બદલાય છે.

2.7 આધુનિક આવર્તક કોઠો

s–ખંડ | d–ખંડ | p–ખંડ

પરમાણુક્રમાંક
સંજ્ઞા
નામ
પરમાણુભારાંક

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
2	3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
3	11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305											13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
4	19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.972	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
5	37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Sliver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.711	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.294
6	55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71 *	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018
7	87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103 #	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [278]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihomium [286]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [289]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]	118 Og Oganesson [294]

f–ખંડ

*	57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolihium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967
#	89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]

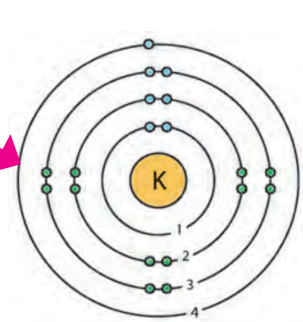
આવર્તન અને ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ (Periods and electronic configuration)

કહો જોઈએ !

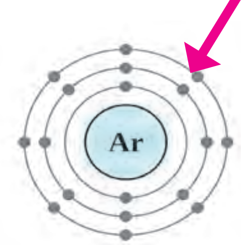
1. આધુનિક આવર્તક કોઠાનું નિરીક્ષણ કરતાં જણાય છે કે Li, Be, B, C, N, O, F અને Ne આ મૂળદ્રવ્યો આવર્તન- 2માં છે. તે બધાનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ લખો.
2. આ મૂળદ્રવ્યોના બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા એક સમાન છે કે ?
3. તેમની કક્ષાની સંખ્યા સમાન છે કે ?

તમને એવું ધ્યાનમાં આવશે કે આ મૂળદ્રવ્યોમાં બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા જુદી જુદી છે. પણ તેમની કક્ષાની સંખ્યા સરખી છે. તમારા ધ્યાનમાં આવ્યું હશે કે આવર્તકમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુએ જઈએ ત્યારે પરમાણુક્રમાંક એક જેટલો વધે છે. તેમજ બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા પણ એક જેટલી વધે છે.

	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H 1							He 2
2	Li 2,1	Be 2,2	B 2,3	C 2,4	N 2,5	O 2,6	F 2,7	Ne 2,8
3	Na 2,8,1	Mg 2,8,2	Al 2,8,3	Si 2,8,4	P 2,8,5	S 2,8,6	Cl 2,8,7	Ar 2,8,8
4	K 2,8,8,1	Ca 2,8,8,2						
5		Sr						
6		Ba						
7		Ra						



પોટૅશિઅમ પરમાણુ



અરગૉન પરમાણુ

2.8 નવું આવર્તન – નવી કક્ષા

આપણે એમ કહી શકીએ કે, જે મૂળદ્રવ્યોમાં ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવતી કક્ષાની સંખ્યા એકસમાન હોય છે તે મૂળદ્રવ્યો એક જ આવર્તનમાં હોય છે. બીજા આવર્તનમાં Li, Be, B, C, N, O, F અને Ne જેવા મૂળદ્રવ્યોની K અને L આ બે કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે. ત્રીજા આવર્તનમાં આવેલા Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl અને Ar જેવા મૂળદ્રવ્યોમાં K, L અને M આ ત્રણ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે. આ મૂળદ્રવ્યોનું ઇલેક્ટ્રૉન સંરૂપણ લખો અને ખાતરી કરો. આધુનિક આવર્તક કોઠામાં એક આવર્તનમાં ડાબી બાજુએથી જમણી બાજુએ જતા બાહ્યતમ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉન ભરવામાં આવે છે. નવું આવર્તન શરૂ થતા નવી ઇલેક્ટ્રૉન કક્ષા ભરાવાની શરૂઆત થાય છે. (કોષ્ટક 2.8)

પહેલા ત્રણ આવર્તનમાંના મૂળદ્રવ્યોની સંખ્યા કક્ષાની ઇલેક્ટ્રૉન ધારકતા અને ઇલેક્ટ્રૉન અષ્ટકના નિયમ પરથી નક્કી થાય છે. (કોષ્ટક 2.9)

યાદ કરો.

1. ઇલેક્ટ્રૉન કક્ષા K, L, M માં 'n' ની કિંમત કેટલી છે ?
2. એક ઇલેક્ટ્રૉન કક્ષામાં વધારેમાં વધારે કેટલા ઇલેક્ટ્રૉન સમાવી શકાય ? સૂત્ર લખો.
3. K, L અને M કક્ષાની વધુમાં વધુ ઇલેક્ટ્રૉન ધારકતા શોધો.

કક્ષાની ઇલેક્ટ્રૉન ધારકતા અનુસાર પહેલા આવર્તનમાં 2 મૂળદ્રવ્યો છે અને બીજા આવર્તનમાં 8 મૂળદ્રવ્યો છે. ઇલેક્ટ્રૉન અષ્ટકતા નિયમ અનુસાર ત્રીજા આવર્તનમાં પણ 8 મૂળદ્રવ્યો છે. આગળના આવર્તનમાં ઇલેક્ટ્રૉન-સંખ્યા નિયંત્રિત કરનાર બીજા કેટલાક ઘટક છે, તેનો વિચાર આગળના ધોરણમાં કરી શકાશે.

મૂળદ્રવ્યોની રાસાયણિક ક્રિયાશીલતા તેના બંધનાંક ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા અને બંધનાંક-કક્ષા કઈ છે તેના પરથી નક્કી થાય છે.

કક્ષા	n	$2n^2$	ઇલેક્ટ્રૉન ધારકતા
K	1	$2x1^2$	2
L	2	$2x2^2$	8
M	3	$2x3^2$	18
N	4	$2x4^2$	32

2.9 ઇલેક્ટ્રૉન કક્ષાની ઇલેક્ટ્રૉન ધારકતા

આ બંને બાબતોની માહિતી આધુનિક આવર્તક કોઠામાં મૂળદ્રવ્યોનું સ્થાન ક્યાં છે (ક્યા ગણમાં અને ક્યા આવર્તનમાં) તેના પરથી મળે છે. તેથી મૂળદ્રવ્યોના અભ્યાસમાં આધુનિક આવર્તક કોઠો અત્યંત ઉપયોગી છે.

આધુનિક આવર્તક કોઠાનું આવર્તક વલણ (Periodic trends in the modern periodic table)

આધુનિક આવર્તક કોઠાના એકાદ આવર્તન અથવા એકાદ ગણમાંના મૂળદ્રવ્યોના ગુણધર્મોની તુલના કરતા તેમનામાં થતા ફેરફારમાં અમુક નિયમિતતા જણાય છે. તેને જ આધુનિક આવર્તક કોઠાનું આવર્તક વલણ કહે છે. આપણે આ ધોરણમાં માત્ર મૂળદ્રવ્યોના બંધનાંક, પરમાણુનું કદ અને ધાતુ-અધાતુ ગુણધર્મ આ ત્રણ ગુણધર્મોમાંના આવર્તક વલણનો વિચાર કરીશું.

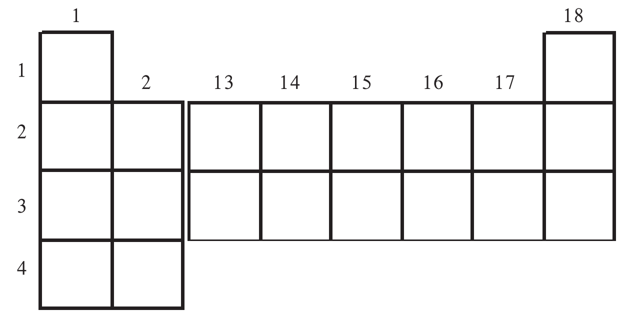
બંધનાંક (Valency) : મૂળદ્રવ્યોના અણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં રહેલા ઇલેક્ટ્રૉન પરથી એટલે કે બંધનાંક ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા પરથી મૂળદ્રવ્યોનો બંધનાંક નક્કી થાય છે તે તમે પાછલા ધોરણમાં જોયું છે.

વિચાર કરો.

1. મૂળદ્રવ્યોનું ઇલેક્ટ્રૉન સંરૂપણ અને તેમના બંધનાંક વચ્ચે શો સંબંધ છે ?
2. બેરિલિઅમનો પરમાણુક્રમાંક 4 છે અને ઓક્સિજનનો પરમાણુક્રમાંક 8 છે. બંનેનું ઇલેક્ટ્રૉન સંરૂપણ લખો અને તે પરથી તે બંનેના બંધનાંક નક્કી કરો.
3. આધુનિક આવર્તક કોઠાને આધારભૂત માનીને તૈયાર કરેલ બાજુના કોઠામાંના પહેલા 20 મૂળદ્રવ્યોનું ઇલેક્ટ્રૉન સંરૂપણ સંજ્ઞાની નીચે લખી તેની નીચે તે મૂળદ્રવ્યનો બંધનાંક લખો. (ચોરસમાં દર્શાવ્યા મુજબ)
4. એક આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતા બંધનાંકમાં થતા ફેરફારમાં કયું આવર્તક વલણ છે. આવર્તન 2 અને આવર્તન 3 નો સંદર્ભ લઈને તમારો ઉત્તર સ્પષ્ટ કરો.
5. એક ગણમાં ઉપરથી નીચે જતાં બંધનાંકમાં થતા ફેરફારનું આવર્તક વલણ કયું છે ? ગણ 1 અને ગણ 2 તેમજ ગણ 18 નો સંદર્ભ લઈને તમારો ઉત્તર સ્પષ્ટ કરો.

સંજ્ઞા
પરમાણુક્રમાંક
ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ
બંધનાંક

$_{19}K$
2, 8, 8, 1
1



પરમાણુનું કદ (Atomic size)

કદ એ દ્રવ્યનો મૂળભૂત ગુણધર્મ છે. તે આપણે પાછલા ધોરણમાં જોયું છે. અણુનું કદ તેની ત્રિજ્યા વડે દર્શાવાય છે. અણુની ત્રિજ્યા એટલે અણુના કેન્દ્ર અને બાહ્યતમ કક્ષા વચ્ચેનું અંતર.

પરમાણુની ત્રિજ્યા વ્યક્ત કરવા માટે નેનોમીટર કરતાં પણ નાનો એકમ પિકોમીટર (pm) વપરાય છે. (1 pm = 10^{-12}m)

બાજુમાં કેટલાક મૂળદ્રવ્યો અને તેમની અણુત્રિજ્યા આપેલી છે.

મૂળદ્રવ્ય :	O	B	C	N	B	Li
પરમાણુત્રિજ્યા (pm) :	66	88	77	74	111	152

મગજ ચલાવો.

1. આધુનિક આવર્તક કોઠામાં જોઈને ઉપરના મૂળદ્રવ્યોનું આવર્તન કહો.
2. ઉપરના મૂળદ્રવ્યો અણુત્રિજ્યાના ઉતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.
3. આ માંડણી આધુનિક આવર્તક કોઠાના બીજા આવર્તનના આકૃતિબંધ સાથે મળતી આવે છે કે ?
4. ઉપર પૈકી સૌથી મોટો અને સૌથી નાનો અણુ ધરાવતા મૂળદ્રવ્યો ક્યા ?
5. એક આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતા અણુત્રિજ્યાના ફેરફારમાં કયું વલણ જોવા મળે છે ?

તમને ધ્યાનમાં આવશે કે આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતા પરમાણુની ત્રિજ્યા ઓછી થતી જાય છે. એનું કારણ આ મુજબ છે. એક આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતાં પરમાણુક્રમાંક એક-એક જેટલો વધે છે, એટલે કે કેન્દ્ર પરનો ધન પ્રભાર એક એક એકમથી વધે છે. તે પ્રમાણે ઉમેરાતો ઇલેક્ટ્રોન બાહ્યતમ કક્ષામાં જમા થાય છે. વધેલા કેન્દ્રીય ધનપ્રભારના કારણે ઇલેક્ટ્રોન કેન્દ્ર તરફ વધુ પ્રમાણમાં ખેંચાય છે અને તેથી પરમાણુ કદ ઓછું થતું જાય છે.

બાજુમાં કેટલાક મૂળદ્રવ્યો અને તેમની અણુત્રિજ્યા આપેલી છે.

મૂળદ્રવ્ય :	K	Na	Rb	Cs	Li
પરમાણુત્રિજ્યા (pm) :	231	186	244	262	151

મગજ ચલાવો.

1. આધુનિક આવર્તક કોઠો જોઈ ઉપરના મૂળદ્રવ્યોનો ગણ કહો.
2. ઉપરના મૂળદ્રવ્યોની અણુત્રિજ્યાના ચઢતા ક્રમમાં ઉપરથી નીચે એ પદ્ધતિથી માંડણી કરો.
3. આ માંડણી આધુનિક આવર્તક કોઠાના ગણ 1ના આકૃતિબંધ સાથે મળતી આવે છે કે ?
4. ઉપરનામાંથી સૌથી મોટો અને સૌથી નાનો અણુ ધરાવતા મૂળદ્રવ્યો ક્યા ?
5. એક ગણમાં ઉપરથી નીચે જતા અણુત્રિજ્યામાં થતા ફેરફારમાં કયું વલણ જોવા મળે છે ?

તમને જોવા મળશે કે ગણમાં નીચે જઈએ તેમ પરમાણુ કદ વધે છે. તેનું કારણ એ છે કે ગણમાં નીચે જતા નવી કક્ષાનો ભાર વધે છે. તેથી બાહ્યતમ ઇલેક્ટ્રોન અને અણુકેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર વધે છે. તેનું પરિણામ એ છે કે કેન્દ્રિય પ્રભાર વધતા પરમાણુ કદ વધતું જાય છે.

ધાતુ-અધાતુ ગુણધર્મ (Metallic – Nonmetallic character)

1. ત્રીજા આવર્તનમાંના મૂળદ્રવ્યો જુઓ. તેમનું ધાતુ અને અધાતુમાં વર્ગીકરણ કરો.
2. આવર્તક કોઠામાં ધાતુ કઈ બાજુમાં છે ? ડાબી કે જમણી?
3. આવર્તક કોઠાની કઈ બાજુ અધાતુ જોવા મળે છે ?

એવું જોવા મળે છે કે સોડિઅમ, મેગ્નેશિઅમ જેવા ધાતુરૂપ મૂળદ્રવ્યો ડાબી બાજુએ છે. સલ્ફર, ક્લોરીન જેવા અધાતુરૂપ મૂળદ્રવ્યો જમણી બાજુએ છે. આ બંને પ્રકારોમાં સિલિકોન એ ધાતુસદશ મૂળદ્રવ્ય છે. આવો જ આકૃતિબંધ અન્ય આવર્તનમાં પણ જોવા મળે છે.

આવર્તન કોઠામાં એક વાકી-ચૂંકી રેખા ધાતુને અધાતુ કરતા જુદી કરે છે એમ જણાય છે. આ રેખાની ડાબી બાજુએ ધાતુ. જમણી બાજુએ અધાતુ અને રેખાની કિનારીએ ધાતુસદશ. આ પ્રકારે મૂળદ્રવ્યોની માંડણી કરેલી જોવા મળે છે. આવું શા માટે થયું ?

ધાતુ અને અધાતુના વિશિષ્ટ રાસાયણિક ગુણધર્મોની તુલના કરી જુઓ. સાદા આયનિક સંયોજનોના રાસાયણિક સૂત્ર પરથી એવું જણાય છે કે તેમાંના ધનાયન ધાતુમાંથી અને ઋણાયન અધાતુમાંથી બનેલો હોય છે. આ પરથી સમજાય છે કે, ધાતુના પરમાણુની પ્રવૃત્તિ પોતાનો બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવીને ધનાયન બનવાની હોય છે. તેને જ મૂળદ્રવ્યોની વિદ્યુત ઘનતા કહે છે. તેથી ઉલટું અધાતુના પરમાણુની પ્રવૃત્તિ બહારથી ઇલેક્ટ્રોન બહારની કક્ષામાં સ્વીકારીને ઋણાયન બનવાની હોય છે. આપણે પહેલાં જ જોયું કે, આયનોના ઉમદાવાયુનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ સ્થાયી હોય છે. બહારની કક્ષામાંથી ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવવાની અથવા ઇલેક્ટ્રોન સ્વીકારવાની પરમાણુની ક્ષમતા કેવી રીતે નક્કી થાય છે ? કોઈપણ પરમાણુના બધા જ ઇલેક્ટ્રોન, તેમના પર ધનપ્રભારી કેન્દ્રના કારણે પ્રયુક્ત થતા આકર્ષણ બળને કારણે પરમાણુમાં સમાવી રાખવામાં આવે છે. બહારની કક્ષામાંના ઇલેક્ટ્રોન અને અણુકેન્દ્ર વચ્ચે અંદરની કક્ષામાંના ઇલેક્ટ્રોન હોવાથી બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન પર આકર્ષણ બળ પ્રયુક્ત કરનાર પરિણામી કેન્દ્રિય પ્રભાર મૂળના કેન્દ્રિય પ્રભાર કરતા થોડો ઓછો હોય છે. ધાતુમાં બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા ઓછી (1 થી 3) હોય છે અને આ બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન પર પ્રયુક્ત થનારો પરિણામી કેન્દ્રિય પ્રભાર ઓછો હોય છે. બંને ઘટકોના એકત્રિત પરિણામ રૂપે ધાતુમાં બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવીને સ્થાયી ઉમદા-વાયુ સંરૂપણ ધરાવતા ધનાયન બનવાની પ્રવૃત્તિ હોય છે. મૂળદ્રવ્યોની આ પ્રવૃત્તિ અથવા વિદ્યુત ઘનતા એટલે કે તે મૂળદ્રવ્યોના ધાતુ-ગુણધર્મ હોય છે.

2.10 મૂળદ્રવ્યોનું આવર્તક વલણ

આધુનિક આવર્તક કોઠાના સ્થાન પરથી મૂળદ્રવ્યોના ધાતુ-ગુણધર્મનું વલણ સ્પષ્ટપણે જણાય છે.

પહેલા એક ગણના મૂળદ્રવ્યોના ધાતુ-ગુણધર્મનો વિચાર કરીએ. એક ગણમાં ઉપરથી નીચે જતા નવી કક્ષા ઉમેરાય છે અને કેન્દ્ર તથા બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન વચ્ચેનું અંતર વધતું જાય છે. તેથી પરિણામી કેન્દ્રિય પ્રભાર ઓછો થાય અને બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન પરનું આકર્ષણ બળ ઓછું થાય છે. તેને કારણે પરમાણુની બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવવાની પ્રવૃત્તિ વધે છે. તેમજ બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવતા છેલ્લેથી બીજી કક્ષા બાહ્યતમ બને છે. આ કક્ષા પૂર્ણ અષ્ટક હોવાને કારણે તૈયાર થયેલા ધનાયનને વિશેષ સ્થિરતા પ્રાપ્ત થાય છે. તેથી ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવવાની પરમાણુની પ્રવૃત્તિ હજી વધે છે. બંધનાંક ગુમાવવાની પરમાણુની પ્રવૃત્તિ એટલે જ ધાતુ-ગુણધર્મ તેથી કોઈપણ ગણમાં ઉપરથી નીચે જતા મૂળદ્રવ્યોમાં ધાતુ ગુણધર્મ વધવાનું વલણ જોવા મળે છે.

એક આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતા બાહ્યતમ કક્ષા તે જ રહે છે. માત્ર કેન્દ્ર પર ધનભાર વધવાથી અને અણુત્રિજ્યા ઓછી થતી જવાથી પ્રયુક્ત થનાર પરિણામી કેન્દ્રિય ભાર પણ વધે છે. તેથી બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવવાની પરમાણુની પ્રવૃત્તિ ઓછી થતી જાય છે. એટલે કે આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતા મૂળદ્રવ્યોનો ધાતુ-ગુણધર્મ ઓછો થતો જાય છે. (જુઓ કોષ્ટક 2.10)

એક આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતા વધતા જતા કેન્દ્રિય ભાર અને ઓછી થતી જતી પરમાણુત્રિજ્યા આ બંને ઘટકોને કારણે બંધનાંક ઈલેક્ટ્રોન્સ પર પ્રયુક્ત થનાર પરિણામી કેન્દ્રિયભાર વધતો જાય છે અને બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનને વધુને વધુ આકર્ષણબળ વડે પકડી રખાય છે. એને જ પરમાણુની વિદ્યુત ઋણતા કહેવાય છે. એક આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતા વધતી જતી વિદ્યુત ઋણતાને કારણે બહારથી ઇલેક્ટ્રોન સ્વીકારીને પૂર્ણ અષ્ટક સ્થિતિમાંના ઋણાયન બનવાની પરમાણુની ક્ષમતા વધતી જાય છે. મૂળદ્રવ્યોની ઋણાયન બનવાની પ્રવૃત્તિ અથવા વિદ્યુત ઋણતા એટલે મૂળદ્રવ્યોના અધાતુ ગુણધર્મ.

મગજ ચલાવો.

1. મૂળદ્રવ્યોના અધાતુ ગુણધર્મ કયા કારણે હોય છે?
2. આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતા મૂળદ્રવ્યોના અધાતુ ગુણધર્મમાં ફેરફારમાં કયું વલણ અપેક્ષિત છે?
3. ગણમાં ઉપરથી નીચે જતા મૂળદ્રવ્યોના અધાતુ-ગુણધર્મના ફેરફારમાં કયું વલણ અપેક્ષિત છે?

ધ્યાનમાં રાખો.

1. કોઈપણ ગણમાં ઉપરથી નીચે જતા મૂળદ્રવ્યોની વિદ્યુત ધનતા વધતી જાય છે અને વિદ્યુત ઋણતા ઓછી થતી જાય છે.
2. કોઈપણ આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જતા મૂળદ્રવ્યોની વિદ્યુત ઋણતા વધતી જાય છે અને વિદ્યુત ધનતા ઓછી થતી જાય છે.
3. મૂળદ્રવ્યની વિદ્યુત ધનતા અથવા વિદ્યુત ઋણતા જેટલી વધારે તેટલી તેની ક્રિયાશીલતા વધારે.

હૅલોજન સમૂહની પ્રવણતા/ ક્રમ નિર્ધારણ (Gradation in halogen family)

ગણ 17માં હેલોજન સમૂહના સભ્યો છે. બધાનું સામાન્ય પણે અણુસૂત્ર X_2 છે. ગણમાં ઉપરથી નીચે જઈએ ત્યારે તેમની ભૌતિક સ્થિતિમાં ક્રમિકતા જણાય છે. ફ્લોરિન (F_2) અને ક્લોરીન (Cl_2) વાયુ છે. બ્રોમીન (Br_2) દ્રાવણ છે, તો આયોડિન (I_2) ઘન છે.

ઇન્ટરનેટ મારો મિત્ર

માહિતી મેળવો અને અન્યોને મેલ કરો.

1. નિષ્ક્રિય વાયુ મૂળદ્રવ્યો.
2. વિવિધ મૂળદ્રવ્યોના ઉપયોગ

મૂળદ્રવ્યોની શોધ અને વિવિધ વૈજ્ઞાનિકોના કાર્ય બાબતે ગ્રંથાલયમાંના સંદર્ભ પુસ્તકોનું વાંચન કરો.

1. Understanding Chemistry – C.N.R. Rao
2. The Periodic Table Book: A Visual Encyclopedia of the Elements

શું તમે જાણો છો ?

$M + 2H_2O \rightarrow M(OH)_2 + H_2$

આ આલ્કલી મૃદા ધાતુની પાણી સાથેની પ્રક્રિયા દર્શાવનાર સર્વસાધારણ રાસાયણિક સમીકરણ છે. બીજા ગણમાં ઉપરથી નીચે Be → Mg → Ca → Sr → Ba એમ જતાં આ આલ્કલી મૃદા ધાતુના રાસાયણિક ગુણધર્મોની સામ્યતામાં ક્રમિકતા જણાઈ આવે છે. બીજા ગણમાં ઉપરથી નીચે જતા આલ્કલી મૃદા ધાતુની ક્રિયાશીલતા વધતી જાય છે અને સાથે પ્રક્રિયા થવામાં સહજતા પણ વધતી જાય છે. બેરિલિઅમની (Be) પાણી સાથે પ્રક્રિયા થતી નથી. મેગ્નેશિઅમની (Mg) પ્રક્રિયા પાણીની બાષ્પ સાથે થઈ શકે છે, તો કેલ્શિઅમ (Ca), સ્ટ્રોન્શિઅમ (Sr) અને બેરિઅમ (Ba) ની પાણી સાથેની પ્રક્રિયા ઓરડાના ઉષ્ણતામાને જ વધુ ઝડપી થાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. સ્તંભ ક્ર. 1 સાથે જોડાય એ રીતે સ્તંભ ક્ર. 2 અને 3ની પુનઃમાંડણી કરો.

સ્તંભ ક્ર. 1	સ્તંભ ક્ર. 2	સ્તંભ ક્ર. 3
i. ત્રયક	અ. બધા અણુમાં હલકો અને ઋણભારિત કણ	1. મેન્ડેલીવ્હ
ii. અષ્ટક	આ. એકત્રિત દ્રવ્યમાન અને ધનપ્રભાર	2. થોમસન
iii. પરમાણુક્રમાંક	ઇ. પહેલા અને ત્રીજા અણુદ્રવ્યમાનની સરાસરી	3. ન્યુલેન્ડસ
iv. આવર્તન	ઈ. આઠમા મૂળદ્રવ્યના ગુણધર્મ પહેલા જેવા	4. રુદરફોર્ડ
v. અણુકેન્દ્ર	ઉ. અણુકેન્દ્ર પર ધનપ્રભાર	5. ડોબેરાયનર
vi. ઇલેક્ટ્રોન	ઊ. અણુસૂત્રમાં ક્રમેક્રમે ફેરફાર	6. મોજલે

2. યોગ્ય પર્યાય પસંદ કરી વિધાન પૂર્ણ કરો.

અ. આલ્કલી ધાતુની બાહ્યતમ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા .... છે.

(i) 1 (ii) 2 (iii) 3 (iv) 7

આ. આલ્કલી મૃદા ધાતુનો બંધનાંક 2 છે. એટલે આધુનિક આવર્તક કોઠામાં તેનું સ્થાન ....માં છે.

(i) ગણ 2 (ii) ગણ 16
(iii) આવર્તન 2 (iv) ડી-ખંડ

ઇ. મૂળદ્રવ્ય Xના ક્લોરાઈડનું અણુસૂત્ર XCl છે. આ સંયોજન ઉચ્ચ દ્રાવણાંક ધરાવનાર ઘન છે. મૂળદ્રવ્ય X આવર્તક કોઠાના જે ગણમાં હશે તે ગણમાં નીચેનામાંથી કયું મૂળદ્રવ્ય હશે?

(i) Na (ii) Mg (iii) Al (iv) Si

ઈ. આધુનિક આવર્તન કોઠામાં અધાતુ કયા ખંડમાં છે ?

(i) s-ખંડ (ii) p-ખંડ
(iii) d-ખંડ (iv) f-ખંડ

3. એક મૂળદ્રવ્યનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ 2, 8, 2 છે. એના આધારે નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો.

અ. આ મૂળદ્રવ્યનો પરમાણુક્રમાંક કેટલો છે ?

આ. આ મૂળદ્રવ્યનો ગણ કયો ?

ઇ. આ મૂળદ્રવ્ય કયા આવર્તનમાં છે ?

ઈ. આ મૂળદ્રવ્યના રાસાયણિક ગુણધર્મ નીચેનામાંથી કયા મૂળદ્રવ્ય જેવા હશે ? (કંસમાં પરમાણુ ક્રમાંક આપેલા છે.)

N (7), Be (4) , Ar (18), Cl (17)

4. **આપેલા પરમાણુક્રમાંકના આધારે નીચેના મૂળદ્રવ્યોનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ લખો. તે પરથી પ્રશ્નોના ઉત્તર સ્પષ્ટીકરણ સહિત લખો.**

અ. ${}_{3}Li$, ${}_{14}Si$, ${}_{2}He$, ${}_{11}Na$, ${}_{15}P$
આ પૈકી ત્રીજા આવર્તનમાં આવેલા મૂળદ્રવ્યો કયા ?

આ. ${}_{1}H$, ${}_{7}N$, ${}_{20}Ca$, ${}_{16}S$, ${}_{4}Be$, ${}_{18}Ar$
આ પૈકી બીજા ગણમાં આવેલા મૂળદ્રવ્યો કયા ?

ઇ. ${}_{7}N$, ${}_{6}C$, ${}_{8}O$, ${}_{5}B$, ${}_{13}Al$
આ પૈકી સૌથી વધુ વિદ્યુતઋણ મૂળદ્રવ્ય કયું ?

ઈ. ${}_{4}Be$, ${}_{6}C$, ${}_{8}O$, ${}_{5}B$, ${}_{13}Al$
આ પૈકી સૌથી વધુ વિદ્યુતધન મૂળદ્રવ્ય કયું ?

ઉ. ${}_{11}Na$, ${}_{15}P$, ${}_{17}C1$, ${}_{14}Si$, ${}_{12}Mg$
આ પૈકી સૌથી મોટું કદ (આકાર) ધરાવતો અણુ ક્યો ?

ઊ. ${}_{19}K$, ${}_{3}Li$, ${}_{11}Na$, ${}_{4}Be$
આ પૈકી સૌથી ઓછી અણુત્રિજ્યા ધરાવતો અણુ ક્યો ?

એ. ${}_{13}A1$, ${}_{14}Si$, ${}_{11}Na$, ${}_{12}Mg$, ${}_{16}S$
આ પૈકી સૌથી વધુ ધાતુ-ગુણધર્મ ધરાવતા મૂળદ્રવ્ય કયા ?

ઐ. ${}_{6}C$, ${}_{3}Li$, ${}_{9}F$, ${}_{7}N$, ${}_{8}O$
આ પૈકી સૌથી વધુ અધાતુ-ગુણધર્મ ધરાવતા મૂળદ્રવ્ય કયા ?

5. **વર્ણન પરથી મૂળદ્રવ્યનું નામ અને સંજ્ઞા લખો.**

અ. સૌથી નાનું કદ (આકાર) ધરાવતો પરમાણુ
આ. સૌથી ઓછો પરમાણુક્રમાંક ધરાવતો પરમાણુ
ઇ. સૌથી વધુ વિદ્યુતઋણ પરમાણુ
ઈ. સૌથી ઓછી અણુત્રિજ્યા ધરાવતો ઉમદાવાયુ
ઉ. સૌથી વધુ ક્રિયાશીલ અધાતુ

6. **ટૂંકનોંધ લખો.**

અ. મેન્ડેલીવ્હનો આવર્તક નિયમ
આ. આધુનિક આવર્તક કોઠાની રચના
ઇ. મેન્ડેલીવ્હ અને આધુનિક આવર્તક કોઠામાં સમસ્થાનિકોનું સ્થાન

7. **વૈજ્ઞાનિક કારણો લખો.**

અ. આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જઈએ તેમ પરમાણુત્રિજ્યા ઓછી થતી જાય છે.
આ. આવર્તનમાં ડાબી બાજુથી જમણી બાજુ જઈએ તેમ ધાતુ-ગુણધર્મ ઓછો થતો જાય છે.
ઇ. ગણમાં ઉપરથી નીચે જઈએ તેમ પરમાણુ-ત્રિજ્યાવધતી જાય છે.
ઈ. એક જ ગણમાંના મૂળદ્રવ્યોનો બંધનાંક સમાન હોય છે.
ઉ. ત્રીજી કક્ષાની ઇલેક્ટ્રોન ધારકતા 18 હોવા છતાં ત્રીજા આવર્તનમાં ફક્ત 8 મૂળદ્રવ્યો છે.

8. **આપેલા વર્ણન પરથી નામ લખો.**

અ. K, L અને M કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતું આવર્તન
આ. શૂન્ય બંધનાંક ધરાવતો ગણ
ઇ. 1 બંધનાંક ધરાવતી અધાતુનો ગણ
ઈ. 1 બંધનાંક ધરાવતી ધાતુનો ગણ
ઉ. 2 બંધનાંક ધરાવતી ધાતુનો ગણ
ઊ. બીજા અને ત્રીજા આવર્તનમાંના ધાતુસદશ
એ. ત્રીજા આવર્તનમાંની અધાતુ
ઐ. 4 બંધનાંક ધરાવતા બે મૂળદ્રવ્ય

ઉપક્રમ :

બધા નિષ્ક્રીય વાયુનો ઉપયોગ શોધો અને કોષ્ટક તૈયાર કરી વર્ગમાં લગાડો.

IHCNB8

3. રાસાયણિક પ્રક્રિયા અને સમીકરણો

- રાસાયણિક પ્રક્રિયા
- રાસાયણિક પ્રક્રિયાના લેખનના નિયમ
- રાસાયણિક સમીકરણ સંતુલિત કરવું
- રાસાયણિક પ્રક્રિયાના પ્રકાર

યાદ કરો.

1. મૂળદ્રવ્યો અને સંયોજનોના રેણુના પ્રકાર ક્યા ક્યા છે ?
2. મૂળદ્રવ્યોનો બંધનાંક એટલે શું ?
3. વિવિધ સંયોજનોના રાસાયણિક અણુસૂત્રો લખવા માટે કઈ માહિતી આવશ્યક છે ? સંયોજનોનું રેણુસૂત્ર કઈ રીતે લખી શકાય છે ?

મૂળદ્રવ્યોના રાસાયણિક સંયોજનો કેવી રીતે તૈયાર થાય છે તે આપણે પાછલા ધોરણમાં જોયું છે. આપણે એ પણ જોયું છે કે રાસાયણિક બંધ તૈયાર કરવા માટે પ્રેરક શક્તિ હોય છે એટલે પૂર્ણ અષ્ટકસ્થિતિનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ પ્રાપ્ત કરવું. પૂર્ણ અષ્ટક સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરવા માટે અણુ એક બીજા સાથે બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની લેતી-દેતી અથવા તેની ભાગીદારી (sharing) કરે છે.

રાસાયણિક પ્રક્રિયા (Chemical Reaction)

18માં અને 19માં શતકમાં કેટલાક વૈજ્ઞાનિકોએ રાસાયણિક પ્રક્રિયાના સંદર્ભમાં મૂળભૂત પ્રયોગ કર્યા હતા. તેમના પ્રયોગો પરથી એવું સિધ્ધ થયું કે રાસાયણિક પ્રક્રિયા થતી વખતે સંરચના બદલાય છે અને આ ફેરફાર કાયમી સ્વરૂપનું હોય છે. આનાથી વિરુધ્ધ ભૌતિક ફેરફારના સમયે દ્રવ્યની માત્ર અવસ્થા અથવા રૂપમાં ફેરફાર થાય છે અને ઘણીવાર આ ફેરફાર તે સમય પૂરતો જ હોય છે.

નીચેના કોષ્ટકમાં આપેલી ઘટનામાં ભૌતિક અને રાસાયણિક ફેરફાર ઓળખો.

ઘટના	ભૌતિક ફેરફાર	રાસાયણિક ફેરફાર
1. બરફનું પાણીમાં રૂપાંતર થવું	✓	
2. ખોરાક રંધાવો		✓
3. ફળનું પાકવું		
4. દૂધનું દહીંમાં રૂપાંતર થવું		
5. પાણીનું બાષ્પીભવન થવું		
6. જઠરમાં અન્નનું પાચન થવું		
7. ડામરની ગોળી હવામાં ખુલ્લી રાખતા તેનો આકાર નાનો થાય છે.		
8. શહાબાદી પથ્થર/કડપ્પા પર લિંબુના રસના ડાઘ પડે છે.		
9. ઊંચાઈ પરથી પડતા કાચની વસ્તુ ફૂટે છે.		

3.1 કેટલીક ઘટના

નોંધ : નીચેની કૃતિ મિત્રો સાથે જૂથમાં કરો. જ્યાં આવશ્યકતા હોય ત્યાં તમારા શિક્ષકની મદદ લો.

કરી જુઓ.

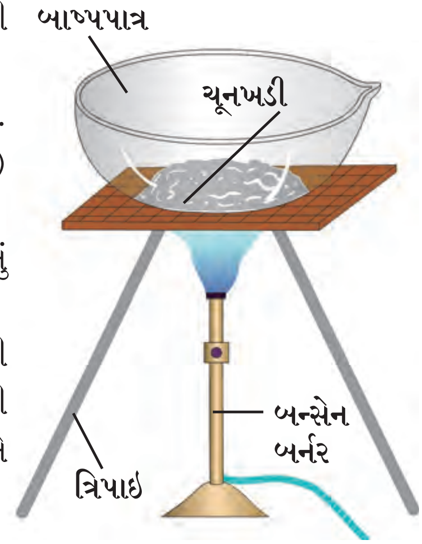
સાહિત્ય/ ઉપકરણ : ઉષ્ણતામાપક, બાષ્પપાત્ર, ત્રિપાઈ, ગળણી, પરીક્ષાનળીઓ (ટેસ્ટ ટ્યૂબ), બન્સેન બર્નર વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : ચૂનાનો ભૂકો, કૉપર સલ્ફેટ, કેલ્શિઅમ કલોરાઇડ, પોટેશિઅમ ક્રોમેટ, જસતની રજકણ, સોડિઅમ કાર્બોનેટ, થૅલિક અનહાયડ્રાઈડ વગેરે.

કૃતિ : નીચે દર્શાવ્યા મુજબ 1 થી 5 કૃતિ કરો. તેમાંથી કૃતિ 2 થી 4માં ઉષ્ણતામાપકની સહાયતાથી ઉષ્ણતામાન માપીને તેની નોંધ કરો.

1. બાષ્પપાત્રમાં એક ચમચો ચૂનાનો ભૂકો ($CaCO_3$) નાખો. તેને મોટી ભૂરી જ્યોતથી ભરપૂર ઉષ્ણતા આપો.
2. કૉપર સલ્ફેટના ($CuSO_4$) દ્રાવણમાં જસતની રજકણ (Zn dust) નાખો.
3. બેરિઅમ સલ્ફેટના ($BaSO_4$) દ્રાવણમાં પોટૅશિઅમ ક્રોમેટનું (K_2CrO_4) દ્રાવણ નાખો.
4. કૅલ્શિઅમ ક્લોરાઈડના ($CaCl_2$) દ્રાવણમાં સોડિઅમ કાર્બોનેટનું (Na_2CO_3) દ્રાવણ નાખો.
5. એક બાષ્પપાત્રમાં થૅલિક ઍનહાયડ્રાઇડ લો. ગળણીનું મોઢુ કાપૂસ (રૂ) થી બંધ કરી તેને બાષ્પપાત્ર પર ઊંધી મૂકો. હવે બાષ્પપાત્રને ત્રિપાઈ પર મૂકી નાની ભૂરી જ્યોતથી મંદ ઉષ્ણતા આપો. ઉષ્ણતા આપતી વખતે તમને ગળણીની અંદર શું જોવા મળ્યું ?

   દરેક કૃતિનું નિરીક્ષણ નોંધો. શું જોવા મળ્યું ?



3.2 ચૂનખડીને ઉષ્ણતા આપવી.

કૃતિ 1 થી 5ના નિરીક્ષણના આધારે નીચેનું કોષ્ટક પૂર્ણ કરો.

કૃતિ	રંગમાં થતો ફેરફાર (જો થતો હોય તો)	વાયુ મુક્ત થાય છે (હા/નહીં)	ઉષ્ણતામાનમાં થતો ફેરફાર (જો થતો હોય તો)	ફેરફારનો પ્રકાર (રાસાયણિક/ભૌતિક)
1				
2				
3				
4				
5				

3.3 નિરીક્ષણ કોષ્ટક

શોધો. તમારા દૈનિક જીવનમાં ઘટતી અનેક ઘટનાઓમાં તમે જે ભૌતિક અને રાસાયણિક ફેરફાર અનુભવો છો તેનું નિરીક્ષણ કરીને નોંધ રાખો.

ઉષ્ણતામાન, દબાણ જેવા પરિમાણોમાં (Parameters) ફેરફાર થવાને કારણે ભૌતિક ફેરફાર (Physical change) થાય છે. ઘણી વાર ભૌતિક ફેરફાર પ્રત્યાવર્તી /ઉલ્ટાવી શકાય તેવા (Reversible) હોય છે. ભૌતિક ફેરફારમાં દ્રવ્યોની સંરચના તે જ રહે છે. દા.ત.બરફને ગરમ કરતાં તેનું પાણીમાં રૂપાંતર થાય છે અને પાણીને ઠંડુ કરતાં તેનું બરફમાં રૂપાંતર થાય છે. આથી વિરુધ્ધ, એકાદ પ્રક્રિયામાં દ્રવ્યની સંરચનામાં ફેરફાર થાય છે ત્યારે તેને રાસાયણિક ફેરફાર કહે છે. જ્યારે આપણે એકાદ પ્રક્રિયા અથવા ઘટના માટે કે રાસાયિણક ફેરફાર કહીએ ત્યારે તે સંબંધિત દ્રવ્યમાં કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થતી હોય છે.

રાસાયણિક પ્રક્રિયા એટલે એવી પ્રક્રિયા જે થતી વખતે કેટલાક પદાર્થના રાસાયણિક બંધનું વિભાજન થઈને નવા રાસાયણિક બંધ તૈયાર થાય છે અને તે પદાર્થનું રૂપાંતર નવા પદાર્થમાં થાય છે. જે પદાર્થ બંધ વિભાજન દ્વારા રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં સહભાગી થાય છે તેને પ્રક્રિયક કહેવાય છે. તેમ જ રાસાયણિક પ્રક્રિયાના પરિણામ રૂપે નવા બંધ તૈયાર થઈને નવેસરથી તૈયાર થનાર પદાર્થને ઉત્પાદિત કહેવાય છે. દા.ત. કોલસાને હવાની હાજરીમાં સળગાવતા કાર્બન ડાયોક્સાઈડ વાયુ તૈયાર થાય છે આ એક રાસાયણિક પ્રક્રિયા છે. આ પ્રક્રિયામાં કોલસો (કાર્બન) અને ઓક્સિજન (હવામાંનો) પ્રક્રિયક છે અને કાર્બન ડાયઓક્સાઈડ ઉત્પાદિત છે. રાસાયણિક પ્રક્રિયા દર્શાવવા માટે રાસાયણિક સમીકરણ લખવામાં આવે છે.

રાસાયણિક સમીકરણો (Chemical equations)

પહેલાં એક રાસાયણિક પ્રક્રિયા જોઈએ. કૃતિ 2માં કૉપર સલ્ફેટના ($CuSO_4$) ભૂરા રંગના દ્રાવણમાં જસતની રજકણો (Zn dust) નાખતા જસત સલ્ફેટનું ($ZnSO_4$) રંગહીન દ્રાવણ તેમ જ લાલાશ પડતા રંગના તાંબાના કણ તૈયાર થાય છે. આ રાસાયણિક પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે સંક્ષિપ્ત રૂપમાં લખી શકાય છે.

કૉપર સલ્ફેટનું જલદ દ્રાવણ + જસતની રજકણ $\longrightarrow$ ઝિંક સલ્ફેટનું જલદ દ્રાવણ + તાંબુ ..... (1)

આ રીતે શબ્દના સ્વરૂપમાં કરેલી રાસાયણિક સમીકરણની માંડણીને 'શાબ્દિક સમીકરણ' કહેવાય છે.

આ જ સમીકરણને રાસાયણિક સૂત્રોનો ઉપયોગ કરીને હજુ સંક્ષિપ્ત સ્વરૂપમાં નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.

$$CuSO_4 + Zn \longrightarrow ZnSO_4 + Cu \quad ....(2)$$

રાસાયણિક સૂત્રનો ઉપયોગ કરીને રાસાયણિક પ્રક્રિયાની સંક્ષિપ્ત રૂપમાં કરેલી માંડણીને રાસાયણિક સમીકરણ કહેવાય છે. ઉપરના સમીકરણમાં કૉપર સલ્ફેટ ($CuSO_4$) અને જસત (Zn) પ્રક્રિયકો છે. તેમની વચ્ચે રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈને સંપૂર્ણપણે જુદા ગુણધર્મ ધરાવતા તાંબાના કણ (Cu) અને રંગહીન ઝિંક સલ્ફેટનું ($ZnSo_4$) દ્રાવણ તૈયાર થાય છે તેને ઉત્પાદિત કહે છે. પ્રક્રિયા થાય ત્યારે પ્રક્રિયક $CuSO_4$ના આયનિક બંધનું વિભાજન થાય છે તેમજ ઉત્પાદિત $ZnSO_4$ નો આયનિક બંધ તૈયાર થાય છે.

રાસાયણિક સમીકરણનું લેખન

રાસાયણિક સમીકરણ લખતી વખતે કેટલાક નિયમો પાળવામાં આવે છે તે નીચે મુજબ છે.

1. રાસાયણિક સમીકરણ લખતી વખતે પ્રક્રિયકો ડાબી બાજુએ અને ઉત્પાદિતો જમણી બાજુએ લખવામાં આવે છે. પ્રક્રિયકોથી ઉત્પાદિતોની દિશામાં જતું બાણ આ બંનેની વચ્ચે દોરવામાં આવે છે. આ બાણ રાસાયણિક પ્રક્રિયાની દિશા દર્શાવે છે.

2. જો બે અથવા વધારે પ્રક્રિયકો અથવા ઉત્પાદિતો હોય તો તેમની વચ્ચે વત્તા (+) ની નિશાની વપરાય છે. દા.ત. સમીકરણ (2)માં $CuSO_4$ અને Zn પ્રક્રિયકો વચ્ચે વત્તાની નિશાની (+)દર્શાવી છે. તેજ રીતે $ZnSO_4$ અને Cu ઉત્પાદિતોની વચ્ચે વત્તાની નિશાની (+) દર્શાવી છે.

3. રાસાયણિક સમીકરણને વધુ માહિતીપ્રદ બનાવવા માટે સમીકરણમાં પ્રક્રિયકો અને ઉત્પાદિતોની ભૌતિક અવસ્થા લખીને દર્શાવવામાં આવે છે. તેમની વાયુરૂપ, દ્રાવણરૂપ અને ઘનરૂપ અવસ્થા અનુક્રમે (g), (*l*) અને (s) અક્ષરો વડે કૌંસમાં લખીને દર્શાવવામાં આવે છે. તેમ જ જો ઉત્પાદિત વાયુરૂપ હોય તો (g) ને બદલે $\uparrow$ ઉપરની દિશા દર્શાવતા બાણ વડે દર્શાવી શકાય છે અને ઉત્પાદિત અદ્રાવ્ય ઘનરૂપ એટલે કે અવક્ષેપ હોય તો (s) ને બદલે $\downarrow$ નીચેની દિશા દર્શાવતા બાણ વડે દર્શાવી શકાય છે. જો પ્રક્રિયકો અને ઉત્પાદિતો પાણીમાંના દ્રાવણના રૂપમાં હોય તો તેને જલીય દ્રાવણ કહેવાય છે. અને તેમની આગળ (aq) આ અક્ષરો કૌંસમાં લખી તેમની જલીય દ્રાવણની અવસ્થા દર્શાવવામાં આવે છે. તે અનુસાર સમીકરણ (2) નું પુનર્લેખન સમીકરણ (3) ના સ્વરૂપમાં નીચે પ્રમાણે કરવામાં આવે છે.

$$CuSO_4(aq) + Zn(s) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s) \quad ....(3)$$

4. જ્યારે રાસાયણિક પ્રક્રિયા થવા માટે બહારથી ઉષ્ણતા આપવી પડે છે ત્યારે પ્રક્રિયાદર્શક બાણની ઉપર Δ ચિહ્ન દર્શાવવામાં આવે છે. દા.ત.ચૂનખડીને ગરમ કરતા કળી ચૂનો તૈયાર થાય છે તે પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે લખવામાં આવે છે.

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2\uparrow \quad ....(4)$$

તેજ રીતે કૉપર સલ્ફેટના જલીય દ્રાવણ અને જસતની રજકણ વચ્ચે પ્રક્રિયા થાય ત્યારે ઉષ્ણતા બહાર પડે છે તે નીચે મુજબ દર્શાવવામાં આવે છે.

$$CuSO_4(aq) + Zn(s) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s) + \text{ઉષ્ણતા} \quad .....(5)$$

5. કેટલીક પ્રક્રિયાઓ થવા માટે વિશિષ્ટ ઉષ્ણતામાન, વિશિષ્ટ દબાણ, ઉત્પ્રેરક જેવી શરતો પૂર્ણ થવી આવશ્યક હોય છે. આવી શરતો પ્રક્રિયાદર્શક બાણોની નીચે અથવા ઉપર દર્શાવવામાં આવે છે. દા.ત. વનસ્પતિ તેલની 60 ^{0}C

ઉષ્ણતામાનમાં Ni ઉત્પ્રેરકના સાનિધ્યમાં હાયડ્રોજન સાથે પ્રક્રિયા થઇને વનસ્પતિ ઘી તૈયાર થાય છે, તે નીચે પ્રમાણે લખી શકાય છે.

$$\text{વનસ્પતિ તેલ } (l) + H_2(g) \xrightarrow[\text{Ni ઉત્પ્રેરક}]{60\ ^0C} \text{વનસ્પતિ ઘી } (s) \ldots\ldots\ldots (6)$$

પ્રક્રિયકો/ ઉત્પાદિતો વિશેની વિશેષ માહિતી અથવા તેમના નામો તેમના સૂત્રો નીચે લખી શકાય છે. દા.ત. તાંબાની જલદ નાયટ્રિક એસિડ સાથે પ્રક્રિયા થતા તાંબાના રંગનો લાલાશ પડતો ઝેરી નાયટ્રોજન ડાયઓક્સાઈડ વાયુ તૈયાર થાય છે.

$$Cu(s) + \underset{\text{(જલદ)}}{4\,HNO_3(aq)} \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l) \ \ldots\ldots\ldots (7)$$

પરંતુ તાંબાની મંદ નાયટ્રિક એસિડ સાથે પ્રક્રિયા થતા નાયટ્રિક ઓક્સાઇડ વાયુ તૈયાર થાય છે.

$$3Cu(s) + \underset{\text{(મંદ)}}{8HNO_3(aq)} \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l) \ \ldots\ldots\ldots (8)$$

કરી જુઓ.

સાહિત્ય : પરીક્ષાનળી, શંકુપાત્ર, ત્રાજવું વગેરે.
રાસાયણિક પદાર્થ : સોડિયમ ક્લોરાઈડ, સિલ્વર નાયટ્રેટના દ્રાવણો.

કૃતિ :

1. સોડિયમ ક્લોરાઈડનું દ્રાવણ શંકુપાત્રમાં લો અને સિલ્વર નાયટ્રેટનું દ્રાવણ પરીક્ષાનળીમાં લો.
2. પરીક્ષાનળીને દોરી બાંધીને તેને કાળજીપૂર્વક શંકુપાત્રમાં મૂકો. રબરનું બૂચ લગાવીને શંકુપાત્રને હવાચુસ્ત રીતે બંધ કરો.
3. વજનકાંટાની મદદથી શંકુપાત્રનું વજન કરો.
4. હવે શંકુપાત્રને ત્રાંસું કરીને પરીક્ષાનળીમાંનું દ્રાવણ શંકુપાત્રના દ્રાવણમાં મેળવો.
5. શંકુપાત્રનું ફરી વજન કરો.

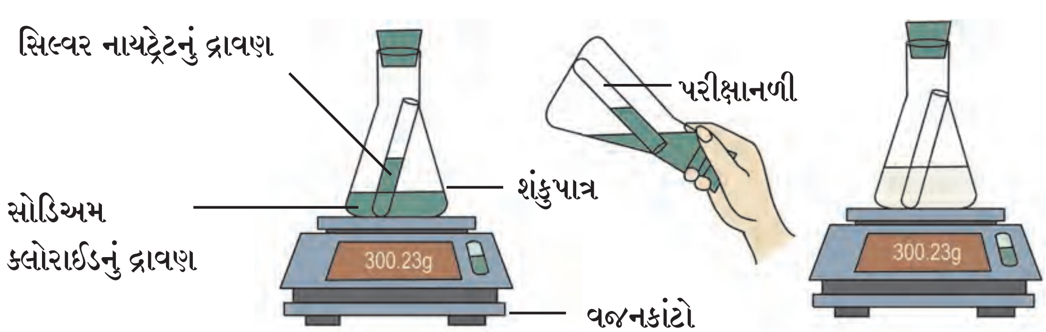
તમને શો ફેરફાર જોવા મળે છે ? કોઈ અદ્રાવ્ય પદાર્થ તૈયાર થયો કે ? વજનમાં કંઈ ફેરફાર થયો કે?

ઉપરની કૃતિ માટે શાબ્દિક સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખવામાં આવે છે.

સિલ્વર નાયટ્રેટ + સોડિઅમ ક્લોરાઇડ ⟶ સિલ્વર ક્લોરાઈડ + સોડિઅમ નાયટ્રેટ

ઉપરનો શાબ્દિક સમીકરણ દર્શાવવા માટે નીચેનો રાસાયણિક સમીકરણ લખી શકાય.

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow \underset{\text{(સફેદ)}}{AgCl\downarrow} + NaNO_3(aq) \ \ldots\ldots\ldots (9)$$



3.4 સોડિઅમ ક્લોરાઈડ અને સિલ્વર નાયટ્રેટની પ્રક્રિયા

શું તમે જાણો છો ?

સિલ્વર નાયટ્રેટનો ઉપયોગ મતદાનની સ્યાહીમાં કરવામાં આવે છે.

શોધો.

દૈનિક જીવનમાં સિલ્વર નાયટ્રેટના અન્ય ઉપયોગ કયા ?

રાસાયણિક સમીકરણનું સંતુલન કરવું.

સમીકરણ (9)ના આધારે બાજુનું કોષ્ટક ભરો.

આ સમીકરણમાં પ્રક્રિયકોમાં મૂળદ્રવ્યોના અણુની સંખ્યા, ઉત્પાદિતોમાં તે મૂળદ્રવ્યના અણુની સંખ્યા જેટલી જ જણાય છે. આવા સમીકરણને 'સંતુલિત સમીકરણ' કહેવાય છે. જો રાસાયણિક સમીકરણની બંને બાજુએ પ્રત્યેક મૂળદ્રવ્યોના અણુની સંખ્યા સમાન ન હોય તો તે સમીકરણને 'અસંતુલિત સમીકરણ' કહેવાય છે.

	પ્રક્રિયકો (ડાબી બાજુ)	ઉત્પાદિતો (જમણી બાજુ)
મૂળદ્રવ્યો	પરમાણુસંખ્યા	પરમાણુસંખ્યા
Ag		
N		
O		
Na		
Cl		

3.5 સમીકરણ (9) માહિતી કોષ્ટક

ધ્યાનમાં રાખો.

કોઈપણ પ્રક્રિયામાં ઉત્પાદિતોમાંના દરેક મૂળદ્રવ્યોનું કુલ દ્રવ્યમાન પ્રક્રિયકોમાંના તે તે મૂળદ્રવ્યોના દ્રવ્યમાન જેટલું હોય છે. તમે પાછલા ધોરણમાં શીખી ગયેલ દ્રવ્યમાન અક્ષયતાના નિયમ સાથે આ સુસંગત છે.

રાસાયણિક સમીકરણનું સંતુલન કરવાના પગથિયા

રાસાયણિક સમીકરણનું સંતુલન પગથિયાવાર કરવામાં આવે છે. એ માટે પ્રયત્ન-પ્રમાદ-પધ્ધતિ વાપરવામાં આવે છે. ઉદા. તરીકે આપેલું શાબ્દિક સમીકરણ જુઓ. સોડિયમ હાયડ્રોક્સાઈડ + સલ્ફ્યૂરિક એસિડ ⟶ સોડિઅમ સલ્ફેટ + પાણી

પગથિયું I : આપેલા શાબ્દિક સમીકરણ પરથી રાસાયણિક સમીકરણ લખો.

$NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$ ....(10)

પગથિયું II : સમીકરણ (10) સંતુલિત છે કે નહીં તે તપાસવા માટે સમીકરણની બંને બાજુએ રહેલા વિવિધ મૂળદ્રવ્યોની અણુસંખ્યા સાથે તુલના કરતા એવું જણાય છે કે બંને બાજૂના બધા મૂળદ્રવ્યોની અણુસંખ્યા સમાન નથી. એટલે કે સમીકરણ (10) સંતુલિત સમીકરણ નથી.

	પ્રક્રિયકો (ડાબી બાજુ)	ઉત્પાદિતો (જમણી બાજુ)
મૂળદ્રવ્ય	અણુસંખ્યા	અણુસંખ્યા
Na	1	2
O	5	5
H	3	2
S	1	1

પગથિયું III : સમીકરણના સંતુલનની શરૂઆત જે સંયોજનમાં વધારેમાં વધારે અણુ હોય તેનાથી કરવી સરળ રહે છે. તથા આ સંયોજનના જે મૂળદ્રવ્યોના અણુ બંને બાજુએ અસમાન હોય તે મૂળદ્રવ્યનો પ્રથમ વિચાર કરવો સરળ રહે છે.

i. સમીકરણ (10) માં Na_2SO_4 અને H_2SO_4 આ બંને સંયોજનોમાં વધુમાં વધુ 7 અણુ છે. તે પૈકી કોઈને પણ પહેલા લઈ શકાય. Na_2SO_4 સંયોજનને પ્રથમ ધ્યાનમાં લો. આ સંયોજનના મૂળદ્રવ્યો પૈકી સોડિઅમના અણુની સંખ્યા બંને બાજુએ અસમાન હોવાથી સંતુલન માટે સોડિઅમની પસંદગી કરો. ધ્યાનમાં રાખો કે અણુસંખ્યાનું સંતુલન કરતી વખતે સંયોજનનું સૂત્ર બદલી શકાય નહી.

સોડિઅમની અણુસંખ્યા	પ્રક્રિયકોમાં (NaOHમાં)	ઉત્પાદિતોમાં $2(Na_2SO_4)$ માં
શરૂઆતમાં	1	2
સંતુલન કરતી વખતે	1x 2	2

એટલે જ અહીં પ્રક્રિયકોમાં સોડિયમની અણુસંખ્યા બે કરવા માટે NaOH સૂત્ર બદલીને Na_2OH કરી શકાય નહીં. તેને બદલે NaOH ને '2' સહગુણક લગાડવો પડશે. આવું કર્યા બાદ તૈયાર થનાર સમીકરણ (10)' લખો.

$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$ ....(10)'

ii. સમીકરણ (10)' સંતુલિત છે કે નહીં તે તપાસો. બંને બાજુએ ઓક્સિજન અને હાયડ્રોજનની અણુસંખ્યા અસમાન હોવાથી સમીકરણ (10)' સંતુલિત નથી તેમ જણાય છે. એ પૈકી હાયડ્રોજનની અણુસંખ્યાનું સંતુલન કરવા માટે પહેલા નાના સહગુણક નજીકના એટલે કે પ્રથમ હાયડ્રોજનની અણુસંખ્યાનું સંતુલન કરો.

	પ્રક્રિયકો (ડાબી બાજુ)	ઉત્પાદિતો (જમણી બાજુ)
મૂળદ્રવ્ય	અણુસંખ્યા	અણુસંખ્યા
Na	2	2
O	6	5
H	4	2
S	1	1

iii. સમીકરણ (10)' માં હાયડ્રોજનની અણુસંખ્યાનું સંતુલન કરવા માટે ઉત્પાદિતમાં H_2Oની આગળ '2' સહગુણક મૂકો આમ કરવાથી તૈયાર થતું સમીકરણ (10)'' લખો.

હાયડ્રોજનની અણુસંખ્યા	પ્રક્રિયકોમાં	ઉત્પાદિતોમાં
	4 (2NaOH H_2SO_4 માં)	2 (H_2Oમાં)
શરૂઆતમાં	4	2
સંતુલન કરતી વખતે	4	2 x 2

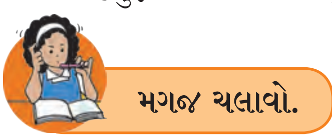
$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O \ldots (10)''$$

iv. સમીકરણ (10)'' સંતુલિત છે કે નહીં તે તપાસો. બંને બાજુએ બધા મૂળદ્રવ્યોની અણુસંખ્યા સમાન છે એમ જણાય છે. માટે જ સમીકરણ (10)'' સંતુલિત સમીકરણ છે.

પગથિયું IV : અંતિમ સંતુલિત સમીકરણ ફરીથી લખો.

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O \ldots (11)$$

આ રીતે પગથિયાવાર / ક્રમવાર એક એક મૂળદ્રવ્યની અણુસંખ્યાનું સંતુલન કરવા માટે યોગ્ય પ્રક્રિયક / ઉત્પાદિતોને યોગ્ય સહગુણક લગાડીને અસંતુલિત રાસાયણિક સમીકરણમાંથી સંતુલિત સમીકરણ મેળવવામાં આવે છે.



1. અ. સમીકરણ (6) માં પ્રક્રિયકો અને ઉત્પાદિતો ક્યા તે લખો.
   આ. $N_2\,(g) + H_2\,(g) \rightleftharpoons NH_3\,(g)$ આ સમીકરણ સંતુલિત કરી લખો.
2. નીચેની પ્રક્રિયા માટે સંતુલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
   કેલ્શિઅમ કલોરાઇડ + સલ્ફ્યૂરિક એસિડ ⟶ કેલ્શિઅમ સલ્ફેટ + હાયડ્રોજન કલોરાઈડ
3. નીચેની પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકો અને ઉત્પાદિતોની ભૌતિક અવસ્થા લખો.
   અ. $SO_2 + 2H_2S \longrightarrow 3S + 2H_2O$
   આ. $2Ag + 2HCl \longrightarrow 2AgCl + H_2$

રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકો પાસેથી નવો પદાર્થ એટલે કે ઉત્પાદિત મળે છે તે આપણે જોયું. આમ થતી વખતે પ્રક્રિયકોમાંના કેટલાંક રાસાયણિક બંધ તૂટે છે અને કેટલાક નવા રાસાયણિક બંધ તૈયાર થઈ પ્રક્રિયકોનું ઉત્પાદિતોમાં રૂપાંતર થાય છે. આ પાઠમાં આપણે પ્રક્રિયાના પ્રકારોનો ઊંડો અભ્યાસ કરવાના છીએ.

રાસાયણિક પ્રક્રિયાના પ્રકાર (Types of chemical reactions)

પ્રક્રિયામાંના પ્રક્રિયકો અને ઉત્પાદિતોના સ્વરૂપ અને સંખ્યા અનુસાર પ્રક્રિયાના નીચે મુજબ ચાર પ્રકાર પડે છે.

1. સંયોગ પ્રક્રિયા (Combination reaction)

સાહિત્ય : પરીક્ષાનળી, કાંચની સળી, બીકર વગેરે.
રાસાયણિક પદાર્થ : હાયડ્રોક્લોરિક એસિડ, અમોનિઆનું દ્રાવણ, કળી ચૂનો વગેરે.

કૃતિ 1 : એક પરીક્ષાનળીમાં થોડું હાયડ્રોક્લોરિક એસિડ લો. આ પરીક્ષાનળીને થોડી ઉષ્ણતા આપો. એક કાચની સળી અમોનિઆના દ્રાવણમાં બોળી તે પરીક્ષાનળીના મુખ પાસે રાખો. નિરીક્ષણ કરો. તમને કાચની નળીના છેડા પરથી સફેદ ધૂમાડો પ્રસરતો દેખાશે.

આવું શાથી થયું હશે ?

પરીક્ષાનળીને ગરમ કરતા HCl ની વરાળ બહાર આવવા લાગી. તથા કાચની સળી પરના દ્રાવણમાંથી NH_3 વાયુ મુક્ત થયો. અમોનિઆ વાયુ (NH_3) અને હાયડ્રોજન ક્લોરાઈડ વાયુ (HCl) વચ્ચેની પ્રક્રિયાથી અમોનિઅમ ક્લોરાઈડ વાયુ રૂપમાં તૈયાર થયો. પણ તરત જ સંઘનન ક્રિયા દ્વારા તેનું રૂપાંતર ઘનરૂપમાં થતાં સફેદ રંગનો ધૂમાડો નિર્માણ થયેલો દેખાય છે. આનું રાસાયણિક સમીકરણ નીચે મુજબ છે.

$$NH_3\ (g) + HCl\ (g) \longrightarrow NH_4Cl(s) \ldots\ldots (12)$$

અમોનિઆ   હાયડ્રોજન ક્લોરાઈડ   અમોનિઅમ ક્લોરાઈડ

કૃતિ 2 : મેગ્નેશિઅમ (Mg) ધાતુની પટ્ટીનો એક છેડો ચીપીયાથી પકડી તેનો બીજો છેડો પ્રજ્વલિત કરો. હવામાં સળગવાથી મેગ્નેશિઅમ ઓક્સાઈડનો સફેદ ભૂકો તૈયાર થાય છે. ઉપરની પ્રક્રિયા સમીકરણના રૂપમાં નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.

$$2Mg + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2\ MgO \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

આ પ્રક્રિયામાં મેગ્નેશિઅમ અને ઓક્સિજનનું સંયોજન થઈને એક જ ઉત્પાદિત મેગ્નેશિયમ ઓક્સાઇડ એક માત્ર ઉત્પાદિત તૈયાર થાય છે.

કૃતિ 3 : અડધું બીકર ભરાય તેટલું પાણી લો. તેમાં કળી ચૂનો (કેલ્શિયમ ઓક્સાઈડ-CaO) ના કેટલાક ટુકડા નાખો. કેલ્શિયમ ઓક્સાઈડ અને પાણીના સંયોજનથી કેલ્શિયમ હાયડ્રોક્સાઇડ [$Ca(OH)_2$] તૈયાર થાય છે. અને ભરપૂર ઉષ્ણતા મુક્ત થાય છે.

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + \text{ઉષ્ણતા} \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

કેલ્શિયમ ઓક્સાઈડ   પાણી   કેલ્શિયમ હાયડ્રોક્સાઈડ

1. ઉપરની દરેક પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકોની સંખ્યા કેટલી છે.
2. ઉપરની પ્રક્રિયામાં ભાગ લેનાર પ્રક્રિયકોના અણુની સંખ્યા કેટલી છે ?
3. ઉપરની પ્રક્રિયામાં કેટલા ઉત્પાદિતો તૈયાર થાય છે ?

જ્યારે એકાદ પ્રક્રિયામાં બે અથવા વધારે પ્રક્રિયકોનું રાસાયણિક સંયોજન થઈને એક જ ઉત્પાદિત તૈયાર થાય છે. ત્યારે તે પ્રક્રિયાને સંયોગ પ્રક્રિયા કહેવાય છે.

2. વિઘટન પ્રક્રિયા (Decomposition reaction)

સાહિત્ય : બાષ્પપાત્ર, બન્સેન બર્નર, વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : સાકર.

કૃતિ : એક બાષ્પપાત્રમાં થોડી સાકર લો. તે બાષ્પપાત્રને બન્સેન બર્નરની સહાયતાથી ઉષ્ણતા આપો. થોડા સમય બાદ કાળો પદાર્થ તૈયાર થયેલો જોવા મળશે. આ કૃતિમાં ચોક્કસ પણે શું બન્યું હશે ?

ઉપરની કૃતિમાં એક જ પ્રક્રિયકનું (સાકર) બે પદાર્થમાં વિભાજન થયું. (C અને H_2O)

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{(\Delta)\text{ઉષ્ણતા}} 12\ C + 11H_2O \ldots\ldots (15)$$

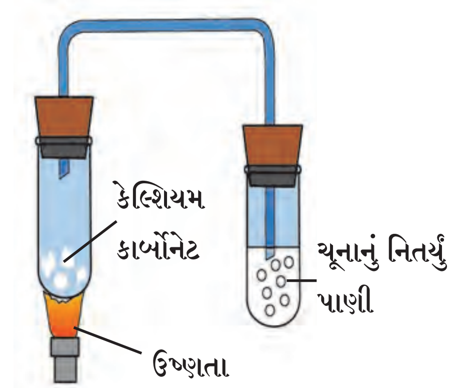
સાકર   કાર્બન

જે પ્રક્રિયામાં એક જ પ્રક્રિયક હોય અને તેમાંથી બે અથવા વધુ ઉત્પાદિતો મળે છે તે પ્રક્રિયાને વિઘટન કહે છે.

કરી જુઓ. **સાહિત્ય :** બે પરીક્ષાનળીઓ, વક્રનળી (Bent tube), રબરનું બૂચ, બર્નર, વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ, ચૂનાનું નિતર્યું પાણી.

કૃતિ : એક પરીક્ષાનળીમાં થોડું કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ લો. આ પરીક્ષાનળીમાં રબરના બૂચની મદદથી વક્ર કાચનળી જોડી તેનો બીજો છેડો બીજી પરીક્ષાનળીમાં લીધેલા તાજા ચૂનાના નિતર્યા પાણીમાં ડૂબાડો. પહેલી પરીક્ષાનળીમાંના $CaCO_3$ ને બર્નરની મદદથી તીવ્ર ઉષ્ણતા આપો. ચૂનાનું નિતર્યું પાણી દૂધિયું રંગનું થયેલું જણાશે.



3.6 કેલ્શિયમ કાર્બોનેટનું વિઘટન

આપણે ઉપરની કૃતિમાં જોયું કે કેલ્શિયમ કાર્બોનેટને ઉષ્ણતા આપતા તેનું વિઘટન થઈ તૈયાર થયેલા કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાયુને કારણે ચૂનાનું નિતર્યું પાણી દૂધિયા રંગનું થાય છે (સમીકરણ 16) અને કેલ્શિયમ ઓક્સાઈડનો ભૂકો પહેલી પરીક્ષા- નળીમાં બાકી રહી જાય છે. તેમજ વધુ એક પ્રક્રિયામાં (સમીકરણ 17) હાયડ્રોજન પેરોક્સાઈડનું આપોઆપ મંદ ગતિએ પાણી અને ઓક્સિજનમાં વિઘટન થાય છે.

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2\uparrow \quad .....(16);$$

$$2H_2O_2(l) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2\uparrow \quad .....(17)$$

(16) અને (17) બંને વિઘટન પ્રક્રિયા છે.

યાદ કરો. ઉષ્ણતા, વિદ્યુત અથવા પ્રકાશની મદદથી પાણીનું વિઘટન કરીને હાયડ્રોજન વાયુની નિર્મિતિ શક્ય છે કે ?

આપણે પાછલા ધોરણમાં શીખ્યા છીએ કે એસિડયુક્ત પાણીમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતા પાણીનું વિઘટન થઈને હાયડ્રોજન અને ઓક્સિજન વાયુ તૈયાર થાય છે. આ વિઘટન વિદ્યુત ઉર્જાની મદદથી થતું હોવાથી આ વિઘટનને 'વિદ્યુત વિઘટન' કહેવાય છે.

$$\underset{\text{(એસિડયુક્ત પાણી)}}{2H_2O(l)} \xrightarrow{\text{વિદ્યુત ઉર્જા}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow \quad ......(18)$$

''જે રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં એક જ પ્રક્રિયકમાંથી બે અથવા વધુ ઉત્પાદિતો મળે છે. તે 'વિઘટન પ્રક્રિયા' હોય છે.''

નિસર્ગમાં આપણી આજુબાજુ અનેક વિઘટન (Degradation) પ્રક્રિયા સતત થતી હોય છે. સેન્દ્રિય કચરાનું સૂક્ષ્મ જીવો દ્વારા વિઘટન થઈ ખાતર અને જૈવિક વાયુ તૈયાર થાય છે. જૈવિક વાયુ (Biogas)નો ઉપયોગ ઇંધણ તરીકે કરવામાં આવે છે.

3. વિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Displacement reaction)

આ પાઠની શરૂઆતમાં આપણે જોયું કે કૉપર સલ્ફેટના ભૂરા દ્રાવણમાં જસતની રજકણ નાખતાં ઝિંક સલ્ફેટનું રંગહીન દ્રાવણ તૈયાર થઈ ઉષ્ણતા બહાર પડે છે. આ પ્રક્રિયાનું રાસાયણિક સમીકરણ (3) જુઓ. તેના પરથી ધ્યાનમાં આવે છે કે કૉપર સલ્ફેટમાંના Cu^{2+} આયનનું સ્થાન Zn અણુમાંથી તૈયાર થયેલ Zn^{2+} આયન લે છે અને Cu^{2+} આયનથી તૈયાર થયેલ Cu અણુ મુક્ત થાય છે. એટલે કે Zn ને કારણે $CuSO_4$ માંના Cu નું વિસ્થાપન થાય છે. જ્યારે એક સંયોજનમાંના ઓછા ક્રિયાશીલ મૂળદ્રવ્યના આયનનું સ્થાન વધુ ક્રિયાશીલ મૂળદ્રવ્ય પોતે આયન બનીને લે છે તે રાસાયણિક પ્રક્રિયાને 'વિસ્થાપન પ્રક્રિયા' કહેવાય છે. (ઓછા અને વધુ ક્રિયાશીલ મૂળદ્રવ્યો વિશેની માહિતી આપણે ધાતુવિજ્ઞાનના પાઠમાં મેળવીશું.) જસતની જેમ જ લોખંડ અને સીસું જેવા મૂળદ્રવ્યો પણ તાંબાને તેના સંયોજનમાંથી વિસ્થાપિત કરે છે.

નીચેની પ્રક્રિયા પૂર્ણ કરો.

1. $CuSO_4(aq) + Fe(s) \longrightarrow$ .... + ...
2. $CuSO_4(aq) + Pb(s) \longrightarrow$ .... + ...

4. દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Double displacement reaction)

પ્રક્રિયકોમાં સિલ્વર અને સોડિઅમ આયનોની અદલબદલ થઇને સિલ્વર ક્લોરાઇડનો સફેદ રંગનો અવક્ષેપ તૈયાર થાય છે તે આપણે રાસાયણિક સમીકરણ (9)માં જોયું.

જે પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકોના આયનોની અદલબદલ થઈને અવક્ષેપ તૈયાર થાય છે એવી પ્રક્રિયાને ''દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા'' કહેવાય છે.

કૃતિ (3)માં તમે બેરિઅમ સલ્ફેટના ($BaSO_4$) દ્રાવણમાં પોટૅશિઅમ ક્રોમેટ (K_2CrO_4) નાખ્યું હતું તે યાદ કરો.

1. તૈયાર થયેલા અવક્ષેપનો રંગ ક્યો હતો ?
2. અવક્ષેપનું નામ લખો.
3. પ્રક્રિયાનું સંતુલિત રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
4. આ પ્રક્રિયાને તમે વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહેશો કે દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયા ?

ઉષ્માદાયી અને ઉષ્માગ્રાહી પ્રક્રિયા (Endothermic and Exothermic processes and reaction)

વિવિધ પ્રક્રિયાઓમાં ઉષ્ણતાનું આદાન-પ્રદાન થાય છે. તેના પરથી પ્રક્રિયાના બે પ્રકાર પડે છે, ઉષ્માગ્રાહી અને ઉષ્માદાયી.

આપણે પ્રથમ ઉષ્માગ્રાહી અને ઉષ્માદાયી પ્રક્રિયાના ઉદાહરણો જોઈએ.

ઉષ્માગ્રાહી પ્રક્રિયા

1. બરફ ઓગળવો.
2. પાણીમાં પોટૅશિઅમ નાયટ્રેટ ઓગળવો.

આ ભૌતિક ફેરફાર થવા માટે બહારની ઉષ્ણતા વપરાય છે. તેથી આ ઉષ્માગ્રાહી પ્રક્રિયા છે.

ઉષ્માદાયી પ્રક્રિયા

1. પાણીમાંથી બરફ બનવો.
2. પાણીમાં સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઈડ ઓગળવો.

આ ભૌતિક ફેરફારોમાં ઉષ્ણતા બહાર પડે છે. તેથી આ ઉષ્માદાયી પ્રક્રિયા છે.

જલદ સલ્ફ્યૂરિક એસિડને પાણી વડે મંદ કરવાની પ્રક્રિયામાં ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં ઉષ્ણતા મુક્ત થાય છે. તેથી જલદ સલ્ફ્યૂરિક એસિડમાં પાણી નાખતા તત્કાલ પાણીનું બાષ્પીભવન થઈ જતું હોવાથી અકસ્માત થવાનો સંભવ છે. અકસ્માત ટાળવા માટે આવશ્યકતાનુસાર પાણી કાચના પાત્રમાં લઈ તેમાં થોડું થોડું સલ્ફ્યૂરિક એસિડ નાખીને હલાવવામાં આવે છે. જેથી એક સમયે થોડી જ ઉષ્ણતા મુક્ત થાય.

ઉષ્માગ્રાહી પ્રક્રિયા અને ઉષ્માદાયી પ્રક્રિયા કરવી.

સાહિત્ય : પ્લાસ્ટિકની બે બાટલીઓ, માપનપાત્ર, ઉષ્ણતામાપક, બૂચ, ચીપીયો, વગેરે.
રાસાયણિક પદાર્થ : પોટેશિઅમ નાયટ્રેટ, સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઇડ, પાણી, વગેરે.

(સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઇડ દાહક હોવાથી શિક્ષકની ઉપસ્થિતિમાં સાવચેતી પૂર્વક કાર્ય કરવું.)

કૃતિ : પ્લાસ્ટિકની બંને બાટલીઓમાં 100 ml પાણી લો. પ્લાસ્ટિક ઉષ્ણતારોધક હોવાથી ઉષ્ણતાનો હ્રાસ ટાળી શકાય છે. બાટલીઓમાંના પાણીના ઉષ્ણતામાનની નોંધ કરો. એક બાટલીમાં 5 ગ્રામ પોટેશિઅમ નાયટ્રેટ (KNO_3) લો. બાટલીને સારી રીતે હલાવો. તૈયાર થયેલા દ્રાવણના ઉષ્ણતામાનની નોંધ કરો. બીજી બાટલીમાં 5 ગ્રામ સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઇડ (NaOH) નાખો. બાટલી સારી રીતે હલાવો. ઉષ્ણતામાનની નોંધ કરો

પહેલી બાટલીમાં પાણીમાં પોટેશિઅમ નાયટ્રેટ ઓગળવાની પ્રક્રિયા થઇ જ્યારે બીજી બાટલીમાં પાણીમાં સોડિયમ હાયડ્રોક્સાઇડ ઓગળવાની પ્રક્રિયા થઇ. તમારા નિરીક્ષણ અનુસાર આમાંની કઈ પ્રક્રિયા ઉષ્માદાયી અને કઇ પ્રક્રિયા ઉષ્માગ્રાહી છે ?

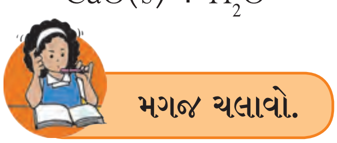
KNO_3 ઓગળવાની પ્રક્રિયા થતી વખતે પરિસરમાંની ઉષ્ણતા શોષાય છે. તેથી તૈયાર થનાર દ્રાવણનું ઉષ્ણતામાન ઓછું હતું. જે પ્રક્રિયામાં બહારની ઉષ્ણતા શોષાણી તે પ્રક્રિયાને ઉષ્માગ્રાહી પ્રક્રિયા કહેવાય છે. જ્યારે NaOH (ઘનરૂપમાં) પાણીમાં ઓગળ્યું ત્યારે ઉષ્ણતા મુક્ત થઈ અને તેના ઉષ્ણતામાનમાં વૃધ્ધિ થઈ. જે પ્રક્રિયામાં ઉષ્ણતા મુક્ત થાય છે તે પ્રક્રિયાને ઉષ્માદાયી પ્રક્રિયા કહેવાય છે.

ઉષ્માગ્રાહી અને ઉષ્માદાયી પ્રક્રિયા

રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં પણ ઉષ્ણતાની લેવડદેવડ થાય છે. તે અનુસાર કેટલીક રાસાયણિક પ્રક્રિયા ઉષ્માદાયી હોય છે તો કેટલીક ઉષ્માગ્રાહી હોય છે. ઉષ્માદાયી રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકોનું રૂપાંતર ઉત્પાદિતોમાં થતી વખતે ઉષ્ણતા મુક્ત થાય છે. જ્યારે ઉષ્માગ્રાહી પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકોનું રૂપાંતર ઉત્પાદિતોમાં થતા સમયે પરિસરમાંની ઉષ્ણતા શોષાય છે અથવા બહારથી સતત ઉષ્ણતા આપવી પડે છે. દા.ત.

$$CaCO_3(s) + \text{ઉષ્ણતા} \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$ **(ઉષ્માગ્રાહી પ્રક્રિયા)**

$$CaO(s) + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + \text{ઉષ્ણતા}$$ **(ઉષ્માદાયી પ્રક્રિયા)**



1. ઓગળવાની પ્રક્રિયા અને રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં શું તફાવત છે ?
2. દ્રાવકમાં દ્રાવ્ય ઓગળે ત્યારે નવો પદાર્થ તૈયાર થાય છે કે ?

રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો દર (Rate of chemical reaction)

નીચેની પ્રક્રિયામાં લાગતો સમય ધ્યાનમાં લઈને તેમનું બે જૂથમાં વર્ગીકરણ કરો અને તે જૂથને શીર્ષક આપો.

1. રસોઈ માટે ગૅસ પેટાવતા જ તે સળગશે.
2. લોખંડની વસ્તુઓ કટાય છે.
3. ખડકોનું અપક્ષરણ થઈને માટી તૈયાર થાય છે.
4. ગ્લુકોઝના દ્રાવણમાં યોગ્ય પરિસ્થિતિમાં યીસ્ટ મેળવતા અલ્કોહોલ તૈયાર થાય છે.
5. પરીક્ષાનળીમાં સૌમ્ય એસિડમાં ખાવાનો સોડા નાખતા પરપોટા નિર્માણ થાય છે.
6. બેરિઅમ ક્લોરાઈડના દ્રાવણમાં સૌમ્ય સલ્ફ્યૂરિક એસિડ મેળવતા સફેદ રંગનો અવક્ષેપ તૈયાર થયો.

ઉપરના ઉદાહરણો પરથી આપણને જણાય છે કે કેટલીક પ્રક્રિયા થોડા સમયમાં પૂર્ણ થાય છે, એટલે કે જલદગતિથી થાય છે. જ્યારે કેટલીક પ્રક્રિયાને પૂર્ણ થવામાં ખૂબ સમય લાગે છે, એટલે કે તે મંદગતિથી થાય છે. આનો અર્થ એ છે કે જુદી જુદી પ્રક્રિયાનો દર જુદો જુદો હોય છે.

એક જ પ્રક્રિયા શરત બદલતા જુદા જુદા દરે થઈ શકે છે. દા.ત.શિયાળામાં દૂધ મેળવ્યા બાદ તેનું દહીં બનતા વધુ સમય લાગે છે. ઉનાળાના ઉચ્ચ ઉષ્ણતામાનમાં દૂધનું દહીં બનવાની પ્રક્રિયાનો દર વધે છે અને દહીં જલ્દી તૈયાર થાય છે.

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનો દર કયા ઘટકો પર આધારિત હોય છે તે આપણે જોઈએ.

રાસાયણિક પ્રક્રિયાના દર પર પરિણામ કરનારા ઘટક
(Factors affecting the rate of a chemical reaction)

અ. પ્રક્રિયકોનું સ્વરૂપ (Nature of Reactants)

ઍલ્યુમિનિયમ (Al) અને જસત (Zn) ધાતુની સૌમ્ય હાયડ્રોક્લોરિક એસિડ સાથેની પ્રક્રિયા જોઈએ.

Al અને Zn બંનેની સૌમ્ય હાયડ્રોક્લોરિક એસિડ સાથે પ્રક્રિયા થઇને H_2 વાયુ મુક્ત થાય છે. અને આ ધાતુના પાણીમાં દ્રાવ્ય ક્ષાર તૈયાર થાય છે. પરંતુ ઝિંક ધાતુની તુલનામાં ઍલ્યુમિનિયમ ધાતુની એસિડ સાથેની પ્રક્રિયા જલદ થાય છે. પ્રક્રિયાના દરમાંનો આ તફાવત તે ધાતુના સ્વરૂપને કારણે હોય છે. Al એ Zn કરતાં વધુ ક્રિયાશીલ (Reactive) છે. માટે હાયડ્રોક્લોરિક એસિડ સાથે Al ની પ્રક્રિયાનો દર Zn સાથેની પ્રક્રિયાના દર કરતા વધુ હોય છે. પ્રક્રિયકોનું સ્વરૂપ (અથવા ક્રિયાશીલતા) રાસાયણિક પ્રક્રિયાના દર પર અસર કરે છે. (ધાતુની ક્રિયાશીલતા વિશે આપણે ધાતુવિજ્ઞાનના પાઠમાં વધુ માહિતી મેળવીશું.)

આ. પ્રક્રિયકોના કણોનો આકાર (Size of the Particles of Reactants)

સાહિત્ય : બે પરીક્ષાનળી, વજન કાંટો, માપનપાત્ર વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : શહાબાદી પથ્થરના ટુકડા, શહાબાદી પથ્થરનો ભૂકો, સૌમ્ય HCl વગેરે.

કૃતિ : બે પરીક્ષાનળીઓમાં સરખા વજનના શહાબાદી પથ્થરના ટુકડા અને ભૂકો નાખો. બંનેમાં 10ml સૌમ્ય HCl નાખો. કાર્બન ડાયઑક્સાઇડ વાયુના પરપોટા જલદ ગતિથી તૈયાર થાય છે કે મંદ ગતિથી તેનું નિરીક્ષણ કરો.

ઉપરની કૃતિથી તમારા ધ્યાનમાં આવ્યું હશે કે શહાબાદી પથ્થરના ટુકડા સાથે CO_2 ના પરપોટા ધીમેધીમે તૈયાર થાય છે, જ્યારે ભૂકા સાથે જલદ ગતિથી તૈયાર થાય છે.

ઉપરનું નિરીક્ષણ એવું દર્શાવે છે કે, પ્રક્રિયાનો દર પ્રક્રિયકોના કણોના આકાર પર આધારિત હોય છે. રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ભાગ લેનારા પ્રક્રિયકોના કણોનો આકાર જેટલો નાનો તેટલો પ્રક્રિયાનો દર વધારે.

ઇ. પ્રક્રિયકોની તીવ્રતા (Concentration of reactants)

જલદ અને સૌમ્ય હાયડ્રોક્લોરિક એસિડની $CaCO_3$ના ભૂકા સાથે થતી પ્રક્રિયા ધ્યાનમાં લેશું.

સૌમ્ય એસિડ સાથે $CaCO_3$ ની પ્રક્રિયા મંદ ગતિથી થાય છે અને $CaCO_3$ ધીમેધીમે નહીંવત્ થાય છે અને CO_2 વાયુ ધીમેધીમે મુક્ત થાય છે, જ્યારે જલદ એસિડ સાથે જલદ ગતિથી પ્રક્રિયા થાય છે અને $CaCO_3$ જલ્દીથી નહીંવત્ થાય છે.

જલદ એસિડ સાથેની પ્રક્રિયા સૌમ્ય એસિડ કરતાં જલ્દી થાય છે એટલે કે પ્રક્રિયાનો દર પ્રક્રિયકોની તીવ્રતાના પ્રમાણમાં બદલાય છે.

ઈ. પ્રક્રિયાનું ઉષ્ણતામાન (Temperature of the Reaction)

વિઘટન પ્રક્રિયાનો અભ્યાસ કરતી વખતે તમે કળી ચૂનાના વિઘટનની કૃતિ કરી છે. આ કૃતિમાં બર્નરને ઉષ્ણતા આપ્યા પહેલાં ચૂનાનું નિતર્યું પાણી દૂધિયા રંગનું થતું નથી. કારણ કે ત્યારે પ્રક્રિયાનો દર શૂન્ય હોય છે. ઉષ્ણતા આપવાથી પ્રક્રિયાનો દર વધીને CO_2 ઉત્પાદિત તૈયાર થાય છે. આ પરથી એવું ધ્યાનમાં આવે છે કે પ્રક્રિયાનો દર ઉષ્ણતામાન પર આધારિત હોય છે. ઉષ્ણતામાન વધે એટલે પ્રક્રિયાનો દર વધે છે.

ઙ. ઉત્પ્રેરક (Catalyst)

પોટેશિયમ ક્લોરેટ ($KClO_3$) ને ગરમ કરતાં તેનું વિઘટન મંદગતિથી થાય છે.

$$2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 3O_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(19)$$

કણોનો આકાર નાનો કરીને અથવા પ્રક્રિયાનું ઉષ્ણતામાન વધારીને પણ ઉપરની પ્રક્રિયાનો દર વધતો નથી. પરંતુ મેંગેનીઝ ડાયઓક્સાઈડ (MnO_2)ની ઉપસ્થિતિમાં $KClO_3$ નું જલદ ગતિથી વિઘટન થઈને O_2 વાયુ મુક્ત થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં MnO_2 માં કોઇપણ રાસાયણિક ફેરફાર થતો નથી.

''જે પદાર્થોની માત્ર ઉપસ્થિતિને કારણે રાસાયણિક ક્રિયાનો દર વધે છે, પરંતુ તે પદાર્થમાં કોઈ પણ રાસાયણિક ફેરફાર થતો નથી. આવા પદાર્થને ઉત્પ્રેરક કહેવાય છે.''

હાયડ્રોજન પેરૉક્સાઇડનું વિઘટન થઈને પાણી અને ઑક્સિજન તૈયાર થવાની પ્રક્રિયા (સમીકરણ 17) ઓરડાના ઉષ્ણતામાને ખૂબ જ મંદ ગતિએ થાય છે પણ તે જ પ્રક્રિયા મેંગેનીઝ ડાયઓક્સાઈડ (MnO_2) નો પાવડર નાખતા જલદ વેગથી થાય છે.

શું તમે જાણો છો ?

1. પ્રત્યેક રાસાયણિક ફેરફારમાં એક અથવા વધારે રાસાયણિક પ્રક્રિયા થાય છે.
2. કેટલીક રાસાયણિક પ્રક્રિયા ઝડપી તો કેટલીક મંદ ગતિએ થાય છે.
3. તીવ્ર એસિડ અને તીવ્ર બેઇઝ વચ્ચે તત્કાલ પ્રક્રિયા થાય છે.
4. આપણાં શરીરમાં જૈવિક ઉત્પ્રેરકો (Enzymes) જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયાનો દર વધારે છે અને શરીરના ઉષ્ણતામાને જ તે પ્રક્રિયાઓ કરે છે.
5. નાશવંત ખાદ્યપદાર્થ ફ્રીઝમાં લાંબો સમય સારો રહે છે. ખાદ્યપદાર્થનો વિઘટન દર ઓછા ઉષ્ણતામાનના કારણે ઓછો થાય છે અને ખાદ્યપદાર્થ સારો રહે છે.
6. પાણી કરતાં તેલમાં શાકભાજી જલ્દી રંધાય છે.
7. જો પ્રક્રિયાનો દર ઝડપી હોય તો રાસાયણિક કારખાનામાં રાસાયણિક પ્રક્રિયા ફાયદાકારક થાય છે.
8. પ્રક્રિયાનો દર પર્યાવરણના દષ્ટિકોણથી પણ મહત્ત્વનો છે.
9. પૃથ્વીના વાતાવરણમાંના ઓઝોન ધાતુનો થર સૂર્યના પારજાંબલી કિરણોથી આપણી પૃથ્વી પરની જીવ સૃષ્ટિનું સંરક્ષણ કરતો હતો. આ થર ઓછો થવો અથવા ટકી રહેવો એ પ્રક્રિયા ઓઝોન અણુના નિર્મિતિ અને નષ્ટ થવાના દર પર આધારિત હોય છે.

ઓક્સિડેશન અને ક્ષપણ (Oxidation and Reduction)

અનેક પ્રકારના પદાર્થમાં ઓક્સિડેશન અને ક્ષપણની પ્રક્રિયા થાય છે. આ પ્રક્રિયાઓ વિશે હવે વધુ માહિતી મેળવીએ.

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO \quad \ldots\ldots(20)$$

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \ldots\ldots(21)$$

$$MgH_2 \longrightarrow Mg + H_2\uparrow \quad \ldots\ldots(22)$$

$$CH_3-CH_3 \longrightarrow CH_2=CH_2 + H_2\uparrow \ldots\ldots(23)$$

આ પ્રક્રિયાઓ પૈકી (20) અને (21) માં એક પ્રક્રિયકનો ઓક્સિજન સાથે સંયોગ થયો છે, જ્યારે (22) અને (23) માં પ્રક્રિયકમાંથી હાયડ્રોજન વાયુ છૂટો થઈ ગયો છે. આ બધા ઉદાહરણો ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાના છે.

જે રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકોનો ઓક્સિજન સાથે સંયોગ થાય છે અથવા જે રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકમાંથી હાયડ્રોજન છૂટો પડી જાય છે અને ઉત્પાદિત મળે છે એ પ્રક્રિયાઓને 'ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયા' કહેવાય છે.

કેટલીક ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયામાં વિશિષ્ટ રાસાયણિક પદાર્થનો ઉપયોગ થાય છે.
ઉદા.,

$$CH_3 - CH_2 - OH \xrightarrow[K_2Cr_2O_7/H_2SO_4]{[O]} CH_3 - COOH + H_2O \quad ....(24)$$

ઈથાઈલ આલ્કોહોલ → ઍસેટિક ઍસિડ

અહીં પ્રક્રિયક એથિલ આલ્કોહોલને ઓક્સિડેશન માટે એસિડયુક્ત પોટૅશિઅમ ડાયક્રોમેટ નામનો પદાર્થ ઓક્સિજન ઉપલબ્ધ કરી આપે છે. આવી રીતે જે રાસાયણિક પદાર્થ ઓક્સિજન ઉપલબ્ધ કરી આપીને ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયા કરે છે તેને ઓક્સિડન્ટ (Oxidant) કહે છે.

શું તમે જાણો છો ?

નિયંત્રિત ઓક્સિડેશન કરવા માટે વિવિધ રાસાયણિક ઓક્સિડન્ટ વાપરવામાં આવે છે.

$K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$, $KMnO_4/H_2SO_4$ હંમેશા વપરાતા રાસાયણિક ઓક્સિડન્ટ છે. સૌમ્ય ઓક્સિડન્ટ તરીકે હાયડ્રોજન પેરૉક્સાઇડ (H_2O_2) વપરાય છે. ઓઝોન (O_3) પણ એક રાસાયણિક ઓક્સિડન્ટ છે. રાસાયણિક ઓક્સિડન્ટમાંથી નિર્માણ થયેલ નવજાત ઑક્સિજન ઓક્સિડેશન માટે વપરાય છે.

$O_3 \rightarrow O_2 + [O]$

$H_2O_2 \rightarrow H_2O + [O]$

$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 3[O]$

$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5[O]$

નવજાત ઓક્સિજન O_2 અણુ તૈયાર થયા પહેલાની અવસ્થા છે. એ ઓક્સિજનનું અતિક્રિયાશીલ રૂપ છે. જે [O] રીતે લખાય છે.

મગજ ચલાવો.

1. પીવાના પાણીના શુદ્ધિકરણ માટે કયો ઓક્સિડન્ટ વાપરવામાં આવે છે ?
2. પાણીની ટાંકી સાફ કરતી વખતે પોટૅશિઅમ પરમેંગેનેટ શા માટે વાપરવામાં આવે છે ?

પોટૅશિઅમ પરમેંગેનેટ રાસાયણિક ઑક્સિડન્ટ છે તે આપણે હમણાં જ જોયું. હવે નીચેની પ્રક્રિયા જુઓ.

$$2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O \quad ....(25)$$

આ પ્રક્રિયામાં એસિડની ઉપસ્થિતિમાં $KMnO_4$ કોનું ઓક્સિડેશન કરે છે ?
$FeSO_4$ નું રૂપાંતર $Fe_2(SO_4)_3$ માં થયું. આ રૂપાંતર એટલે ઓક્સિડેશન. તે કેવી રીતે તે હવે જોઈએ.

$$2FeSO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3$$

આયનિક પ્રક્રિયા $\quad Fe^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow 2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-}$

ઉપરના રૂપાંતરમાં જે પૂર્ણ ફેરફાર થાય છે તે નીચે મુજબ પૂર્ણ આયનિક પ્રક્રિયા દ્વારા દર્શાવી શકાય.

પૂર્ણ આયનિક પ્રક્રિયા $\quad Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$
(ફેરસ) (ફેરિક)

આ પૂર્ણ આયનિક ક્રિયા $KMnO_4$ ની ઉપસ્થિતિથી થયેલ ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયા દર્શાવે છે. ફેરસ આયનમાંથી ફેરિક આયન બને છે. ત્યારે ધનપ્રભાર 1 એકમ વધે છે. આમ થતી વખતે ફેરસ આયન એક ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવે છે. આના પરથી આપણને એવી નવી વ્યાખ્યા મળે છે કે 'ઓક્સિડેશન' એટલે એક અથવા વધારે ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવવા.

કહો જોઈએ ! રાસાયણિક સમીકરણ (6) જુઓ. વનસ્પતિ તેલમાંથી વનસ્પતિ ઘી બનાવવું એ ક્યા પ્રકારની પ્રક્રિયા છે એવું તેમને લાગે છે ?

જે રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકો હાયડ્રોજન પ્રાપ્ત કરે છે તેને 'ક્ષપણ' પ્રક્રિયા કહેવાય છે. તે જ પ્રમાણે જે પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકમાંથી ઓક્સિજન છૂટો પડી જાય છે અને ઉત્પાદિત તૈયાર થાય છે તે પ્રક્રિયાને પણ 'ક્ષપણ' ક્રિયા કહે છે. જે પદાર્થ 'ક્ષપણ' ક્રિયા કરે છે તે પદાર્થને 'ક્ષપણક' કહેવાય છે.

જ્યારે કાળા કૉપર ઓક્સાઈડ પરથી હાયડ્રોજન વાયુ પ્રવાહિત કરવામાં આવે છે ત્યારે તાંબાના (રાતા) રંગનો કૉપરનો થર મળે છે.

$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$.....................(26)

આ પ્રક્રિયામાં ક્ષપણક કોણ છે ? તેમ જ ક્યા પ્રક્રિયકનું ક્ષપણ થયું છે ?

આ પ્રક્રિયા દરમ્યાન CuO (કૉપર ઓક્સાઈડ)માંથી ઓક્સિજનનો પરમાણુ છૂટો પડે છે એટલે કે કૉપર ઓક્સાઈડનું ક્ષપણ થાય છે અને હાયડ્રોજનનો પરમાણુ ઓક્સિજનનો પરમાણુ સ્વીકારે છે અને પાણી (H_2O) તૈયાર થાય છે. એટલે કે હાયડ્રોજનનું ઓક્સિડેશન થાય છે. આ રીતે ઓક્સિડેશન અને ક્ષપણ પ્રક્રિયા એક જ સમયે થાય છે. ઓક્સિડન્ટને કારણે ક્ષપણકનું ઓક્સિડેશન થાય છે અને ક્ષપણકને કારણે ઓક્સિડન્ટનું ક્ષપણ થાય છે. આ વિશિષ્ટતાને કારણે ક્ષપણ પ્રક્રિયા અને ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયા એવા બે પદોને બદલે રેડોક્સ પ્રક્રિયા એ એક જ પદનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

રેડૉક્સ પ્રક્રિયા	= ક્ષપણ	+ ઓક્સિડેશન
Redox reaction	= Reduction	+ Oxidation

મગજ ચલાવો.

1. રેડોક્સ પ્રક્રિયાના બીજા કેટલાક ઉદાહરણો નીચે પ્રમાણે છે. તેમાંના ક્ષપણક અને ઓક્સિડન્ટ ક્યા તે ઓળખો.

$2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S\downarrow + 2H_2O$ ....(27)

$MnO_2 + 4\,HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2\uparrow$.............(28)

2. ઓક્સિડેશન એટલે ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવવા, તો ક્ષપણ એટલે શું ?
3. Fe^{3+} નું ક્ષપણ થઈને Fe^{2+} તૈયાર થાય છે તે ક્ષપણ પ્રક્રિયા ઇલેક્ટ્રોન (e^-) સંજ્ઞાનો ઉપયોગ કરીને લખો.

વિચાર કરો. ઘરમાંના એલ્યુમિનિયમના વાસણના પૃષ્ઠભાગ પરથી ચકામા કેટલાક દિવસોમાં ઝાંખા થઈ નિસ્તેજ થાય છે, શા માટે ?

જ્યારે પરમાણુ પર અથવા આયન પર ધનપ્રભાર વધે છે અથવા ઋણપ્રભાર ઓછો થાય છે ત્યારે તેને ઓક્સિડેશન કહેવાય છે અને જ્યારે ધનપ્રભાર ઓછો થાય છે અથવા ઋણપ્રભાર વધે છે ત્યારે તેને ક્ષપણ કહેવાય છે.

$$Fe \underset{\text{ક્ષપણ}}{\overset{\text{ઓક્સિડેશન}}{\rightleftharpoons}} FeO \underset{\text{ક્ષપણ}}{\overset{\text{ઓક્સિડેશન}}{\rightleftharpoons}} Fe_2O_3$$

શું તમે જાણો છો ?

કોષીય શ્વસન દરમ્યાન રેડૉક્સ પ્રક્રિયા થાય છે. અહીં સાયટોક્રોમ સી ઓક્સિડેજ ઉત્પ્રેરકનો અણુ ઇલેક્ટ્રોનનું વહન કરીને આ પ્રક્રિયા કરે છે.

વધુ માહિતી માટે સજીવોની જીવન પ્રક્રિયા વિશે માહિતી મેળવો.

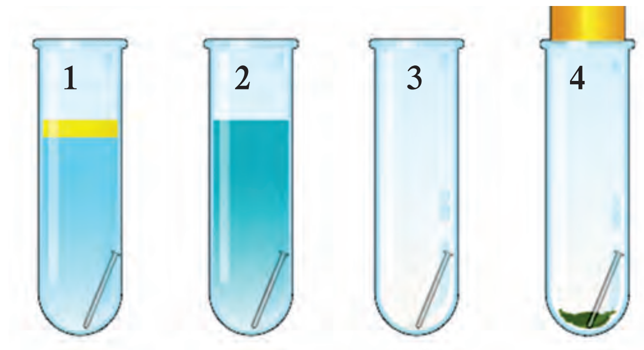
ખવાણ (Corrosion)

કરી જુઓ.

સાહિત્ય : ચાર પરીક્ષાનળીઓ (ટેસ્ટ ટ્યૂબ), ચાર લોખંડના નાના ખીલા, રબર બૂચ, વગેરે.
રાસાયણિક પદાર્થ : નિર્જલ કેલ્શિઅમ ક્લોરાઈડ, તેલ, ઉકાળેલું પાણી, વગેરે.

કૃતિ :

ચાર પરીક્ષાનળીઓ લઈ એક ટેસ્ટટ્યૂબ સ્ટેન્ડ પર મૂકો. એક પરીક્ષાનળીમાં થોડું ઉકાળેલું પાણી લઈ તેના પર તેલનો થર નાખો. બીજી પરીક્ષાનળીમાં થોડું મીઠાનું દ્રાવણ લો. ત્રીજી પરીક્ષાનળીમાં ફક્ત હવા જ હશે. ચોથી પરીક્ષા-નળીમાં થોડું નિર્જલ કેલ્શિઅમ ક્લોરાઈડ લો. હવે દરેક પરીક્ષાનળીમાં એક એક નાનો લોખંડનો ખીલો નાખો. ચોથી પરીક્ષાનળીને રબરના બૂચથી બંધ કરો. થોડા દિવસ ચારે પરીક્ષાનળીઓ તેમ જ રહેવા દો.



3.7 ખવાણનો અભ્યાસ કરવો.

કેટલાક દિવસો બાદ ચારેય પરીક્ષાનળીઓમાંના ખીલાનું નિરીક્ષણ કરો. તમને શું જોવા મળ્યું? કઈ પરીક્ષાનળીમાંનો ખીલો કટાયો. કટાવા માટે હવા અને પાણી આ બંનેની આવશ્યકતા હોય છે. ક્ષારના સાનિધ્યમાં કટાવાની ક્રિયા જલ્દી થાય છે.

તમે રોજિંદા જીવનમાં રેડોક્સ પ્રક્રિયાનું પરિણામ જોયું છે કે ? નવા બે પૈડાવાળા અથવા ચાર પૈડાવાળા વાહનો ચકચકિત જોવા મળશે. જ્યારે જૂના થયેલા વાહનોની ચમક જતી રહે છે. ધાતુના પૃષ્ઠભાગ પર એક રાતાશ પડતા રંગનો ઘનરૂપ થર જામેલો દેખાય છે. આ થરને 'કાટ' કહેવાય છે. તેનું રાસાયણિક સૂત્ર $Fe_2O_3.H_2O$ છે.

લોખંડના પૃષ્ઠભાગની ઓક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા થઇને માત્ર લોખંડ પર કાટ લાગતો નથી. આ કાટ વિદ્યુત રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા તૈયાર થાય છે. લોખંડના પૃષ્ઠભાગના જુદા જુદા ભાગો ધનાગ્ર અને ઋણાગ્ર બને છે.

1. ધનાગ્ર ભાગમાં Fe નું ઓક્સિડેશન થઇને Fe^{2+} તૈયાર થાય છે.

$$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$$

2. ઋણાગ્ર ભાગમાં O_2 નું ક્ષપણ થઇને પાણી તૈયાર થાય છે.

$$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$$

જ્યારે Fe^{2+} આયન ધનાગ્ર ભાગમાંથી સ્થળાંતરિત થાય છે. ત્યારે તેની પાણી સાથે પ્રક્રિયા થઇ ઓક્સિડેશન થઈ Fe^{3+} આયન તૈયાર થાય છે.

Fe^{3+} આયનમાંથી અદ્રાવ્ય રાતાશ પડતો તાંબાના રંગનો સજલ ઓક્સાઈડ તૈયાર થાય છે. તેને કાટ કહેવાય છે, જે પૃષ્ઠભાગ પર જમા થાય છે.

$$2Fe^{3+}(aq) + 4H_2O(l) \rightarrow Fe_2O_3.H_2O(s) + 6H^+(aq) \ \ldots\ldots\ldots (29)$$

વાતાવરણના વિવિધ ઘટકોને કારણે ધાતુનું ઓક્સિડેશન થાય છે અને તેને ઘસારો થાય છે. તેને ખવાણ કહે છે. લોખંડ કટાય છે અને તેના પર લાલાશ પડતા રંગનો થર જમા થાય છે. તે લોખંડનું ખવાણ છે. ખવાણ એ એક અત્યંત ગંભીર સમસ્યા છે. જેનો આપણે ધાતુવિજ્ઞાન પાઠમાં અભ્યાસ કરીશું.

શોધો. કાળા પડેલા ચાંદીના અને લીલા થયેલા પિત્તળના વાસણ કેવી રીતે સ્વચ્છ કરશો?

ખોરી ગંધ (Rancidity)

જ્યારે જૂના વધેલા ખાદ્ય તેલનો ઉપયોગ આપણે ખાદ્ય પદાર્થ તૈયાર કરવા માટે કરીએ છીએ. ત્યારે તેમાં ખોરી ગંધ આવે છે. જો આવા તેલમાં ખોરાક રાંધવામાં આવે તો અન્નનો સ્વાદ પણ બદલાય છે. જ્યારે તેલ અથવા ઘી લાંબા સમય સુધી એમને એમ રાખવામાં આવે અથવા તળેલા પદાર્થને લાંબા સમય સુધી એમજ રાખી મૂકવામાં આવે છે ત્યારે હવાના કારણે તેમનું ઓક્સિડેશન થઈને તેમાં 'ખોરી ગંધ' આવે છે. જે ખાદ્યપદાર્થ તૈયાર કરવા તેલ અથવા ઘી નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, તેમાં ખોરીગંધ ટાળવા માટે પ્રતિ ઓક્સિડન્ટ (ઓક્સિડેશન વિરોધી પદાર્થો) (Antioxident) ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. હવાચુસ્ત ડબ્બામાં ખોરાક રાખવાથી પણ ખોરાકના ઓક્સિડેશનની ક્રિયા ધીમી પડે છે.

સ્વાધ્યાય

1. **કૌંસમાંથી યોગ્ય પર્યાય પસંદ કરી વિધાન પૂર્ણ કરો અને વિધાન સકારણ સ્પષ્ટ કરો.**

   (ઓક્સિડેશન, વિઘટન, વિસ્થાપન, વિદ્યુત વિઘટન, ક્ષપણ, જસત, તાંબુ, દ્વિવિસ્થાપન)

   અ. લોખંડનું પતરું કટાય નહીં તે માટે તેના પર .... ધાતુનો થર લગાડવામાં આવે છે.

   આ. ફેરસ સલ્ફેટનું ફેરિક સલ્ફેટમાં રૂપાંતર એ .... પ્રક્રિયા છે.

   ઇ. એસિડ યુક્ત પાણીમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં પાણીનું .... થાય છે.

   ઈ. $BaCl_2$ના જલીય દ્રાવણમાં $ZnSO_4$નું જલીય દ્રાવણ મેળવતા સફેદ અવક્ષેપ તૈયાર થાય છે. એ .... પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ છે.

2. **નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો.**

   અ. આપેલ પ્રક્રિયામાં જ્યારે એક જ સમયે ઓક્સિડેશન અને ક્ષપણ પ્રક્રિયા થાય છે. ત્યારે તે પ્રક્રિયાને શું કહેવાય છે ? ઉદાહરણ આપી સ્પષ્ટ કરો.

   આ. હાયડ્રોજન પેરોક્સાઈડના વિઘટનની પ્રક્રિયાનો દર કેવી રીતે વધારી શકાય છે ?

   ઇ. ઓક્સિજન અને હાયડ્રોજનનો સંદર્ભ લઈને પ્રક્રિયાના ક્યા પ્રકાર પડે છે તે ઉદાહરણ સહિત લખો.

   ઈ. પ્રક્રિયક અને ઉત્પાદિત એટલે શું ? ઉદાહરણ સહિત લખો.

   ઉ. પાણીમાં NaOHનું ઓગળવું અને પાણીમાં CaO નું ઓગળવું આ બે ઘટના વચ્ચે સામ્ય અને ભેદ લખો.

3. **નીચેની સંજ્ઞા ઉદાહરણ સહિત સ્પષ્ટ કરો.**

   અ. ઉષ્માગ્રાહી પ્રક્રિયા

   આ. સંયોગ પ્રક્રિયા

   ઇ. સંતુલિત સમીકરણ

   ઈ. વિસ્થાપન પ્રક્રિયા

4. **વૈજ્ઞાનિક કારણો લખો.**

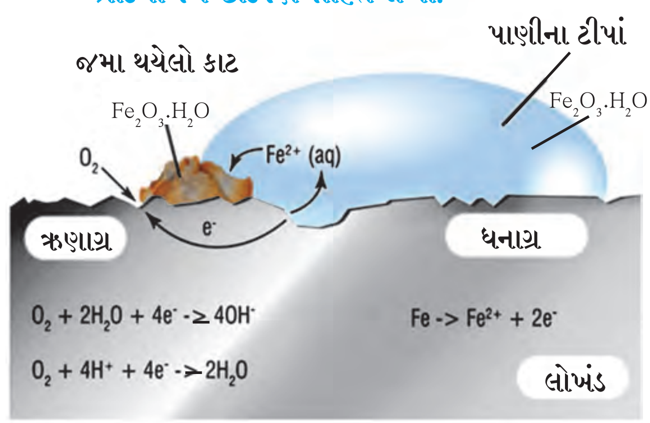
   અ. કળી ચૂનાને ગરમ કરતા મળતો વાયુ ચૂનાના નિતર્યા પાણીમાંથી પસાર કરતાં તે દૂધિયું થાય છે.

   આ. શહાબાદી પથ્થરના ટુકડા HClમાં નાખતા નહીંવત થતા સમય લાગે છે. જ્યારે પથ્થરનો ભૂકો જલ્દી નહીંવત્ થઈ જાય છે.

   ઇ. પ્રયોગશાળામાં તીવ્ર સલ્ફ્યૂરિક એસિડમાંથી સૌમ્ય એસિડ તૈયાર કરતી વખતે પાણીમાં તીવ્ર સલ્ફ્યૂરિક એસિડ ધીરે ધીરે રેડી દ્રાવણને કાચની સળીથી હલાવવામાં આવે છે.

   ઈ. ખાવાના તેલને લાંબા સમય સુધી રાખવા માટે હવા ચુસ્ત ડબ્બાનો ઉપયોગ કરવો યોગ્ય છે.

5. **નીચેના ચિત્રનું નિરીક્ષણ કરો અને રાસાયણિક પ્રક્રિયા સ્પષ્ટીકરણ સહિત લખો.**



6. નીચેની રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ક્યા પ્રક્રિયકનું ઓક્સિડેશન અને ક્ષપણ થાય છે તે ઓળખો.

અ. $Fe + S \longrightarrow FeS$

આ. $2Ag_2O \longrightarrow 4\ Ag + O_2\uparrow$

ઇ. $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$

ઈ. $NiO + H_2 \longrightarrow Ni + H_2O$

7. નીચેના રાસાયણિક સમીકરણો પગથિયાવાર સંતુલિત કરો.

અ. $H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(l)$

આ. $SO_2(g) + H_2S(aq) \longrightarrow S(s) + H_2O\ (l)$

ઇ. $Ag(s) + HCl(aq) \longrightarrow AgCl\downarrow + H_2\uparrow$

ઈ. $NaOH\ (aq) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + H_2O(l)$

8. નીચેની રાસાયણિક પ્રક્રિયા ઉષ્માગ્રાહી છે કે ઉષ્માદાયી તે ઓળખો.

અ. $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O +$ ઉષ્ણતા

આ. $2KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(s) + 3O_2\uparrow$

ઇ. $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 +$ ઉષ્ણતા

ઈ. $CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2\uparrow$

9. નીચેનું કોષ્ટક યોગ્ય રીતે જોડો.

પ્રક્રિયકો	ઉત્પાદિતો	રાસાયણિક પ્રક્રિયાના પ્રકાર
$BaCl_2\ (aq) + ZnSO_4\ (aq)$	$H_2CO_3(aq)$	વિસ્થાપન
$2AgCl(s)$	$FeSO_4\ (aq) + Cu$	સંયોગ
$CuSO_4\ (aq) + Fe\ (s)$	$BaSO_4\downarrow + ZnCl_2\ (aq)$	વિઘટન
$H_2O(l) + CO_2(g)$	$2Ag(s) + Cl_2(g)$	દ્વિવિસ્થાપન

ઉપક્રમ :

પ્રયોગશાળામાં ઉપલબ્ધ ઘનરૂપ વિવિધ ક્ષારોના જલીય દ્રાવણો બનાવો. આ દ્રાવણમાં સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઈડનું જલીય દ્રાવણ મેળવતા શું થાય છે. તેનું નિરીક્ષણ કરો. આ નિરીક્ષણ પર આધારિત દ્વિવિસ્થાપન પ્રક્રિયાનું કોષ્ટક તૈયાર કરો.

IHLJCV

4. વિદ્યુતપ્રવાહનું પરિણામ

- વિદ્યુત પરિપથમાં ઉર્જાનું સ્થાનાંતરણ
- વિદ્યુતપ્રવાહનું ઔષ્ણિક પરિણામ
- વિદ્યુતપ્રવાહનું ચુંબકીય પરિણામ

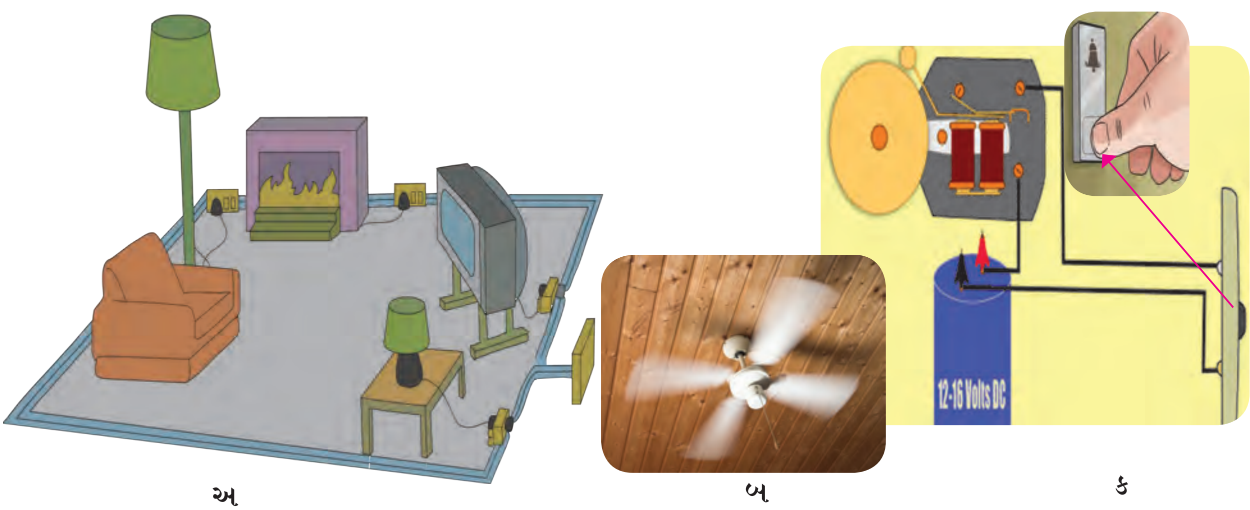
યાદ કરો.

1. પદાર્થ વિદ્યુત સુવાહક છે કે અવાહક, તે આપણે કયા આધારે નક્કી કરીએ છીએ ?
2. લોખંડ વિદ્યુત સુવાહક છે, પરંતુ નીચે પડેલા લોખંડના ટુકડા હાથેથી ઉપાડતી વખતે આપણને વીજળીનો ઝાટકો શા માટે લાગતો નથી ?

પાછલા ધોરણમાં આપણે સ્થિર (સ્થિતિક) વિદ્યુત એટલે શું તે શીખ્યા છીએ. ધનભારિત અને ઋણભારિત વસ્તુઓ વિશે વિવિધ પ્રયોગો કર્યા. વસ્તુ ધનભારિત અને ઋણભારિત હોવાનું કારણ ઋણભારિત કણોનું એક વસ્તુ પરથી બીજી વસ્તુ પર જવું હોય તે પણ આપણે જોયું. તેમજ પાછલા ધોરણમાં આપણે વિદ્યુતપ્રવાહ વિશે અભ્યાસ કર્યો.

વિદ્યુતવાહક તારમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, વિદ્યુત અવરોધમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ, વિદ્યુત પ્રવર્તન, વિદ્યુત મોટર અને જનિત્રના કાર્ય આપણે આ પાઠમાં શીખીશું.

નિરીક્ષણ કરો અને ચર્ચા કરો. નીચેના ચિત્રોમાં તમને શું જોવા મળે છે ? વિદ્યુતપ્રવાહના કયા કયા પરિણામ તમને જોવા મળે છે ?



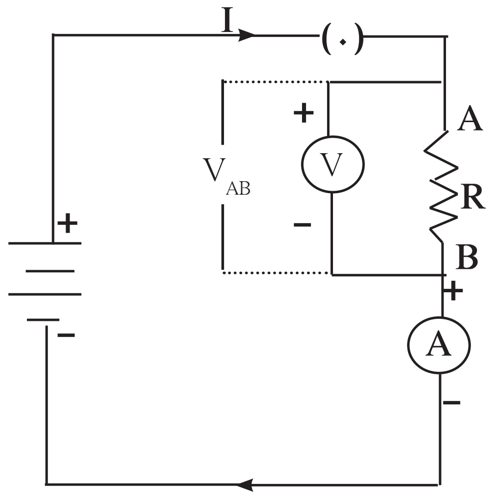
4.1 વિદ્યુતપ્રવાહનું પરિણામ

વિદ્યુતપરિપથમાં ઉર્જાનું સ્થાનાંતરણ(Energy transfer in an electric circuit)

કરી જુઓ. **સાહિત્ય :** જોડાણ માટેના તાર, વિદ્યુતકોષ, વિદ્યુત અવરોધ, વોલ્ટમીટર, એમીટર, પ્લગ સ્વીચ વગેરે.

કૃતિ : આકૃતિ 4.2માં, દર્શાવ્યા પ્રમાણે યોગ્ય મૂલ્યના ઘટક લઈને પરિપથ જોડો. પરિપથમાંનો વિદ્યુતપ્રવાહ (I) માપો. વિદ્યુત અવરોધના બે છેડા વચ્ચેનો (A અને B) વીજ દબાણનો તફાવત (V_{AB}) માપો.

A પાસેનો વીજદબાણ B પાસેના વીજદબાણ કરતા વધારે છે કારણ કે A બિંદુ વિદ્યુતકોષના ઘન છેડાને જ્યારે B બિંદુ વિદ્યુતકોષના ઋણ છેડાને જોડયો છે.



4.2 : વિદ્યુતપરિપથ

જો વિદ્યુતભાર Q, A થી B તરફ સ્થાનાંતરિત થાય તો, વિદ્યુતભાર પર A થી B સુધી જતી વખતે V_{AB} Q જેટલું કાર્ય થયું. (જુઓ ધોરણ 9, પાઠ 3) આ કાર્ય કરવા માટે ઉર્જા ક્યાંથી આવી ? ઉર્જાનો સ્રોત તો કોષ છે. કોષે આ ઉર્જા વિદ્યુતપ્રભાર મારફતે વિદ્યુત અવરોધને આપી, જ્યાં કાર્ય V_{AB} Q થયું. Q વિદ્યુતભાર t સમયમાં A થી B તરફ ગયો એટલે કે આ કાર્ય જો t સમયમાં થયું હોય તો એ સમયમાં V_{AB} Q જેટલી ઉર્જા વિદ્યુત અવરોધને આપવામાં આવી. આ વિદ્યુત ઉર્જાનું શું થાય છે ? આ ઉર્જા વિદ્યુત અવરોધને મળે છે અને તેનું રૂપાંતર ઉષ્ણતા ઉર્જામાં થાય છે, વિદ્યુત અવરોધનું ઉષ્ણતામાન વધે છે.

મગજ ચલાવો. વિદ્યુત અવરોધના સ્થાને જો પરિપથમાં વિદ્યુતમોટર (Motor) હોય તો કોષે આપેલી ઉર્જા ક્યા રૂપમાં રૂપાંતરિત થયેલી જોવા મળે છે?

$$\text{વિદ્યુતશક્તિ} = P = \frac{\text{ઉર્જા}}{\text{લાગેલો સમય}} = \frac{V_{AB}\,Q}{t} = V_{AB}\,I \;\dots\dots\dots\dots\; (1) \quad \because \frac{Q}{t} = I$$

ઉર્જાસ્રોતે (કોષે) t સમયમાં P x t ઉર્જા વિદ્યુત અવરોધને આપી. જો પરિપથમાંથી I વિદ્યુતપ્રવાહ સતત વહેતો હોય તો t સમયમાં વિદ્યુત અવરોધમાં

$$H = P \times t = V_{AB} \times I \times t \;\dots\dots\dots\dots\; (2)$$

જેટલી ઉષ્ણતા નિર્માણ થશે.

ઓહમના નિયમ પ્રમાણે $V_{AB} = I \times R \;\dots\dots\dots\dots\; (3)$

$$H = V^2_{AB} \times \frac{t}{R} \;\dots\dots\; (4)$$

તેમજ $H = I \times I \times R \times t = I^2 \times R \times t \;\dots\dots\dots\dots (5)$

$H = I^2 \times R \times t$ એને જ જૂલનો ઉષ્ણતાવિષયક નિયમ કહે છે.

વિદ્યુતશક્તિનો એકમ : સમીકરણ (1) અનુસાર

$P = V_{AB} \times I = \text{Volt} \times \text{Amp} \;\dots\dots\dots\; (6)$

$$1 \text{ Volt} \times 1 \text{ Amp} = \frac{1J}{1C} \times \frac{1C}{1s} \;\dots\dots\; (7)$$

$$\frac{1J}{s} = W \text{ (watt)} \;\dots\dots\dots\; (8)$$

તેથી વિદ્યુતકોષનો એકમ 1W (વૅટ) છે.

વિચાર કરો.

જે રીતે વિદ્યુતશક્તિ લખી એવી જ રીતે યાંત્રિક શક્તિ કેવી રીતે વ્યક્ત કરી શકાશે ?

વિદ્યુતપ્રવાહનું ઔષ્ણિક પરિણામ (Heating effects of electric current)

વિદ્યુત પરિપથમાં વિદ્યુતઅવરોધ જોડતા વિદ્યુતપ્રવાહથી તેમાં ઉષ્ણતા નિર્માણ થાય છે, તેને જ વિદ્યુતપ્રવાહનું ઔષ્ણિક પરિણામ કહે છે.

4.3 ગૂંચળાનો ઉપયોગ

શોધો.

વિદ્યુતમંડળ તરફથી દર મહિને આવતું વીજળીના વપરાશનું બીલ તપાસો. તેમાંની નીચેની બાબતો વિશે માહિતી મેળવો. વીજળીના બીલમાં વીજળીનો વપરાશ 'યુનિટ'માં આપવામાં આવે છે. આ યુનિટ શું છે ? 1 kWh જેટલી વિદ્યુતઉર્જા વાપરીએ, તો તેને 1 યુનિટ કહેવાય છે.

પાણી ગરમ કરવા માટે બોયલર, વીજળીથી ચાલતી સગડી, વીજળીનો બલ્બ જેવા અનેક ઉપકરણો વિદ્યુતપ્રવાહના ઔષ્ણિક પરિણામનો ઉપયોગ કરે છે. જે વાહક પદાર્થની અવરોધકતા વધારે છે એવા વાહકપદાર્થનો ઉપયોગ અહીં કરવામાં આવે છે. દા.ત. મિશ્રધાતુ નાયક્રોમના ગૂંચળાનો ઉપયોગ વિદ્યુત સગડીમાં વિદ્યુત અવરોધ તરીકે કરવામાં આવે છે, જ્યારે વિદ્યુત બલ્બમાં ટંગસ્ટનના તારનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે આ તાર ગરમ થાય છે. (આશરે 3400^0C સુધી) અને તેમાંથી પ્રકાશ બહાર પાડે છે. ગરમ થયેલા તારમાંથી ઉષ્ણતાનું પણ કેટલાક પ્રમાણમાં પ્રારણ થાય છે.

ધ્યાનમાં રાખો.

વિદ્યુતશક્તિનો 1W એકમ ખૂબ જ નાનો છે, માટે વિદ્યુતશક્તિ માપવા માટે વ્યવહારમાં 1000 W એટલે કે 1kW એકમ વાપરવામાં આવે છે. જો એક કલાક સુધી 1kW વિદ્યુતશક્તિ વાપરીએ. તો 1kWh જેટલી વિદ્યુત ઉર્જા વાપરી એમ કહી શકાય. (જુઓ સમીકરણ 1)

$$1\text{kWh} = 1 \text{ kilowatt hour} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s}$$
$$= 3.6 \times 10^6 \text{ Ws} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

ઘણીવાર આપણે એકાદ ઈમારતમાં લઘુપરિપથને કારણે (શોર્ટ સર્કિટને કારણે) આગ લાગવા વિશે સાંભળીએ છીએ, વાંચીએ છીએ. ક્યારેક ક્યારેક આપણાં ઘરમાં એકાદ વિદ્યુત ઉપકરણ ચાલુ કરતા પાતળો તાર (ફ્યૂઝ) ઓગળીને ખંડિત થાય છે અને વિદ્યુત પૂરવઠો બંધ થાય છે. આના કારણો ટૂંકમાં જોઈએ. ઘરમાં વીજ જોડાણમાં વીજયુક્ત (Live) તાર, તટસ્થ (Neutral) તાર અને ભૂસંપર્ક (Earth) તાર આવા ત્રણ તાર હોય છે. વીજયુક્ત અને તટસ્થ તાર વચ્ચે 220 V જેટલો વીજદબાણનો તફાવત હોય છે. ભૂસંપર્ક તાર જમીન સાથે જોડેલો હોય છે. ઉપકરણના દોષને કારણે અથવા વીજયુક્ત તાર અને તટસ્થ તાર પરનું પ્લાસ્ટિક આવરણ નીકળી જતાં આ બંને તાર એકબીજા સાથે ચોંટી જતા તેમાંથી ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વહેવા માંડે છે અને તે સ્થળે ઉષ્ણતા નિર્માણ થાય છે અને આજુબાજુમાં જ્વલનશીલ પદાર્થ (દા.ત. લાકડું, કપડું, પ્લાસ્ટિક, વગેરે) હોવાથી આગના તણખા ઉડી શકે છે. તે માટે જ સાવચેતી રૂપે પાતળાતારનો (fuseનો) ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પાતળાતાર વિશે આપણે પાછલા ધોરણમાં શીખ્યા છીએ. ઉચ્ચ વિદ્યુતપ્રવાહ પરિપથમાંથી વહેતા જ પાતળો તાર ઓગળીને પરિપથ ખંડિત થાય છે અને અનર્થ ટાળી શકાય છે.

કેટલીક વાર, ખાસ કરીને ઉનાળાના દિવસોમાં સાંજે ઘરે ઘરે લાઈટ, પંખા, વાતાનુકૂલન યંત્રો, દુકાનમાં વીજ વપરાશ, આ બધાને કારણે મોટા પ્રમાણમાં વિદ્યુતશક્તિ વપરાય છે. મોટા પ્રમાણમાં વિદ્યુતપ્રવાહ વિદ્યુતપૂરવઠો કરનાર ટ્રાન્સફૉર્મરમાંથી પ્રવાહિત થાય છે અને તે ટ્રાન્સફોર્મરની તેટલી ક્ષમતા ન હોય તો પાતળો તાર ઓગળે છે અને પૂરવઠો બંધ થાય છે. આ ઘટના-અતિભારને કારણે (Overloading) બને છે.

4.4 ઉપયોગમાં લેવાતા વિવિધ ફ્યૂઝ

શું તમે જાણો છો ?

હાલમાં ઘરમાં MCB (Miniature Circuit Breaker) નામની એક સ્વીચ બેસાડવામાં આવે છે. વિદ્યુતપ્રવાહ અચાનક વધતા આ સ્વીચ ચાલુ થઈને વિદ્યુતપ્રવાહ બંધ થાય છે. એ માટે વિવિધ પ્રકારના MCB વાપરવામાં આવે છે. સંપૂર્ણ ઘર માટે ફ્યૂઝ વાપરવામાં આવે છે.

ગણેલા ઉદાહરણો

ઉદા. 1 : મિશ્રધાતુ નાયક્રોમથી તૈયાર કરેલ 6 મીટર લાંબા તારનું ગૂંચળું ઉષ્ણતા નિર્માણ કરવા માટે આપ્યું છે. તેનો વિદ્યુત અવરોધ 22 Ω છે. આ તારને અડધો તોડીને ગૂંચળુ તૈયાર કરીએ તો મળતી ઉષ્ણતા વધારે હશે કે ? શક્તિ મેળવવા માટે તારના/ ગૂંચળાના છેડા 220 V વીજદબાણનો તફાવત ધરાવતા સ્રોતને જોડેલો છે.

આપેલી માહિતી : વિદ્યુત અવરોધ = 22 Ω ,

વીજદબાણનો તફાવત = 220 V

અ : અખંડ તારનું ગૂંચળું

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(220)^2}{22} = 2200 \text{ watts}$$

બ : અડધા તારનું ગૂંચળું

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(220)^2}{11} = 4400 \text{ watts}$$

એટલે કે તારને અડધો કરતા ઉષ્ણતા વધારે મળશે.

ઉદા. 2 : 9 Ω વિદ્યુત અવરોધને એક કોષ જોડેલો છે અને તેમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે વિદ્યુત અવરોધમાં પ્રતિ સેકંડ 400 J જેટલી ઉષ્ણતા નિર્માણ થાય છે. વિદ્યુત અવરોધને કેટલો વીજ દબાણનો તફાવત આપેલો છે તે શોધો.

આપેલી માહિતી :

પ્રતિ સેકંદ 400 J જેટલી ઉષ્ણતા એટલે

$$P = \frac{400 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$400 = \frac{V^2}{9}$$

$$400 \times 9 = V^2$$

$$\therefore V = \sqrt{(400 \times 9)} = 20 \times 3 = 60 \text{ V}$$

ઉદા. 3 : વીજળીથી ચાલતી ઈસ્ત્રી ઊંચા ઉષ્ણતામાને મૂકતા 1100W વિદ્યુતશક્તિ વાપરે છે. જ્યારે ઓછા ઉષ્ણતામાને મૂકતા 330W વિદ્યુતશક્તિ વપરાય છે. આ બંને સ્થિતિમાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ અને તે સમયનો વિદ્યુતઅવરોધ શોધો. ઈસ્ત્રી 220 V વીજ દબાણના તફાવતથી જોડેલી છે.

આપેલી માહિતી : વીજદબાણનો તફાવત = 220 V

વિદ્યુતશક્તિ , P = (અ) 1100W; (બ) 330W

(અ) P = V x I; P = 1100 W

$$I_1 = \frac{P}{V} = \frac{1100}{220} = 5 \text{ A}$$

(બ) P = 330W

$$I_2 = \frac{P}{V} = \frac{330}{220} = 1.5 \text{ A}$$

વિદ્યુત અવરોધ $R_1 = \frac{V}{I_1} = \frac{220}{5} = 44\ \Omega$

વિદ્યુત અવરોધ $R_2 = \frac{V}{I_2} = \frac{220}{1.5} = 146\ \Omega$

ઉદા. 4 : વીજળીનો એક ટંગસ્ટનનો બલ્બ (Bulb) ઘરના પરિપથમાં બેસાડેલો છે. ઘરગથ્થુ વિદ્યુતપૂરવઠો 220V વિદ્યુત વીજ દબાણના તફાવત પર ચાલે છે. ચાલુ કર્યા પછી જો 0.45 A વિદ્યુતપ્રવાહ બલ્બમાંથી વહેતો હોય તો દીવો કેટલા W વિદ્યુતશક્તિનો હોવો જોઈએ ? આ બલ્બ 10 કલાક ચાલુ રાખીએ તો કેટલા યુનિટ વીજળી ખર્ચ થશે ?

આપેલી માહિતી : વીજદબાણનો તફાવત = 220 V

વિદ્યુતપ્રવાહ = 0.45 A

વિદ્યુતશક્તિ (W)= વીજદબાણનો તફાવત (V) x વિદ્યુતપ્રવાહ (A)

= 220 x 0.45 W

= 99 W

∴ બલ્બ 99Wનો હોવો જોઈએ.

10 કલાકમાં

99W x 10 h = 990 Wh

= 0.99 kWh

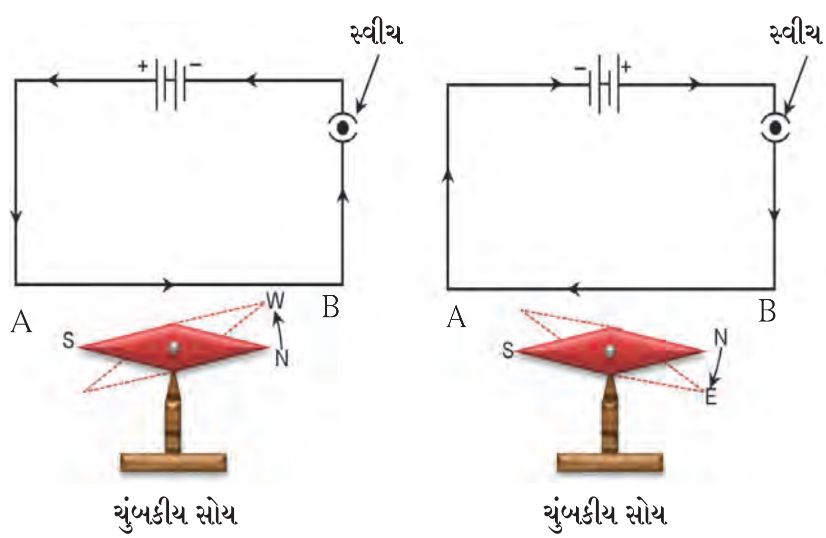
= 0.99 unit વીજળી ખર્ચ થશે.

વિદ્યુતપ્રવાહનું ચુંબકીય પરિણામ (Magnetic effect of electric current)

વિદ્યુતપ્રવાહનું ઔષ્ણિક પરિણામ આપણે શીખ્યા. ચુંબક વિશે આપણે પાછલા ધોરણમાં અભ્યાસ કર્યો છે. ચુંબકીય બળરેખા એટલે શું, તે પણ શીખ્યા. પરંતુ વિદ્યુતપ્રવાહ અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર વચ્ચે કંઈ સંબંધ છે કે તે જોવું રસપ્રદ રહેશે.

કરી જુઓ.

આકૃતિ 4.5માં, દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક વિદ્યુત પરિપથ જોડો. A અને B વચ્ચે જોડાણ માટેના તાર કરતાં જાડા, સીધા તાંબાના તાર જોડો. તેની બાજુમાં ચુંબકીય સોય ગોઠવો. હવે પરિપથની સ્વીચ ખૂલી મૂકીને સોયની દિશા જુઓ. પછી સ્વીચ બંધ કરીને સોયની દિશા જુઓ. શું દેખાય છે? હવે કોષને જોડેલા તારને ઉલટા જોડીને ચુંબકીય સોયની દિશા જુઓ. વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા અને ચુંબકીય સોયની સ્થિતિનો કંઈ સંબંધ જોવા મળે છે કે ?



4.5 વિદ્યુતપ્રવાહનું ચુંબકીય પરિણામ

આ પ્રયોગ પરથી આપણે શું શીખ્યા ? તારમાંના વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે ચુંબકીય પરિણામ જોવા મળે છે. એટલે કે વિદ્યુત અને ચુંબકત્વ વચ્ચે નજીકનો સંબંધ છે. એથું ઉલ્ટું જો એકાદ ચુંબક હલાવીએ અને હાલતો રાખીએ તો તેનું વિદ્યુત પરિણામ જોવા મળશે કે ? છે કે નહીં રસપ્રદ ? અહીં આપણે ચુંબકીય ક્ષેત્રો અને આવા 'વિદ્યુત ચુંબકીય' પરિણામોનો અભ્યાસ કરવાનો છીએ. અંતે વિદ્યુત મોટર અને વિદ્યુત જનિત્રના તત્ત્વો, રચના અને કાર્ય સમજીશું.

વૈજ્ઞાનિકનો પરિચય

હાન્સ ખ્રિસ્તિયન ઓરસ્ટેડ (1777–1851)

ઓગણીસમાં શતકના એક અગ્રગણ્ય વૈજ્ઞાનિક હાન્સ ખ્રિસ્તિયન ઓરસ્ટેડે 'વિદ્યુત ચુંબકત્વ' સમજવાની અગત્યની કામગિરી બજાવી. ઈ.સ. 1820માં, તેમણે જોયું કે એક ધાતુના તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરીએ તો તાર પાસેની ચુંબકીય સોય કેટલાક અંશે વળે છે. વિદ્યુત અને ચુંબત્વ વચ્ચેનો સંબંધ તેમણે જ શોધ્યો. ત્યાર બાદ તેમાંથી જ આજનું પ્રગત તંત્રજ્ઞાન વિકસિત થયું. તેમના સન્માનમાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતાના એકમને 'ઓરસ્ટેડ' (Oersted) કહેવામાં આવે છે.

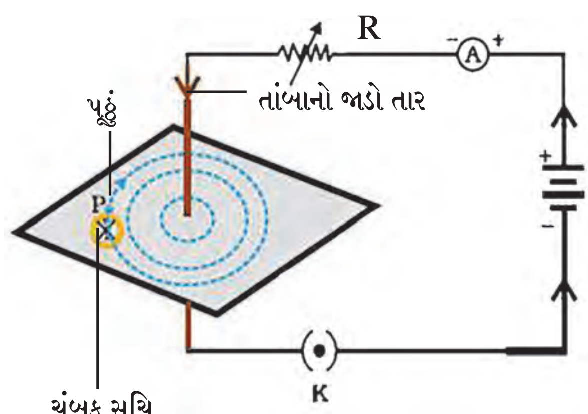
કરી જુઓ.

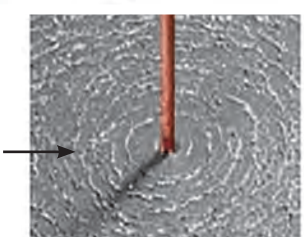
આકૃતિ 4.6માં, દર્શાવ્યાપ્રમાણે પરિપથની જોડણી કરો. પૂઠ્ઠામાંથી પસાર થયેલા તાંબાના જાડા તારમાંથી જ્યારે મોટા પ્રમાણમાં (આશરે 1 એમ્પિઅર અથવા વધારે) વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે, ત્યારે પૂઠ્ઠા પર તારની આજુબાજુ જુદા જુદા સ્થળે ચુંબકીય સોય મૂકતા સોય દરેક સ્થળે ચોક્કસ દિશામાં સ્થિર થાય છે. તેમ જણાઈ આવે છે, આ દિશા પૂઠ્ઠા પર પેન્સિલ વડે દર્શાવો.

(આ પ્રયોગમાં, કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ જોઈશે, કોષ કેટલા જોઈશે, કેટલા વીજદબાણનો તફાવત વાળા જોઈશે, તાંબાનો તાર કેટલો જાડો લેવો પડશે વગેરે વિશે અંદરોઅંદર (આપસમાં) અને શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરો અને ત્યારબાદ પ્રયોગ કરો.) પરિપથમાં દર્શાવેલી વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા સંકેતમાન્ય દિશા છે.

વિદ્યુતપ્રવાહ ઓછો – વધુ કરવાથી શું ફેરફાર જણાઈ આવે છે ? ચુંબકીય સોય તારથી થોડી દૂર મૂકતાં શું જણાશે ? હવે ચુંબકીય સોયને બદલે પૂઠ્ઠાપર લોખંડનો ભૂકો ફેલાવો અને જુઓ. લોખંડનો ભૂકો તારની ફરતે ચોક્કસ વર્તુળાકાર સ્થિતિમાં સ્થિર થાય છે. આવું શા માટે થાય છે ?

પાછલા ધોરણમાં તમે ચુંબકત્વ અને ચુંબકીય ક્ષેત્રનો અભ્યાસ કર્યો છે. લોખંડનો ભૂકો ચુંબકીય બળરેખાના રૂપમાં ફેલાયેલો જણાય છે.



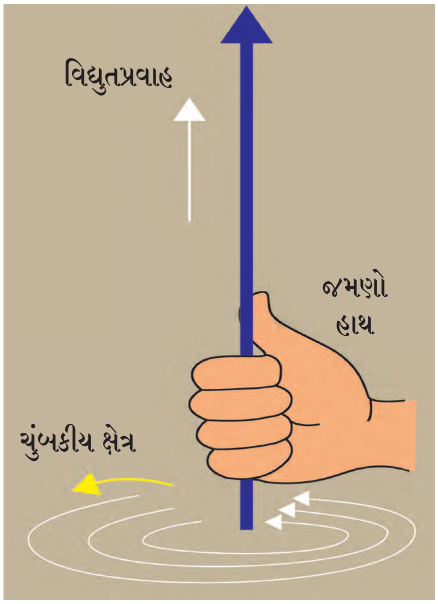


4.6 વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે વાહકની આજુબાજુ નિર્માણ થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર

ધ્યાનમાં રાખો.

એક સીધા વિદ્યુતવાહક તારમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે તારની આજુબાજુ ચુંબકીય ક્ષેત્ર નિર્માણ થાય છે. વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર ન કરતા, તારથી જેમ જેમ દૂર જઈએ તેમ તેમ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઓછું થતું જાય છે. એટલે કે ચુંબકીય બળરેખા દર્શાવનારા સમકેન્દ્રી વર્તુળો તારથી જેમ જેમ દૂર જઈએ તેમ તેમ મોટા અને ઓછા થતા જાય છે. તારમાંથી પસાર થનાર વિદ્યુતપ્રવાહને વધારતા ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતામાં વૃદ્ધિ થાય છે.

જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ (Right hand thumb rule)



4.7 જમણા હાથના અંગૂઠાનો નિયમ

વિદ્યુતવાહક તારમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે નિર્માણ થનાર ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા શોધવા માટે આ એક સરળ નિયમ છે. કલ્પના કરો કે સીધા વિદ્યુતવાહક તારને તમે જમણા હાથમાં એવી રીતે પકડ્યો છે કે અંગૂઠો વિદ્યુતપ્રવાહથી દિશામાં રહે છે. તમારી આંગળી વિદ્યુતવાહક તાર ફરતે વીંટાળો, વળેલી આંગળીઓની દિશા એ ચુંબકીય ક્ષેત્રની બળરેખાની દિશા છે. (આકૃતિ 4.7)

માહિતી મેળવો.

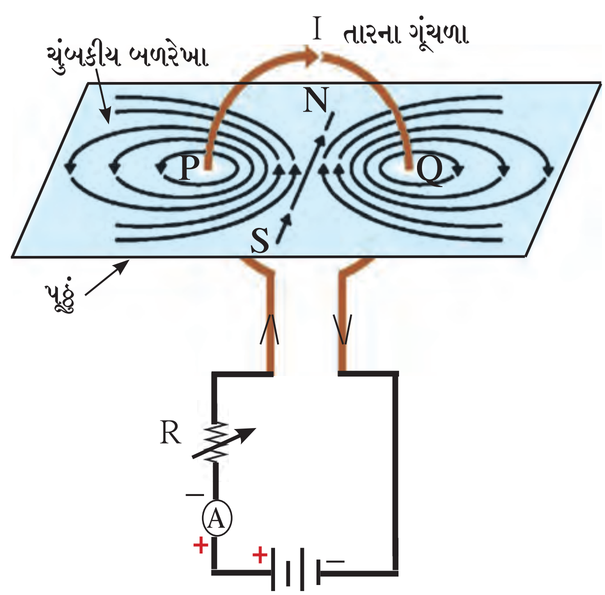
જમણા હાથના અંગૂઠાના નિયમને મેક્સવેલનો બૂચ-સ્ક્રૂ નિયમ (Cork screw rule) કહે છે. આ બૂચ-સ્ક્રૂ નિયમ શું છે ?

વિદ્યુતવાહક તારના એક કુંડલ(પરિનાલિકા)માંથી વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે નિર્માણ થનારું ચુંબકીય ક્ષેત્ર.

સીધા વિદ્યુતવાહકમાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે નિર્માણ થયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્રના બળરેખા વિશે આપણે જોયું. આજ વિદ્યુતવાહક કુંડલના આકારમાં વીંટાળતાં વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે નિર્માણ થનારા ચુંબકીય ક્ષેત્રની ચુંબકીય બળરેખા કેવી હશે ?

આકૃતિ 4.8માં, દર્શાવ્યા પ્રમાણે જુદા જુદા ઘટક લઈને પરિપથ પૂર્ણ કરવામાં આવ્યો છે. કુંડલમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ શરૂ કરતાં કુંડલના પ્રત્યેક બિંદૂમાંથી ચુંબકીય બળરેખા નિર્માણ થાય છે અને જેમ જેમ આપણે તેનાથી દૂર જશું તેમ તેમ ચુંબકીય બળરેખાના સમકેન્દ્રી વર્તુળો મોટા થતાં જશે.

જ્યારે આપણે કુંડલના મધ્યભાગે પહોંચીશું ત્યારે વર્તુળ એટલું મોટું બન્યું હશે કે તેમના ચાપ સીધી રેખાથી દર્શાવી શકાશે.



4.8 તારના કુંડલમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે નિર્માણ થનારું ચુંબકીય ક્ષેત્ર.

આકૃતિ 4.8માં, માત્ર P અને Q બિંદુમાંથી નીકળતી ચુંબકીય બળરેખા દર્શાવેલી છે, તે જ રીતે કુંડલના પ્રત્યેક બિંદુમાંથી ચુંબકીય બળરેખા નિર્માણ થશે. આમ દરેક બિંદુ કુંડલના કેન્દ્રસ્થાને ચુંબકીય ક્ષેત્ર નિર્માણ કરશે.

જમણા હાથના અંગૂઠાના નિયમનો ઉપયોગ કરીને એ ચકાસો કે તારના કુંડલ પરનું દરેક બિંદુ કુંડલના મધ્યભાગમાં આવેલી ચુંબકીય બળરેખા નિર્માણ કરવામાં સહભાગી થાય છે અને આ બળરેખા કુંડલના મધ્યભાગમાં એક જ દિશામાં કાર્યરત હોય છે.

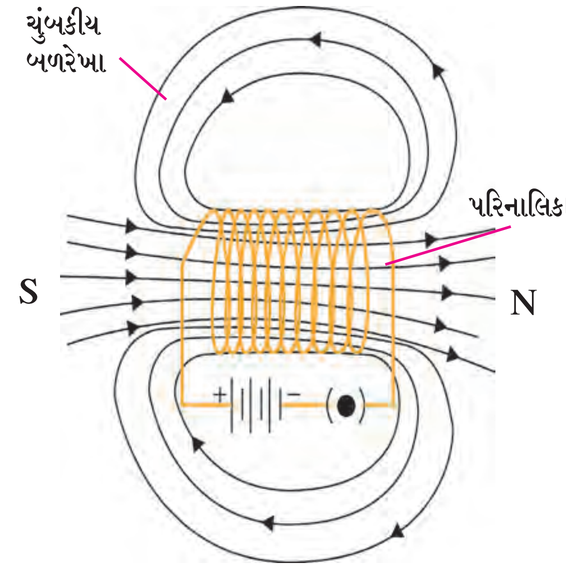
તારમાંથી પસાર થતાં વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે કોઈપણ બિંદુ પર નિર્માણ થનાર ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતા તે વિદ્યુતપ્રવાહ પર જ આધારિત હોય છે તે આપણે પ્રયોગ દ્વારા જોયું (આકૃતિ 4.6 કરી જુઓ.) એનો અર્થ એ થયો કે જો કુંડલમાં તારના n આંટા હોય તો એક આંટાને કારણે જેટલું ચુંબકીય ક્ષેત્ર નિર્માણ થશે, તેના n ગણું ચુંબકીય ક્ષેત્ર કુંડલને કારણે નિર્માણ થશે.

ઉપરનો પ્રયોગ (શિક્ષકના માર્ગદર્શનમાં) સાહિત્ય ભેગું કરીને કરી શકાશે કે તે વિશે ચર્ચા કરો. ચુંબકીય સોયનો ઉપયોગ કરીને ચુંબકીય બળરેખાની દિશા નક્કી કરી શકાશે.

પરિનાલિકામાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે નિર્માણ થતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર (Magnetic field due to a current in a solenoid)

વિદ્યુતઅવાહક આવરણ ધરાવતાં તાંબાના તારના અનેક વર્તુળાકાર આંટા વીંટાળીને તૈયાર કરેલા નળાકાર કુંડલને પરિનાલિકા (Solenoid) કહે છે.

આકૃતિ 4.9માં, પરિનાલિકામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં ઉત્પન્ન થનાર ચુંબકીય બળરેખાની સંરચના દર્શાવી છે. પટ્ટી ચુંબકને લીધે ઉત્પન્ન થનાર ચુંબકીય બળરેખાઓથી તમે પરિચિત છો. આ પરિનાલિકાને લીધે નિર્માણ થનાર ચુંબકીય ક્ષેત્રના બધા ગુણધર્મ પટ્ટી ચુંબકને લીધે તૈયાર થનાર ચુંબકીય ક્ષેત્રના ગુણધર્મ જેવા જ હોય છે.



4.9 પરિનાલિકામાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે નિર્માણ થતાં ચુંબકીય ક્ષેત્રની ચુંબકીય બળરેખા

પરિનાલિકાનો એક ખુલ્લો છેડો ચુંબકીય ઉત્તર ધ્રુવ તરીકે અને બીજો છેડો ચુંબકીય દક્ષિણ ધ્રુવ પ્રમાણે કાર્ય કરે છે. પરિનાલિકામાંની ચુંબકીય બળરેખા એકબીજાને સમાંતર રેખાના સ્વરૂપમાં હોય છે. આનો અર્થ શું ?

એ જ, કે ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતા પરિનાલિકાના અંદરના પોલાણમાં બધે એક સમાન જ હોય છે, એટલે કે પરિનાલિકામાંનું ચુંબકીય ક્ષેત્ર એકસમાન હોય છે.

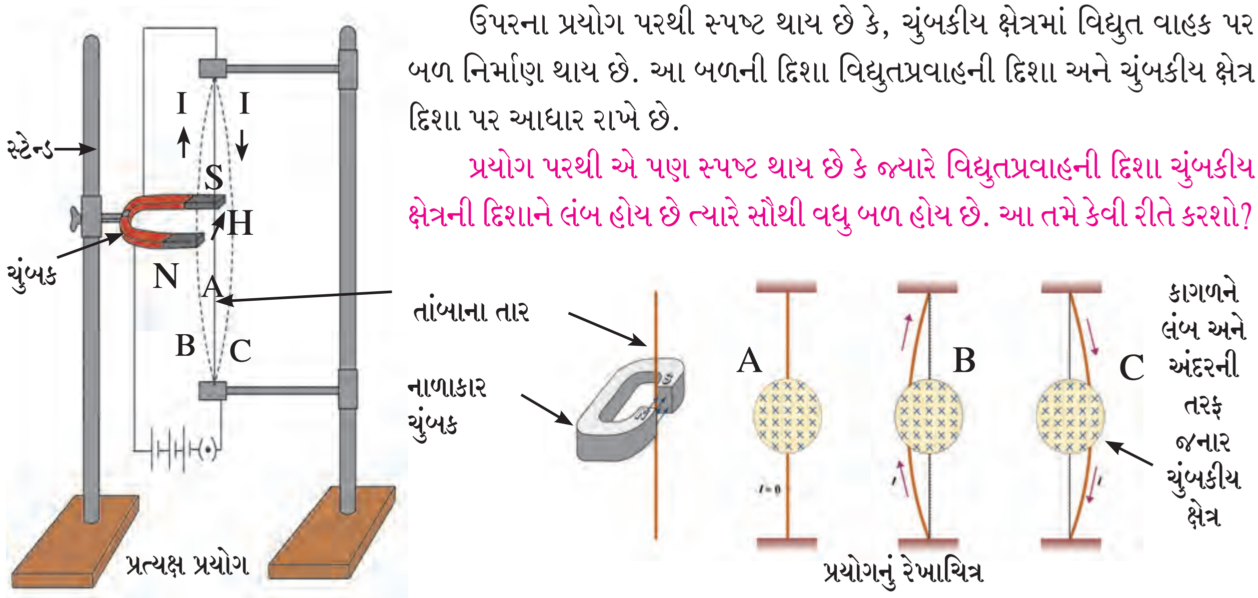
ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં વિદ્યુત વાહક પર કાર્ય કરનાર બળ (Force acting on a current carrying conductor in a magnetic field)

સાહિત્ય : તાંબાના સ્થિતિસ્થાપક તાર (પરિવર્તનક્ષમ તાર) સ્ટેન્ડ, વિદ્યુતકોષ, પ્રબળ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ધરાવનાર નાળાકાર ચુંબક વગેરે.

કૃતિ : આકૃતિ 4.10માં દર્શાવ્યા મુજબ સ્ટેન્ડનો ઉપયોગ કરીને સ્થિતિસ્થાપક (પરિવર્તનક્ષમ) તાર નાળાકાર ચુંબક ધ્રુવોમાંથી પસાર થાય એ રીતે વ્યવસ્થા કરો. પરિપથનું જોડાણ કરો. શું જોવા મળે છે ?

જ્યારે તારમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો નથી, ત્યારે તાર સીધો રહે છે. (સ્થિતિ A) જ્યારે ઉપરથી નીચે તરફ વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તાર વાંકો વળે છે અને C સ્થિતિમાં આવે છે.

વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવીએ એટલે કે નીચેથી ઉપર કરીએ તો પણ તાર વળે છે, પણ B સ્થિતિમાં આવે છે. એટલે કે તાર પરના બળની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા અને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશાને લંબ છે. અહીં ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા N થી S તરફ છે, (H). આ પ્રયોગ પરથી જણાય છે કે જ્યારે ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં વિદ્યુત વાહકમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રસાર થાય છે, ત્યારે વાહક પર બળ નિર્માણ થાય છે. વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ઉલટાવતાં બળની દિશા પણ ઉલટાય છે. ચુંબકને જો ઉલટાવીએ, એટલે કે ઉત્તર ધ્રુવની જગ્યાએ દક્ષિણ ધ્રુવ અને દક્ષિણ ધ્રુવની જગ્યાએ ઉત્તર ધ્રુવ મૂકીએ તો શું થશે ?



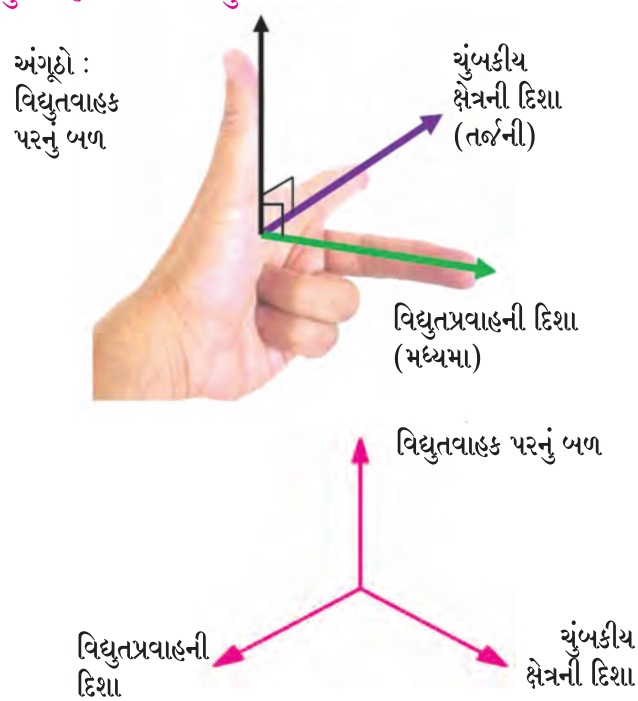
ઉપરના પ્રયોગ પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે, ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં વિદ્યુત વાહક પર બળ નિર્માણ થાય છે. આ બળની દિશા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર દિશા પર આધાર રાખે છે.

પ્રયોગ પરથી એ પણ સ્પષ્ટ થાય છે કે જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ હોય છે ત્યારે સૌથી વધુ બળ હોય છે. આ તમે કેવી રીતે કરશો?

4.10 ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં વિદ્યુત વાહક પર કાર્ય કરતું બળ

ફ્લેમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ (Fleming's left hand rule)

ઉપરના પ્રયોગમાં આપણે વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા અને ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાનો વિચાર કર્યો અને એવું જણાયું કે બળની દિશા આ બંનેને લંબ છે. આ ત્રણેયની દિશા એક સરળ નિયમ દ્વારા રજૂ કરી શકાય. એ નિયમને ફ્લેમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ કહે છે. આ નિયમ મુજબ આકૃતિ 4.11માં, દર્શાવ્યા પ્રમાણે આપણા ડાબા હાથની તર્જની, અંગૂઠો અને મધ્યમા પરસ્પરને લંબ રહે એ રીતે સીધા રાખો. જો તર્જની ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા દર્શાવતી હોય અને મધ્યમા વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા દર્શાવતી હોય તો, અંગૂઠો વિદ્યુત વાહક પરના બળની દિશા દર્શાવે છે.



4.11 ફ્લેમિંગનો ડાબા હાથનો નિયમ

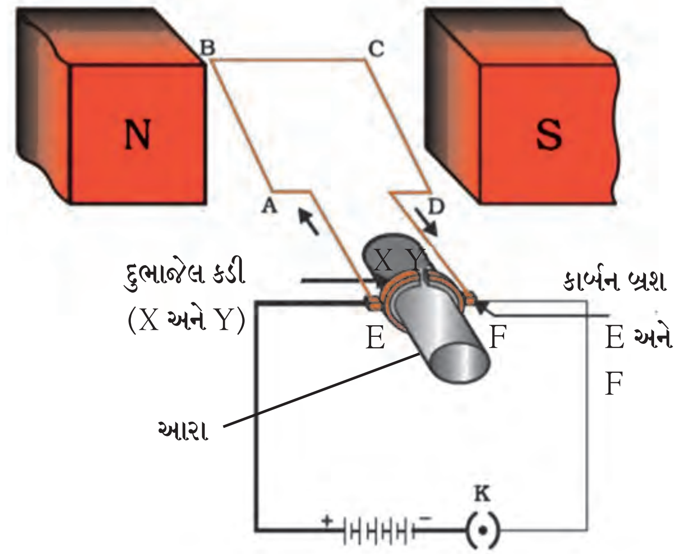
ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરીને ઉપરના પ્રયોગમાં તાર પરના બળની દિશા નક્કી કરો અને નિષ્કર્ષ ચકાસો.

વિદ્યુત મોટર (Electric Motor)

ઉર્જાના વિવિધ રૂપો તમને ખબર છે. ઉર્જાનું રૂપાંતર થઈ શકે છે. એ પણ તમે જાણો છો. વિદ્યુતઉર્જાનું યાંત્રિક ઉર્જામાં રૂપાંતર કરનાર યંત્ર એટલે વિદ્યુત મોટર. આપણી આસપાસના રોજિંદા જીવનમાં વિદ્યુતમોટર એટલે વરદાન જ કહેવાય. તેનો ઉપયોગ પંખા, ફ્રીઝ, મિક્સર, વોશિંગ મશીન, સંગણક, પંપ વગેરેમાં કરેલો જોવા મળે છે. આ વિદ્યુતમોટર કેવી રીતે કાર્ય કરે છે ?

4.12 દૈનિક ઉપયોગમાં આવતી વિદ્યુત મોટર

વિદ્યુતમોટરમાં વિદ્યુત અવાહક આવરણ ધરાવનાર તાંબાના તારનું એક લંબચોરસાકાર કુંડલ હોય છે. આ કુંડલ ચુંબકના (દા.ત. નાળાકાર ચુંબકના) ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવની વચ્ચે આકૃતિ 4.13માં દર્શાવ્યા મુજબ એ રીતે મૂકેલું હોય છે, જેથી તેની શાખા AB અને CD ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ દિશામાં હોય. કુંડલના બે છેડા X અને Y ને દુભાજેલ કડીથી જોડાયેલા છે. કડીના આ બંને અર્ધ ભાગની અંદરના પૃષ્ઠભાગમાં વિદ્યુત અવાહક આવરણ હોય છે અને તે મોટરના આરાને પકડીને બેસાડેલું હોય છે. X અને Y અર્ધ કડીના બહારના વિદ્યુતવાહક પૃષ્ઠભાગ સ્થિર કાર્બન બ્રશ (E અને F)ને સ્પર્શે છે.



4.13 વિદ્યુત મોટર : તત્ત્વ અને કાર્ય

આકૃતિમાં દર્શાવેલ વિદ્યુત પરિપથ પૂર્ણ કર્યા બાદ કાર્બન બ્રશ E અને F દ્વારા કુંડલમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થવા લાગે છે. કુંડલની શાખા ABમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ A થી B તરફ જાય છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા N ધ્રુવથી S ધ્રુવ તરફ હોવાથી તેનું પરિણામ AB શાખા પર થાય છે. ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના નિયમ અનુસાર AB શાખા પર નિર્માણ થયેલ બળ તેને નીચેની દિશામાં ધકેલે છે. શાખા CDમાંનો વિદ્યુતપ્રવાહ ABની વિરુધ્ધ દિશામાં હોવાથી નિર્માણ થયેલ બળ તે શાખાને ઉપરની દિશામાં ધકેલે છે. આમ કુંડલ અને આરા ઘડિયાળના કાંટાની વિરુધ્ધ દિશામાં ફરવા લાગે છે. અડધો આંટો પૂર્ણ થતાં જ કડીના દુભાજિત ભાગ X અને Y અનુક્રમે F અને E કાર્બન બ્રશના સંપર્કમાં આવે છે અને વિદ્યુતપ્રવાહ DCBA વહેવા લાગે છે. તેથી શાખા DC પર નીચેની દિશાથી અને શાખા BA પર ઉપરની દિશાથી બળ ક્રિયા કરે છે અને કુંડલ બાકીનો અડધો આંટો પહેલાની દિશામાં જ પૂર્ણ કરે છે. આ રીતે દરેક અડધા આંટા પછી કુંડલ અને આરા ઘડિયાળના કાંટાની વિરુધ્ધ દિશામાં ફરતા રહે છે.

વ્યાવસાયિક મોટર આ જ તત્ત્વ પર ચાલે છે, માત્ર તેમની રચનામાં વ્યાવહારિક ફેરફાર કરેલા હોય છે જે તમે આગળ શીખશો.

માહિતી મેળવો. કાર્બન બ્રશ શા માટે વાપરવામાં આવે છે ? તેમનું કાર્ય શું ? આ અને આવા પ્રશ્નોના ઉત્તર મેળવવા માટે નજીકના કોઈ વર્કશોપની મુલાકાત લો અને વિદ્યુત મોટરની રચના સમજી લો.

વિદ્યુત ચુંબકીય ઉપપાદન (Electromagnetic Induction)

આપણે પાછલા ધોરણમાં જોયું કે જો કોઈપણ વિદ્યુતવાહકને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં એ રીતે મૂકીએ કે તેમાંથી વહેનાર વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ હોય તો વિદ્યુતવાહક પર બળ કાર્યરત થાય છે. તેથી વિદ્યુતવાહકનું હલનચલન થાય છે. પરંતુ જો વાહક ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ફરતો હોય અથવા સ્થિર વિદ્યુતવાહકની આજુબાજુનું ચુંબકીય ક્ષેત્ર બદલાતું હોય તો શું થશે ? આ પ્રશ્નનો ઉત્તર શોધવા માટે મહાન વૈજ્ઞાનિક માયકલ ફેરેડેએ સંશોધન કર્યું, અભ્યાસ કર્યો. ઈ.સ.1831માં, ફેરેડેએ સિધ્ધ કર્યું કે ફરતા ચુંબકની મદદથી વિદ્યુતવાહકમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ કરી શકાય છે.

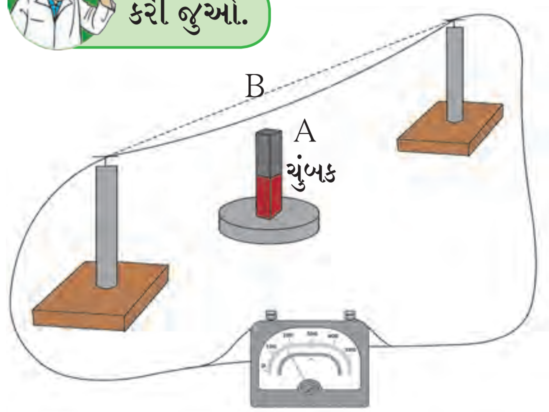
ગેલ્વેનોમીટર: આપણે શીખી ગયેલ વિદ્યુત મોટર (electrical motor) જે તત્ત્વ પર કાર્ય કરે છે તે જ તત્ત્વપર આધારિત એક સંવેદન-શીલ ઉપકરણ છે, ગેલ્વેનોમીટર. તેની મદદથી વિદ્યુતનું માપન કરી શકાય છે. ચુંબકના ધ્રુવો વચ્ચે આવેલ કુંડલને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે તેની સાથે ગેલ્વેનોમીટરનો કાંટો જોડી શકાય. જ્યારે ખૂબ જ ઓછો (દા.ત. 1 મિલી ઍંપિઅર અથવા તેના કરતા ઓછો) વિદ્યુતપ્રવાહ કુંડલમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે કુંડલનું વિચલન થાય છે અને તે વિચલન વિદ્યુતપ્રવાહના પ્રમાણમાં હોય છે. વ્હોલ્ટમીટર અને એમીટર પણ આ જ તત્ત્વ પર આધારિત છે. ગેલ્વેનોમીટરના તાસક પર શૂન્ય વિદ્યુતપ્રવાહ મધ્યભાગમાં દર્શાવેલો હોય છે. વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા અનુસાર કાંટાનું શૂન્યની બંને બાજુએ વિચલન થાય છે.

4.14 ગેલ્વેનોમીટર

કરી જુઓ.

આકૃતિ 4.15માં, દર્શાવ્યા મુજબ સાહિત્ય ભેગું કરો. ગેલ્વેનોમીટર મૂકી પરિપથ પૂર્ણ કરો. તાંબાના તારની નજીક જ નીચે પટ્ટીચુંબકનો ઉત્તર અથવા દક્ષિણ ધ્રુવ હોય એ રીતે પટ્ટીચુંબક ઉભું મૂકો. હવે જો તાર A→B રીતે હલતો રાખીએ તો ગૅલ્વેનોમીટરનો કાંટો વિચલિત થયેલો જણાય છે. એને જ ફૅરેડેનું વિદ્યુત ચુંબકીય ઉપપાદન કહે છે.

હવે તારને સ્થિર રાખીને ચુંબક હલાવીને જુઓ. ગૅલ્વેનોમીટરનો કાંટો હજુ પણ વિચલિત થાય છે.

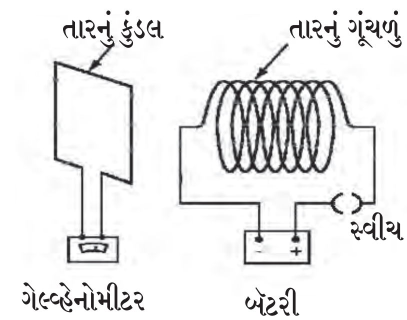


4.15 ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં તાર ફરતો રાખતા વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ થાય છે.

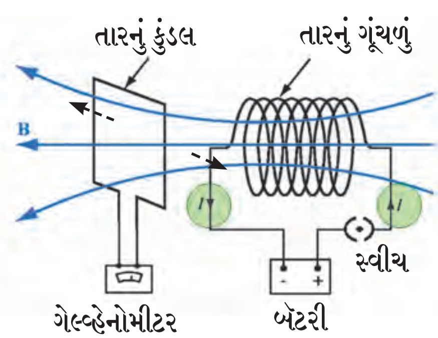
કરી જુઓ.

આકૃતિ 4.16 (અ)માં, દર્શાવ્યા મુજબ પરિપથ પૂર્ણ કરો. તે માટે જોઈતા ઘટકો વિશે ચર્ચા કરીને નક્કી કરો અને લો. આ પ્રયોગમાં આપણે જો ગૂંચળામાંનો વિદ્યુતપ્રવાહ સ્વીચ ખોલીને શૂન્ય કરીએ તો તે જ સમયે કુંડલના પરિપથમાંના ગેલ્વેનોમીટરનો કાંટો તરત એક બાજુએ વિચલિત થઈ ફરીથી શૂન્ય પર આવે છે. ગૂંચળામાંનો વિદ્યુતપ્રવાહ ફરીથી શરૂ કરતા ગેલ્વેનોમીટરનો કાંટો ઝડપથી બીજી બાજુએ વિચલિત થઈ ફરીથી શૂન્ય પર આવે છે.

હવે વિદ્યુતપ્રવાહ વહેતો હોય ત્યારે કુંડલ તારના ગૂંચળાના અક્ષની લંબદિશામાં [આકૃતિ 4.16 (બ)]માં, તેમ જ અક્ષ પર જ ગૂંચળાની નજીક અને દૂર હલાવતા [આકૃતિ 4.16 (ક)] ગેલ્વેનોમીટરનો કાંટો વિચલિત થાય છે. એટલે કે કુંડલમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ થાય છે.



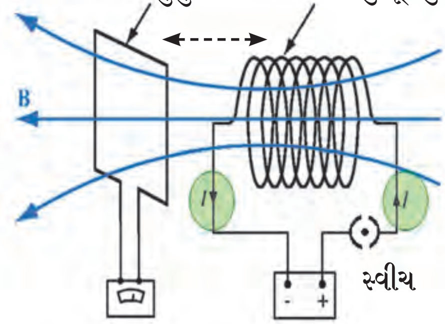
4.16 (અ) ગૂંચળામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રવાહિત અથવા ખંડિત કરતા



4.16 (બ) ગૂંચળામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રવાહિત હોય ત્યારે કુંડલને ગૂંચળાના અક્ષની લંબ રેખામાં હલાવતા

પાછળના પ્રયોગ પરથી શું જણાય છે ?

ગૂંચળું સ્થિર રાખીને પણ વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરીએ તો પણ કુંડલમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ થાય છે. તેમજ જેટલું વધારે ગૂંચળું કુંડલની સામેથી બાજુ લઈ જવામાં આવે છે, તેટલું જ ગેલ્વ્હેનોમીટરના કાટાનું વિચલન વધારે થાય છે. ગૂંચળામાંના વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરતા કુંડલમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ થાય છે અથવા કુંડલ તરફ ગૂંચળું સરકાવતા પણ કુંડલમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ થાય છે.



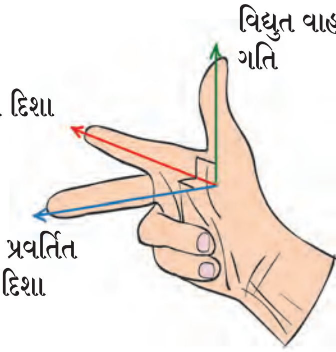
4.16 (ક) ગૂંચળામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રવાહિત હોય ત્યારે કુંડલને ગૂંચળાના અક્ષ પર ગૂંચળાની નજીક અને દૂર હલાવતા

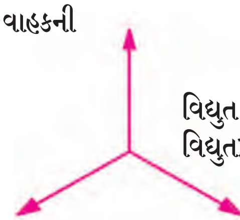
ફેરેડનો વિદ્યુત ઉપપાદન નિયમ

ગૂંચળામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ ચાલુ કરતાં જ અથવા બંધ કરતા જ કુંડલમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રવર્તિત થાય છે. વિદ્યુતપ્રવાહ ઓછો વધુ કરતાં પણ આ પ્રવર્તન જણાય છે. ગૂંચળાને કુંડલ પાસેથી દૂર પણ કર્યા છતા પણ કુંડલમાં પ્રવર્તનને કારણે વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ થાય છે. ઉપરના પ્રયોગ પરથી એ ધ્યાનમાં આવે છે કે કુંડલમાંથી પસાર થતી ચુંબકીય બળરેખાની સંખ્યામાં ફેરફાર કરતાં કુંડલમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રવર્તિત થાય છે. તેને ફેરેડનો વિદ્યુત ઉપપાદનનો નિયમ કહેવાય છે. કુંડલમાં નિર્માણ થયેલા વિદ્યુતપ્રવાહને પ્રવર્તિત વિદ્યુતપ્રવાહ કહે છે.

ફલેમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ
(Fleming's right hand rule)

વિદ્યુતવાહકમાંનો (કુંડલમાંનો) પ્રવર્તિત વિદ્યુતપ્રવાહ વધારેમાં વધારે ક્યારે હશે ? જ્યારે વિદ્યુત વાહકની ગતિની દિશા ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાને લંબ હોય છે ત્યારે. પ્રવર્તિત વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા દર્શાવવા માટે ફલેમિંગના જમણા હાથના નિયમનો ઉપયોગ થાય છે. જમણા હાથનો અંગૂઠો, તર્જની અને મધ્યમાને એવી રીતે રાખો કે તે એકબીજાને લંબ દિશામાં હોય. (આકૃતિ 4.17) આવી સ્થિતિમાં અંગૂઠો વિદ્યુતવાહકની ગતિની દિશા, તર્જની ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશા અને મધ્યમા પ્રવર્તિત (ઉપપાદિત) વિદ્યુતપ્રવાહની દિશા દર્શાવે છે. આ નિયમને ફલેમિંગનો જમણા હાથનો નિયમ કહે છે.





4.17 ફલેમિંગના જમણા હાથનો નિયમ

વૈજ્ઞાનિકનો પરિચય

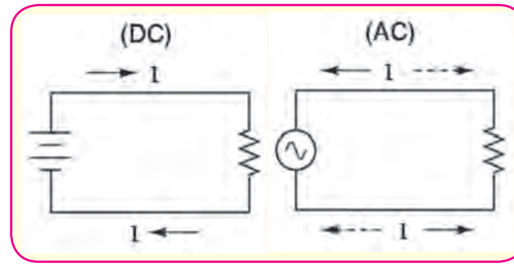
માયકલ ફેરેડે (1791-1867) પ્રયોગશીલ વૈજ્ઞાનિક હતા. તેમનું અધિકૃત શિક્ષણ થયું ન હતું. એક બુકબાઈંડિંગની દુકાનમાં નાનો માયકલ કામે લાગ્યો. ત્યાંના પુસ્તકો વાંચતા વાંચતા તેને વિજ્ઞાન પ્રત્યે રૂચિ થઈ. લંડનની રૉયલ ઈન્સ્ટિટ્યુટમાં હંફ્રે ડેવ્હીએ તેને પ્રયોગશાળા સહાયક તરીકે નીમ્યો. ત્યાંજ તેમણે વિદ્યુતચુંબકીય પ્રવર્તનનો નિયમ શોધ્યો. તેમજ વિદ્યુત વિઘટનનો નિયમ પણ શોધ્યો. કેટલીક વિદ્યાપીઠો તેમને માનદ પદવી આપવાની તૈયારી દર્શાવી. પરંતુ ફેરેડેએ તે સન્માનનો અસ્વીકાર કર્યો.

પ્રત્યાવર્તી વિદ્યુતપ્રવાહ અને એકમાર્ગીય વિદ્યુતપ્રવાહ [Alternating Current (AC) and Direct Current (DC)]

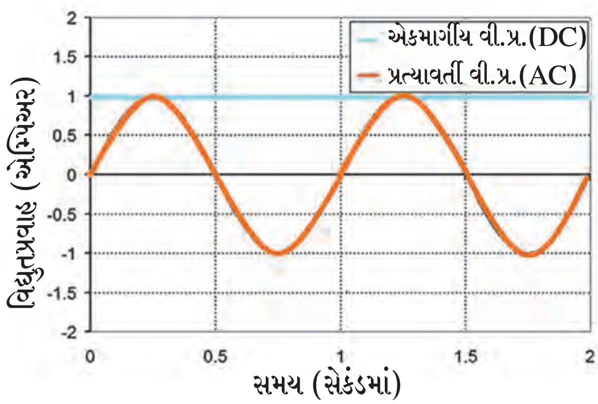
અત્યાર સુધી આપણે વિદ્યુતકોષથી આવી પરિપથ-માંથી પસાર થતા અને ફરી વિદ્યુતકોષ તરફ જતાં એટલે કે એક દિશામાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહનો અભ્યાસ કર્યો. આવા વિદ્યુતપ્રવાહને એકમાર્ગીય વિદ્યુતપ્રવાહ (Direct Current : DC) કહે છે. જે વિદ્યુતપ્રવાહનું પરિમાણ અને દિશા નિશ્ચિત અને સમાન સમયગાળા પછી બદલાય છે તેને પ્રત્યાવર્તી વિદ્યુતપ્રવાહ (Alternating Current : AC) કહે છે.

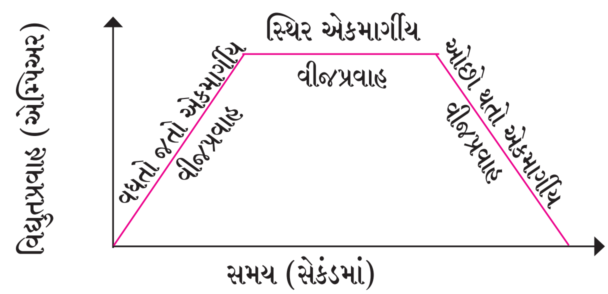
એક માર્ગીય વિદ્યુતપ્રવાહ વધી શકે છે, સ્થિર રહી શકે છે અથવા ઓછો પણ થઈ શકે છે. પરંતુ તે દોલાયમાન (Oscillatory) હોતો નથી. જે આકૃતિ 4.19માં આલેખના સ્વરૂપમાં દર્શાવ્યું છે.

પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ એ દોલાયમાન પ્રવાહ છે. આલેખમાં દર્શાવ્યા મુજબ તે એક દિશામાં મહત્તમ મર્યાદા સુધી વધે છે. ત્યારબાદ ઓછું થતાં થતાં શૂન્ય થાય છે અને ફરીથી વિરુધ્ધ દિશામાં મહત્તમ મર્યાદા સુધી વધીને ફરીથી શૂન્ય થાય છે. (આકૃતિમાં વિરુધ્ધ દિશા દર્શાવવા માટે વિદ્યુતપ્રવાહને માટે −1, −2 એવા પરિમાણ વાપર્યા છે.) પ્રત્યાવર્તી વિદ્યુતપ્રવાહનું દોલન સમય અનુસાર વક્રીય પધ્ધતિ(Sinusoidal)થી થતું હોવાથી તે ∿ ચિહ્ન વડે દર્શાવાય છે. એકમાર્ગીય પ્રવાહ એક જ દિશામાં વહે છે, પરંતુ પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ આવર્તન પધ્ધતિથી એક ચક્રમાં સીધી અને ઉલટી દિશામાં વહે છે.



4.18 એકમાર્ગીય વીજપ્રવાહ અને પ્રત્યાવર્તી વીજપ્રવાહ પરિપથ





4.19 પ્રત્યાવર્તી વીજપ્રવાહ અને એકમાર્ગીય વીજપ્રવાહનો આલેખ

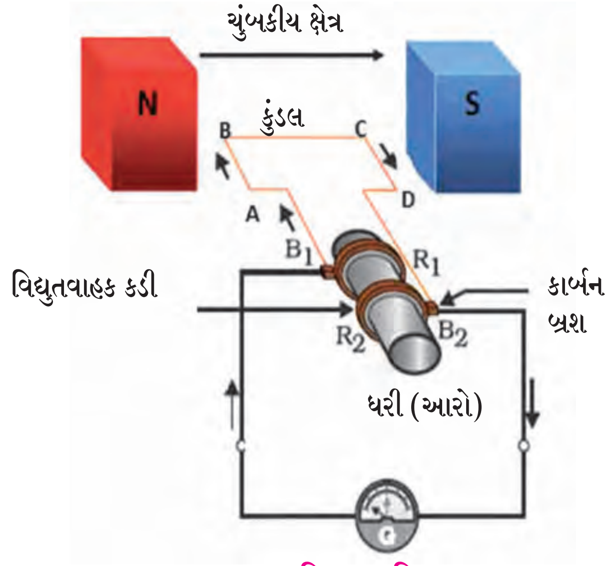
ભારતમાં વિદ્યુત કેન્દ્રમાં થનાર વીજનિર્મિતિમાં એક ચક્ર $\frac{1}{50}$ એટલે 0.02 સેકંડમાં પૂર્ણ છે. એટલે કે પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહની આવૃત્તિ 50 Hz (સેકંડમાં 50 ચક્ર) જેટલી હોય છે. વિદ્યુત શક્તિને દૂર સુધી લઈ જતી વખતે તેને પ્રત્યાવર્તી રૂપમાં લઈ જવી ઉપયોગી ઠરે છે. કારણ કે એકમાર્ગીય વિદ્યુતપ્રવાહ કરતા પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ વડે ઉર્જાનું ઓછામાં ઓછા વ્યય સાથે સંચારણ (વહન) - પરિષણ (Transmision) કરી શકાય છે. ઘરગથ્થુ વપરાશ માટેનો વિદ્યુતપૂરવઠો પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ (AC) હોય છે. આ વિદ્યુત વાપરતી વખતે રાખવાની સાવચેતી વિશે આપણે પાછલા ધોરણમાં શીખી ગયા છીએ.

વિદ્યુત જનિત્ર (Electric Generator)

વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રવર્તન પર આધારિત પ્રયોગ આપણે જોયો. તેમાંથી નિર્માણ થનાર વિદ્યુતપ્રવાહનું પરિમાણ અલ્પ હોય છે. પરંતુ તે જ તત્ત્વ માનવના વપરાશ માટે મોટો વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ કરવા માટે વાપરી શકાય છે. અહીં યાંત્રિક ઉર્જાનો ઉપયોગ વિદ્યુતવાહક કુંડલને તેની ધરી ફરતે ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ફેરવવા માટે અને તેના દ્વારા વીજનિર્મિતિ માટે કરવામાં આવે છે.

આકૃતિ 4.20માં ધરી ફરતે ફરતા તાંબાના તારનું કુંડલ ABCD દર્શાવ્યું છે, તે ચુંબકના બે ધ્રુવો વચ્ચે મૂકેલું હોય છે. કુંડલના બે છેડા R_1 અને R_2 આ બે વિદ્યુતવાહક કડીઓને કાર્બન બ્રશ વડે જોડેલા હોય છે. આ બંને કડીઓ અક્ષને પકડીને બેસાડેલી હોય છે. પરંતુ કડી અને ધરી (આરા) વચ્ચે વિદ્યુતરોધક આવરણ હોય છે. ધરી બહારના યંત્રની મદદથી ફેરવવામાં આવે છે. તેથી કુંડલ ABCD ફરવા લાગે છે. B_1, B_2 આ બે સ્થિર કાર્બન બ્રશના છેડા ગેલ્વહનોમીટર સાથે જોડેલા હોય છે. તેથી પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહના વહનની દિશા જણાય છે.

ધરી ફરતા શાખા AB ઉપર જાય છે અને CD નીચે આવે છે. (એટલે કે કુંડલ ABCD ઘડિયાળના કાંટાની દિશામાં ફરે છે.) ફ્લેમિંગના જમણા હાથના નિયમપ્રમાણે શાખા AB અને CDમાં પ્રવર્તનથી વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ થાય છે, તે A → B અને C → D દિશામાં જાય છે. આ રીતે A→B→C→D એ રીતે વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે. (આકૃતિ 4.20માં બાણની દિશામાં) ત્યારબાદ પરિપથમાં B_2થી ગૅલ્વ્હનોમીટરમાંથી B_1 તરફ વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે. ABCD એ એક કુંડલને બદલે અનેક કુંડલ ધરાવતો પરિપથ વાપરીએ તો અનેકગણો વિદ્યુપ્રવાહ વહે છે અને ખૂબ વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ થાય છે. અર્ધપરિવલન પછી શાખા AB એ CDની જગ્યાએ અને CD શાખા ABની જગ્યાએ આવે છે. તેથી પ્રવર્તિત વિદ્યુતપ્રવાહ D→C→B→A થી જાય છે. શાખા BA કડી દ્વારા સતત B_1 બ્રશના સંપર્કમાં હોય છે, અને શાખા DC એ B_2 બ્રશના સંપર્કમાં હોય છે. તેથી બહારના પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ B_1 થી B_2 તરફ એટલે કે પહેલાના અર્ધપરિવલનની ઉલટી દિશામાં વહે છે. દરેક અર્ધપરિવલન પછી આવું થાય છે અને પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ નિર્માણ થાય છે. આજ પ્રત્યાવર્તી વિદ્યુતપ્રવાહ જનિત્ર (AC Generator) છે.



4.20 વિદ્યુત જનિત્ર

એકમાર્ગીય જનિત્ર (DC Generator) તૈયાર કરવા માટે શું કરવું પડશે ? એકમાર્ગીય વિદ્યુતપ્રવાહ બહારના પરિપથમાં દિશા બદલતો નથી. તેથી વિદ્યુત જનિત્ર માટે વિભાજીત કડી વપરાય છે. તેમજ એક વિભાજીત કડી ધરી પર બેસાડેલી હોય છે. આ વ્યવસ્થાને કારણે કુંડલની ઉપર જતી એક શાખા સતત એક બ્રશના સંપર્કમાં અને નીચે જતી સતત બીજા બ્રશના સંપર્કમાં રહે છે. તેથી બહારના પરિપથમાં એક જ દિશામાં વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે. આ જનિત્રને શાખા એકમાર્ગીય જનિત્ર (DC Generator) કહે છે.

મગજ ચલાવો.
ઉપર વર્ણન કરેલ એકમાર્ગીય જનિત્રની આકૃતિ દોરો. ત્યારબાદ ધરી ફેરવતા એકમાર્ગીય વીજપ્રવાહ કેવી રીતે મળે છે તે સ્પષ્ટ કરો.

સ્વાધ્યાય

1. **જૂથમાં ન બેસતો શબ્દ શોધો. તે માટે સ્પષ્ટીકરણ લખો.**
   અ. ફ્યૂઝ, વિદ્યુતવાહક પદાર્થ, રબરના મોજા, જનિત્ર
   આ. વ્હોલ્ટમીટર, એમીટર, ગેલ્વ્હોનોમીટર, થર્મોમીટર
   ઇ. ધ્વનિવર્ધક, સૂક્ષ્મશ્રવણક, વિદ્યુતમોટર, ચુંબક
2. **રચના અને કાર્ય જણાવો, વ્યવસ્થિત આકૃતિ દોરીને ભાગોના નામ લખો.**
   અ. વિદ્યુત મોટર   બ. વિદ્યુત જનિત્ર (પ્રત્યાવર્તી)
3. **વિદ્યુત ચુંબકીય ઉપપાદન એટલે –**
   અ. વિદ્યુત વાહકનું પ્રભારિત થવું.
   આ. કુંડલમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતા ચુંબકીય ક્ષેત્ર નિર્માણ થવું.
   ઇ. ચુંબક અને કુંડલની સાપેક્ષ ગતિને કારણે કુંડલમાં વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ થાય છે.
   ઈ. વિદ્યુતમોટરના કુંડલને આરા ફરતે ફરવું.
4. **તફાવત લખો – પ્રત્યાવર્તી જનિત્ર અને એકમાર્ગીય જનિત્ર**
5. **વિદ્યુતપ્રવાહ નિર્માણ કરવા માટે કયું ઉપકરણ વાપરવામાં આવે છે ? આકૃતિ સહિત વર્ણન કરો.**
   અ. વિદ્યુત મોટર   બ. ગૅલ્વ્હેનોમીટર
   ક. વિદ્યુત જનિત્ર   ડ. વ્હોલ્ટમીટર
6. **લઘુપરિપથ શાથી નિર્માણ થાય છે ? તેનું શું પરિણામ આવે છે.**

7. **વૈજ્ઞાનિક કારણો લખો.**

અ. વીજળીના બલ્બમાં ગૂંચળું બનાવવા માટે ટંગસ્ટન ધાતુનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

આ. ઈસ્ત્રી, વિદ્યુત સગડી, બોયલર જેવા ઉષ્ણતા નિર્માણ કરનાર વિદ્યુત ઉપકરણોમાં નાયક્રોમ જેવી મિશ્ર ધાતુનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. શુદ્ધ ધાતુનો નહીં.

ઇ. વિદ્યુતપ્રવાહના વહન માટે તાંબા અથવા એલ્યુમિનિયમના તારોનો ઉપયોગ થાય છે.

ઈ. વ્યવહારમાં વિદ્યુત ઉર્જા માપવા માટે જૂલને બદલે kWh એકમ વાપરવામાં આવે છે.

8. **નીચેના વિધાનો પૈકી કયું વિધાન લાંબા, સીધા, વિદ્યુતવાહક તાર પાસેના ચુંબકીય ક્ષેત્રનું યોગ્ય વર્ણન કરે છે ? સ્પષ્ટીકરણ લખો.**

અ. તારને લંબ સીધી રેખામાં ચુંબકીય બળરેખા એક સમતલમાંથી પસાર થાય છે.

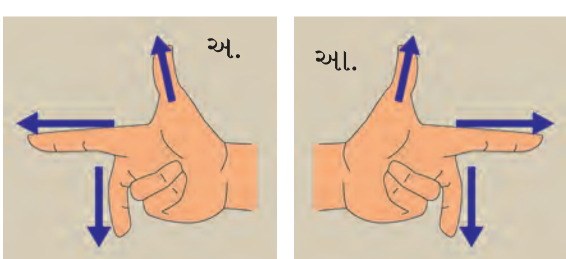
આ. ચુંબકીય બળરેખા તારને સમાંતર, તારની બધી બાજુથી જાય છે.

ઇ. તારને લંબ અને તારથી દૂર જતી (radially outward) ચુંબકીય બળરેખાઓ જાય છે.

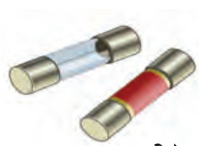
ઈ. સમકેન્દ્રી, વર્તુળાકાર, તારને કેન્દ્રસ્થાને રાખીને તારને લંબ સમતલમાં ચુંબકીય બળરેખા જાય છે.

9. **પરિનાલિકા એટલે શું ? તેના ચુંબકીય ક્ષેત્રની તુલના પટ્ટી ચુંબકના ચુંબકીય ક્ષેત્ર સાથે કરી નામ નિર્દેશિત આકૃતિ દોરો.**

10. **આકૃતિને નામ આપી સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરો.**



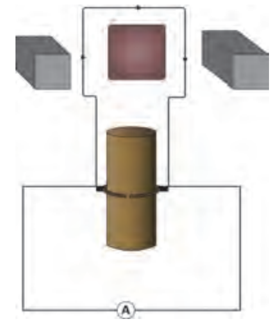
11. **નીચેની આકૃતિઓ ઓળખી તેમના ઉપયોગ સ્પષ્ટ કરો.**



અ.

આ.

ઇ.



12. **ઉદાહરણો ગણો.**

અ. વિદ્યુત પરિપથના એક અવરોધમાં 100W ઉષ્ણતા ઉર્જા નિર્માણ થાય છે. 3A વિદ્યુત-પ્રવાહ પસાર થાય છે. તો વિદ્યુત અવરોધ કેટલા Ω હશે ?

જવાબ : 11 Ω

આ. બે ટંગસ્ટનના બલ્બનો વીજદબાણનો તફાવત 220V છે. તે બંને બલ્બ 100W અને 60Wના છે. જો તેને સમાંતર જોડણીમાં જોડેલા હોય તો મુખ્ય વિદ્યુત વાહકમાંથી કેટલો વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થશે ?

જવાબ : 0.72A

ઇ. કોણ વધુ વિદ્યુતઉર્જા ખર્ચ કરશે ? 30 મિનિટમાં 500Wનું એક ટી.વી. સેટ, કે 20 મિનિટમાં 600Wની સગડી?

જવાબ : ટી.વી. સેટ

ઈ. 1100W વિદ્યુત શક્તિની ઈસ્ત્રી દરરોજ 2 કલાક વાપરવામાં આવે તો એપ્રિલ મહિનામાં વીજળીનું બીલ કેટલું આવશે ? (વીજ કંપની એક યુનિટ માટે રૂ. 5/- દર લે છે.)

જવાબ : 330 રૂ.

ઉપક્રમ :

શિક્ષકના માર્ગદર્શનમાં મુક્ત ઉર્જા જનિત્ર તૈયાર કરો.

IHVFEI

5. ઉષ્ણતા

- અપ્રગટ ઉષ્મા
- પાણીનું અસંગત આચરણ
- વિશિષ્ટ ઉષ્મા ધારકતા
- પુનર્હિમાયન
- નિર્ધારણબિંદુ ઉષ્ણતામાન અને આર્દ્રતા

યાદ કરો.

1. ઉષ્ણતા અને ઉષ્ણતામાન વચ્ચે શું તફાવત છે ?
2. ઉષ્ણતા સંક્રમણના પ્રકાર કેટલા અને ક્યા ક્યા ?

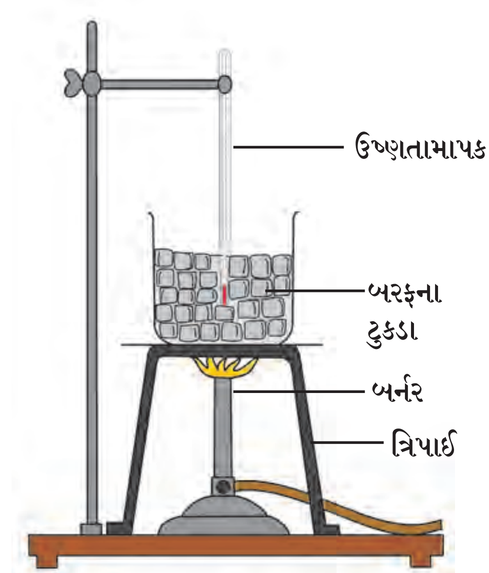
પાછલા ધોરણમાં આપણે ઉષ્ણતા અને ઉષ્ણતા સંક્રમણના વિવિધ પ્રકારો વિશે માહિતી મેળવી છે. ઘન, પ્રવાહી અને વાયુનું આકુંચન અને પ્રસરણ કેવી રીતે થાય છે તે પણ આપણે કેટલાક પ્રયોગો દ્વારા જોયું. ઉષ્ણતા અને ઉષ્ણતામાન વચ્ચેનો તફાવત પણ સમજી લીધો છે. ઉષ્ણતામાપક (થર્મોમીટર) વડે ઉષ્ણતામાન કેવી રીતે મપાય છે તેનો પણ અભ્યાસ કર્યો છે.

પદાર્થની જુદી જુદી અવસ્થામાં જોવા મળતી અપ્રગટ ઉષ્મા, પાણીનું અસંગત આચરણ, નિર્ધારણબિંદુ ઉષ્ણતામાન, આર્દ્રતા, વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા જેવી સંકલ્પનાઓ દૈનિક જીવનમાં વપરાય છે. તે વિશે વધુ માહિતી મેળવીએ.

અપ્રગટ ઉષ્મા (latent heat)

કરી જુઓ.

1. આકૃતિ 5.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક કાચના વાસણમાં થોડા બરફના ટુકડા લો.
2. ઉષ્ણતામાપકનો આગળનો ભાગ પૂર્ણ પણે બરફમાં ડૂબે એ રીતે રાખી બરફનું ઉષ્ણતામાન માપો.
3. બરફનું વાસણ ત્રિપાઈ પર મૂકો અને બરફને ઉષ્ણતા આપો.
4. દર એક મિનિટે ઉષ્ણતામાન નોંધો.
5. ઉષ્ણતા આપવાનું ચાલું હોવાથી બરફ ધીમે ધીમે ઓગળવા માંડશે, બરફ ઓગળે ત્યારે બરફ અને પાણીના મિશ્રણને હલાવતા રહો.
6. પાણી ઉકળવા માંડે ત્યાર બાદ પણ કેટલોક સમય ઉષ્ણતા આપવાનું ચાલુ રાખો.
7. ઉષ્ણતામાનમાં થતો ફેરફાર અને સમય વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવનાર આલેખ દોરો.



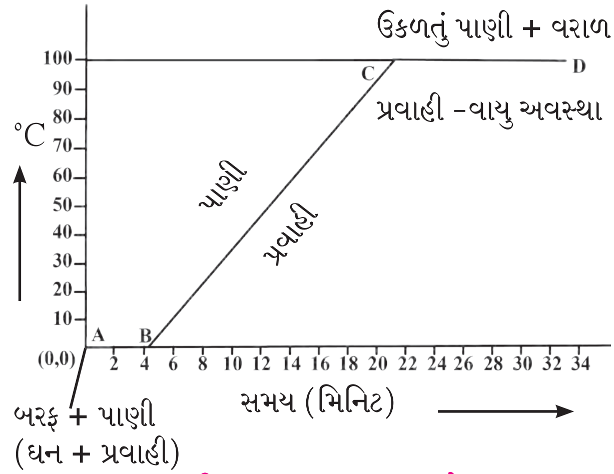
5.1 અપ્રગટ ઉષ્મા

જ્યાં સુધી બરફના બધા ટુકડાનું પાણી થતું નથી ત્યાં સુધી મિશ્રણનું ઉષ્ણતામાન 0 °C જ રહેશે. બધા બરફનું પાણી થયા બાદ પણ ઉષ્ણતા દેવાનું ચાલુ રાખતા પાણીનું ઉષ્ણતામાન વધશે અને 100 °C સુધી જશે. આ ઉષ્ણતામાને પાણીનું મોટા પ્રમાણમાં વરાળમાં રૂપાંતર થાય છે. બધા પાણીનું વરાળમાં રૂપાંતર થાય ત્યાં સુધી ઉષ્ણતામાન 100 °C પર સ્થિર રહેશે. ઉષ્ણતામાનમાં થતો ફેરફાર અને તેને માટે લાગતા સમયનો સંબંધ દર્શાવનાર આલેખ આકૃતિ 5.2 પ્રમાણે હશે.

આ આલેખમાં રેખ AB સ્થિર ઉષ્ણતામાને, બરફનું પાણીમાં રૂપાંતર થવાની ક્રિયા દર્શાવે છે. બરફને ઉષ્ણતા આપતા બરફ ચોક્કસ ઉષ્ણતામાને એટલે કે 0 °C ઓગળીને પાણીમાં રૂપાંતર થવા લાગે છે. આ ફેરફાર થતી વખતે બરફ ઉષ્ણતાનું શોષણ કરે છે. ઉષ્ણતાનું આ શોષણ બરફનું પૂર્ણપણે પ્રવાહીમાં રૂપાંતર થાય ત્યાં સુધી ચાલુ રહે છે.

આ દરમ્યાન મિશ્રણનું ઉષ્ણતામાન સ્થિર રહે છે. જે સ્થિર ઉષ્ણતામાને બરફનું પાણીમાં રૂપાંતર થાય છે તે ઉષ્ણતામાનને બરફનો દ્રાવણાંક કહે છે.

પદાર્થનું ઘનમાંથી પ્રવાહીમાં રૂપાંતર થતી વખતે પદાર્થ એટલે અહીં બરફ ઉષ્ણતાનું શોષણ કરે છે. પરંતુ તેના ઉષ્ણતામાનમાં વૃદ્ધિ થતી નથી. શોષાયેલી બધી ઉષ્ણતાનો ઉપયોગ અણુઓ વચ્ચેના બંધને ક્ષીણ કરી ઘનનું પ્રવાહીમાં રૂપાંતર કરવા માટે થાય છે. ઘનનું પ્રવાહીમાં રૂપાંતર થતી વખતે સ્થિર ઉષ્ણતામાને જે ઉષ્ણતા શોષાય છે તેને ઓગળવાની અપ્રગટ ઉષ્મા (Latent heat of melting) કહે છે.



5.2 ઉષ્ણતામાન – સમય આલેખ

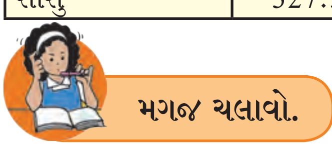
એકમ દ્રવ્યમાન ધરાવતા ઘન પદાર્થનું પૂર્ણપણે પ્રવાહીમાં રૂપાંતર થતી વખતે સ્થિર ઉષ્ણતામાને ઘનમાંથી જે ઉષ્ણતા શોષાય છે તેને ઓગળવાની વિશિષ્ટ અપ્રગટ ઉષ્મા (Specific latent heat of melting) કહે છે.

બરફનું પૂર્ણપણે પાણીમાં રૂપાંતર થયા બાદ પાણીનું ઉષ્ણતામાન વધવા લાગે છે, જે 100 °C સુધી વધે છે. રેખ BC પાણીના ઉષ્ણતામાનમાં 0 °C થી 100 °C સુધીની વૃદ્ધિ દર્શાવે છે. ત્યાર બાદ ઉષ્ણતા આપ્યા છતાં પણ પાણીનું ઉષ્ણતામાન વધતું નથી. આ ઉષ્ણતામાને શોષેલી બધી ઉષ્ણતા પ્રવાહીના અણુ વચ્ચેનો બંધ તોડવા માટે અને પ્રવાહીનું વાયુમાં રૂપાંતર થવા માટે વપરાય છે. પ્રવાહીનું વાયુમાં રૂપાંતર થતી વખતે ઉષ્ણતા શોષાતી હોવા છતાં પણ ઉષ્ણતામાનમાં વૃદ્ધિ થતી નથી. જે સ્થિર ઉષ્ણતામાને પ્રવાહીનું રૂપાંતર વાયુમાં થાય છે તે ઉષ્ણતામાનને પ્રવાહીનું ઉત્કલનાંક કહે છે. સ્થિર ઉષ્ણતામાને પ્રવાહીનું રૂપાંતર વાયુમાં થતી વખતે શોષાતી ઉષ્ણતાને બાષ્પની અપ્રગટ ઉષ્મા (Latent heat of vaporisation) કહે છે.

એકમ દ્રવ્યમાન ધરાવતા પ્રવાહી પદાર્થનું વાયુમાં પૂર્ણપણે રૂપાંતર થતી વખતે સ્થિર ઉષ્ણતામાને પ્રવાહીમાં જે ઉષ્ણતા શોષાય છે તે ઉષ્ણતાને બાષ્પની વિશિષ્ટ અપ્રગટ ઉષ્મા (Specific latent heat of vaporisation) કહે છે.

જુદા જુદા પદાર્થોના દ્રાવણાંક જુદા જુદા હોય છે, તે જ રીતે જુદા જુદા પદાર્થના ઉત્કલનાંક પણ જુદા જુદા હોય છે. હવાનું દબાણ સમુદ્રસપાટી પરની હવાના દબાણ કરતાં ઓછું અથવા વધારે હોય તો દ્રાવણાંક, ઉત્કલનાંક અને અપ્રગટ ઉષ્મા બદલાય છે. નીચેના કોષ્ટકમાં સમુદ્ર સપાટી પરની હવાના દબાણમાં કરેલું માપન છે.

પદાર્થ	દ્રાવણાંક °C	ઉત્કલનાંક °C	ઓગળવાની વિશિષ્ટ અપ્રગટ ઉષ્મા		બાષ્પની વિશિષ્ટ અપ્રગટ ઉષ્મા	
			kJ/kg	cal/g	kJ/kg	cal/g
પાણી/બરફ	0	100	333	80	2256	540
તાંબુ	1083	2562	134	49	5060	1212
ઈથિલ અલ્કોહોલ	-117	78	104	26	8540	200
સોનું	1063	2700	144	15.3	1580	392
ચાંદી	962	2162	88.2	25	2330	564
સીસું	327.5	1749	26.2	5.9	859	207



1. અપ્રગટ ઉષ્માની સંકલ્પના વાયુનું પ્રવાહીમાં અથવા પ્રવાહીનું ઘનમાં રૂપાંતર થતી વખતે પણ લાગુ પડશે કે ?
2. પ્રવાહીનું ઘનમાં રૂપાંતર થતી વખતે અથવા વાયુનું પ્રવાહીમાં રૂપાંતર થતી વખતે અપ્રગટ ઉષ્માનું શું થતું હશે ?

પુનર્હિમાયન (Regelation)

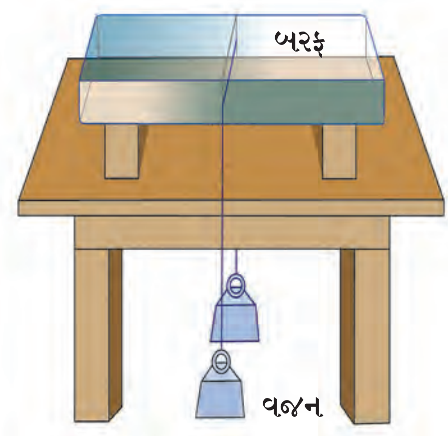
બરફનો ગોળો બનાવતી વખતે તમે જોયું હશે કે બરફનો ભૂકો કરીને સળીના છેડા પાસે હાથેથી દબાવીને ગોળો બનાવવામાં આવે છે. ભૂકો કરેલ બરફનો ફરીથી ઘટ્ટ ગોળો કેવી રીતે બને છે ? બરફના બે ટુકડા લઈ એકબીજા પર દબાવીને રાખતા કેટલાક સમય પછી તે ટુકડા એકબીજા સાથે ઘટ્ટપણે ચોંટી જાય છે. આવું શાથી બને છે ?

કરી જુઓ. **સાહિત્ય :** બરફની એક નાની લાદી, પાતળો તાર, બે સમાન વજન વગેરે.

કૃતિ :

1. આકૃતિ 5.3માં દર્શાવ્યા મુજબ બરફની લાદી સ્ટેન્ડ પર મૂકો.
2. એક તારના બંને છેડે બે વજન બાંધીને તાર બરફની લાદી પર મૂકો. નિરીક્ષણ કરો. શું થાય છે ?

તારના બંને છેડે સમાન વજન બાંધીને બરફની લાદી પર મૂકતાં તાર ધીરે ધીરે લાદીમાં અંદર નીચે સુધી જાય છે. કેટલાક સમય બાદ બરફની લાદીમાંથી બહાર નીકળી જાય છે. તો પણ બરફ તૂટતો નથી. દબાણને કારણે બરફનું ઓગળવું અને દબાણ કાઢતા ફરીથી બરફ બનવું આ પ્રક્રિયાને પુનર્હિમાયન કહેવાય છે. દબાણને કારણે બરફનો દ્રાવણાંક શૂન્ય કરતાં ઓછો થાય છે. એટલે કે 0 ^{0}C ઉષ્ણતામાને બરફ પાણીમાં રૂપાંતરિત થાય છે. દબાણ કાઢી લેતાં દ્રાવણાંક પૂર્વવત્ થાય છે. એટલે કે 0 ^{0}C થાય છે અને ફરીથી પાણીનું બરફમાં રૂપાંતર થાય છે.



5.3 પુનર્હિમાયન

મગજ ચલાવો.

1. ઉપરની કૃતિમાં બરફની લાદીમાંથી તાર બહાર નીકળે છે. તો પણ બરફ તૂટતો નથી, આવું શાથી થાય છે ?
2. અપ્રગટ ઉષ્માનો પુનર્હિમાયન સાથે શો સંબંધ છે ?
3. સમુદ્રસપાટીથી ઉંચે જતાં પાણીનો ઉત્કલનાંક ઓછો થાય છે તે તમે જાણો છો. આ સ્થિતિમાં પદાર્થના દ્રાવણાંકમાં શો ફેરફાર થશે ?

કહો જોઈએ ! પદાર્થ ઠંડો છે કે ગરમ, આ સંવેદનાનો આપણા શરીરના ઉષ્ણતામાન સાથે શો સંબંધ છે ?

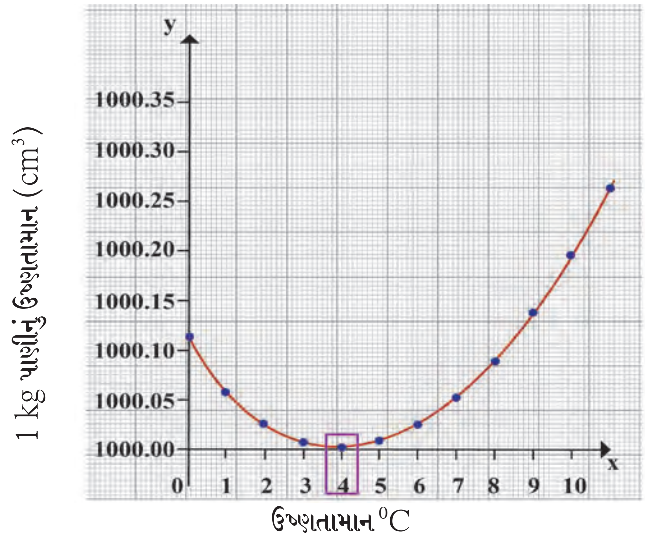
પાણીનું અસંગત આચરણ (Anomalous behaviour of water)

સામાન્ય પણે પ્રવાહીને મર્યાદિત ઉષ્ણતામાને ગરમ કરતાં તેનું પ્રસરણ થાય છે અને ઠંડુ કરતાં તેનું આકુંચન થાય છે. પરંતુ પાણી વિશિષ્ટ અને અપવાદરૂપ આચરણ કરે છે. 0 °C ઉષ્ણતામાને પાણીને ગરમ કરતા, 4 °C ઉષ્ણતામાન થાય ત્યાં સુધી પ્રસરણને બદલે આકુંચન થાય છે. 4 °C ઉષ્ણતામાને પાણીનું કદ સૌથી ઓછું હોય છે. 4 °C કરતાં ઉષ્ણતામાન વધે ત્યારે પાણીનું કદ વધતું જાય છે. 0 °C થી 4 °C ઉષ્ણતામાન દરમ્યાનના પાણીના આચરણને 'પાણીનું અસંગત આચરણ' કહેવાય છે.

1 kg દ્રવ્યમાન ધરાવતા પાણીને 0 °C થી ઉષ્ણતા આપતા ઉષ્ણતામાન અને કદ નોંધ કરી તે મુજબ આલેખ તૈયાર કરતાં, તે આકૃતિ 5.4માં, દર્શાવ્યા મુજબ વક્ર હશે. આ વક્ર આલેખ પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે 0 °C થી 4 °C સુધી પાણીનું ઉષ્ણતામાન વધારતા તેનું કદ વધવાને બદલે ઓછું થાય છે. 4 °C ઉષ્ણતામાને પાણીનું કદ સૌથી ઓછું હોય છે, એટલે કે પાણીની ઘનતા 4 °C ઉષ્ણતામાને સૌથી વધુ હોય છે. (જુઓ, આકૃતિ 5.4)

હોપના ઉપકરણની મદદથી પાણીના અસંગત આચરણનો અભ્યાસ કરવો.

હોપના ઉપકરણની મદદથી પાણીના અસંગત આચરણનો અભ્યાસ કરી શકાય છે. હોપના ઉપકરણમાં ધાતુના ઉભા નળાકાર પાત્રના મધ્યભાગમાં એક સપાટ ગોળાકાર વાસણ જોડાયેલું હોય છે. ઉભા નળાકાર વાસણમાં સપાટ વાસણની ઉપર (T_2) અને નીચે (T_1) ઉષ્ણતામાપક જોડવાની સુવિધા હોય છે. ઉભા નળાકાર પાત્રમાં પાણી ભરવામાં આવે છે અને સપાટ વાસણમાં બરફ અને મીઠાનું મિશ્રણ ભરવામાં આવે છે. (જુઓ, આકૃતિ 5.5)



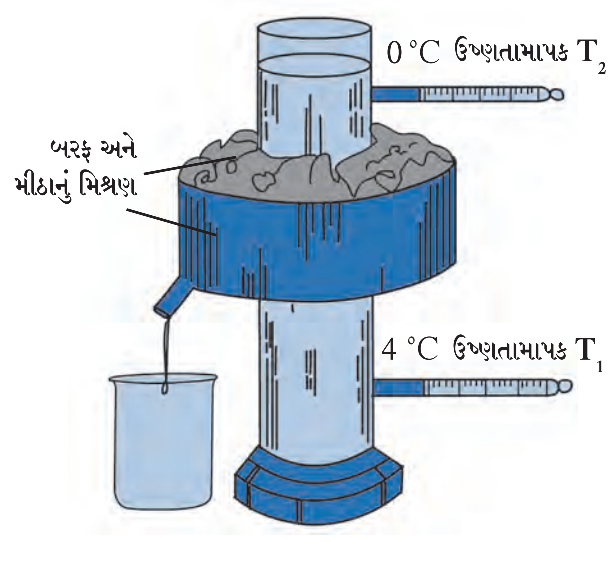
5.4 પાણીનું ઉષ્ણતામાન અને કદનો આલેખ

હોપના ઉપકરણની સહાયતાથી પાણીના અસંગત આચરણનો અભ્યાસ કરતી વખતે દર 30 સેકંડ પછી T_1 અને T_2 ઉષ્ણતામાપક વડે ઉષ્ણતામાનની નોંધ કરવામાં આવે છે.

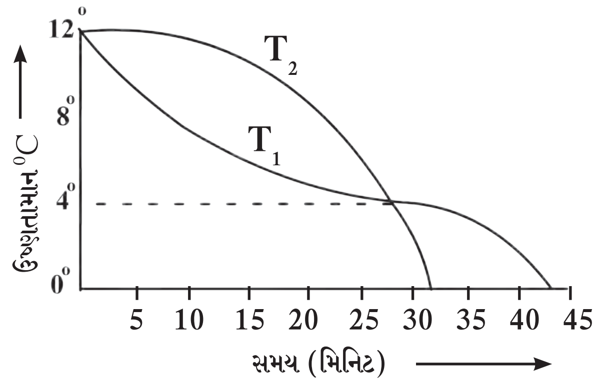
Y–અક્ષ પર ઉષ્ણતામાન અને X–અક્ષ પર સમય લઈને આલેખ દોરવામાં આવે છે. આકૃતિ 5.6માંના આલેખ પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે શરૂઆતમાં બંને ઉષ્ણતામાપક સમાન ઉષ્ણતામાન દર્શાવે છે. નળાકારના નીચેના ભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન (T_1) ઝડપથી ઓછું થાય છે. જ્યારે ઉપરના ભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન (T_2) તેની તુલનામાં ધીમે ધીમે ઓછું થાય છે.

નળાકારના નીચેના ભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન (T_1) 4 °C સુધી પહોચંતા તે કેટલાક સમય સુધી લગભગ સ્થિર રહે છે અને ઉપરના ભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન (T_2) ધીમે ધીમે 4 °C સુધી ઓછું થાય છે. આથી T_1 અને T_2 4 °C એક જ સમયે 4 °C ઉષ્ણતામાન દર્શાવે છે. ત્યારબાદ ફક્ત ઉપરના ભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન (T_2) નું ઝડપથી ઓછું થાય છે અને ઉપરનું ઉષ્ણતામાન T_2 પહેલા 0 °C ઉષ્ણતામાન નોંધે છે. ત્યારબાદ નીચેનું ઉષ્ણતામાન T_1, 0 °C ઉષ્ણતામાન નોંધે છે. આલેખમાંના બંને વક્રોનું છેદનબિંદુ મહત્તમ ઘનતાનું ઉષ્ણતામાન દર્શાવે છે.

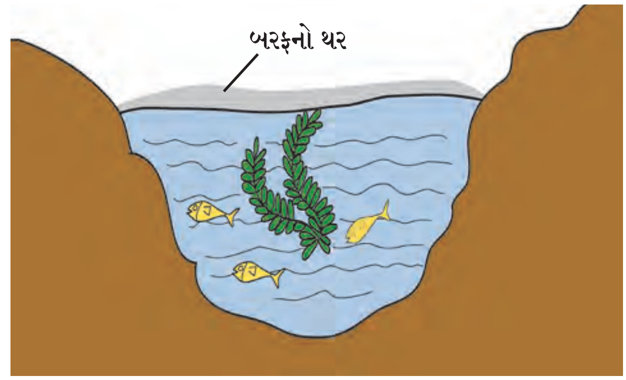
શરૂઆતમાં નળાકારના મધ્યભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન આજુબાજુના મિશ્રણને કારણે ઓછું થાય છે. નળાકારના મધ્યભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન ઓછું થતાં તેનું કદ ઓછું થાય છે. જેના કારણે તેની ઘનતા વધે છે. પરિણામે વધુ ઘનતાવાળું પાણી નીચે જાય છે. જેના કારણે નીચેના ભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન (T_1) શરૂઆતમાં ઝડપથી ઓછું થાય છે. નળાકારના નીચેના ભાગનું ઉષ્ણતામાન જ્યારે 4 °C થાય છે, ત્યારે પાણીની ઘનતા મહત્તમ હોય છે. નળાકારના મધ્યભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન 4 °C કરતા ઓછું થાય છે ત્યારે તે પ્રસરણ પામે છે. હવે તેની ઘનતા ઓછી થતી જાય છે. અને તે તળિયે ન જતાં ઉપરના ભાગ તરફ જાય છે. માટે ઉપરના ભાગના પાણીનું ઉષ્ણતામાન (T_2) ઝડપથી 0 °C સુધી ઓછું થાય છે. પરંતુ તળિયે રહેલા પાણીનું ઉષ્ણતામાન કેટલોક સમય 4 °C પર સ્થિર રહે છે અને ત્યાર બાદ 0 °C સુધી ઓછું થાય છે.



5.5 હોપનું ઉપકરણ



5.6 સમય અને ઉષ્ણતામાનનો આલેખ



5.7 ઠંડા પ્રદેશમાં પાણીમાંના સજીવ

મગજ ચલાવો. **પાણીના અસંગત આચરણના આધારે નીચેના વિધાનો કેવી રીતે સ્પષ્ટ કરશો ?**

1. ઠંડા પ્રદેશમાં વાતાવરણનું ઉષ્ણતામાન 0 °C અથવા તેના કરતાં પણ ઓછું થવા છતાં પણ ત્યાંના જળચર સજીવો જીવંત રહે છે.
2. ઠંડા પ્રદેશમાં શિયાળામાં પાણીના પાઈપ ફૂટે છે અને ખડકોમાં તિરાડ પડે છે.

નિર્ધારણ બિંદુ ઉષ્ણતામાન અને આર્દ્રતા (Due point and Humidity)

પૃથ્વીનો 71% પૃષ્ઠભાગ પાણીથી વ્યાપેલો છે. પાણીનું સતત બાષ્પીભવન થતું હોવાથી વાતાવરણમાં હંમેશા કેટલાક પ્રમાણમાં બાષ્પ હોય છે. વાતાવરણમાં રહેલી બાષ્પના પ્રમાણ પરથી રોજિંદા હવામાનનું સ્વરૂપ સમજવામાં મદદ મળે છે. હવામાં રહેલ પાણીની વરાળને કારણે હવામાં નિર્માણ થનારા ભેજને આર્દ્રતા કહે છે.

આપેલ ઉષ્ણતામાને આપેલ કદની હવામાં મહત્તમ બાષ્પનો સમાવેશ થાય છે. આ મર્યાદા કરતાં વધુ બાષ્પ હોય તો વધારાની વરાળનું પાણીમાં રૂપાંતર થશે. હવામાં જ્યારે મહત્તમ વરાળનો સમાવેશ હોય છે ત્યારે તે હવા વિશિષ્ટ ઉષ્ણતામાને બાષ્પથી સંતૃપ્ત છે એમ કહેવાય છે. હવા સંતૃપ્ત થવા માટે જોઈતી બાષ્પનું પ્રમાણ ઉષ્ણતામાન પર આધારિત હોય છે. ઉષ્ણતામાન ઓછું હોય ત્યારે હવા સંતૃપ્ત થવા માટે ઓછી બાષ્પ જોઈએ છે. દા.ત. 40 °C ઉષ્ણતામાને 1 કિલોગ્રામ સૂકી હવામાં વધુમાં વધુ 49 ગ્રામ પાણીની બાષ્પ સમાઈ શકે છે અને તે હવા બાષ્પથી સંતૃપ્ત થાય છે. હવામાં બાષ્પનું પ્રમાણ વધુ થતાં વધારાની બાષ્પનું સંઘનન થાય છે, પરંતુ સૂકી હવાનું ઉષ્ણતામાન 20 °C હોય તો તે હવા 14.7 ગ્રામ બાષ્પ વડે જ સંતૃપ્ત થાય છે. હવાની બાષ્પ સમાવવાની મહત્તમ મર્યાદા કરતા હવામાં ઓછી બાષ્પ સમાવિષ્ટ હોય તો તે હવાને અસંતૃપ્ત હવા કહે છે.

ચોક્કસ ઉષ્ણતામાને અસંતૃપ્ત હવા લઈએ અને તેનું ઉષ્ણતામાન ઓછું કરતાં જઈએ તો જે ઉષ્ણતામાને હવા સંતૃપ્ત થાય છે, તે ઉષ્ણતામાનને નિર્ધારણ બિંદુ ઉષ્ણતામાન કહે છે.

હવામાંની પાણીની બાષ્પનું પ્રમાણ નિરપેક્ષ આર્દ્રતા (Absolute humidity) રાશિની મદદથી માપવામાં આવે છે. એકમ કદની હવામાં રહેલ પાણીની વરાળને દ્રવ્યમાનની નિરપેક્ષ આર્દ્રતા કહેવાય છે. સામાન્ય રીતે નિરપેક્ષ આર્દ્રતા kg/m^3 માં મપાય છે.

હવામાંના ભેજ અથવા શુષ્કતાની જાણ માત્ર હવામાં રહેલ બાષ્પના પ્રમાણ પર આધારિત હોતી નથી, બાષ્પનું પ્રમાણ હવા સંતૃપ્ત કરવા માટે જોઈતા પ્રમાણથી કેટલું નજીક છે તેના પર પણ આધારિત હોય છે. એટલે કે તે હવાના ઉષ્ણતામાન પર પણ આધારિત હોય છે. ભેજનું પ્રમાણ સાપેક્ષ આર્દ્રતાના રૂપમાં મપાય છે. ચોક્કસ કદની હવા અને ઉષ્ણતામાનમાં પ્રત્યક્ષ સમાવિષ્ટ વરાળનું દ્રવ્યમાન અને હવાને સંતૃપ્ત કરવા માટે આવશ્યક બાષ્પના દ્રવ્યમાનના ગુણોત્તરને સાપેક્ષ આર્દ્રતા (Relative humidity) કહેવાય છે.

$$\text{સેંકડે સાપેક્ષ આર્દ્રતા} = \frac{\text{આપેલ દ્રવ્યમાનમાં પ્રત્યક્ષ સમાવિષ્ટ બાષ્પનું દ્રવ્યમાન}}{\text{આપેલ કદની હવાને સંતૃપ્ત કરવા માટે આવશ્યક બાષ્પનું દ્રવ્યમાન}} \times 100$$

નિર્ધારણ બિંદુ ઉષ્ણતામાને સાપેક્ષ આર્દ્રતા 100% હોય છે. જો સાપેક્ષ આર્દ્રતા 60% કરતા વધારે હોય તો હવા ભેજવાળી હોવાનું સૂચવે છે. જો સાપેક્ષ આર્દ્રતા 60% કરતા ઓછી હોય તો હવા સૂકી હોવાનું સૂચવે છે.

શિયાળામાં સ્વચ્છ આકાશમાં ઉંચે ઉડતા વિમાનની પાછળ સફેદ રંગનો પટ્ટો (trail) તમે જોયો હશે. વિમાન ઉડતું હોય ત્યારે એંજિનમાંથી નીકળતી વરાળનું સંઘનન (Condensation) થઇને વાદળા તૈયાર થાય છે. જો આસપાસના વાતાવરણની હવા વધુ સાપેક્ષ આર્દ્રતા ધરાવતી હશે તો સફેદ પટ્ટો લાંબો લાંબો દેખાય છે અને તેને નહીંવત્ થવા માટે વધુ સમય લાગે છે. જો સાપેક્ષ આર્દ્રતા ઓછી હોય તો ક્યારેક નાનો સફેદ પટ્ટો તૈયાર થાય છે અને ક્યારેક તૈયાર થતો નથી.

કરી જુઓ.

1. ઠંડા પાણીની બાટલી ફ્રીઝમાંથી કાઢીને ટેબલ પર મૂકો અને થોડો સમય બાટલીના બાહ્ય પૃષ્ઠભાગનું નિરીક્ષણ કરો.
2. શિયાળામાં સવારના સમયે ઘાસ/ઝાડના પાનનું નિરીક્ષણ કરો, ગાડીના કાચનું નિરીક્ષણ કરો.

ઠંડા પાણીની બાટલી ફ્રીઝમાંથી કાઢીને ટેબલ પર મૂકીએ ત્યારે બાટલીના બાહ્ય પૃષ્ઠભાગ પર પાણીના ટીપા જમા થયેલા દેખાય છે. તે જ રીતે સવારના સમયે ઘાસ/ઝાડના પાન અથવા ગાડીના કાચનું નિરીક્ષણ કરતાં પાન પર તેમજ ગાડીના કાચ પર પાણીના ટીપા જમા થયેલા દેખાય છે. ઉપરના બંને નિરીક્ષણ પરથી આપણને હવામાં રહેલી બાષ્પનું અસ્તિત્વ જણાય છે.

જ્યારે હવા ખૂબ ઠંડી હોય છે, ત્યારે ઉષ્ણતામાન ઓછું થવાથી હવા વરાળથી સંતૃપ્ત થતી જાય છે. તેથી વધારાની બાષ્પના નાના નાના ટીપા બને છે. હવામાં રહેલી બાષ્પના પ્રમાણ પર નિર્ધારણ બિંદુ ઉષ્ણતામાન આધારિત હોય છે.

ઉષ્ણતાનો એકમ (Unit of heat)

ઉષ્ણતા SI પધ્ધતિમાં જૂલ (J) અને CGS પધ્ધતિમાં કેલરી (cal) એકમમાં માપવામાં આવે છે.

એક કિલોગ્રામ પાણીનું ઉષ્ણતામાન 14.5 °C થી 15.5 °C સુધી એટલે કે 1°C વધારવા માટે જોઈતી ઉષ્ણતાને એક કિલોકેલરી ઉષ્ણતા કહે છે. તથા એક ગ્રામ પાણીનું ઉષ્ણતામાન 14.5 °C થી 15.5 °C સુધી એટલે કે 1°C વધારવા માટે જોઈતી ઉષ્ણતાને એક કેલરી ઉષ્ણતા કહેવાય છે. મોટા પ્રમાણમાં રહેલી ઉષ્ણતાને માપવા માટે કિલોકેલરી (kcal) એકમ વપરાય છે. (1 કિલોકેલરી = 10^3 કેલરી).

ધ્યાનમાં રાખો.

એક કિલોગ્રામ પાણીનું ઉષ્ણતામાન 14.5 °C થી 15.5 °C કરતા જુદા ઉષ્ણતામાને વધારતા 1°C ઉષ્ણતામાન વધારવા માટે આપવી પડતી ઉષ્ણતા 1 કિલો કેલરી કરતા થોડી જુદી હશે. માટે ઉષ્માનો એકમ નક્કી કરતી વખતે આપણે 14.5 °C થી 15.5 °C આ જ ચોક્કસ ઉષ્ણતામાન ખંડ પસંદ કરીએ છીએ. કેલરી અને જૂલનો પરસ્પર સંબંધ નીચેના સૂત્ર દ્વારા દર્શાવી શકાય. 1 કેલરી = 4.18 જ્યૂલ

વૈજ્ઞાનિકનો પરિચય

જેમ્સ પ્રેસ્કોટ જ્યૂલ (1818-1889): પદાર્થના સૂક્ષ્મ કણોની ગતિજ ઉર્જા ઉષ્ણતાના સ્વરૂપમાં બહાર પડે છે. તેમ જ જુદી જુદી ઉર્જાનું એક સ્વરૂપમાંથી બીજા સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થાય છે એ તેમણે પહેલા દર્શાવ્યું હતું. ઉષ્ણતા સ્વરૂપમાંની ઉર્જાના રૂપાંતરમાંથી જ આગળ જતા વિજ્ઞાનની શાખા થર્મોડાયનેમિક્સનો પહેલો સિધ્ધાંત પ્રાપ્ત થયો. ઉર્જાના માપ માટેના એકમને જ્યૂલ (J)સંજ્ઞા આપવામાં આવી છે.

વિશિષ્ટ ઉષ્મા ધારકતા (Specific Heat Capacity)

કરી જુઓ. **સાહિત્ય :** મીણનો જાડો થર ધરાવતી ટ્રે, લોખંડ, તાંબુ અને સીસાના સમાન દ્રવ્યમાન ધરાવતા નક્કર ગોળા, બર્નર અથવા સ્પિરીટનો દીવો, મોટા બીકર વગેરે.

કૃતિ :
1. સમાન દ્રવ્યમાન ધરાવતા લોખંડ, તાંબુ અને સીસાના નક્કર ગોળા લો. (આકૃતિ 5.8)
2. ત્રણેય ગોળા ઉકળતા પાણીમાં કેટલોક સમય રાખો.
3. કેટલાક સમય પછી તેમને ઉકળતા પાણીમાંથી બહાર કાઢો ત્રણેય ગોળાનું ઉષ્ણતામાન ઉકળતા પાણીના ઉષ્ણતામાન જેટલું એટલે કે 100 °C જેટલું જ હશે. તેમને તરત જ મીણના જાડા થર પર મૂકો.
4. દરેક ગોળો મીણમાં કેટલો નીચે સુધી ગયો ? નોંધ કરો.

5.8 ધાતુની વિશિષ્ટ ઉષ્મા ધારકતા

જે ગોળો વધારે ઉષ્ણતા શોષશે તે ગોળો મીણને પણ વધારે ઉષ્ણતા આપશે. તેથી મીણ વધારે પ્રમાણમાં ઓગળશે અને ગોળો મીણમાં નીચે સુધી જાય છે. ઉપરની કૃતિમાં લોખંડનો ગોળો મીણમાં વધારે નીચે સુધી જશે. સીસાનો ગોળો મીણમાં સૌથી ઓછો નીચે જાય છે. તે બંને ગોળાની વચ્ચે તાંબાનો ગોળો મીણમાં ડૂબેલો દેખાય છે. આ પરથી એવું જણાય છે કે ઉષ્ણતામાન સરખા પ્રમાણમાં વધવા માટે ત્રણેય ગોળાએ ઉકળતા પાણીમાંથી શોષેલી ઉષ્ણતા પણ જુદી છે. એટલે કે દરેક ગોળાનો ઉષ્ણતા શોષવાનો ગુણધર્મ જુદો છે. આ ગુણધર્મને વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા (Specific heat capacity) કહે છે. **એકમ દ્રવ્યમાન ધરાવતા પદાર્થનું ઉષ્ણતામાન 1 °C વધારવા માટે જોઈતી ઉષ્ણતા એટલે તે પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા.**

વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા 'c' ચિહ્ન વડે દર્શાવવામાં આવે છે. વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતાનો SI માપન પધ્ધતિમાં એકમ J/kg °C છે. જ્યારે CGS માપન પધ્ધતિમાં એકમ cal/g °C છે.

અ.ક્ર.	પદાર્થ	વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા (cal/g °C)	અ.ક્ર.	પદાર્થ	વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા (cal/g °C)
1.	પાણી	1.0	5.	લોખંડ	0.110
2.	પૅરેફિન	0.54	6.	તાંબુ	0.095
3.	રૉકેલ	0.52	7.	ચાંદી	0.056
4.	એલ્યુમિનિયમ	0.215	8.	પારો	0.033

5.9 કેટલાક પદાર્થોની વિશિષ્ટ ઉષ્મા ધારકતા.

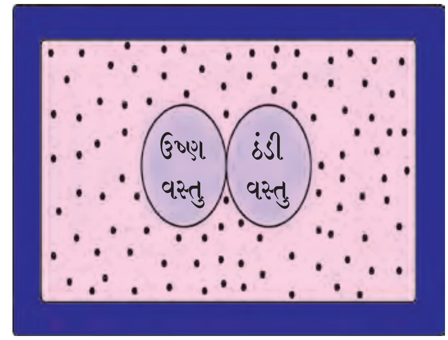
પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા 'c' અને પદાર્થનું દ્રવ્યમાન 'm' હોય તો પદાર્થનું ઉષ્ણતામાન ΔT °C વધારતા તે પદાર્થે શોષેલી ઉષ્ણતા નીચેના સૂત્રથી મળશે.

પદાર્થે શોષેલી ઉષ્ણતા = $m \times c \times \Delta T$ .... અહીં ΔT એ ઉષ્ણતામાનની વૃદ્ધિ છે.

તેમ જ પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા 'c', પદાર્થનું દ્રવ્યમાન 'm' હોય અને પદાર્થનું ઉષ્ણતામાન ΔT °C ઓછું કરતાં તે પદાર્થ ગુમાવેલી ઉષ્ણતા નીચેના સૂત્રથી મળે છે.

પદાર્થે ગુમાવેલી ઉષ્ણતા = $m \times c \times \Delta T$ .... અહીં ΔT ઉષ્ણતામાનનો ઘટાડો છે.

ઉષ્ણતાની લેવડદેવડ : ઉષ્ણ અને ઠંડી વસ્તુમાં ઉષ્ણતાની લેવડ દેવડ થતા ઉષ્ણ વસ્તુનું ઉષ્ણતામાન ઓછું થતું જાય છે અને ઠંડી વસ્તુનું ઉષ્ણતામાન વધતું જાય છે. જ્યાં સુધી બંને વસ્તુનું ઉષ્ણતામાન સરખું ન થાય ત્યાં સુધી ઉષ્ણતામાનમાં આ ફેરફાર થતો રહે છે. આ ક્રિયામાં ગરમ વસ્તુ ઉષ્ણતા ગુમાવે છે. જ્યારે ઠંડી વસ્તુ ઉષ્ણતા ગ્રહણ કરે છે. બંને વસ્તુ માત્ર એકબીજા વચ્ચે ઉર્જાની લેવડદેવડ કરી શકે એવી સ્થિતિમાં હોય એટલે કે જો બંને વસ્તુની ગોઠવણી (System) વાતાવરણથી જુદી કરી હોય એટલે કે ઉષ્ણતારોધક પેટીમાં રાખી હોય, જેથી વાતાવરણમાંથી ઉષ્ણતા અંદર આવે નહીં કે અંદરની ઉષ્ણતા બહાર જાય નહીં એ સ્થિતિમાં આપણને નીચેનું તત્ત્વ મળે છે. (જુઓ આકૃતિ 5.10)



5.10 ઉષ્ણતારોધક પદાર્થની પેટી

ઉષ્ણ વસ્તુએ ગુમાવેલી ઉષ્ણતા = ઠંડી વસ્તુએ ગ્રહણ કરેલી ઉષ્ણતા. આ તત્ત્વને ઉષ્ણતા વિનિમયનું તત્ત્વ કહે છે.

વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતાનું માપન (મિશ્રણ પધ્ધતિ) અને કેલરીમાપક

પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતાનું માપન મિશ્રણ પધ્ધતિથી કરી શકાય છે. એ માટે કેલરીમાપક ઉપકરણનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કેલરીમાપક ઉપકરણ વિશે તમે પાછલા ધોરણમાં અભ્યાસ કર્યો છે. ઉષ્ણતા આપેલ ઘન પદાર્થ કેલરીમાપકના પાણીમાં નાખતા ઉષ્ણ ઘન પદાર્થમાંથી કેલરીમાપકના પાણી અને કેલરીમાપકમાં ઉષ્ણતા સ્થાનાંતરણની ક્રિયા ચાલુ હોય છે. ઘન પદાર્થ, પાણી અને કેલરીમાપકનું ઉષ્ણતામાન સમાન થાય ત્યાં સુધી ઉષ્ણતા સ્થાનાંતરણની ક્રિયા ચાલુ રહે છે, એટલે

ઉષ્ણ ઘન પદાર્થે ગુમાવેલી ઉષ્ણતા = કેલૅરીમાપકે ગ્રહણ કરેલી ઉષ્ણતા + કેલરીમાપકના પાણીએ ગ્રહણ કરેલી ઉષ્ણતા

અહીં, ઘને ગુમાવેલી ઉષ્ણતા (Q) = ઘનનું દ્રવ્યમાન × ઘનની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા × ઉષ્ણતામાનનો ઘટાડો

પાણીએ ગ્રહણ કરેલી ઉષ્ણતા (Q_1) = પાણીનું દ્રવ્યમાન × પાણીની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા× ઉષ્ણતામાનની વૃદ્ધિ

કેલરીમાપકે ગ્રહણ કરેલી ઉષ્ણતા (Q_2)

= કેલરીમાપકનું દ્રવ્યમાન × કેલરીમાપકના દ્રવ્યની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા × તાપમાનમાં વૃદ્ધિ

$Q = Q_2 + Q_1$ આ સૂત્રની મદદથી પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા શોધી શકાય.

> **માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાનની મૈત્રી :**
>
> **માહિતી સંપ્રેષણ તંત્રજ્ઞાનની સહાયતાથી પાઠની વિવિધ સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરવા માટે વિડિઓ, ચિત્રો, ઓડિઓ, આલેખ આ બધાનો ઉપયોગ કરીને એક પ્રસ્તુતીકરણ તૈયાર કરીને વર્ગમાં રજૂ કરો.**

ગણેલાં ઉદાહરણો

ઉદા.1. 5 kg દ્રવ્યમાન ધરાવતા પાણીનું ઉષ્ણતામાન 20 °C થી 100 °C સુધી વધારવા માટે કેટલી ઉષ્ણતા જોઈશે?

આપેલી માહિતી : m = 5 kg ; c = 1 kcal /kg °C

ઉષ્ણતામાનમાં ફેરફાર $\Delta T = 100 - 20 = 80$ °C

આપવી પડતી ઉષ્ણતા = દ્રવ્યમાન × વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા × ઉષ્ણતામાનમાં ફેરફાર

$= m \times c \times \Delta T$

$= 5 \times 1 \times 80$

= 400 kcal

ઉષ્ણતામાન વધારવા માટે આપવી પડતી ઉષ્ણતા = 400 kcal.

ઉદા. 2. 100 g દ્રવ્યમાન ધરાવતા તાંબાના ગોળાને 100 °C સુધી ઉષ્ણતા આપીને 195 g દ્રવ્યમાન અને 20 °C ઉષ્ણતામાન ધરાવતા તાંબાના કેલેરીમાપકના પાણીમાં મૂક્યો. કેલરી માપકનું દ્રવ્યમાન 50 g હોય તો મિશ્રણનું વધારેમાં વધારે ઉષ્ણતામાન કેટલું હશે ? (તાંબાની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા = 0.1 cal/g °C)

આપેલી માહિતી : ધારોકે મિશ્રણનું વધારેમાં વધારે ઉષ્ણતામાન T °C છે.

તાંબાના ગોળાએ ગુમાવેલી ઉષ્ણતા

(Q) = ગોળાનું દ્રવ્યમાન × ગોળાની વિશિષ્ટ ઉષ્મા ધારકતા × તાપમાનમાં ઘટાડો

$= 100 \times 0.1 \times (100 - T)$

પાણીને મળેલી ઉષ્ણતા

(Q_1) = પાણીનું દ્રવ્યમાન × પાણીની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા × ઉષ્ણતામાનમાં વધારો

$= 195 \times 1 \times (T - 20)$

કેલરીમાપકને મળેલી ઉષ્ણતા

(Q_2) = કેલરીમાપકનું દ્રવ્યમાન × કેલરીમાપકના દ્રવ્યની વિશિષ્ટ ઉષ્મા ધારકતા × ઉષ્ણતામાનમાં વધારો

$= 50 \times 0.1 \times (T - 20)$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$\therefore\ 100 \times 0.1 \times (100 - T) = 195 \times 1 \times (T - 20) + 50 \times 0.1 \times (T - 20)$

$\therefore\ 10\,(100 - T) = 195(T - 20) + 5\,(T - 20)$

$\therefore\ 1000 - 10\,T = 200\,(T - 20)$

$\therefore\ 210\,T = 5000$

$\therefore\ T = 23.80\ °C$

મિશ્રણનું ઉષ્ણતામાન 23.80 °C હશે.

ઉદા. 3. 0 ^{0}C ઉષ્ણતામાન ધરાવતી બરફની મોટી લાદી પર 97 ^{0}C ઉષ્ણતામાનની 80 g જેટલી પાણીની વરાળ છોડીએ તો 0 ^{0}C ઉષ્ણતામાનનો કેટલો બરફ ઓગળશે ? વરાળનું પાણીમાં રૂપાંતરણ થવા માટે બરફને કેટલી ઉષ્ણતા આપવી પડશે ?

બરફ ઓગળવાની અપ્રગટ ઉષ્મા = $L_{\text{ઓગળવાની}}$ = 80 cal/g

બાષ્પની અપ્રગટ ઉષ્મા = $L_{\text{બાષ્પની}}$ = 540 cal/g

આપેલી માહિતી :

બાષ્પનું ઉષ્ણતામાન = 97 ^{0}C

બાષ્પનું દ્રવ્યમાન = $m_{\text{બાષ્પ}}$ = 80 g

બરફનું ઉષ્ણતામાન = $T_{\text{બરફ}}$ = 0 ^{0}C

97 ^{0}C ઉષ્ણતામાનની વરાળનું 97 ^{0}C ઉષ્ણતામાને પાણીમાં રૂપાંતરણ થતા મુક્ત થયેલ ઉષ્ણતા

$= m_{\text{બાષ્પ}} \times L_{\text{બાષ્પની}}$

$= 80 \times 540$ ....(1)

97 ^{0}C ઉષ્ણતામાને પાણીનું 0 ^{0}C ઉષ્ણતામાને પાણીમાં રૂપાંતરણ થતી વખતની ઉષ્ણતા

$= m_{\text{બાષ્પ}} \times \Delta T \times c$

$= 80 \times (97-0) \times 1$ ....(2)

બરફને મળેલી ઉષ્ણતા $= (80 \times 540) + (80 \times (97-0) \times 1)$, ... સમીકરણ 1 અને 2 પરથી

$= 80\,(540 + 97)$

$= 80 \times 637 = 50,960$ cal.

$m_{બરફ}$ દ્રવ્યમાન ધરાવતા બરફનું ઉપરની ઉષ્ણતાથી 0 ^{0}C ઉષ્ણતામાનના પાણીમાં રૂપાંતર થતા,

બરફને મળેલી ઉષ્ણતા = વરાળે ગુમાવેલી ઉષ્ણતા

$m_{બરફ} \times 80 = 80 \times 637$

$m_{બરફ} = 637$ g. 0 ^{0}C ઉષ્ણતામાનનો 637 g બરફ ઓગળશે અને વરાળનું પાણીમાં રૂપાંતરણ થતી વખતે 50,960 cal. ઉષ્ણતા બરફને આપવામાં આવશે.

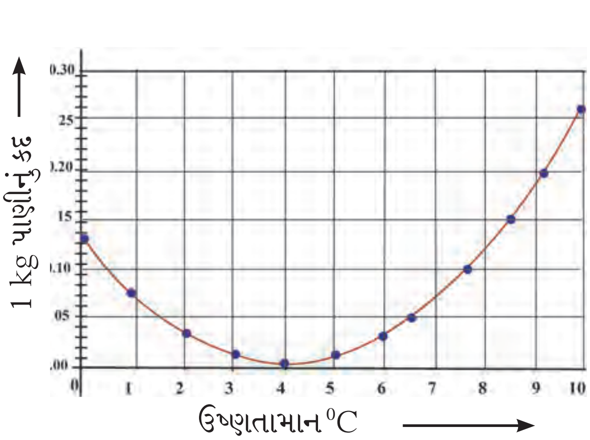
પુસ્તકો મારા મિત્ર : વધુ માહિતી માટે વાચન કરો.

1. A Textbook of heat – J.B. Rajam 2. Heat – V.N Kelkar
3. A Treatise on Heat – Saha and Srivastava

સ્વાધ્યાય

1. **નીચેની ખાલી જગ્યામાં યોગ્ય શબ્દ લખી વાક્ય ફરીથી લખો.**
   અ. હવામાંના પાણીનું પ્રમાણ જે રાશિની મદદથી માપવામાં આવે છે તેને .... કહે છે.
   આ. સમાન દ્રવ્યમાન ધરાવતા જુદા જુદા પદાર્થોને સમાન ઉષ્ણતા આપતા તેમનું વધતું ઉષ્ણતામાન તેમના .... ગુણધર્મને કારણે સમાન નથી હોતું.
   ઇ. પદાર્થનું પ્રવાહીમાંથી ઘનમાં રૂપાંતર થતી વખતે પદાર્થની અપ્રગટ ઉષ્મા ....

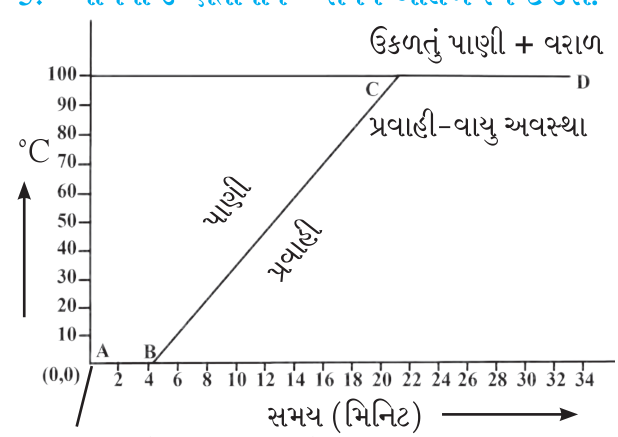
2. **નીચેના આલેખનું નિરીક્ષણ કરો પાણીનું ઉષ્ણતામાન 0 °Cથી વધારતા તેના કદમાં થતા ફેરફારને ધ્યાનમાં લઈને પાણી અને અન્ય પદાર્થના આચરણમાં શું ફરક છે તે સ્પષ્ટ કરો. પાણીના આ પ્રકારના આચરણને શું કહેવાય છે ?**



3. **વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા એટલે શું ? દરેક પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા જુદી જુદી હોય છે એ પ્રયોગની મદદથી કેવી રીતે સિધ્ધ કરશો ?**

4. **વિશિષ્ટ ઉષ્મા એકમ નક્કી કરતી વખતે ક્યો ઉષ્ણતામાન ખંડ પસંદ કરવામાં આવે છે ? શા માટે?**

5. **નીચેનો ઉષ્ણતામાન – સમય આલેખ સ્પષ્ટ કરો.**



6. **સ્પષ્ટીકરણ લખો.**
   અ. ઠંડા પ્રદેશમાં જલીય વનસ્પતિ અને જળચર જીવંત રહેવા માટે પાણીના અસંગત આચરણની ભૂમિકા સ્પષ્ટ કરો.
   આ. ઠંડા પાણીની બાટલી ફ્રીઝમાંથી કાઢીને મૂકતા બાટલીના બાહ્ય પૃષ્ઠભાગ પર પાણીના ટીપા જમા થયેલા દેખાય છે. એનું સ્પષ્ટીકરણ ઝાકળબિંદુની મદદથી કરો.
   ઇ. 'પાણીના અસંગત આચરણને કારણે ખડક તૂટીને ટુકડા થાય છે.' આ વાક્ય સ્પષ્ટ કરો.

7. **નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તરો લખો.**

અ. અપ્રગટ ઉષ્મા એટલે શું ? પદાર્થની અપ્રગટ ઉષ્મા પદાર્થમાંથી બહાર નીકળતા પદાર્થની અવસ્થા કેવી રીતે બદલાશે ?

આ. પદાર્થની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતાના માપન માટે ક્યા તત્ત્વનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે ?

ઇ. પદાર્થની અવસ્થા રૂપાંતરણમાં અપ્રગટ ઉષ્માની ભૂમિકા સ્પષ્ટ કરો.

ઈ. હવા સંતૃપ્ત છે કે અસંતૃપ્ત છે તે કયા આધારે અને કેવી રીતે નક્કી કરશો ?

8. **નીચેના પરિચ્છેદનું વાંચન કરો અને પૂછેલા પ્રશ્નોના જવાબ આપો.**

ઉષ્ણ અને ઠંડી વસ્તુમાં ઉષ્ણતાની લેવડ દેવડ થતા ઉષ્ણ વસ્તુનું ઉષ્ણતામાન ઓછું થતું જાય છે અને ઠંડી વસ્તુનું ઉષ્ણતામાન વધતું જાય છે. જ્યાં સુધી બંને વસ્તુનું ઉષ્ણતામાન સરખું ન થાય ત્યાં સુધી ઉષ્ણતામાનમાં આ ફેરફાર થતો રહે છે. આ ક્રિયામાં ગરમ વસ્તુ ઉષ્ણતા ગુમાવે છે. જ્યારે ઠંડી વસ્તુ ઉષ્ણતા ગ્રહણ કરે છે. બંને વસ્તુ માત્ર એકબીજા વચ્ચે ઉર્જાની લેવડદેવડ કરી શકે એવી સ્થિતિમાં હોય એટલે કે જો બંને વસ્તુની ગોઠવણી (System) વાતાવરણથી જુદી કરી હોય એટલે કે ઉષ્ણતારોધક પેટીમાં રાખી હોય, જેથી વાતાવરણમાંથી ઉષ્ણતા અંદર આવે નહીં કે અંદરની ઉષ્ણતા બહાર જાય નહીં એ સ્થિતિમાં આપણને નીચેનું તત્ત્વ મળે છે.

ઉષ્ણ વસ્તુએ ગુમાવેલી ઉષ્ણતા = ઠંડી વસ્તુએ ગ્રહણ કરેલી ઉષ્ણતા. આ તત્ત્વને ઉષ્ણતા વિનિમયનું તત્ત્વ કહે છે.

અ. ઉષ્ણતાનું સ્થાનાંતરણ ક્યાંથી ક્યાં થાય છે?

આ. આવી સ્થિતિમાં આપણને ઉષ્ણતાના કયા તત્ત્વનો બોધ થાય છે ?

ઇ. આ તત્ત્વ ટૂંકમાં કેવીરીતે કહી શકાશે ?

ઈ. આ તત્ત્વનો ઉપયોગ પદાર્થના ક્યા ગુણધર્મના માપન માટે કરવામાં આવે છે ?

IU9NV3

9. **ઉદાહરણો ગણો.**

અ. 1 g દ્રવ્યમાન ધરાવતા બે પદાર્થ ‘અ’ અને ‘બ’ ને એકસમાન ઉષ્ણતા આપતા ‘અ’નું ઉષ્ણતામાન 3 ^{0}C અને ‘બ’ નું ઉષ્ણતામાન 5 ^{0}C વધ્યું. આ પરથી ‘અ’ અને ‘બ’ પૈકી કોની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા વધારે છે ? કેટલા ગણી ? **જવાબ : અ, $\frac{5}{3}$**

આ. બરફ બનાવવાના કારખાનામાં પાણીનું ઉષ્ણતામાન ઓછું કરીને બરફ બનાવવા માટે પ્રવાહી રૂપ એમોનિયાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જો 20 ^{0}C ઉષ્ણતામાનને ધરાવતા પાણી 0 ^{0}C ઉષ્ણતામાનના 2 kg બરફમાં રૂપાંતરિત કરવાનું હોય તો કેટલા ગ્રામ એમોનિયાનું બાષ્પીભવન કરવું પડશે ? (પ્રવાહી રૂપ એમોનિયાના બાષ્પીભવનની અપ્રગટ ઉષ્મા = 341 cal/g) **જવાબ : 586.4 g**

ઇ. એક ઉષ્ણતારોધક વાસણમાં 150 g દ્રવ્યમાન ધરાવતો 0 ^{0}C ઉષ્ણતામાન ધરાવતો બરફ મૂક્યો છે. 100 ^{0}C ઉષ્ણતામાન ધરાવતી કેટલા ગ્રામ પાણીની વરાળ તેમાં ઉમેરવાથી 50 ^{0}C ઉષ્ણતામાન ધરાવતું પાણી તૈયાર થશે? (બરફ ઓગળવાની અપ્રગટ ઉષ્મા = 80 cal/g, પાણીના બાષ્પીભવનની અપ્રગટ ઉષ્મા = 540 cal/g, પાણીની વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા = 1 cal/g) **જવાબ : 33 g**

ઈ. એક કેલરીમાપકનું દ્રવ્યમાન 100 g છે. વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા 0.1 kcal/kg ^{0}C છે. તેમાં 250 g દ્રવ્યમાન ધરાવતો 0.4 kcal/kg ^{0}C વિશિષ્ટ ઉષ્માધારકતા ધરાવતો અને 30 ^{0}C ઉષ્ણતામાન ધરાવતો પ્રવાહી પદાર્થ છે. જો તેમાં 10 g દ્રવ્યમાન ધરાવતા 0 ^{0}C ઉષ્ણતામાનના બરફના ટુકડા નાખતા મિશ્રણનું ઉષ્ણતામાન કેટલું થશે?

જવાબ : 20.8 ^{0}C

ઉપક્રમ :

શિક્ષકની મદદથી જૂથમાં હોપના ઉપકરણનું કાર્યરત પ્રારૂપ તૈયાર કરીને તેના આધારે પ્રાયોગિક કસોટી કરી નિષ્કર્ષ ચકાસો.

6. પ્રકાશનું વક્રીભવન

- પ્રકાશનું વક્રીભવન
- વક્રીભવનના નિયમ
- વક્રીભવનાંક
- પ્રકાશનું વિકિરણ

યાદ કરો.

1. પ્રકાશનું પરાવર્તન એટલે શું ?
2. પ્રકાશ પરાવર્તનના નિયમ ક્યા ?

સામાન્ય રીતે પ્રકાશ સીધી રેખામાં પ્રવાસ કરે છે તે આપણે જોયું છે. તેથી જ પ્રકાશના માર્ગમાં જો એકાદ અપારદર્શક વસ્તુ આવે તો તે વસ્તુની પ્રતિમા નિર્માણ થાય છે. નિર્માણ થયેલ પ્રતિમા, સ્રોતને સાપેક્ષ વસ્તુના સ્થાનને કારણે કેવી રીતે બદલાવી શકાય છે તેનો પણ આપણે પાછલા ધોરણમાં અભ્યાસ કર્યો છે. પરંતુ કેટલીક વિશિષ્ટ પરિસ્થિતિમાં પ્રકાશનું કિરણ ત્રાંસુ થાય છે તે આપણે જોઈશું.

કરી જુઓ. **સાહિત્ય :** કાચનો ગ્લાસ, 5 રૂપિયાનો સિક્કો, ધાતુનું વાસણ, પેન્સિલ વગેરે.

પ્રકાશનું વક્રીભવન (Refraction of light)

કૃતિ 1 :

1. પાણીથી ભરેલો એક કાચનો ગ્લાસ લો.
2. તેમાં અડધી પેન્સિલ ડૂબાડો અને પાણીમાં ડૂબેલા ભાગની જાડાઈનું નિરીક્ષણ કરો.
3. હવે પેન્સિલને ત્રાંસી રાખી નિરીક્ષણ કરો.

ઉપરની બંને કૃતિમાં પાણીમાંની પેન્સિલની જાડાઈ વધેલી દેખાય છે. તો બીજી કૃતિમાં પાણીના પૃષ્ઠભાગ પાસેની પેન્સિલ તૂટેલી હોવાનો આભાસ નિર્માણ થશે. આવું શાથી થાય છે ?

કૃતિ 2 :

1. ધાતુના એક વાસણમાં 5 રૂપિયાનો સિક્કો નાખો.
2. ધીમે ધીમે વાસણથી દૂર જાઓ.
3. જે સ્થળેથી તે સિક્કો દેખાતો નહીંવત્ થાય તે સ્થળે ઉભા રહો.
4. સિક્કાની દિશામાં જોતા રહો.
5. એક મિત્રને તે વાસણમાં સિક્કાને ધક્કો ન વાગે એ રીતે ધીમે ધીમે પાણી નાંખવા કહો. પાણી એક ચોક્કસ સ્તરે પહોંચતા તમને ફરી સિક્કો દેખાવા લાગશે. આવું શાથી થાય છે ?

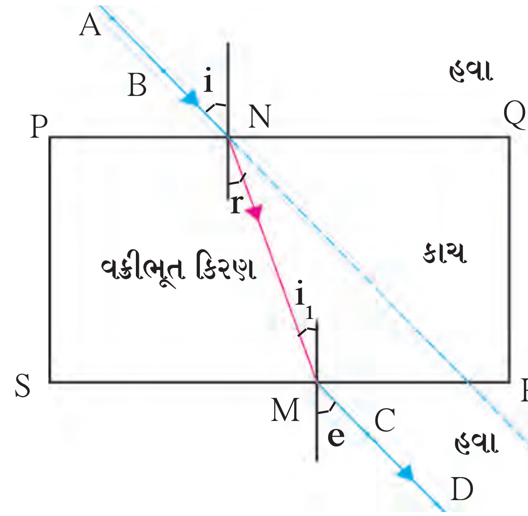
ઉપરની બંને કૃતિમાં જોવા મળતું પરિણામ પાણીના પૃષ્ઠભાગ પાસે પાણીમાંથી બહાર આવતા પ્રકાશની દિશા બદલાવાથી થાય છે. **પ્રકાશની એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજા પારદર્શક માધ્યમમાં જતી વખતે દિશા બદલવાની ઘટનાને પ્રકાશનું વક્રીભવન કહે છે.**

કૃતિ 3 :

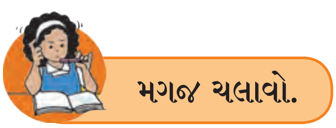
1. કાચની લાદી કાગળ પર મૂકીને પેન્સિલની મદદથી બાહ્ય ધાર PQRS દોરો. (આકૃતિ 6.1 જુઓ.)
2. કાચની લાદીની બાજુ PQને છેદતી ત્રાંસી રેખા દોરો તે રેખા PQને N બિંદુમાં છેદે છે. તેના પર A અને B ટાંચણી ઉભી ગોઠવો.
3. જે બાજુએ ટાંચણી ગોઠવી છે તેની વિરુદ્ધ બાજુથી કાચની લાદીમાંની ટાંચણી A અને B ની પ્રતિમા જુઓ. તે પ્રતિમાની સીધી રેખામાં આવે એ રીતે બે ટાંચણીઓ C અને D ગોઠવો.
4. ટાંચણીઓ અને કાચની લાદી બાજુએ મૂકો અને ટાંચણી C અને D ની નિશાનીઓને જોડતી સીધી રેખા દોરો. જે બાજુ SR ને Mમાં છેદે છે.
5. બિંદુ M અને N જોડો. આપાત કિરણ AN અને નિર્ગમ કિરણ MD નું નિરીક્ષણ કરો.

ઉપરની કૃતિમાં કાચની લાદીમાંથી પ્રકાશનું બે વાર વક્રીભવન થાય છે. પ્રકાશ કિરણ હવાના માધ્યમમાંથી કાચના માધ્યમમાં પ્રવેશ કરતાં બાજુ PQ પરના બિંદુ N પાસે પહેલું વક્રીભવન થાય છે. પ્રકાશ કિરણ કાચ માધ્યમમાંથી હવા માધ્યમમાં પ્રવેશ કરતા બાજુ SR પર બિંદુ M પાસે બીજી વાર વક્રીભવન થાય છે. પહેલી વાર આપાત કોણ **i** તથા બીજી વાર i_1 હોય છે.

ધ્યાનમાં રાખો $i_1 = r$. અહીં r પહેલા વક્રીભવનનો વક્રીભૂત કોણ છે. તેમજ બીજા વક્રીભવનમાં વક્રીભૂત કોણ e હોવાથી e = i . કાચની લાદીની બંને સમાંતર બાજુ PQ અને SR પાસે પ્રકાશ કિરણ AN બદલવાનું પ્રમાણ સરખું અને વિરુધ્ધ હોય છે. તેથી નિર્ગમ કિરણ, આપાત કિરણને સમાંતર હોય છે. પરંતુ પ્રકાશ કિરણ ડાબી બાજુએ થોડું ખસેલું દેખાય છે.



6.1 કાચની લાદીમાંથી થતું પ્રકાશનું વક્રીભવન

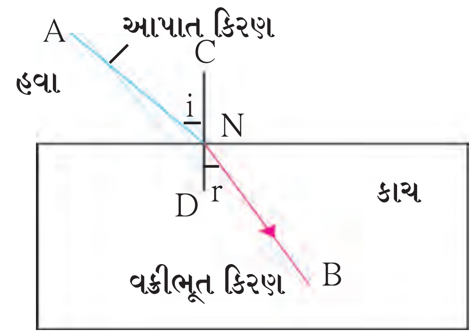


1. પ્રકાશ જે વેગથી હવામાંથી જઈ શકે તે જ વેગથી કાચની લાદીમાંથી જઈ શકશે કે ?
2. બધા માધ્યમો માટે પ્રકાશનો વેગ સરખો જ હોય છે કે ?

વક્રીભવનના નિયમ (Laws of Refraction)

આપણે આકૃતિ 6.2 માં દર્શાવેલ, હવામાંથી કાચમાં જતા કિરણનો અભ્યાસ કરીએ. અહીં AN આપાત કિરણ અને NB વક્રીભૂત કિરણ છે.

1. આપાત કિરણ અને વક્રીભૂત કિરણ, આપાતબિંદુને (N) લંબ CDની વિરુધ્ધ બાજુએ હોય છે અને તે ત્રણે એક જ સમતલમાં હોય છે.
2. આપેલા બે માધ્યમાંની જોડી માટે, અહીં હવા અને કાચ, આપાત કોણ sin i અને વક્રીભૂત કોણ sin r નો ગુણોત્તર અચળ હોય છે. અહીં i આપાત કોણ અને r વક્રીભૂત કોણ છે.



6.2 હવામાંથી કાચમાં જતું કિરણ

વક્રીભવનાંક (Refractive index)

જુદા જુદા માધ્યમમાં પ્રકાશના કિરણનું દિશા બદલાવાનું પ્રમાણ જુદું જુદું હોય છે. તે માધ્યમના વક્રીભવનાંક સાથે સંબંધિત હોય છે. જુદા જુદા માધ્યમો માટે તેમજ એક જ માધ્યમ માટે પણ જુદા જુદા રંગના પ્રકાશ કિરણો માટે વક્રીભવનાંક જુદો જુદો હોય છે. નીચેના કોષ્ટકમાં કેટલાક માધ્યમોના શૂન્યાવકાશના સંદર્ભે વક્રીભવનાંક આપેલા છે. શૂન્યાવકાશના સંદર્ભના વક્રીભવનાંક નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક કહેવાય છે.

માધ્યમમાંના પ્રકાશના વેગ પર વક્રીભવનાંક આધારિત હોય છે.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{અચળાંક} = n$$

n અચળાંક ને પહેલા માધ્યમના સંદર્ભમાં બીજા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક કહેવાય છે. આ નિયમને સ્નેલનો નિયમ પણ કહેવાય છે. બંને માધ્યમની સીમાને લંબ રેખામાં આપાત કિરણ (i = 0) તે જ રેખામાં આગળ જાય છે. (r = 0)

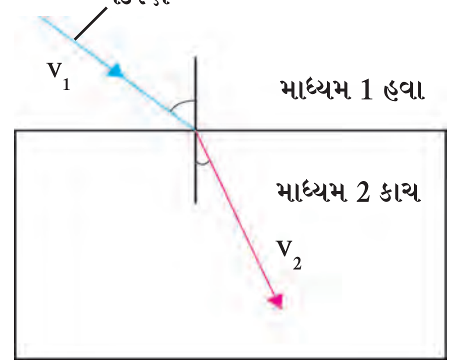
માધ્યમ	વક્રીભવનાંક	માધ્યમ	વક્રીભવનાંક	માધ્યમ	વક્રીભવનાંક
હવા	1.0003	ફ્યૂઝડ ક્વાર્ટ્ઝ	1.46	કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ	1.63
બરફ	1.31	ટર્પેન્ટાઈન તેલ	1.47	ઘન ફ્લિંટ કાચ	1.66
પાણી	1.33	બેંઝિન	1.50	માણેક (લાલ રત્ન)	1.76
અલ્કોહોલ	1.36	ક્રાઉન કાચ	1.52	નીલમ રત્ન	1.76
કેરોસિન	1.39	ખનિજમીઠું	1.54	હીરો	2.42

કેટલાક માધ્યમોના નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક

ધારો કે આકૃતિ 6.3 માં દર્શાવેલા પ્રમાણે માધ્યમ 1 માં પ્રકાશનો વેગ v_1 અને માધ્યમ 2 માં વેગ v_2 છે. પહેલા માધ્યમના સંદર્ભમાં બીજા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક ${}^1n_2$ એટલે પહેલા માધ્યમમાં પ્રકાશના વેગનો બીજા માધ્યમમાં પ્રકાશના વેગ સાથેનો ગુણોત્તર

$$\text{વક્રીભવનાંક } {}^1n_2 = \frac{\text{પહેલા માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ } (v_1)}{\text{બીજા માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ } (v_2)}$$

એ જ રીતે બીજા માધ્યમના સંદર્ભમાં પહેલા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક એટલે...

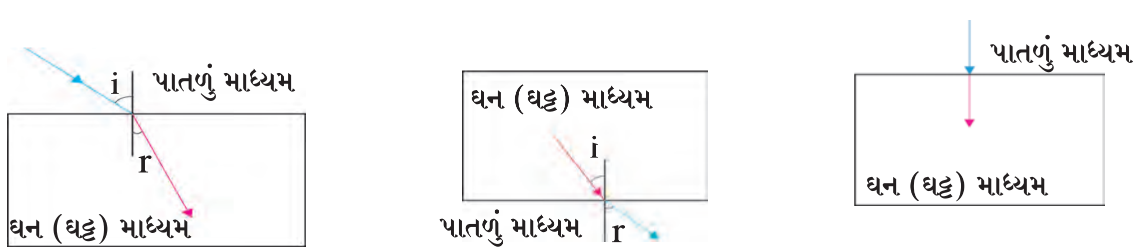


6.3 માધ્યમ 1 માંથી માધ્યમ 2 માં જતું પ્રકાશ કિરણ

$${}^2n_1 = \frac{v_2}{v_1}$$

જો પહેલું માધ્યમ શૂન્યાવકાશ હોય તો બીજા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક એ નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક હોય છે. જેને n કહેવાય છે.

જો પહેલા માધ્યમના સંદર્ભમાં બીજા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક ${}^1n_2$ હોય, બીજા માધ્યમના સંદર્ભમાં ત્રીજા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક ${}^2n_3$ હોય તો ${}^1n_3$ નો અર્થ શું ? તેનું મૂલ્ય કેટલું હશે ?



6.4 જુદાજુદા માધ્યમોમાં પ્રકાશનું વક્રીભવન

જ્યારે પ્રકાશના કિરણો પાતળા માધ્યમમાંથી ઘન (ઘટ્ટ) માધ્યમમાં જાય છે. ત્યારે તે લંબ (સ્તંભિકા) તરફ વળે છે.

જ્યારે પ્રકાશના કિરણો ઘન (ઘટ્ટ) માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં જાય છે ત્યારે તે લંબથી (સ્તંભિકાથી) દૂર જાય છે.

પ્રકાશકિરણ એક માધ્યમમાંથી બીજા માધ્યમમાં પ્રવેશ કરતી વખતે માધ્યમોની સીમાને લંબ હોવાથી આપાત કિરણ તેની દિશા બદલતું નથી એટલે કે તેનું વક્રીભવન થતું નથી.

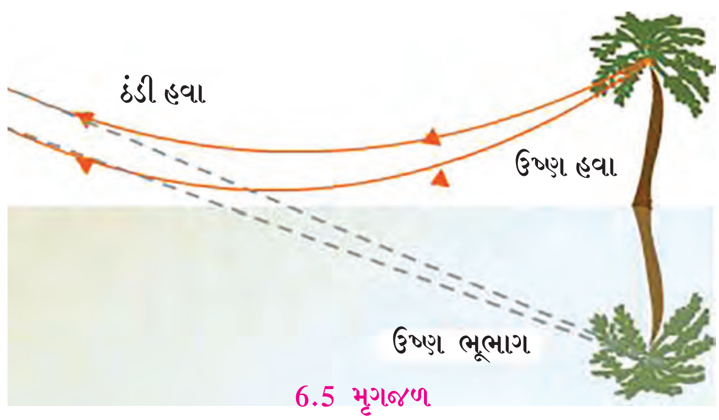
તારાનું ટમટમવું (Twinkling of stars)

1. તમને ઉનાળામાં રસ્તા પર અથવા રણમાં પાણી હોવાનો આભાસ (મૃગજળ) થયો છે કે ?
2. હોળી પ્રગટે ત્યારે હોળીની જ્વાળાની બીજી બાજુ તમે કેટલીક વસ્તુ હલતી જોઈ છે કે ? આવું શાથી થતું હશે ?

સ્થાનિક વાતાવરણની પ્રકાશના વક્રીભવન પર ઓછા પ્રમાણમાં અસર થતી હોય છે. ઉપરના બંને ઉદાહરણોમાં રસ્તા પાસેની અથવા રણના પૃષ્ઠભાગ પરની તેમજ જ્વાળા પરની હવા ગરમ હોવાથી હલકી હોય છે અને તેનો વક્રીભવનાંક ઓછો હોય છે. ઉંચાઈ પ્રમાણે હવા ભારે થતી જાય છે અને તેનો વક્રીભવનાંક વધતો જાય છે. પહેલા ઉદાહરણમાં આ બદલાતા વક્રીભવનને કારણે, વક્રીભવનના નિયમ પ્રમાણે પ્રકાશની દિશા સતત બદલાતી રહે છે.

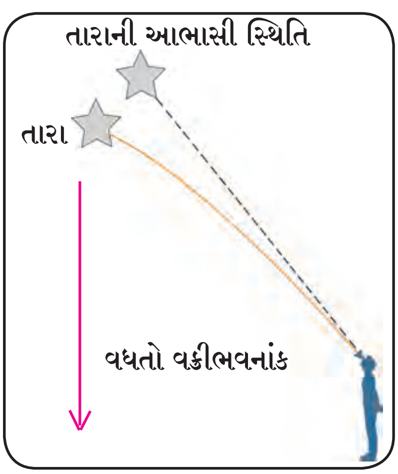
આકૃતિ 6.5 માં દર્શાવ્યા મુજબ દૂર રહેલી વસ્તુથી આવતું પ્રકાશ કિરણ તે વસ્તુની જમીન પર રહેલી પ્રતિમા તરફથી આવતું હોવાનું લાગે છે. એને જ મૃગજળ કહેવાય છે.

બીજા ઉદાહરણમાં બદલાતા વક્રીભવનાંકને કારણે પ્રકાશ કિરણની બદલાતી દિશાને કારણે હોળીની જ્વાળાની બીજી બાજુ રહેલી વસ્તુની સ્થિતિ બદલાવવાનો એટલે કે વસ્તુ હલવાનો આભાસ થાય છે.

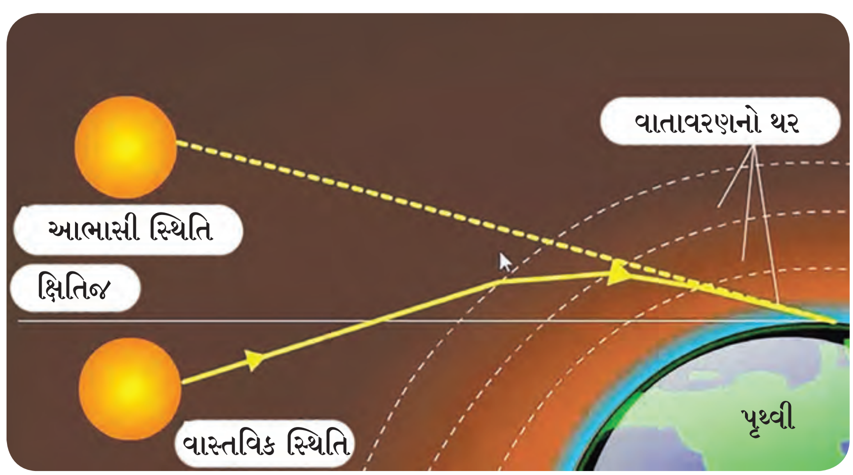


6.5 મૃગજળ

પ્રકાશના વક્રીભવન પર વાતાવરણનું થતું પરિણામ એટલે તારાનું ટમટમવું. તારાઓ સ્વયંપ્રકાશિત હોવાથી ચમકે છે અને સૂર્યપ્રકાશ ન હોવાથી રાતના દેખાય છે. તારાઓ ઘણાં દૂર આવેલા હોવાથી તે પ્રકાશના બિંદુરૂપ સ્રોત જણાય છે. વાતાવરણની હવાનો વક્રીભવનાંક જમીન તરફ આવતી વખતે વધતો જાય છે. કારણ કે હવાની ઘનતા વધતી જાય છે. વાતાવરણમાંથી તારાઓના પ્રકાશનું વક્રીભવન થતી વખતે પ્રકાશકિરણ લંબ તરફ વળવાને લીધે આકૃતિ 6.6 માં દર્શાવ્યા મુજબ તારાઓ તેમની મૂળ સ્થિતિ કરતાં થોડા ઉપર હોય એમ જણાય છે.



6.6 તારાની આભાસી સ્થિતિ



6.7 વાતાવરણમાં વક્રીભવનનું પરિણામ

તારાઓની આ આભાસી સ્થિતિ સ્થિર રહેલી નથી પણ થોડીક બદલાય છે. કારણ આનું હવાનું સતત થતું હલન ચલન અને બદલાતા ઉષ્ણતામાન અને ઘનતાને લીધે વાતાવરણ સ્થિર હોતું નથી. આથી એકાદ ભાગમાંનો હવાનો વક્રીભવનાંક સતત બદલાય છે. આ રીતે વક્રીભવનાંકમાં થતા ફેરફારને લીધે તારાઓની આભાસી સ્થિતિ અને પ્રખરતા સતત બદલાય છે અને તેથી તારાઓ ટમટમતા દેખાય છે.

ગ્રહ ટમટમતાં નથી કારણ કે તારાઓની સરખામણીમાં ગ્રહ પૃથ્વીની ઘણાં નજીક છે. તેથી તે બિંદુ સ્રોતનો સમૂહ હોય છે. વાતાવરણની બદલાતી સ્થિતિને કારણે આમાંના કેટલાક બિંદુ વધુ તેજસ્વી અને કેટલાક ઓછા તેજસ્વી દેખાય છે અને તેમનું સ્થાન પણ બદલાય છે. તેમની કુલ સરાસરી તીવ્રતા સ્થિર રહે છે તેમજ તેમનું સરાસરી સ્થાન પણ સ્થિર રહે છે તેથી ગ્રહ ટમટમતાં નથી.

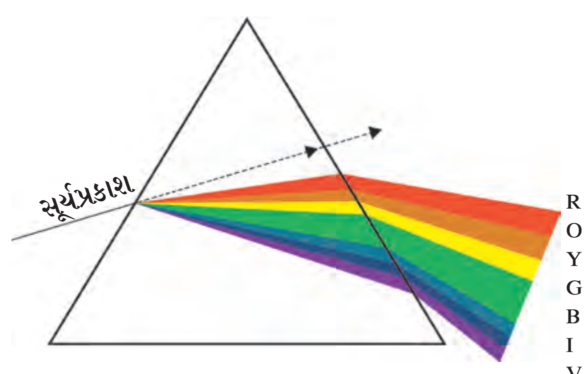
સૂર્યોદય થવો એટલે સૂર્યનું ક્ષિતિજ પર આવવું એમ આપણે કહીએ છીએ. પરંતુ, આકૃતિ 6.7 માં દર્શાવ્યા મુજબ સૂર્ય ક્ષિતિજથી થોડો નીચે હોય ત્યારે જ સૂર્યકિરણ પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પ્રવેશ કરતી વખતે વક્રીભવન થવાથી આપણાં સુધી પ્રકાશ વક્ર માર્ગે પહોંચે છે. આથી સૂર્ય ક્ષિતિજ પર આવે તે પહેલાં જ આપણને દેખાય છે. તેમજ સૂર્યાસ્તના સમયે પણ આવું જ થાય છે. સૂર્ય ક્ષિતિજ નીચે ગયા પછી પણ કેટલોક સમય આપણને દેખાય છે.

પ્રકાશનું વિકિરણ (Dispersion of light)

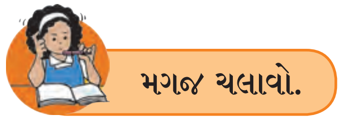
કંપાસમાંથી પ્લાસ્ટિકની ફૂટપટ્ટી લઈ પ્રકાશમાં આંખ સામે રાખીને ધીમે ધીમે ત્રાંસી કરીને જુઓ. તમને પ્રકાશનું જુદા જુદા રંગમાં વિભાજન થયેલું જોવા મળશે. પ્રકાશનું વિભાજન થયા બાદ મળતા જુદા જુદા રંગોનો ક્રમ લાલ, નારંગી, પીળો, લીલો, વાદળી, નીલો, જાંબલી હોય છે. પ્રકાશ વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણ છે તે તમે જાણો જ છો. તરંગની લંબાઈ એ વિકિરણ મહત્ત્વનો ગુણધર્મ છે. આપણી આંખ જે વિકિરણ પ્રતિ સંવેદનશીલ છે તે પ્રકાશની તરંગ લંબાઈ 400 nm થી 700 nm ની વચ્ચે હોય છે. આ દરમ્યાન જુદા જુદા તરંગ લંબાઈના વિકિરણો આપણને ઉપર લખેલા જુદા જુદા રંગોના જોવા મળે છે. જેમાં લાલ કિરણોની તરંગ લંબાઈ સૌથી વધારે એટલે કે લગભગ 700 nm અને જાંબલી કિરણોની તરંગ લંબાઈ સૌથી ઓછી એટલે કે લગભગ 400 nm હોય છે. ($1 nm = 10^{-9}$ m).

શૂન્યાવકાશમાં બધા પ્રકાશ કિરણોનો વેગ સમાન હોય છે. પરંતુ પદાર્થ માધ્યમમાં આ પ્રકાશ તરંગોનો વેગ સરખો હોતો નથી અને તે જુદા જુદા વેગથી ભ્રમણ કરે છે. આથી માધ્યમોનો વક્રીભવનાંક જુદા જુદા રંગ માટે જુદો જુદો હોય છે. જો સફેદ પ્રકાશ કાચ જેવા એક જ માધ્યમ પર આપાત થાય તો પણ જુદા જુદા રંગના પ્રકાશ માટે વક્રીભૂત કોણનું માપ જુદું જુદું હોય છે. આથી જ સૂર્ય પાસેથી આવતો સફેદ પ્રકાશ પણ જ્યારે હવામાંથી કોઈપણ વક્રીભૂત માધ્યમમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે તે સાત રંગની વર્ણપંક્તિમાં નિર્ગત થાય છે (બહાર પડે છે). **પદાર્થ માધ્યમમાં પ્રકાશના કિરણનું તેના ઘટક રંગોમાં વિભાજન થવાની પ્રક્રિયાને પ્રકાશનું વિકિરણ કહે છે.**

સર આયઝેક ન્યૂટને સૌપ્રથમ સૂર્યપ્રકાશમાંથી વર્ણપંક્તિ મેળવવા માટે કાચના લોલકનો (Prism) ઉપયોગ કર્યો. જ્યારે લોલકમાંથી સફેદ રંગના પ્રકાશનું વિકિરણ સાત રંગમાં થાય છે ત્યારે જુદા જુદા રંગના પ્રકાશ કિરણો આપાત કિરણના સંદર્ભમાં અલગ-અલગ ખૂણામાં વળે છે. આ સાત રંગમાંથી લાલ રંગનું વિચલન સૌથી ઓછું અને જાંબલી રંગનું વિચલન સૌથી વધુ થાય છે. તેથી પ્રત્યેક રંગના કિરણોનું અલગ-અલગ માર્ગે નિર્ગમન થાય છે અને તે વિભાજીત થાય છે. આ રીતે આકૃતિ 6.8 માં દર્શાવ્યા મુજબ આપણને સાત રંગમાં વર્ણપંક્તિ મળે છે.



6.8 પ્રકાશનું વિકિરણ

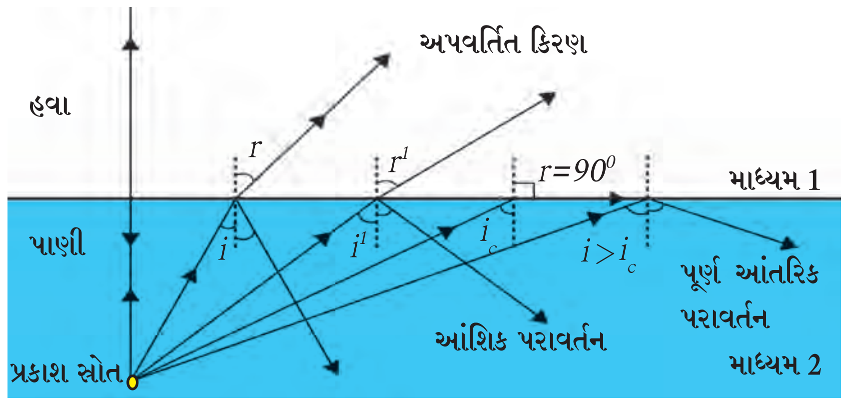


1. બે લોલકની મદદથી સફેદ આપાત પ્રકાશથી સફેદ નિર્ગત પ્રકાશ કેવી રીતે મેળવી શકાશે ?
2. કાચના લોલક ધરાવતા ઝુમ્મર તમે જોયા જ હશે. તેમાં લગાડેલ ટંગસ્ટન બલ્બનો પ્રકાશ લોલકમાંથી પસાર થાય ત્યારે તેનું વિકિરણ થાય છે અને આપણને રંગબેરંગી રંગપંક્તિ જોવા મળે છે. ટંગસ્ટન બલ્બને બદલે એલ ઈ ડી બલ્બ લગાડીએ તો આ રીતે રંગપંક્તિ જોવા મળશે કે ?

આંશિક અને પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન (Partial and total internal reflection)

જ્યારે પ્રકાશ ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં જાય છે ત્યારે તેનું આંશિક રૂપમાં પરાવર્તન થાય છે. એટલે કે પરાવર્તનના નિયમ પ્રમાણે પ્રકાશનો કેટલોક ભાગ પહેલા માધ્યમમાં પાછો ફરે છે. એને આંશિક પરાવર્તન કહે છે. પ્રકાશના બાકીના ભાગનું વક્રીભવન થાય છે.

અહીં પ્રકાશ ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પાતળા માધ્યમમાં જતો હોવાથી તે લંબ સ્તંભિકાથી દૂર જાય છે. એટલે કે આપાત કોણ i વક્રીભૂત કોણ r કરતા ઓછો હોય છે. બાજુની આકૃતિ 6.9 માં ડાબી બાજુએ દર્શાવ્યું છે કે જો આપણે i નું પરિમાણ વધારતાં જઈએ તો સ્નેલના નિયમપ્રમાણે r નું પરિમાણ પણ વધતું જશે. કારણ કે વક્રીભવનાંક સ્થિર છે.



6.9 આંશિક અને પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન

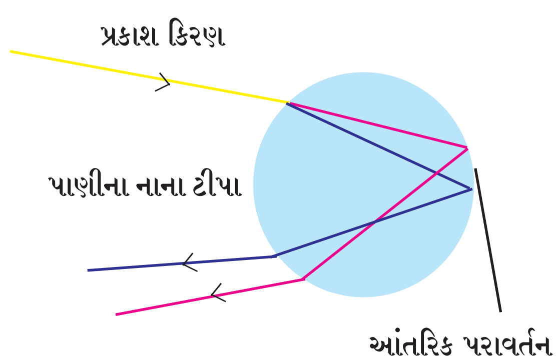
i ના એક ચોક્કસ મૂલ્ય માટે r નું મૂલ્ય 90^0 હોય છે. આ વિશિષ્ટ મૂલ્યને ક્રાંતિક કોણ (Critical angle) કહે છે. તેના કરતા વધુ આપાત કોણ ધરાવતા કિરણ માટે r નું મૂલ્ય 90^0 કરતા વધારે હોય છે અને તે કિરણો ઘટ્ટ માધ્યમમાં પાછા આવે છે. આવી સ્થિતિમાં સંપૂર્ણ પ્રકાશનું પરાવર્તન થાય છે. આ પ્રક્રિયાને પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન કહે છે. જે આકૃતિમાં જમણી બાજુએ દર્શાવ્યું છે. ક્રાંતિક કોણનું મૂલ્ય આપણે નીચેના સૂત્ર વડે શોધી શકીએ છીએ.

$${}_1n_2 = \frac{\sin i}{\sin r}$$

પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન માટે i = ક્રાંતિક કોણ, $r = 90^0$

$${}_1n_2 = \frac{\sin i}{\sin 90^0} = \sin i \quad (\because \sin 90^0 = 1)$$

મેઘધનુષ્ય એ સુંદર નૈસર્ગિક ઘટના છે જે વિવિધ નૈસર્ગિક ઘટનાઓનું એકત્રીકરણ છે. મેઘધનુષ્ય પ્રકાશનું વિકિરણ, વક્રીભવન અને આંતરિક પરાવર્તન આ ત્રણે ઘટનાઓનું એકત્રિત પરિણામ છે. વરસાદ પડી ગયા પછી આકાશમાં મેઘધનુષ્ય દેખાય છે. પાણીના ટીપા નાના લોલકનું કાર્ય કરે છે. જ્યારે સૂર્યનો પ્રકાશ વાતાવરણમાંના પાણીના નાના ટીપામાં પ્રવેશ કરે છે ત્યારે સૂર્યપ્રકાશનું વક્રીભવન અને વિકિરણ થાય છે. ત્યાર પછી ટીપાની અંદર આંતરિક પરાવર્તન થાય છે અને છેવટે ટીપાની બહાર નીકળતી વખતે આકૃતિ 6.10 માં દર્શાવ્યા મુજબ ફરીથી તેનું વક્રીભવન થાય છે. આ બધી કુદરતી ઘટનાઓની સામૂહિક અસર એટલે સાત રંગનું મેઘધનુષ્ય.



6.10 મેઘધનુષ્યની નિર્મિતિ

પુસ્તક મારા મિત્ર

1. Why the Sky is Blue – Dr. C.V. Raman talks about science: C.V. Raman and Chandralekha
2. Optics :Principles and Applications : K.K. Sharma
3. Theoretical concepts in Physics : M.S. Longair

થોડી ગમ્મત

પ્લાસ્ટિકનો ડબ્બો, અરીસો અને પાણીનો ઉપયોગ કરીને પ્રકાશનું વિકિરણ જુઓ.

ઉદા. 1. પાણીનો નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક 1.36 હોય તો પાણીમાં પ્રકાશનો વેગ કેટલો ? (શૂન્યવકાશમાં પ્રકાશનો વેગ 3×10^8 m/s)

આપેલી માહિતી :

$V_1 = 3 \times 10^8$ m/s

$n = 1.36$

$$n = \frac{V_1}{V_2} \quad \therefore 1.36 = \frac{3 \times 10^8}{V_2}$$

$$\therefore V_2 = \frac{3 \times 10^8}{1.36} = 2.21 \times 10^8 \text{ m/s}$$

ઉદા. 2. જો એક માધ્યમમાંથી 1.5×10^8 m/s વેગથી જતો પ્રકાશ બીજા માધ્યમમાં જાય અને તેનો વેગ 0.75×10^8 m/s હોય તો પહેલા માધ્યમના સંદર્ભમાં બીજા માધ્યમનો વક્રીભવનાંક કેટલો હશે ?

આપેલી માહિતી :

$V_1 = 1.5 \times 10^8$ m/s, $V_2 = 0.75 \times 10^8$ m/s

$${}_2n_1 = ? \quad {}_2n_1 = \frac{1.5 \times 10^8}{0.75 \times 10^8} = 2$$

સ્વાધ્યાય

1. **નીચેના વિધાનની ખાલી જગ્યા પૂરો. પૂર્ણ થયેલ વિધાનનું સ્પષ્ટીકરણ લખો.**
   - અ. પ્રકાશના આગળ જવાના..... પર વક્રીભવનાંક આધારિત હોય છે.
   - આ. પ્રકાશ એક પારદર્શક માધ્યમમાંથી બીજા પારદર્શક માધ્યમમાં જતી વખતે .... બદલવાની નૈસર્ગિક ઘટનાને વક્રીભવન કહે છે.
2. **નીચેના વિધાનો સિધ્ધ કરો.**
   - અ. જો એક કાચના લંબઘન પર પડતા પ્રકાશ કિરણોનો આપાત કોણ i હોય અને લંબઘન-માંથી બહાર જતી વખતે તેનો નિર્ગમ કોણ e હોય તો i = e.
   - આ. મેઘધનુષ્ય એ પ્રકાશનું વિકિરણ, વક્રીભવન અને આંતરિક પરાવર્તન આ ત્રણે ઘટનાઓનું એકત્રીકરણ છે.
3. **નીચેના પ્રશ્નોના આપેલા ઉત્તરો પૈકી યોગ્ય ઉત્તર ક્યો તે લખો.**
   - અ. તારાઓ ટમટમવાનું કારણ શું ?
     1. તારામાં સમયે સમયે થનાર વિસ્ફોટ
     2. તારાના પ્રકાશનું વાતાવરણમાં થતું શોષણ
     3. તારાની ગતિ
     4. વાતાવરણમાંના વાયુનો બદલાતો વક્રીભવનાંક
   - આ. સૂર્ય ક્ષિતિજની થોડી નીચે હોવા છતાં પણ આપણને દેખાય છે. તેનું કારણ -
     1. પ્રકાશનું પરાવર્તન 2. પ્રકાશનું વક્રીભવન
     3. પ્રકાશનું વિકિરણ 4. પ્રકાશનું શોષણ
   - ઇ. હવાના સંદર્ભમાં કાચનો વક્રીભવનાંક 3/2 હોય તો કાચના સંદર્ભમાં હવાનો વક્રીભવનાંક કેટલો હશે ?

     (1) $\frac{1}{2}$ (2) 3 (3) $\frac{1}{3}$ (4) $\frac{2}{3}$
4. **નીચેના ઉદાહરણો ગણો.**
   - અ. એક માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ 1.5×10^8 m/s હોય તો માધ્યમનો નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક કેટલો હશે ? **જવાબ : 2**
   - આ. જો કાચનો નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક 3/2 હોય અને પાણીનો 4/3 હોય તો પાણીના સંદર્ભમાં કાચનો વક્રીભવનાંક કેટલો ? **જવાબ : $\frac{9}{8}$**

ઉપક્રમ :

તમારા શિક્ષકના માર્ગદર્શન નીચે લેઝરનું ઉપકરણ અને સાબુનું પાણી વાપરીને પ્રકાશના વક્રીભવનનો અભ્યાસ કરો.

IUIJHQ

7. કાચ અને તેના ઉપયોગ

- કાચ
- ચિહ્ન સંકેત
- દૃષ્ટિદોષ અને ઉપાય
- વક્રીભૂત કિરણનું રેખન
- માનવી આંખ અને કાચનું કાર્ય
- કાચના ઉપયોગ

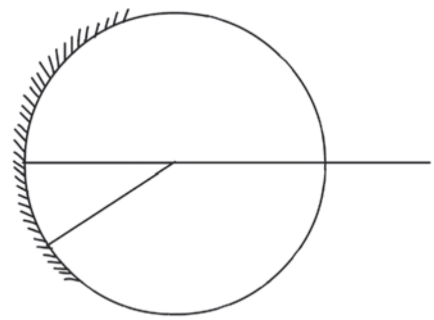
યાદ કરો.

1. આકૃતિ 7.1 માં ગોળાકાર અરીસા સાથે સંબંધિત સંજ્ઞા - ધ્રુવ, વક્રતા કેન્દ્ર, વક્રતા ત્રિજ્યા, મુખ્યનાભિ લખો.
2. આંતર્ગોળ અને બહિર્ગોળ અરીસાનું નિર્માણ કેવી રીતે થાય છે ?

કાચ (Lenses)

રોજિંદા જીવનમાં ઉપયોગમાં આવતા કાચ તમે જોયા જ હશે. વૃધ્ધ માણસો વાંચન માટે વાપરતા કાચ, ઘરના પ્રવેશ દ્વારમાં રહેલો નેત્રગોલ, ઘડિયાળના સમારકામ માટે કારીગરો દ્વારા વાપરવામાં આવતું ઉપકરણ વગેરે કાચના ઉદાહરણો છે.

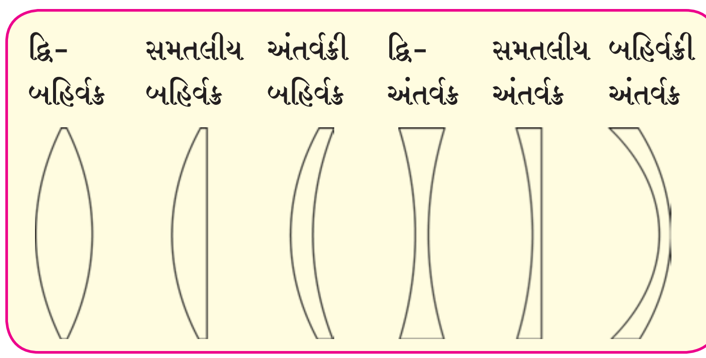
ચશ્મામાં પણ કાચ હોય છે. એ સિવાય કાચનો ઉપયોગ કરીને દૂરબીન તૈયાર કરવામાં આવે છે. તે પણ તમે જાણો છો.



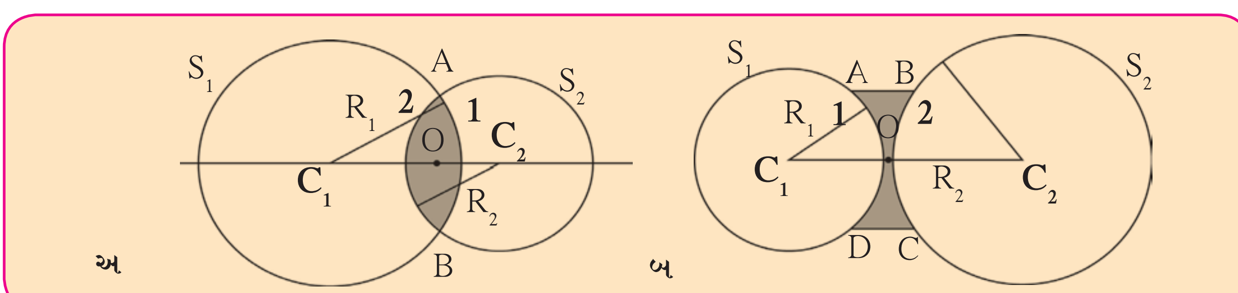
7.1 ગોળાકાર અરીસો

કાચ બે પૃષ્ઠભાગોથી બનેલું પારદર્શક માધ્યમ છે. જે કાચના બંને પૃષ્ઠભાગ ગોળાકાર અને બહારની બાજુ ઉપસેલા હોય તેમને દ્વિબહિર્વક્ર કાચ અથવા દ્વિ-બહિર્ગોળ કાચ કહેવાય છે. આ કાચ તેની ધારના પ્રમાણમાં મધ્યભાગમાં જાડો હોય છે. જે કાચના બન્ને પૃષ્ઠભાગ અંદરની બાજુએ ગોળાકાર હોય છે તેને દ્વિઅંતર્વક્ર કાચ અથવા દ્વિ-આંતર્ગોળ કાચ કહેવાય છે. આ કાચ તેના મધ્યમભાગ કરતા ધાર આગળ જાડો હોય છે.

આકૃતિ 7.2 માં કાચના પ્રકાર દર્શાવ્યા છે. કાચમાંથી પસાર થતી વખતે પ્રકાશ કિરણનું બે વાર વક્રીભવન થાય છે. એકવાર અંદર જતી વખતે અને બીજી વાર કાચમાંથી બહાર નીકળતી વખતે. તેથી કિરણોની દિશા બદલાય છે. મોટા ભાગના કાચને બે વક્ર પૃષ્ઠભાગ હોય છે. દરેક પૃષ્ઠભાગ એક સંપૂર્ણ ગોળાનો ભાગ હોય છે.



7.2 કાચોના પ્રકાર



7.3 બહિર્ગોળ અને આંતર્ગોળ કાચના આડછેદ

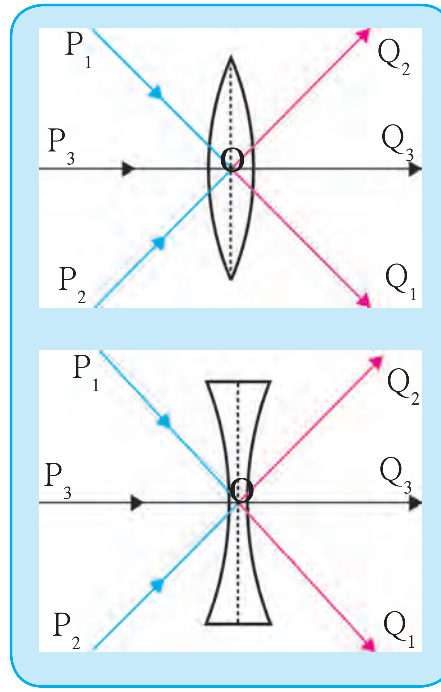
આકૃતિ 7.3 (અ) અને 7.3 (બ) માં બહિર્ગોળ અને આંતર્ગોળ કાચના આડછેદ દર્શાવ્યા છે. જેમાં પૃષ્ઠભાગ 1 એ S_1 ગોળાનો અને પૃષ્ઠભાગ 2 એ S_2 ગોળાનો ભાગ છે.

વક્રતા કેન્દ્ર (Centre of curvature : C) – કાચનો પૃષ્ઠભાગ જે ગોળાનો ભાગ છે, તે ગોળાના કેન્દ્રને વક્રતાકેન્દ્ર કહેવાય છે. દરેક કાચને C_1 અને C_2 એવા બે વક્રતાકેન્દ્ર હોય છે.

વક્રતા ત્રિજ્યા (Radius of curvature : R) – કાચનો પૃષ્ઠભાગ જે ગોળાનો ભાગ છે તે ગોળાની ત્રિજ્યાને (R_1 અને R_2) કાચની વક્રતા ત્રિજ્યા કહે છે.

મુખ્ય ધરી (Principal axis) – કાચના બંને વક્રતા કેન્દ્રમાંથી જનારી કાલ્પનિક રેખાને મુખ્યધરી કહેવાય છે.

પ્રકાશિત કેન્દ્ર (Optical centre : O) – મુખ્ય ધરી પર આવેલ જે બિંદુમાંથી પસાર થતી વખતે પ્રકાશના કિરણનું વિચલન થતું નથી એવા બિંદુને કાચનું પ્રકાશિય કેન્દ્ર કહે છે. આકૃતિમાં O માંથી પસાર થતા કિરણ P_1Q_1, P_2 Q_2 વગેરે સીધી રેખામાં જતા હોવાથી O એ પ્રકાશિત કેન્દ્ર છે. (જુઓ આકૃતિ 7.4)



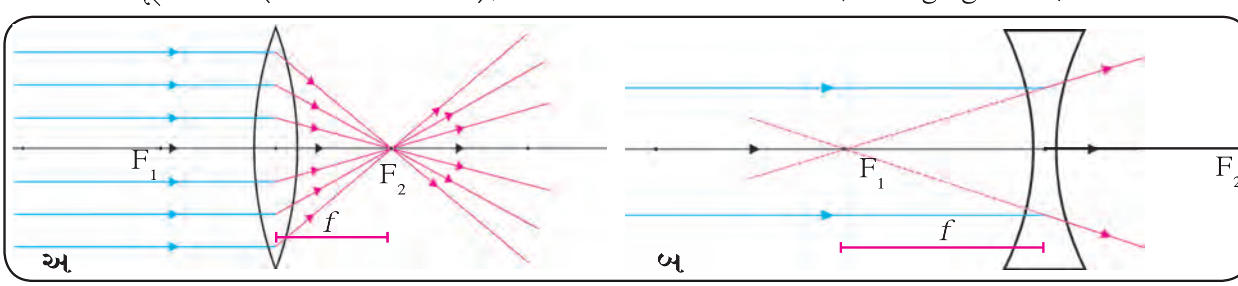
7.4 કાચના પ્રકાશિત કેન્દ્ર

મુખ્ય નાભિ/કેન્દ્ર (Principal focus : F) – જ્યારે મુખ્ય ધરીને સમાંતર પ્રકાશ કિરણો કાચ પર પડે છે. ત્યારે વક્રીભૂત થયા બાદ તે મુખ્ય ધરી પરના એક બિંદુમાં એકત્રિત (અભિસારિત) થાય છે અથવા તેવો આભાસ થાય છે તે બિંદુને કાચની **મુખ્ય નાભિ/કેન્દ્ર** કહેવાય છે. અહીં F_1 અને F_2 મુખ્ય કેન્દ્ર છે.

આકૃતિ 7.5 અ-માં દર્શાવ્યા મુજબ બહિર્ગોળ કાચમાંથી મુખ્ય ધરીને સમાંતર રહેલા પ્રકાશ કિરણો વક્રીભૂત થઈને મુખ્ય ધરી પર એકત્રિત (અભિસારિત) થાય છે. માટે તેને અભિસારિ કાચ (Converging lense) કહે છે.

આંતર્ગોળ કાચમાં મુખ્ય ધરીને સમાંતર આવેલ પ્રકાશ કિરણો કાચ પર પડ્યા પછી વક્રીભૂત થઈને એ રીતે અપસારિત થાય છે કે જાણે તે મુખ્ય ધરી પરના એક બિંદુમાંથી બહાર પડે છે. એ બિંદુને આંતર્ગોળ કાચનું મુખ્ય નાભિ/કેન્દ્ર કહે છે. અહીં F_1 અને F_2 મુખ્ય નાભિ /કેન્દ્ર છે.

આકૃતિ 7.5 બ-માં દર્શાવ્યા મુજબ આંતર્ગોળ કાચમાં મુખ્ય ધરીને સમાંતર આવેલા પ્રકાશ કિરણ વક્રીભૂત થઈને એકબીજાથી દૂર જાય છે (અપસારિત થાય છે), માટે આ કાચને અપસારિ કાચ (Diverging lense) કહે છે.



7. 5 કાચની નાભિ

નાભિય અંતર (Focal length : *f*) કાચની મુખ્ય નાભિ અને પ્રકાશિત કેન્દ્ર વચ્ચેના અંતરને નાભિય અંતર કહે છે.

સાહિત્ય : બહિર્ગોળ કાચ, પડદો/ મોટો કાગળ, મીટર પટ્ટી (મેઝર ટેપ), કાચ રાખવા માટેનું સ્ટેન્ડ વગેરે.

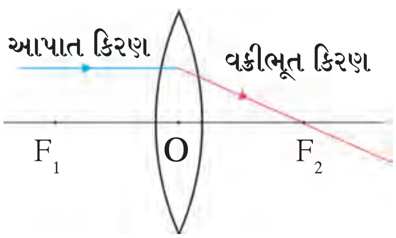
કૃતિ : પડદો સ્થિર રાખીને કાચની મદદથી દૂરની વસ્તુ દા.ત. ઝાડ અથવા ઈમારતની સ્પષ્ટ પ્રતિમા પડદા પર મેળવો. પટ્ટીની મદદથી પડદા અને કાચ વચ્ચેનું અંતર માપો. હવે કાચનો બીજો પૃષ્ઠભાગ પડદા તરફ લાવો. ફરીથી કાચને આગળ પાછળ કરીને વસ્તુની સ્પષ્ટ પ્રતિમા પડદા પર મેળવો. પટ્ટીની મદદથી પડદા અને કાચ વચ્ચેનું અંતર માપો.

પડદા અને કાચ વચ્ચેના અંતર પરથી શું જણાય છે ? આ અંતરના સંદર્ભે બહિર્ગોળ કાચની વક્રતા ત્રિજ્યા વિશે શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરો. દૂર રહેલી વસ્તુની પ્રતિમા કાચની નાભિની આજુબાજુ મળે છે. માટે કૃતિમાં પડદા અને કાચ વચ્ચેનું અંતર નાભિય અંતર હોય છે. ઉપરની કૃતિમાં આંતર્ગોળ કાચ વાપરતાં શું પરિણામ મળશે ?

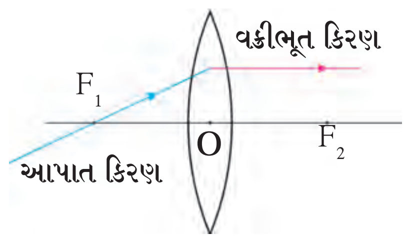
વક્રીભૂત કિરણનું રેખન : ગોળાકાર અરીસા દ્વારા મળતી પ્રતિમાઓનો અભ્યાસ કરવા માટે કિરણાકૃતિ દોરવાનો નિયમ તમે શીખ્યા છો. તે જ પ્રમાણે કાચ દ્વારા મળતી પ્રતિમાઓનો અભ્યાસ પણ કિરણાકૃતિની મદદથી કરી શકાય છે. કિરણાકૃતિના આધારે કાચ વડે મળતી પ્રતિમાનું સ્થાન, આકાર, સ્વરૂપનો અભ્યાસ કરી શકાય છે.

બહિર્ગોળ કાચ દ્વારા મળતી પ્રતિમા

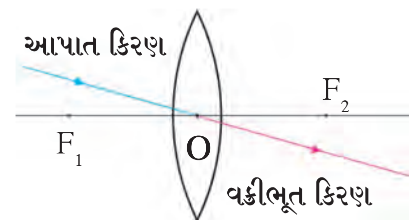
નીચેના ત્રણ નિયમોનો ઉપયોગ કરીને કાચ દ્વારા મળતી પ્રતિમાની કિરણાકૃતિ દોરી શકાય છે.



નિયમ 1 : જો આપાત કિરણ મુખ્ય ધરીને સમાંતર હોય તો વક્રીભૂત કિરણ મુખ્ય નાભિમાંથી પસાર થાય છે.



નિયમ 2 : જો આપાત કિરણ મુખ્ય નાભિમાંથી પસાર થતું હોય તો વક્રીભૂત કિરણ મુખ્ય ધરીને સમાંતર હોય છે.

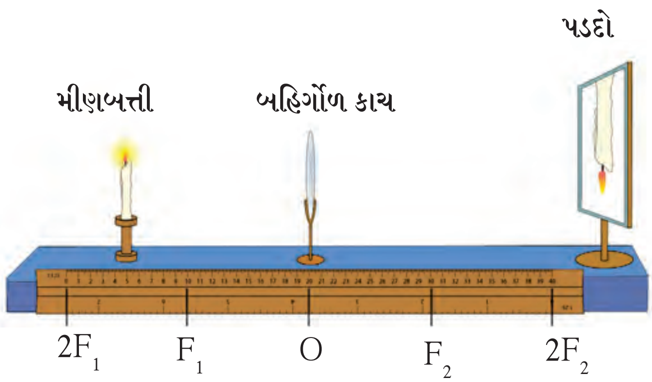


નિયમ 3 : જો આપાત કિરણ કાચના પ્રકાશકીય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું હોય તો તેની દિશા બદલાતી નથી.

સાહિત્ય : એક બહિર્ગોળ કાચ, પડદો, મીટર પટ્ટી (મેઝર ટેપ), કાચ રાખવા માટેનું સ્ટેન્ડ, ચોક, મીણબત્તી વગેરે.

કૃતિ :

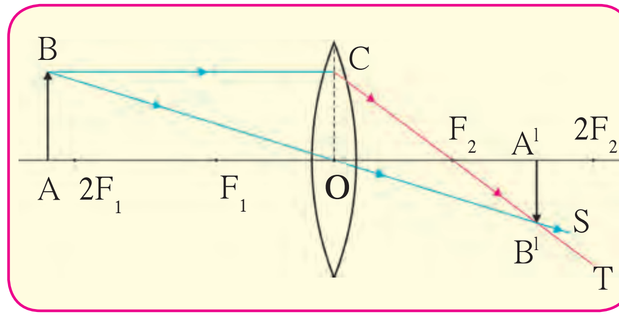
1. એક લાંબા ટેબલની વચ્ચોવચ્ચ ચોક વડે એક સીધી રેખા દોરો.
2. રેખાની વચ્ચે (O બિંદુ પર) સ્ટેન્ડ પર બહિર્ગોળ કાચ ગોઠવો.
3. કાચની એક બાજુ પડદો મૂકો. પડદો આગળ-પાછળ કરીને દૂર આવેલી વસ્તુની સ્પષ્ટ પ્રતિમા પડદા પર મેળવો. પડદાના સ્થળે ચોક વડે નિશાની કરીને F_1 મેળવો.
4. 'O' અને F_1 વચ્ચેનું અંતર માપો અને 'O' થી $2F_1$ અંતરે F_1 ની બાજુમાં આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ $2F_1$ લખો.
5. કૃતિ 3 અને 4 કાચની બીજી બાજુએ કરીને F_2 અને $2F_2$ શોધો અને રેખા પર લખો.
6. હવે સળગતી મીણબત્તી $2F_1$ ની પેલી બાજુ બાજુએ દૂરના અંતર પર મૂકો. પડદો કાચની બીજી બાજુએ રેખા પર મૂકીને આગળ-પાછળ કરીની મીણબત્તીની સ્પષ્ટ પ્રતિમા મેળવો અને પ્રતિમાનું સ્થાન, આકાર અને સ્વરૂપનું નિરીક્ષણ કરીને નોંધ કરો.
7. કૃતિ 6 માં મીણબત્તીને $2F_1$ ની પાછળ, $2F_1$ પર, F_1 અને $2F_1$ ની વચ્ચે, F_1 પર અને F_1 અને O ની વચ્ચે મૂકી નિરીક્ષણની નોંધ કરો.



7. 6 પ્રયોગની માંડણી

આભાસી અને સાચી પ્રતિમા એટલે શું ? એકાદી પ્રતિમા સાચી છે તે તમે કેવી રીતે નક્કી કરશો ? આભાસી પ્રતિમા પડદા પર મેળવી શકાય કે ?

આકૃતિ 7.7 માં દર્શાવ્યા મુજબ AB વસ્તુ $2F_1$ ની પાછળ મૂકી છે. Bમાંથી પસાર થતું અને મુખ્ય ધરીને સમાંતર આવેલું આપાત કિરણ BC વક્રીભવન પછી મુખ્ય નાભિ F_2 માંથી નીકળીને CT માર્ગે પસાર થાય છે. B માંથી પસાર થતું અને પ્રકાશિય કેન્દ્રમાંથી પસાર થતું આપાત કિરણ BO વક્રીભવન પછી વિચલિત ન થતા OS માર્ગે પસાર થાય છે અને CT કિરણને B^1 બિંદુમાં છેદે છે. એટલે બિંદુ B ની પ્રતિમા B^1 પાસે નિર્માણ થાય છે.

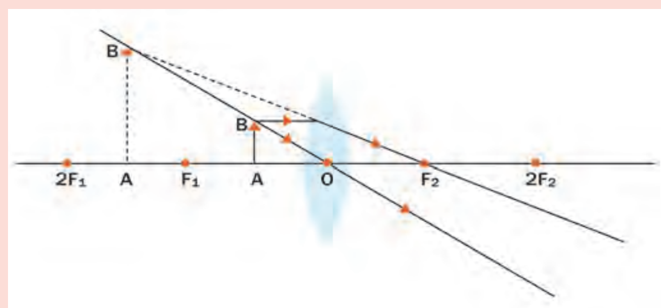


7.7 બહિર્ગોળ કાચ દ્વારા મળતી સાચી પ્રતિમા

બિંદુ A મુખ્ય ધરી પર હોવાથી તેની પ્રતિમા પણ મુખ્ય ધરી પર તૈયાર થશે. B^1 થી સીધી રેખામાં અને મુખ્ય ધરી પર A^1 પાસે બિંદુ Aની પ્રતિમા નિર્માણ થશે. એટલે કે $A^1 B^1$ એ વસ્તુ AB ની કાચની મદદથી તૈયાર થયેલ પ્રતિમા છે. આના પરથી વસ્તુ $2F_1$ ની પેલી બાજુ મૂકતા વસ્તુની પ્રતિમા F_2 અને $2F_2$ ની વચ્ચે મળે છે. તે નાની સાચી અને ઊલટી હોય છે તે સિધ્ધ થાય છે.

નિરીક્ષણ કરો.

આકૃતિ 7.8 નું નિરીક્ષણ કરો. જુદા જુદા સ્થાને રાખેલી વસ્તુની પ્રતિમાના સ્થાન, આકાર અને સ્વરૂપ કિરણાકૃતિની મદદથી સ્પષ્ટ કરો. તમને મળેલો નિષ્કર્ષ અને ઉપરની કૃતિના નિરીક્ષણોની નીચેના કોષ્ટકમાં આપેલ નોંધ પ્રમાણે છે કે તે ચકાસો.



7.8 વસ્તુના સ્થાન પરથી પ્રતિમાની નિર્મિતિ

બહિર્ગોળ કાચ દ્વારા મળતી વિવિધ પ્રતિમા

અ.ક્ર.	વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિમાનું સ્થાન	પ્રતિમાનો આકાર	પ્રતિમાનું સ્વરૂપ
1	અનંત અંતરે	નાભિ F_2 પાસે	ઘણી નાની (બિંદુ સ્વરૂપ)	સાચી અને ઊંધી
2	$2F_1$ ની પેલી બાજુ	F_2 અને $2F_2$ ની વચ્ચે	નાની	સાચી અને ઊંધી
3	$2F_1$ પર	$2F_2$ પર	સમાન આકાર (કદની)	સાચી અને ઊંધી
4	F_1 અને $2F_1$ વચ્ચે	$2F_2$ ની પેલી બાજુ	મોટી	સાચી અને ઊંધી
5	નાભિ F_1 પર	અનંત અંતરે	ઘણી મોટી (વિશાળ)	સાચી અને ઊંધી
6	નાભિ F_1 અને પ્રકાશિય મધ્ય Oની વચ્ચે	વક્કાચની જે બાજુએ વસ્તુ રાખી હોય તે બાજુએ	ઘણી મોટી (વિશાળ)	આભાસી અને સીધી

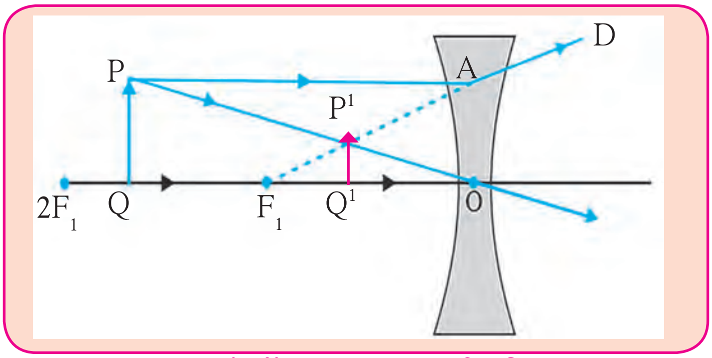
આંતર્ગોળ કાચ દ્વારા તૈયાર થતી પ્રતિમા

આંતર્ગોળ કાચ દ્વારા તૈયાર થતી પ્રતિમા આપણે કિરણાકૃતિ દ્વારા સમજી શકીએ છીએ. તે માટે નિયમ આપ્યા છે.

1. જો આપાત કિરણ મુખ્ય ધરીને સમાંતર હોય તો વક્રીભૂત કિરણને પાછળની બાજુએ વધારતા નાભિમાંથી પસાર થાય છે.
2. જો આપાત કિરણ નાભિમાંથી પસાર થતું હોય તો વક્રીભૂત કિરણ મુખ્ય ધરીને સમાંતર હોય છે.

આકૃતિ 7.9 માં દર્શાવ્યા મુજબ PQ વસ્તુ F_1 અને $2F_1$ વચ્ચે મૂકેલી છે. બિંદુ P માંથી પસાર થતું અને મુખ્ય ધરીને સમાંતર રહેલું PA આપાત કિરણ વક્રીભવન પછી AD માર્ગે જાય છે. AD માર્ગ મુખ્ય ધરી તરફ વધારતા તે F_1 પાસેથી આવતું હોવાનો આભાસ થાય છે.

બિંદુ P માંથી પસાર થતું અને પ્રકાશિય કેન્દ્ર O માંથી જતું કિરણ PO વક્રીભવન પછી વિચલિત ન થતા તે જ માર્ગે સીધું જાય છે. કિરણ POને કિરણ AF_1 ની પાછળ વધારતા કિરણને P^1 બિંદુમાં છેદે છે એટલે P બિંદુની પ્રતિમા P^1 પાસે તૈયાર થાય છે.



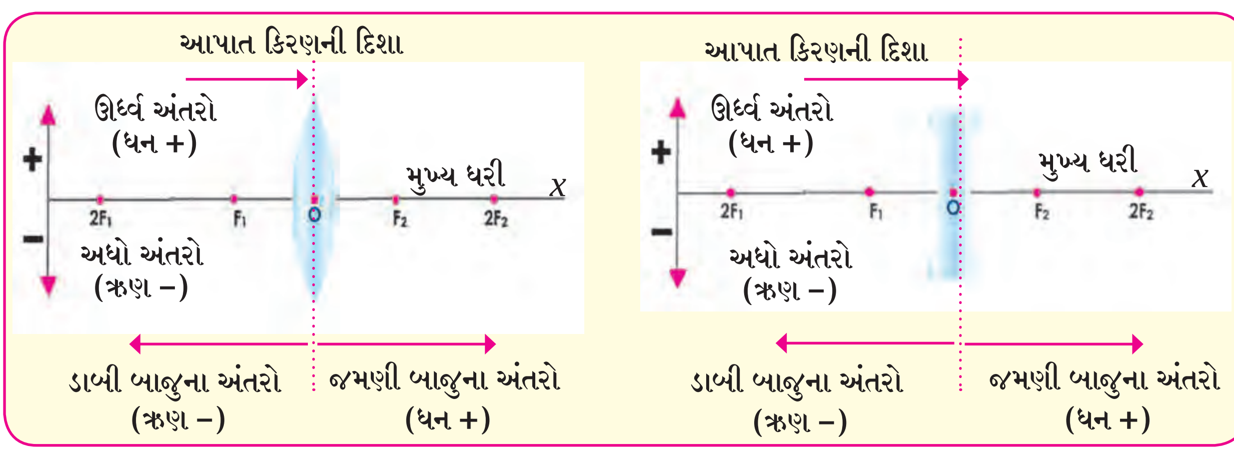
7.9 આંતર્ગોળ કાચ દ્વારા મળતી પ્રતિમા

બિંદુ Q મુખ્ય ધરી પર હોવાથી તેની પ્રતિમા P થી સીધી રેખામાં નીચે મુખ્ય ધરી પર Q^1 પાસે નિર્માણ થશે. એટલે કે વસ્તુ PQની પ્રતિમા P^1Q^1 નિર્માણ થશે. આંતર્ગોળ કાચની મદદથી તૈયાર થયેલી કોઈપણ વસ્તુની પ્રતિમા હંમેશા આભાસી, સીધી અને વસ્તુ કરતા આકારમાં નાની હોય છે.

અ.ક્ર.	વસ્તુનું સ્થાન	પ્રતિમાનું સ્થાન	પ્રતિમાનો આકાર	પ્રતિમાનું સ્વરૂપ
1	અનંત અંતર પર	પ્રથમ નાભિ F_1 પર	ખૂબ નાની (બિંદુ સ્વરૂપ)	આભાસી અને સીધી
2	પ્રકાશિય કેન્દ્ર O અને અનંત અંતરની વચ્ચે ક્યાંય પણ	પ્રકાશિય કેન્દ્ર O અને નાભિ F_1 ની વચ્ચે	નાની	આભાસી અને સીધી

યાદ કરો. ગોળાકાર અરીસા માટે વપરાતા કાર્ટેશિઅન ચિહ્ન કયા?

કાચ માટે વપરાતા ચિહ્ન સંકેત



7.10 કાર્ટેશિઅન ચિહ્ન સંકેત

વક્રકાચનું સૂત્ર (Lens formula)

વસ્તુનું અંતર (u), પ્રતિમાનું અંતર (v) અને કેન્દ્રલંબાઈ (f) વચ્ચેના સંબંધને વક્રકાચનું સૂત્ર કહે છે. વક્રકાચનું સૂત્ર નીચે પ્રમાણે છે.

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

કોઈપણ ગોળાકાર વક્રકાચ માટે તેમજ વસ્તુના વક્રકાચથી દરેક અંતર માટે આ સૂત્ર સમાન જ હોય છે. માત્ર દરેક અંતર માટે ચિહ્ન સંકેત યોગ્ય રીતે વાપરવા આવશ્યક હોય છે.

કાર્ટેશિઅન ચિહ્ન સંકેત અનુસાર, પ્રકાશિય મધ્ય (O) ને આરંભબિંદુ માનવામાં આવે છે. મુખ્ય ધરીને (Frame of Referance) X અક્ષ તરીકે ગણવામાં આવે છે. ચિહ્ન સંકેતો નીચે પ્રમાણે છે.

1. વસ્તુ હંમેશા કાચની ડાબી બાજુએ રાખવામાં આવે છે. મુખ્ય ધરીને સમાંતર બધા જ અંતરો પ્રકાશિય મધ્યથી માપવામાં આવે છે.
2. પ્રકાશિય મધ્યની જમણી બાજુ માપેલા બધા અંતરો ધન (+) ગણવામાં આવે છે અને ડાબી બાજુએ માપેલા અંતરો ઋણ (–) ગણવામાં આવે છે.
3. મુખ્ય ધરીને લંબ અને ઉપરની તરફ માપવામાં આવેલ ઊંચાઈઓ (ઉર્ધ્વ અંતરો) ધન (+) ગણવામાં આવે છે.
4. મુખ્ય ધરીને લંબ અને નીચેની તરફ માપવામાં આવેલ ઊંચાઈઓ (અધો અંતરો) ઋણ (–) ગણવામાં આવે છે.
5. બહિર્ગોળ કાચના નાભિય અંતરને ધન અને આંતર્ગોળ કાચના નાભિય અંતરને ઋણ ગણવામાં આવે છે.

વક્રકાચની વિપુલતા (Magnification – M)

પ્રતિમાની ઊંચાઈ (h_2) અને વસ્તુની ઊંચાઈના (h_1) ગુણોત્તરને વક્રકાચની વિપુલતા કહે છે.

$$\text{વિપુલતા} = \frac{\text{પ્રતિમાની ઊંચાઈ}}{\text{વસ્તુની ઊંચાઈ}} \quad \text{એટલે જ} \quad M = \frac{h_2}{h_1} \quad \text{..................(1)}$$

વક્રકાચ દ્વારા નિર્માણ થતી વિપુલતા એ વસ્તુનું અંતર (u) અને પ્રતિમાનું અંતર (v) સાથે પણ સંબંધિત હોય છે.

$$\text{વિપુલતા} = \frac{\text{પ્રતિમાનું અંતર}}{\text{વસ્તુનું અંતર}} \quad \text{એટલે જ} \quad M = \frac{v}{u} \quad \text{..................(2)}$$

મગજ ચલાવો. 1 અને 2 પરથી h_1, h_2, v અને u વચ્ચેનો સંબંધ કેવી રીતે સ્પષ્ટ કરી શકાય?

બે જુદા જુદા આકારના બહિર્ગોળ વક્રકાચ લો. બહિર્ગોળ કાચની મદદથી કાગળ પર સૂર્યપ્રકાશ કેન્દ્રિત કરો અને પ્રકાશ કેન્દ્રિત કરતા કાગળ સળગવાની શરૂઆત થાય ત્યાં સુધીનો સમયગાળો નોંધો. આ કૃતિ બીજા વક્રકાચની મદદથી કરો. બંને વખતે કાગળ સળગવા માટે લાગતો સમય સરખો જ છે કે? આ પરથી શું કહી શકાય?

વક્રકાચની શક્તિ (Power of a lens)

પ્રકાશના આપાત કિરણોનું અભિસરણ અથવા અપસરણ કરવાની વક્રકાચની ક્ષમતાને વક્રકાચની શક્તિ (P) કહે છે. વક્રકાચની ક્ષમતા તેના નાભિય અંતર પર આધાર રાખે છે. વક્રકાચની શક્તિ એટલે મીટરમાં વ્યક્ત કરાયેલ તેના નાભિય અંતરનો વ્યસ્તાંક. વક્રકાચની શક્તિનો એકમ ડાયોપ્ટર (D) છે.

$$P = \frac{1}{f\,(m)} \qquad\qquad 1 \text{ ડાયોપ્ટર} = \frac{1}{1\,m}$$

વક્રકાચનો સંયોગ (Combination of lenses)

f_1 અને f_2 નાભિય અંતરો ધરાવતા બે વક્રકાચ પરસ્પરને સ્પર્શ કરીને રાખતા સંયોગને કારણે તેમનું પરિણામી અંતર f થાય છે. તે બાજુના સૂત્ર વડે દર્શાવાય છે.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

બે વક્રકાચની શક્તિ P_1 અને P_2 હોય તો તે કાચોની પરિણામી શક્તિ (P) એટલે કે બે વક્રકાચોને પરસ્પર સ્પર્શ કરે તેમ રાખતા તેમના સંયોગી કાચની શક્તિ એ બંને વક્રકાચની શક્તિના સરવાળા જેટલી હોય છે.

$$P = P_1 + P_2$$

ઉદા. 1. એક વસ્તુ બહિર્ગોળ વક્રકાચથી 20 cm અંતરે મુખ્ય ધરી પર લંબ દિશામાં મૂકેલી છે. જો વસ્તુની ઊંચાઈ 5 cm અને વક્રકાચનું નાભિય અંતર 10 cm હોય તો પ્રતિમાનું સ્વરૂપ, સ્થાન અને આકાર કહો. વસ્તુની પ્રતિમા વસ્તુ કરતા કેટલી મોટી હશે?

આપેલી માહિતી : વસ્તુની ઊંચાઈ (h_1)= 5 cm ,
નાભિય અંતર(f) = 10 cm,
વસ્તુનું અંતર (u)= −20 cm, પ્રતિમાનું અંતર (v)= ?,
પ્રતિમાની ઊંચાઈ (h_2) = ?, વિપુલતા (M) = ?

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

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{u} + \frac{1}{f}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{-20} + \frac{1}{10}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{-1+2}{20} \quad \therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{20} \quad \therefore v = 20 \text{ cm}$$

પ્રતિમાનું અંતર (v) ધન છે. તે એમ દર્શાવે છે કે, પ્રતિમા પ્રકાશિય કેન્દ્રની બીજી બાજુએ 20 cm અંતરે તૈયાર થયેલી છે.

$$\text{વિપુલતા } M = \frac{h_2}{h_1} = \frac{v}{u}$$

$$\therefore \quad h_2 = \frac{v}{u} \times h_1$$

$$\therefore \quad h_2 = \frac{20}{-20} \times 5$$

$$\therefore \quad h_2 = (-1) \times 5$$

$$\therefore \quad h_2 = -5 \text{ cm}$$

$$M = \frac{v}{u} = \frac{20}{-20} = -1$$

પ્રતિમાની ઊંચાઈ અને વિપુલતાનું ઋણ ચિહ્ન એમ દર્શાવે છે કે પ્રતિમા ઊંધી અને સાચી છે. મુખ્ય ધરીની નીચે તૈયાર થયેલી છે અને તેની ઊંચાઈ વસ્તુ જેટલી જ છે.

ઉદા. 2. એક બહિર્ગોળ વક્રકાચનું નાભિય અંતર 20 cm છે. તો તે વક્રકાચની શક્તિ કેટલી હશે?

આપેલી માહિતી : નાભિય અંતર =f= 20 cm = 0.2 m,
વક્રકાચની શક્તિ = P = ?

$$P = \frac{1}{f\,(m)} = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ D}$$

કાચની શક્તિ 5 D છે.

નિરીક્ષણ કરો. શિક્ષકની મદદથી માનવી આંખની રચના દર્શાવનારી પ્રતિકૃતિનો અભ્યાસ કરો.

માનવીની આંખ અને નેત્રમણિનું કાર્ય (Human eye and working of its lens)

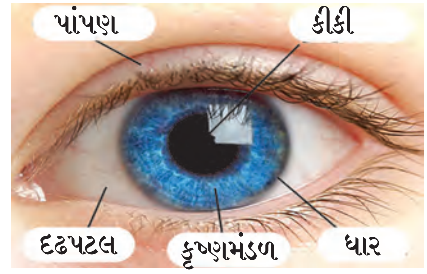
માનવીની આંખ પર અત્યંત પાતળું પારદર્શક પટલ હોય છે. (જુઓ આકૃતિ 7.11) આ પટલમાંથી પ્રકાશ આંખમાં દાખલ થાય છે. આંખમાં પ્રવેશ કરનાર પ્રકાશનું વધુમાં વધુ વક્રીભવન પારદર્શક પટલ દ્વારા થાય છે. પારદર્શક પટલની પાછળ ઘેરા રંગનો માંસલ પડદો હોય છે, તેને કૃષ્ણમંડળ કહે છે. કૃષ્ણમંડળનો રંગ જુદી જુદી વ્યક્તિમાં જુદો જુદો હોય છે. કૃષ્ણમંડળની મધ્યમાં બદલાતા વ્યાસનું એક નાનું છિદ્ર હોય છે. તેને કીકી કહે છે. આંખમાં દાખલ થતા પ્રકાશનું નિયંત્રણ કરવા અને તેનું પ્રમાણ નિયંત્રિત રાખવા માટે 'આંખની કીકી'નો ઉપયોગ થાય છે. જો ખૂબ પ્રકાશ હોય તો કીકી આકુંચન પામે છે. તેમ જ પૂરતો પ્રકાશ ન હોય તો કીકીનું પ્રસરણ થાય છે.

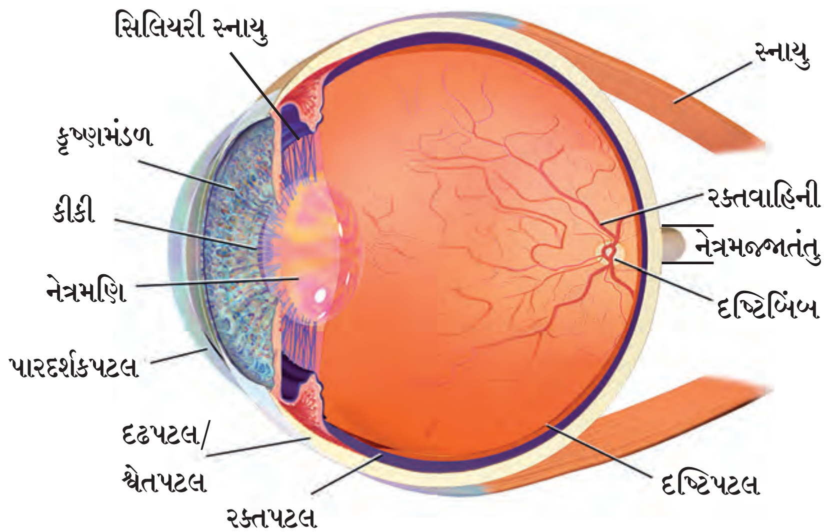
પારદર્શક પટલ આંખના ડોળાના પૃષ્ઠભાગ પર પારદર્શક ઉપસેલો ભાગ બનાવે છે. કીકીની પાછળ પારદર્શક દ્વિબહિર્ગોળ સ્ફટિકમય ભાગ હોય છે. તેને નેત્રમણિ કહે છે. નેત્રમણિ તેના નાભિય અંતરની સૂક્ષ્મ અદલબદલ કરે છે. આ અદલબદલને લીધે સાચી અને ઊંધી પ્રતિમા નેત્રપટ પર તૈયાર થાય છે.

નેત્રપટ એક સંવેદનશીલ પડદો છે. તેમાં પ્રકાશ પ્રત્યે સંવેદનશીલ કોષો આવેલાં હોય છે. આ કોષો પર પ્રકાશ પડતા તેઓ ઉત્તેજીત થાય છે. તે વિદ્યુત સંકેત નિર્માણ કરે છે. આ સંકેતો નેત્ર મજ્જાતંતુઓ દ્વારા મગજ સુધી પહોંચાડવામાં આવે છે. પછી મગજ આ સંકેતોનું અર્થઘટન કરી તે માહિતી પર પ્રક્રિયા કરે છે. જેથી વસ્તુ જેવી હોય તેવી દેખાય છે.

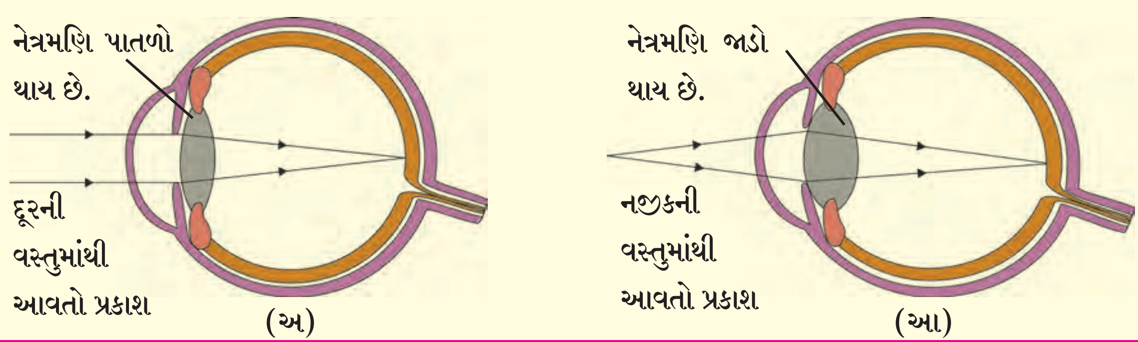
દૂર (અનંત અંતર પર) આવેલી વસ્તુ જોતી વખતે નેત્રમણિ પાતળો થાય છે અને નાભિય અંતર વધે છે. (આકૃતિ 7.12 અ જુઓ) જ્યારે પાસેની વસ્તુ જોતી વખતે નેત્રમણિ જાડો થાય છે અને નાભિય અંતર ઓછું થાય છે. (આકૃતિ 7.12 બ જુઓ) તેથી જ બંને સમયે આંખના નેત્રપટ પર વસ્તુની સ્પષ્ટ પ્રતિમા મળે છે.

નાભિય અંતરમાં આવશ્યકતા અનુસાર ફેરફાર કરવાની નેત્રમણિની ક્ષમતાને સમયોજન શક્તિ કહે છે. સ્થિતિસ્થાપક વક્રકાચ ઓછો વધુ જાડો થઈ, તેની વક્રતા બદલીને સમાયોજન કરી શકે છે. પરંતુ નેત્રમણિનું નાભિય અંતર વિશિષ્ટ અંતર કરતાં ઓછું કરી શકાતું નથી.





7.11 માનવી આંખ અને માનવી આંખની રચના



7.12 દૂરની અને નજીકની વસ્તુ જોતી વખતે વક્રકાચનો બદલાતો આકાર

નિરોગી આંખથી ઓછામાં ઓછા જે અંતરે વસ્તુ મૂકતા તે સ્પષ્ટ અને આંખને ત્રાસ આપ્યા વગર જોઈ શકાય છે તે અંતરને સ્પષ્ટ દષ્ટિનું લઘુત્તમ અંતર કહે છે અને વસ્તુના તે સ્થાનને આંખની નજીકનું બિંદુ કહે છે. તંદુરસ્ત માનવી આંખ માટે આ અંતર લગભગ 25 cm હોય છે. નિરોગી આંખથી વધુમાં વધુ જે અંતરે વસ્તુ મૂકતા તે સ્પષ્ટ પણે જોઈ શકાય છે તે અંતરને સ્પષ્ટ દષ્ટિનું મહત્તમ અંતર કહે છે. વસ્તુના તે સ્થાને આંખનું દૂરનું બિંદુ કહે છે. નિરોગી માનવી આંખ માટે દૂરનું બિંદુ અનંત અંતરે હોય છે.

શું તમે જાણો છો ?

નેત્રગોળાનો વ્યાસ આશરે 2.4 cm હોય છે. માનવી આંખમાં નેત્રમણિનું કાર્ય અત્યંત મહત્ત્વનું હોય છે. નેત્રમણિનું નાભિય અંતર બદલી બદલીને જુદા જુદા અંતરે આવેલ વસ્તુ સાથે આંખ સમાયોજન કરે છે. નિરોગી આંખો માટે આંખોના સ્નાયુ આરામદાયક સ્થિતિમાં હોય ત્યારે આંખના નેત્રમણિનું નાભિય અંતર 2 cm હોય છે. નેત્રમણિનું બીજું નાભિય બિંદુ આંખની અંદરના પડદા પર હોય છે.

કરી જુઓ.

1. પુસ્તક આંખથી ખૂબ દૂર રાખીને વાંચવાનો પ્રયત્ન કરો.
2. પુસ્તક આંખની ખૂબ નજીક રાખીને વાંચવાનો પ્રયત્ન કરો.
3. પુસ્તક આંખથી આશરે 25 cm અંતરે રાખીને વાંચવાનો પ્રયત્ન કરો. કયા વખતે પુસ્તકના અક્ષરો સ્પષ્ટ દેખાશે? શા માટે?

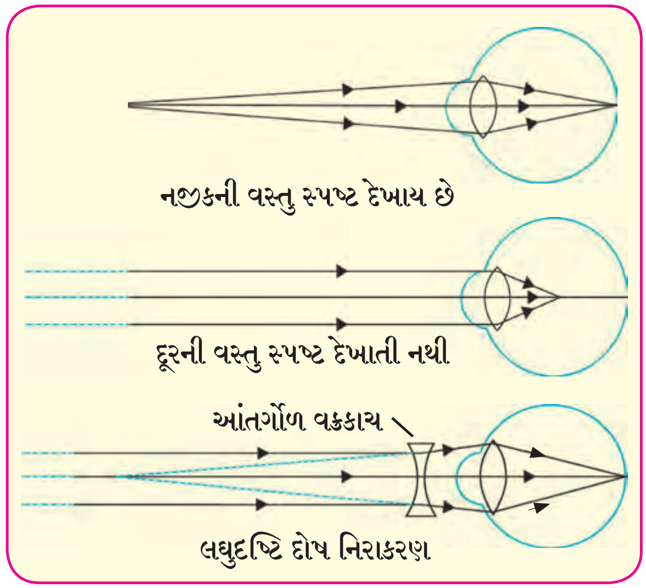
આંખની ખામીઓ અને તેમના ઉપચાર (Defects of vision and their corrections)

કેટલીક વ્યક્તિઓના આંખની સમાયોજન શક્તિનો નાશ થવાથી તેમને વસ્તુ સ્પષ્ટ દેખાતી નથી. આંખના વક્રીભૂત દોષને લીધે દષ્ટિ ઝાંખી થાય છે. વક્રીભૂત દષ્ટિ દોષના ત્રણ પ્રકાર છે.

1. લઘુદષ્ટિ અથવા નજીકની દષ્ટિ (Nearsightedness/ Myopia)

આ દોષમાં માનવીય આંખ પાસેની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે પરંતુ દૂરની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી. એટલે આંખનું દૂરનું બિંદૂ અનંત અંતરે નહીં પણ નજીક હોય છે. લઘુદષ્ટિ દોષમાં દૂર આવેલી વસ્તુની પ્રતિમા નેત્રપટની આગળ પડે છે. (આકૃતિ 7.13 જુઓ.) લઘુદષ્ટિ દોષના બે સંભાવ્ય કારણો છે.

1. આંખમાં નેત્રમણિની નજીકના સિલિયરી સ્નાયુઓ પૂરતી આરામદાયક સ્થિતિમાં આવી શકતા નથી. આથી નેત્રમણિની પ્રકાશના કિરણો કેન્દ્રિત કરવાની શક્તિ વધે છે.
2. આંખનો ડોળો લંબગોળ થવાથી નેત્રમણિ અને નેત્રપટ વચ્ચેનું અંતર વધે છે.



7.13 લઘુદષ્ટિ

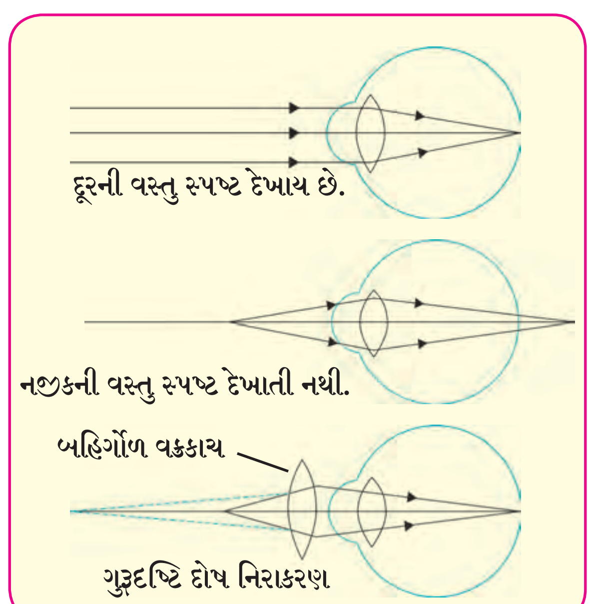
યોગ્ય નાભિય અંતર ધરાવતા આંતર્ગોળ વક્રકાચ વાપરવાથી આ દોષ નિવારી શકાય છે. આ વક્રકાચને લીધે પ્રકાશના કિરણો નેત્રમણિ પર પડવા પહેલા અપસરણ પામે છે. આંતર્ગોળ કાચનું નાભિય અંતર ઋણ હોવાથી લઘુદષ્ટિ દોષ ધરાવતી આંખ માટે ઋણ શક્તિના ચશ્મા હોય છે. દોષના પ્રમાણ અનુસાર જુદી જુદી આંખો માટે આંતર્ગોળ વક્રકાચની શક્તિ જુદી જુદી હોય છે.

2. ગુરૂદષ્ટિ (Farsightedness/Hypermetropia)

આ દોષમાં માનવીય આંખ દૂરની વસ્તુ સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે પરંતુ પાસેની વસ્તુ સ્પષ્ટ જોઈ શકતી નથી. એટલે કે આંખનું નજીકનું બિંદુ 25cm અંતર પર નહીં પરંતુ દૂર હોય છે. પાસેની વસ્તુની પ્રતિમા આંખના નેત્રપટની પાછળ તૈયાર થાય છે. (આકૃતિ 7.14 જુઓ.)

ગુરૂદષ્ટિ દોષ નિર્માણ થવાના બે સંભવિત કારણો છે.

1. નેત્રમણિ પાસેના સિલિયરી સ્નાયુઓ નબળા થવાથી નેત્રમણિની અભિસરણ શક્તિ ઓછી થાય છે.
2. આંખનો ડોળો નાનો થવાથી, નેત્રમણિ અને નેત્રપટ વચ્ચેનું અંતર ઓછું થાય છે.



7.14 ગુરૂદષ્ટિ

યોગ્ય નાભિય અંતર ધરાવતા બહિર્ગોળ વક્રકાચના ચશ્મા વાપરીને આ દોષ દૂર કરી શકાય છે. આ વક્રકાચને કારણે પ્રકાશ કિરણોનું અભિસરણ થઈને પછી તે આંખમાં નેત્રમણિ સુધી પહોંચે છે. ત્યારબાદ નેત્રમણિ દ્વારા નેત્રપટ પર પ્રતિમા તૈયાર થાય છે.

બહિર્ગોળ વક્રકાચનું નાભિય અંતર ધન હોવાથી ગુરૂદષ્ટિનો દોષ ધરાવતી આંખો માટે ધન શક્તિ ધરાવતા ચશ્મા હોય છે. દોષના પ્રમાણ અનુસાર અલગ-અલગ આંખો માટે અલગ-અલગ શક્તિ ધરાવતા બહિર્ગોળ કાચ વપરાય છે.

3. વૃધ્ધદષ્ટિ (Presbyopia)

વધતી વય અનુસાર સામાન્ય પણે આંખની સમાયોજન શક્તિ ઓછી થાય છે એટલે કે સિલિયરી સ્નાયુઓ નેત્રમણિનું નાભિય અંતર બદલવાની ક્ષમતા ગુમાવે છે. વૃધ્ધ માણસોમાં નજીકનું બિંદુ પાછળ ખસે છે અને ચશ્મા સિવાય પાસેની વસ્તુ સહજતાથી સ્પષ્ટપણે જોઈ શકાતી નથી.

કેટલીક વ્યક્તિઓમાં ગુરૂદષ્ટિ અને લઘુદષ્ટિ બન્ને દોષો જોવા મળે છે. ત્યારે તેમને દ્વિકેન્દ્રિત વક્રકાચની આવશ્યકતા હોય છે. દ્વિકેન્દ્રિત વક્રકાચમાં ઉપરનો ભાગ આંતર્ગોળ વક્રકાચનો હોય છે. જે લઘુદષ્ટિ દોષ દૂર કરે છે અને નીચેનો ભાગ બહિર્ગોળ વક્રકાચનો હોય છે. જે ગુરૂદષ્ટિ દોષ દૂર કરે છે.

કરી જુઓ.

1. તમારા વર્ગના ચશ્મા વાપરતા વિદ્યાર્થીઓની યાદી તૈયાર કરો.
2. તેમના ચશ્માના નંબર (શક્તિ)ની નોંધ કરો.

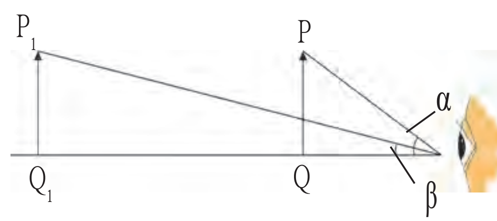
એના પરથી તેમને આંખનો કયો દોષ છે તે ઓળખો અને નોંધ કરો. મોટા ભાગના વિદ્યાર્થીઓમાં કયા પ્રકારનો દોષ જોવા મળે છે?

ઇન્ટરનેટ મારો મિત્ર

નીચેના સંકેતસ્થળો પરથી વધુ માહિતી મેળવો.
www.physics.org
www.britannica.com

વસ્તુનું આભાસી કદ (Apparant size of object)

આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આંખથી જુદા અંતરે રહેલી સમાન આકાર(કદ)ની બે વસ્તુ PQ અને P_1Q_1 ધ્યાનમાં લો. વસ્તુ PQ ને જોતી વખતે આંખ વડે બનતો ખૂણો (α) એ P_1 Q_1 વસ્તુને જોતી વખતે બનતા ખૂણા (β) કરતા મોટો હોવાથી આંખ પાસે આવેલી વસ્તુ PQ એ P_1Q_1 કરતા મોટી દેખાય છે એટલે કે આંખને દેખાતો વસ્તુનો આભાસી આકાર (કદ) વસ્તુએ આંખ સાથે બનાવેલા ખૂણા પર આધારિત હોય છે.



7.15 વસ્તુનો આભાસી આકાર

મગજ ચલાવો.

1. નાની વસ્તુ સ્પષ્ટપણે જોવા માટે આપણે તેને આંખની નજીક શા માટે લાવીએ છીએ?
2. એકાદ વસ્તુ આંખ પાસે 25 cm કરતા ઓછા અંતરે મૂકતા વસ્તુએ આંખ સાથે બનાવેલો ખૂણો વધતા છતાં વસ્તુ આપણને અસ્પષ્ટ શા માટે દેખાય છે?

આંતર્ગોળ વક્રકાચના ઉપયોગ (Use of concave lenses)

અ. વૈદ્યકિય ઉપકરણો, સ્કેનર અને સી.ડી. પ્લેઅર : આ ઉપકરણોમાં લેઝર કિરણોનો ઉપયોગ વધુ પ્રમાણમાં કરવામાં આવે છે. આ ઉપકરણનું કાર્ય યોગ્ય રીતે ચાલે તે માટે તેમાં આંતર્ગોળ વક્રકાચનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

બ. દરવાજા પર એક નાનકડું સુરક્ષા ઉપકરણ હોય છે - નેત્રદર્શિકા, જેની મદદથી દરવાજાની બહારના પરિસરનું વધુ વિસ્તૃત દશ્ય જોવું શક્ય બને છે. આ ઉપકરણમાં એક કરતા વધુ આંતર્ગોળ કાચનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

ક. ચશ્મા : લઘુદષ્ટિ દોષનું નિરાકરણ કરવા માટે ચશ્મામાં આંતર્ગોળ વક્રકાચનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

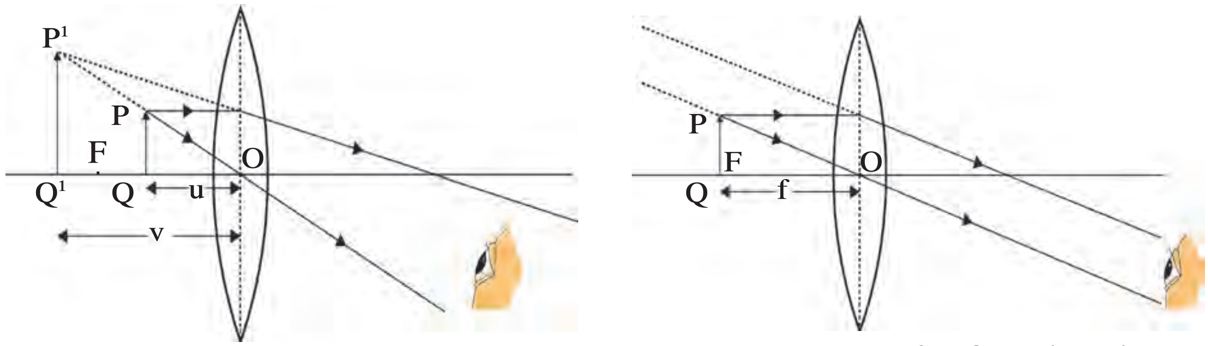
ડ. બેટરી : બલ્બ દ્વારા નિર્માણ થયેલા પ્રકાશને વિસ્તૃતપણે વિખેરવા માટે આંતર્ગોળ વક્રકાચનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

ઈ. કેમેરા, દૂરબીન અને દૂરદર્શી : આ ઉપકરણોમાં મુખ્યત્વે બહિર્ગોળ વક્રકાચનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. મળતી પ્રતિમાની ઉત્તમ ગુણવત્તા મેળવવા માટે આ ઉપકરણમાં નેત્રમણિની આગળ અથવા નેત્રમણિમાં આંતર્ગોળ વક્રકાચનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

બહિર્ગોળ વક્રકાચનો ઉપયોગ (Use of convex lenses)

અ. સાદું સૂક્ષ્મદર્શક (Simple Microscope)

ઓછું નાભિય અંતર ધરાવતા બહિર્ગોળ વક્રકાચ વડે સૂક્ષ્મ વસ્તુની તેના કરતા મોટી, આભાસી અને સીધી પ્રતિમા તૈયાર થાય છે. તેને સાદું સૂક્ષ્મદર્શક કહેવાય છે. સાદા સૂક્ષ્મદર્શકને વિશાલક (magnifying glass) પણ કહેવાય છે. સાદા સૂક્ષ્મદર્શકની મદદથી વસ્તુની 20 ગણી મોટી પ્રતિમા મેળવી શકાય છે. ઘડિયાળ રિપેર કરવા, રત્નોની પરખ કરવા માટે અને તેનો દોષ શોધવા માટે તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.



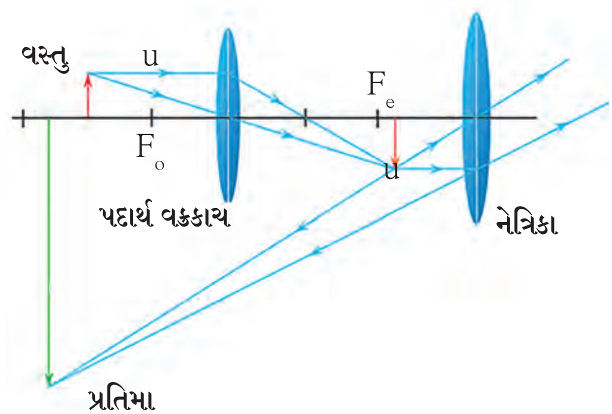
અ. વસ્તુ વક્રકાચ પાસે હોય ત્યારે

7.16 સાદું સૂક્ષ્મદર્શક

બ. વસ્તુ વક્રકાચની નાભિ પર હોય ત્યારે

બ. સંયુક્ત સૂક્ષ્મદર્શક (Compound Microscope)

નાના આકારની વસ્તુ જોવા માટે સાદું સૂક્ષ્મદર્શક વપરાય છે. પરંતુ, રક્તકણિકા, પ્રાણી અને વનસ્પતિના કોષ, બેક્ટેરિયા જેવા સૂક્ષ્મજીવો જેવી અતિસૂક્ષ્મ વસ્તુ સાદા સૂક્ષ્મદર્શક વડે પૂરતા પ્રમાણમાં વિપુલ થતી નથી. એવી વસ્તુ જોવા માટે સંયુક્ત સૂક્ષ્મદર્શકનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. સંયુક્ત સૂક્ષ્મદર્શક નેત્રિકા અને પદાર્થ વક્રકાચ એવા બે બહિર્ગોળ વક્રકાચથી બનેલું હોય છે. પદાર્થ વક્રકાચનો છેદ નાનો હોય છે અને નાભિય અંતર પણ ઓછું હોય છે. નેત્રિકાનો આકાર મોટો હોવાથી તેનું નાભિય અંતર પણ પદાર્થ વક્રકાચની તુલનામાં વધારે હોય છે. બે વક્રકાચના એકત્રિત પરિણામથી વધુ વિપુલતા મેળવી શકાય છે.



7.17 સંયુક્ત સૂક્ષ્મદર્શક

આકૃતિ 7.17 માં દર્શાવ્યા મુજબ વસ્તુની વિપુલતા બે તબક્કામાં થાય છે. એક વક્રકાચથી તૈયાર થયેલી પ્રતિમા બીજા વક્રકાચ માટે વસ્તુ હોય છે. બંને વક્રકાચની ધરી એક જ સીધી રેખામાં હોય છે. આ વક્રકાચો ધાતુની એક નળીમાં એ રીતે બેસાડેલા હોય છે કે તેમના વચ્ચેનું અંતર બદલી શકાય.

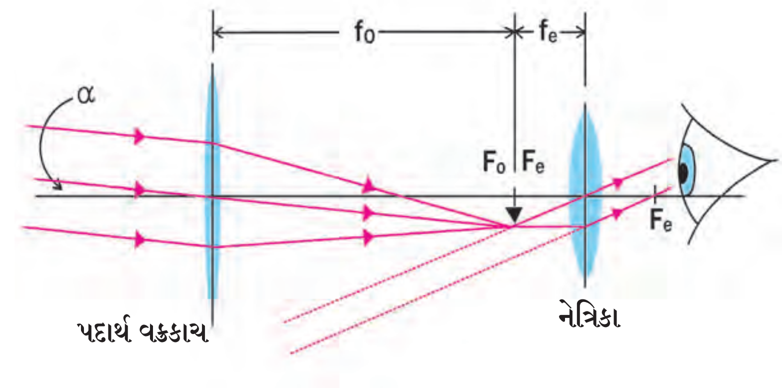
ક. દૂરબીન (Telescope)

ખૂબ દૂર આવેલી વસ્તુ સ્પષ્ટપણે, વિશાળ સ્વરૂપમાં, તેની બારિકાઈ સાથે જોવા માટે દૂરબીન નામક પ્રકાશિય ઉપકરણનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. તારા, ગ્રહ જેવી ખગોળીય વસ્તુ જોવા માટે વપરાતા દૂરબીનને ખગોળીય દૂરબીન કહે છે. દૂરબીનના બે પ્રકાર હોય છે.

1. વક્રીભૂત દૂરબીન - વક્રકાચનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
2. પરાવર્તક દૂરબીન - અરીસો અને કાચ બંનેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

બંને ઉપકરણોમાં પદાર્થ વક્રકાચે તૈયાર કરેલી પ્રતિમા નેત્રિકા માટે વસ્તુનું કાર્ય કરે છે અને અંતિમ પ્રતિમા તૈયાર થાય છે. પદાર્થ વક્રકાચ આકારમાં મોટો અને વધુ નાભિય અંતર ધરાવતો હોવાથી દૂરની વસ્તુથી આવતો વધુને વધુ

પ્રકાશ એકત્રિત થાય છે. જ્યારે નેત્રિકા વક્કાચનો આકાર નાનો હોય છે અને નાભિય અંતર પણ ઓછું હોય છે. આ બંને વક્કાચ ધાતુની નળીમાં એવી રીતે બેસાડેલા હોય છે કે તેમની વચ્ચેનું અંતર બદલાવી શકાય. બંને વક્કાચની ધરી એક સીધી રેખામાં હોય છે. સામાન્ય રીતે સમાન પદાર્થ વક્કાચ અને જુદા જુદા નાભિય અંતરની નેત્રિકા વાપરીને દૂરબીનની મદદથી જુદી જુદી વિપુલતા મેળવી શકાય છે.



7.18 વક્રીભૂત દૂરબીન

ડ. પ્રકાશિય ઉપકરણો

બહિર્ગોળ વક્કાચનો ઉપયોગ કેમેરા, પ્રોજેક્ટર, વર્ણપટદર્શક વગેરે વિવિધ પ્રકાશિય ઉપકરણમાં થાય છે.

ઈ. ચશ્મા

બહિર્ગોળ વક્કાચનો ઉપયોગ ગુરૂદષ્ટિના દોષનું નિરાકરણ કરવા માટે વપરાતા ચશ્મામાં કરવામાં આવે છે.

1. સળગતી અગરબત્તી હાથમાં લઈને તેને ઝડપથી વર્તુળકારમાં ફેરવો.
2. એક પૂઠ્ઠાપર એક બાજુ ખાલી પિંજરું અને બીજી બાજુ કોઈપણ પક્ષીનું ચિત્ર દોરીને પૂઠ્ઠાને દોરીની મદદથી ટેકવો દોરીને વળ દઈને છોડી દો. શું જોવા મળે છે? શાથી?

દષ્ટિસાતત્ય (Persistance of vision)

નેત્રમણિ દ્વારા નેત્રપટ પર તૈયાર કરેલી વસ્તુની પ્રતિમાને કારણે આપણને તે વસ્તુ દેખાય છે. જ્યાં સુધી વસ્તુ આંખની સામે હોય છે. ત્યાં સુધી તેની પ્રતિમા દષ્ટિપટલ પર હોય છે. વસ્તુ દૂર કરાતા તેની પ્રતિમા પણ નહીંવત્ થાય છે. આપણી આંખથી વસ્તુ દૂર કર્યા પછી પણ $\frac{1}{16}$ સેકંડ સુધી નેત્રપટ પર પ્રતિમાનું પરિણામ તેમ જ રહે છે. કેટલાક સમય સુધી દષ્ટિપટલ પરની સંવેદના ટકે છે. આ પરિણામને દષ્ટિસાતત્ય કહે છે. આપણાં રોજિંદા જીવનમાં આવો અનુભવ કરાવતા વિવિધ ઉદાહરણો કયા છે?

રંગોની જાણ આપણને કઈ રીતે થાય છે?

માનવી આંખનું નેત્રપટલ અનેક પ્રકાશ સંવેદી કોષોનું બનેલું હોય છે. આ કોષો નળાકાર અને શંકુ આકારના હોય છે. નળાકાર કોષો પ્રકાશની તીવ્રતાને પ્રતિસાદ આપે છે અને મગજને પ્રકાશની તેજસ્વિતા અને મંદતાની માહિતી પૂરી પાડે છે. જ્યારે શંકુ આકારના કોષો પ્રકાશના રંગને પ્રતિસાદ આપે છે અને નેત્રપટ પરના પ્રતિમાના રંગોની માહિતી મગજને પૂરી પાડે છે. મગજ દ્વારા પ્રાપ્ત માહિતીનું વિશ્લેષણ કરવામાં આવે છે અને આપણને વસ્તુનું વાસ્તવિક ચિત્ર દેખાય છે. નળાકાર કોષો મંદ પ્રકાશને પણ પ્રતિસાદ આપે છે, પરંતુ શંકુ આકારના કોષોમાં મંદ પ્રકાશમાં સંવેદના હોતી નથી. આ કોશ ફક્ત તેજસ્વી પ્રકાશને પ્રતિસાદ આપે છે. તેથી રંગોની સંવેદના અથવા જાણ માત્ર તેજસ્વી પ્રકાશમાં જ થાય છે. શંકુ આકારના કોષોમાં લાલ, લીલો અને ભૂરા રંગની જુદી જુદી સંવેદના હોય છે. જ્યારે લાલ રંગ આંખ પર પડે છે ત્યારે લાલરંગને પ્રતિસાદ આપતા કોષોને અન્ય કોશોની સરખામણીમાં વધુ ઉત્તેજિત કરે છે. તેથી લાલ રંગની જાણ થાય છે. કેટલીક વ્યક્તિઓમાં વિશિષ્ટ રંગને પ્રતિસાદ દેનાર શંકુ આકારના કોશોનો અભાવ હોય છે. આવી વ્યક્તિ તે રંગ ઓળખી શકતી નથી અથવા તે જુદા જુદા રંગોનાં ભેદ કરી શકતી નથી. આ વ્યક્તિને રંગાંધ (Colour blind) કહે છે. રંગભેદ ન સમજવાના અપવાદને બાદ કરતા તેમની દષ્ટિ સામાન્ય હોય છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચેના કોષ્ટકમાં આપેલા સ્તંભને એકબીજા સાથે જોડો અને તે વિશે ટૂંકમાં સ્પષ્ટીકરણ લખો.

સ્તંભ 1	સ્તંભ 2	સ્તંભ 3
ગુરૂદષ્ટિ	નજીકની વસ્તુ સ્પષ્ટ દેખાય છે.	દ્વિકેન્દ્રિય વક્રકાચ
વૃદ્ધદષ્ટિ	દૂરની વસ્તુ સ્પષ્ટ દેખાય છે.	આંતર્ગોળ વક્રકાચ
લઘુદષ્ટિ	વૃદ્ધાવસ્થાની સમસ્યા	બહિર્ગોળ વક્રકાચ

2. વક્રકાચ વિશેની સંજ્ઞા સ્પષ્ટ કરતી આકૃતિ દોરો.

3. એક બહિર્ગોળ વક્રકાચની સામે કયા સ્થાન પર વસ્તુ મૂકતા આપણને સાચી અને વસ્તૂના આકારની પ્રતિમા મળશે? આકૃતિ દોરો.

4. વૈજ્ઞાનિક કારણો લખો.

અ. ઘડિયાળના સમારકામ માટે સાદું સૂક્ષ્મદર્શક વપરાય છે.

આ. રંગોની સંવેદના અને જાણ ફક્ત પ્રકાશમાં થાય છે.

ઇ. આંખથી 25cm કરતા ઓછા અંતરે મૂકેલી વસ્તુ નિરોગી આંખ સ્પષ્ટપણે જોઈ શકતી નથી.

5. ખગોળીય દૂરબીનનું કાર્ય પ્રકાશના વક્રીભવન દ્વારા કેવી રીતે સ્પષ્ટ કરશો?

6. તફાવત સ્પષ્ટ કરો.

અ. લઘુદષ્ટિ અને ગુરૂદષ્ટિ

આ. આંતર્ગોળ વક્રકાચ અને બહિર્ગોળ વક્રકાચ

7. માનવીય આંખમાં કૃષ્ણમંડળ અને નેત્રમણિને જોડેલા સ્નાયુનું કાર્ય શું છે?

8. ઉદાહરણ ગણો.

અ. ડૉક્ટરે દષ્ટિદોષના નિરાકરણ માટે +1.5 D શક્તિનો વક્રકાચ વાપરવાની સલાહ આપી છે. તે વક્રકાચનું નાભિય અંતર કેટલું હશે? વક્રકાચનો પ્રકાર ઓળખીને નેત્રદોષ કયો હશે તે જણાવો.

જવાબ :+ 0.67 m, ગુરૂદષ્ટિ

આ. 5 cm ઊંચાઈ ધરાવતી વસ્તુ 10 cm નાભિય અંતર ધરાવતા અભિસારી વક્રકાચ સામે 25 cm અંતરે મૂકી છે. તો પ્રતિમાનું સ્થાન, આકાર અને સ્વરૂપ શોધો.

જવાબ : 16.7 cm, 3.3 cm, વાસ્તવિક

ઇ. 2, 2.5 અને 1.7 D શક્તિ ધરાવતા વક્રકાચ બાજુ બાજુમાં મૂકીએ તો તેમની કુલ શક્તિ કેટલી થશે? **જવાબ : 6.2 D**

ઈ. એક વસ્તુ વક્રકાચની 60 cm અંતર મૂકતા તેની પ્રતિમા વક્રકાચની સામે જ 20 cm અંતરે મળે છે. તો વક્રકાચનું નાભિય અંતર કેટલું હશે? વક્રકાચ અપસારી છે કે અભિસારી?

જવાબ : –30 cm, કાચ અપસારી છે.

ઉપક્રમ :

દ્વિનેત્રીની રચના અને કાર્ય વિશે સંગણકીય પ્રસ્તૃતીકરણ (Power point presentation) તૈયાર કરો.

IUSFYD

8. ધાતુવિજ્ઞાન

- ધાતુના ભૌતિક ગુણધર્મ
- ધાતુના રાસાયણિક ગુણધર્મ
- અધાતુના રાસાયણિક ગુણધર્મ
- ધાતુવિજ્ઞાન : વિવિધ સંકલ્પના
- અધાતુના ભૌતિક ગુણધર્મ
- ધાતુની ક્રિયાશીલતા શ્રેણી
- આયનિક સંયોજનો

આપણી પૃથ્વીનું નિર્માણ અંદાજે 4.5 અબજ વર્ષ પહેલા થયું. નિર્માણ થયું ત્યારથી આજ સુધી વિવિધ રચના પ્રક્રિયા પૃથ્વીના ગર્ભમાં અને આજુબાજુ સતત થતી જ રહે છે એટલે વિવિધ ખનિજોની, દ્રવ્યોની અને વાયુની ઉત્પત્તિ તેનું જ પરિણામ છે.

વિચાર કરો. જ્યારે આપણને અનેક બાબતોનો અભ્યાસ એકત્રિત પણે અથવા એક જ સમયે કરવાનો હોય ત્યારે આપણે કઈ પધ્ધતિનો ઉપયોગ કરીએ છીએ?

આપણી આજુબાજુ રહેલા અનેક પદાર્થો, કોઈને કોઈ મૂળદ્રવ્યના રૂપમાં હોય છે અથવા તેના સંયોજનથી તૈયાર થયેલા હોય છે. શરૂઆતમાં મૂળદ્રવ્યોનું વર્ગીકરણ તેમના રાસાયણિક અને ભૌતિક ગુણધર્મ અનુસાર ધાતુ, અધાતુ અને ધાતુસદશ આ રીતે કરવામાં આવ્યું હતું જે આજે પણ ઉપયુક્ત છે. પાછલા ધોરણમાં તમે તેમની વિશિષ્ટતાનો અભ્યાસ કર્યો છે. આ પાઠમાં આપણે તેમના વિશે વધુ માહિતી મેળવવાના છીએ.

કહો જોઈએ ! ધાતુ અને અધાતુના ભૌતિક ગુણધર્મ ક્યા ક્યા છે ?

ધાતુના ભૌતિક ગુણધર્મ (Physical properties of metals)

ધાતુ મુખ્યત્વે ઘન અવસ્થામાં હોય છે. માત્ર પારો અને ગેલિઅમ જેવી ધાતુઓ ઓરડાના ઉષ્ણતામાને પ્રવાહી અવસ્થામાં હોય છે. ધાતુઓ ચળકાટ ધરાવે છે. વાતાવરણમાંના ઓક્સિજન, આર્દ્રતા તેમજ કેટલાક ક્રિયાશીલ વાયુઓની ધાતુના પૃષ્ઠભાગ સાથે પ્રક્રિયા થવાથી ધાતુનો ચળકાટ ઓછો થાય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે ધાતુમાં તન્યતા અને પ્રસરણશીલતાનો ગુણધર્મ હોય છે. તેમજ બધી ધાતુ ઉષ્ણતાની અને વિદ્યુતની સુવાહક હોય છે. સામાન્ય પણે બધી ધાતુ કઠણ હોય છે. પરંતુ ગણ 1 માંની આલ્કલી ધાતુ દા.ત. લિથિઅમ, સોડિઅમ અને પોટેશિયમ તેમાં અપવાદ છે. આ ધાતુઓ મૃદુ હોવાથી છરીથી સહજતાથી કાપી શકાય છે. ધાતુના દ્રાવણાંક અને ઉત્કલનાંક ઉંચા હોય છે. દા.ત.ટંગસ્ટન ધાતુનો દ્રાવણાંક સૌથી ઉંચો (3422 ^{0}C) છે. જ્યારે સોડિઅમ, પોટેશિઅમ, પારો, ગેલિઅમ જેવી ધાતુનો દ્રાવણાંક અને ઉત્કલનાંક ખૂબ જ ઓછો છે. કેટલીક ધાતુ પર આઘાત કરતા તેમાંથી ધ્વનિ નિર્માણ થાય છે. જેને ધ્વનિકતા (નાદમયતા) કહેવાય છે. આવી ધાતુને ધ્વાનિક (નાદમય) ધાતુ કહેવાય છે.

અધાતુના ભૌતિક ગુણધર્મ (Physical properties of non–metals)

અધાતુના ગુણધર્મોનો વિચાર કરીએ તો, કેટલીક અધાતુ ઘન અને કેટલીક અધાતુ વાયુ અવસ્થામાં હોય છે. બ્રોમિન એમાં અપવાદ રૂપ છે. કારણકે તે પ્રવાહી અવસ્થામાં જોવા મળે છે. અધાતુમાં ચળકાટ હોતો નથી. પરંતુ આયોડિન તેમાં અપવાદ છે. કારણ કે તેના સ્ફટિક ચમકદાર હોય છે. અધાતુમાં કઠિનતા હોતી નથી. જેમાં હીરો અપવાદ છે. જે કાર્બનનો અપરૂપ છે. હીરો સૌથી કઠણ નૈસર્ગિક પદાર્થ છે. અધાતુનો દ્રાવણાંક અને ઉત્કલનાંક ઓછો હોય છે. અધાતુ વિદ્યુત અને ઉષ્ણતાના અવાહક હોય છે. કાર્બનનો અપરૂપ ગ્રેફાઇટ વિદ્યુતનો સુવાહક હોવાથી તે અપવાદ છે.

ધાતુના રાસાયણિક ગુણધર્મ (Chemical properties of metals)

ધાતુ ક્રિયાશીલ હોય છે. તે સહજતાથી ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવે છે અને તેમના ધનભારિત આયન બને છે. આથી તેમને વિદ્યુતધન મૂળદ્રવ્ય પણ કહેવાય છે.

શું તમે જાણો છો ?

જે પદાર્થ ઉષ્ણતાના સુવાહક હોય છે તે મોટે ભાગે વિદ્યુતના સુવાહક પણ હોય છે. એ જ પ્રમાણે ઉષ્ણતાના અવાહક વિદ્યુત અવાહક હોય છે. હીરો તેમાં અપવાદ રૂપ છે જે વિદ્યુત અવાહક હોય છે પણ ઉષ્ણતાનો સુવાહક હોય છે.

કરી જુઓ.

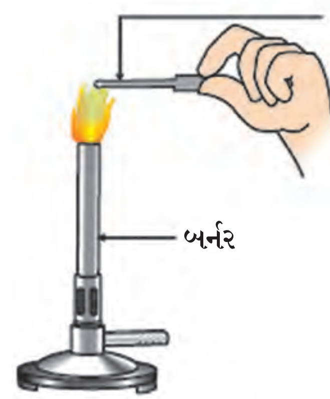
સાહિત્ય : ચીપીયો, છરી, બર્નર વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : એલ્યુમિનિયમ, તાંબુ, લોખંડ, સીસું, મેગ્નેશિઅમ, જસત અને સોડિઅમના નમૂના.

નોંધ : સોડિઅમનો ઉપયોગ શિક્ષકની ઉપસ્થિતિમાં કાળજીપૂર્વક કરવો.

કૃતિ : ઉપરની દરેક ધાતુને ચીપીયામાં લઈ તેને બર્નરની જ્યોત પર રાખો.

1. કઈ ધાતુ સહજપણે સળગે છે ?
2. સળગ્યા બાદ ધાતુનો પૃષ્ઠભાગ કેવો દેખાય છે ?
3. જ્યોત પર ધાતુ સળગતી હોય ત્યારે જ્યોતનો રંગ ક્યો હોય છે ?



8.1 ધાતુનું જ્વલન

ધાતુની પ્રક્રિયા

અ. ધાતુની ઓક્સિજન સાથે થતી પ્રક્રિયા

ધાતુને હવામાં સળગાવતા હવામાંના ઓક્સિજન સાથે સંયોજાય છે અને ધાતુના ઓક્સાઈડ તૈયાર થાય છે. સોડિઅમ અને પોટેશિઅમ અતિક્રિયાશીલ ધાતુ છે. ઓરડાના તાપમાને સોડિઅમ ધાતુ હવામાંના ઓક્સિજન સાથે સંયોજાય છે અને સોડિઅમ ઓક્સાઈડ તૈયાર થાય છે.

$$4Na(s) + O_2 \longrightarrow 2Na_2O(s)$$

હવામાં ખૂલ્લો મૂકતાં સોડિઅમ ધાતુ સહજતાથી સળગી ઉઠે છે. તેથી પ્રયોગશાળામાં તેમજ અન્ય સ્થળે થનારા અકસ્માત ટાળવા માટે તેને કેરોસીનમાં રાખવામાં આવે છે. કેટલીક ધાતુના ઓક્સાઈડ પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે. (ઓગળે છે) તેની પાણી સાથે પ્રક્રિયા થઈને આલ્કલી (Alkali) તૈયાર થાય છે.

$$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$$

મેગ્નેશિઅમની પટ્ટીને હવામાં સળગાવતા મેગ્નેશિઅમ ઓક્સાઈડ મળે છે તે આપણે જાણીએ છીએ. આ મેગ્નેશિઅમ ઓક્સાઈડ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરીને આ મેગ્નેશિઅમ હાયડ્રોક્સાઈડ આલ્કલી તૈયાર કરે છે.

$$2Mg(s) + O_2 \longrightarrow 2\,MgO(s)$$

$$MgO + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2$$

આ. ધાતુની પાણી સાથે થતી પ્રક્રિયા

સાહિત્ય : બીકર, ચીપીયો વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : વિવિધ ધાતુના નમૂના (મહત્ત્વની સૂચના-સોડિઅમ ધાતુ લેવી નહીં), પાણી

કૃતિ : દરેક ધાતુના ટુકડા લઈને ઠંડા પાણીથી ભરેલા જુદા જુદા બીકરમાં નાખો.

1. કઈ ધાતુની પાણી સાથે પ્રક્રિયા થઈ ?
2. કઈ ધાતુ પાણી પર તરે છે? શા માટે? ઉપરની કૃતિના સંદર્ભમાં એક કોષ્ટક તૈયાર કરો. તેમાં તમારું નિરીક્ષણ નોંધો.

સોડિઅમ અને પોટૅશિઅમ ધાતુની પાણી સાથે ખૂબ ઝડપી (જલદ) અને તીવ્ર પ્રક્રિયા થાય છે અને તેમાંથી હાયડ્રોજન વાયુ મુક્ત થાય છે.

$2Na(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,NaOH(aq) + H_2(g) +$ ઉષ્ણતા

$2K(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,KOH\,(aq) + H_2(g) +$ ઉષ્ણતા

એથી વિરુધ્ધ કેલ્શિઅમની પાણી સાથે પ્રક્રિયા મંદ ગતિથી અને ઓછી તીવ્રતાથી થાય છે. જેમાં હાયડ્રોજન વાયુ મુક્ત થઈ ધાતુના પૃષ્ઠભાગ પર પરપોટાના સ્વરૂપમાં જમા થાય છે અને ધાતુ પાણી પર તરે છે.

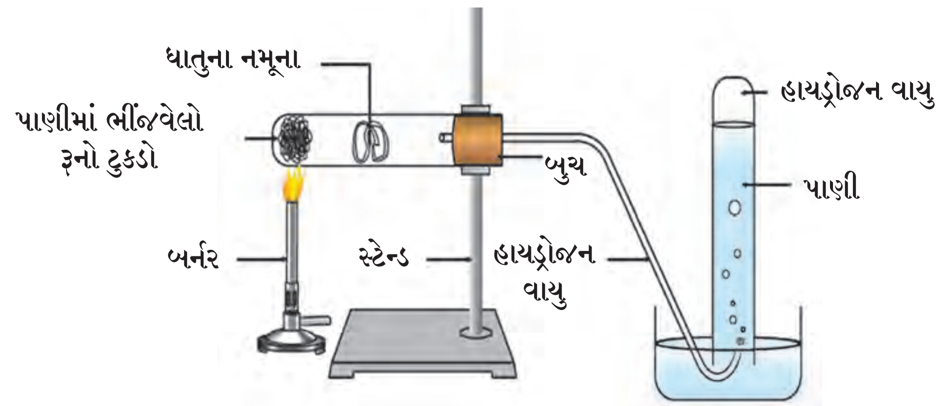
$2\,Ca(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$

એલ્યુમિનિયમ, લોખંડ અને જસત ધાતુની ઠંડા અથવા ગરમ પાણી સાથે પ્રક્રિયા થતી નથી. પરંતુ વરાળ સાથે પ્રક્રિયા થાય છે અને ઓક્સાઈડ તૈયાર થાય છે અને હાયડ્રોજન વાયુ મુક્ત થાય છે.

$2Al(s) + 3\,H_2O(g) \longrightarrow Al_2O_3\,(s) + 3H_2(g)$

$3Fe(s) + 4\,H_2O(g) \longrightarrow Fe_3O_4\,(s) + 4H_2(g)$

$Zn(s) + H_2O(g) \longrightarrow ZnO(s) + H_2(g)$



8.2 ધાતુની પાણી સાથે પ્રક્રિયા

કરી જુઓ અને વિચારો.

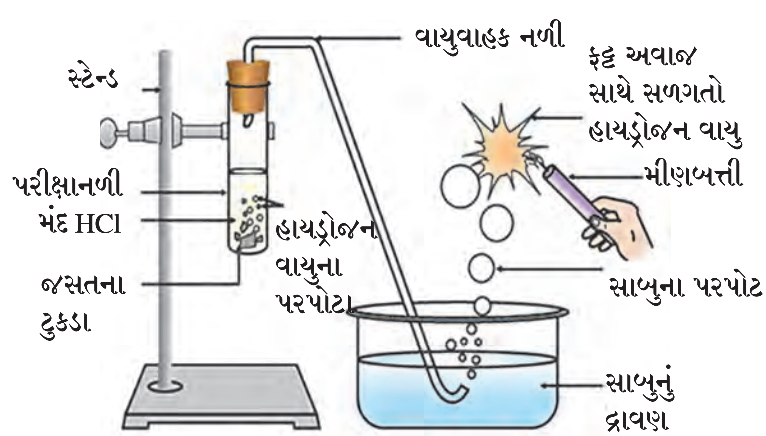
સોનુ, ચાંદી, તાંબુ જેવી ધાતુની પાણી સાથે પ્રક્રિયા થાય છે કે તે પ્રત્યક્ષ પ્રયોગ કરીને તપાસો.

ઇ. ધાતુની એસિડ સાથે થતી પ્રક્રિયા

આપણે પાછલા ધોરણમાં ધાતુની એસિડ સાથે થતી પ્રક્રિયા જોઈ છે. બધી ધાતુ સમાન ક્રિયાશીલ હોય છે કે ?

એલ્યુમિનિયમ, મેગ્નેશિઅમ, લોખંડ અને જસતની મંદ (સૌમ્ય) સલ્ફ્યૂરિક અથવા હાયડ્રોક્લોરિક એસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરતાં તે ધાતુના સલ્ફેટ અથવા ક્લોરાઇડ ક્ષાર મળે છે. આ પ્રક્રિયામાં હાયડ્રોજન વાયુ મુક્ત થાય છે. આ ધાતુની ક્રિયાશીલતા નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય.

$Mg > Al > Zn > Fe$



8.3 ધાતુની સૌમ્ય એસિડ સાથે થતી પ્રક્રિયા

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$$
$$2Al(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$$
$$Fe(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$$
$$Zn(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$$

ઈ. ધાતુની નાયટ્રિક એસિડ સાથે થતી પ્રક્રિયા

ધાતુની નાયટ્રિક એસિડ સાથે પ્રક્રિયા થઈને ધાતુના નાયટ્રેટ ક્ષાર તૈયાર છે. તેમજ નાયટ્રીક એસિડની તીવ્રતા અનુસાર નાયટ્રોજનના વિવિધ ઓક્સાઈડસ (N_2O, NO, NO_2) તૈયાર થાય છે.

$$Cu(s) + 4\,HNO_3(aq) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$
(જલદ)

$$3Cu(s) + 8\,HNO_3(aq) \longrightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l)$$
(મંદ)

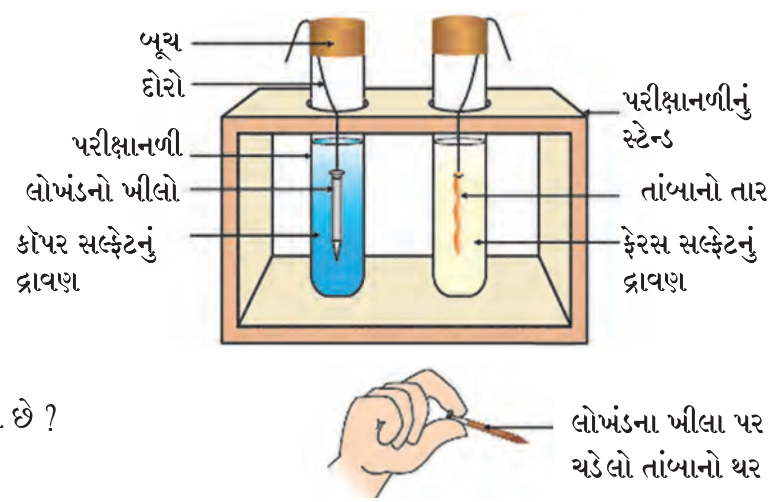
આમ્લરાજ : આમ્લરાજ અતિશય ખવાણકારી (Corrosive) તેમ જ ધુમાડો ઉત્પન્ન કરનાર (Fuming) પ્રવાહી છે. સોનુ અને પ્લેટીનમ ઓગળે એવા પ્રક્રીયકોમાંનું એક છે. જલદ હાયડ્રોક્લોરિક એસિડ અને જલદ નાયટ્રિક એસિડને 3:1 પ્રમાણમાં લેવાથી આમ્લરાજનું મિશ્રણ તૈયાર થાય છે.

ઉ. ધાતુની અન્ય ધાતુના ક્ષારના દ્રાવણ સાથે થતી પ્રક્રિયા

સાહિત્ય : તાંબાનો તાર, લોખંડનો ખીલો, બીકર અથવા મોટી પરીક્ષાનળી વગેરે.
રસાયણ : ફેરસ સલ્ફેટ અને કૉપર સલ્ફેટનું જલીય દ્રાવણ.

કૃતિ :

1. તાંબાનો સ્વચ્છ તાર અને લોખંડનો ખીલો લો.
2. ફેરસ સલ્ફેટના દ્રાવણમાં તાંબાનો તાર અને કૉપર સલ્ફેટના દ્રાવણમાં લોખંડનો ખીલો ડૂબાડીને રાખો.
3. 20 મિનિટ સુધી ચોક્કસ સમયાંતરે સતત નિરીક્ષણ કરતા રહો.



8.4 ધાતુની અન્ય ધાતુના ક્ષારના દ્રાવણ સાથે થતી પ્રક્રિયા

અ. કઈ પરીક્ષાનળીમાં પ્રક્રિયા થયેલી દેખાય છે ?
આ. પ્રક્રિયા થઈ એ તમે કઈ રીતે જાણ્યું ?
ઇ. પ્રક્રિયા ક્યા પ્રકારની છે ?

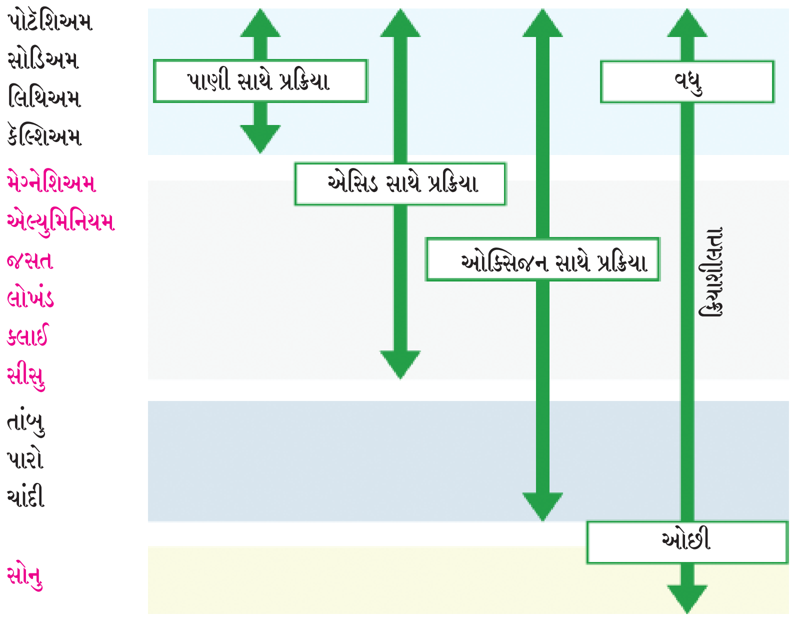
ધાતુની ક્રિયાશીલતા શ્રેણી (Reactivity series of metals)

બધી ધાતુની ક્રિયાશીલતા સરખી નથી હોતી તે આપણે જોયું છે. પરંતુ ઓક્સિજન, પાણી અને એસિડ જેવા અભિકારક /પ્રક્રિયક (Reagents) સાથે બધી ધાતુની પ્રક્રિયા થતી ન હોવાથી ધાતુની સાપેક્ષ ક્રિયાશીલતા નક્કી કરવા માટે આ અભિકારકો (પ્રક્રિયકો)નો ઉપયોગ થતો નથી. એના માટે ધાતુની અન્ય ધાતુક્ષારના દ્રાવણ સાથે થતી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા ઉપયોગી થાય છે. જો ધાતુ A, ધાતુ B ને તેના ક્ષારના દ્રાવણમાંથી વિસ્થાપિત કરે તો એનો અર્થ એ કે ધાતુ A, ધાતુ B કરતાં વધુ ક્રિયાશીલ છે.

धातु A + B धातुक्षारनुं द्रावण $\longrightarrow$ A धातुक्षारनुं द्रावण + धातु B

કૃતિ(8.4)માં તમારા નિરીક્ષણના આધારે જણાવો કે વધુ ક્રિયાશીલ કોણ છે, તાંબુ કે લોખંડ ?

કૃતિ(8.4)માં લોખંડે કૉપર સલ્ફેટમાંથી તાંબાનું વિસ્થાપન કર્યું છે. એટલે કે લોખંડ તાંબા કરતાં વધુ ક્રિયાશીલ ધાતુ છે.



8.5 ધાતુની ક્રિયાશીલતા શ્રેણી

વિસ્થાપન પ્રક્રિયાના અનેક પ્રયોગ કરીને વૈજ્ઞાનિકોએ ક્રિયાશીલતા શ્રેણી વિકસિત કરી છે. ધાતુની તેમની ક્રિયાશીલતાના ચઢતા અથવા ઉતરતા ક્રમે કરેલી માંડણીને ધાતુની ક્રિયાશીલતા શ્રેણી કહે છે. ક્રિયાશીલતાના આધારે ધાતુના નીચે પ્રમાણે જૂથ પાડવામાં આવે છે.

1. વધુ ક્રિયાશીલ ધાતુ
2. મધ્યમ ક્રિયાશીલ ધાતુ
3. ઓછી ક્રિયાશીલ ધાતુ

ઊ. ધાતુની અધાતુ સાથે થનારી પ્રક્રિયા

ઉમદાવાયુ (દા.ત.હેલિઅમ, નિઓન, અરગોન) રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતા નથી. ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયામાં આપણે એવું જોયું છે કે, ધાતુનું ઓક્સિડીકરણ થઈને ધન આયન તૈયાર થાય છે. જો આપણે કેટલીક ધાતુ અને અધાતુના ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ જોઈએ તો, આપણાં ધ્યાનમાં આવશે કે ઇલેક્ટ્રોન અષ્ટક પૂર્ણ કરવાની પ્રેરક શક્તિથી (Driving force) ધાતુ ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવીને અને અધાતુ ઇલેક્ટ્રોન સ્વીકારીને પ્રક્રિયામાં ભાગ લે છે અને નજીકના ઉમદાવાયુનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ પ્રાપ્ત કરે છે. ઉમદાવાયુની બહારની કક્ષા પૂર્ણ હોવાને કારણે ઉમદાવાયુઓ રાસાયણિક દૃષ્ટિએ નિષ્ક્રિય હોય છે. પાછલા ધોરણમાં આપણે જોયું છે કે સોડિયમ ધાતુ ઇલેક્ટ્રોન આપે અને કલોરિન વાયુ ઇલેક્ટ્રોન લે એટલે સોડિઅમ કલોરાઈડ સંયોજન તૈયાર થાય છે તે આપણે જોયું.

$2\,Na + Cl_2 \longrightarrow 2\,NaCl$

ધાતુ   અધાતુ   આયનિક સંયોજનો

આ જ રીતે મેગ્નેશિઅમ અને પોટેશિઅમના $MgCl_2$, KCl જેવા આયનિક સંયોજનો તૈયાર થાય છે.

અધાતુના રાસાયણિક ગુણધર્મ (Chemical properties of non– metals)

અધાતુ એટલે ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં ઓછું સામ્ય ધરાવતા મૂળદ્રવ્યોનું જૂથ. અધાતુ ને વિદ્યુતઋણ મૂળદ્રવ્યો પણ કહેવાય છે. કારણ કે, અધાતુ ઇલેક્ટ્રોન પ્રાપ્ત કરીને ઋણભારિત આયન બને છે. આધાતુની રાસાયણિક પ્રક્રિયાના કેટલાક ઉદાહરણો નીચે મુજબ છે.

1. અધાતુની ઓક્સિજન સાથે થતી પ્રક્રિયા : સામાન્ય રીતે અધાતુ ઓક્સિજન સાથે સંયોજાઈને એસિડધર્મી ઓક્સાઇડ તૈયાર થાય છે. કેટલીક વાર ઉદાસીન ઓક્સાઇડ તૈયાર થાય છે.

$C + O_2 \xrightarrow[\text{પૂર્ણ જ્વલન}]{} CO_2$ (એસિડિક)

$2C + O_2 \xrightarrow[\text{અપૂર્ણ જ્વલન}]{} 2CO$ (ઉદાસીન)

$S + O_2 \xrightarrow[\text{જ્વલન}]{} SO_2$ (એસિડિક)

2. અધાતુની પાણી સાથે થતી પ્રક્રિયા : સામાન્ય પણે અધાતુની પાણી સાથે કોઈપણ પ્રક્રિયા થતી નથી. પરંતુ, હેલોજન તેમાં અપવાદ છે. દા.ત.ક્લોરીન પાણીમાં ઓગળ્યા બાદ નીચેની પ્રક્રિયા થાય છે.

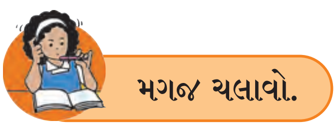
$$Cl_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow HOCl(aq) + HCl(aq)$$

3. અધાતુની સૌમ્ય એસિડ સાથે થતી પ્રક્રિયા : સામાન્ય પણે સૌમ્ય એસિડ સાથે અધાતુની કોઈપણ પ્રક્રિયા થતી નથી. જેમાં હેલોજન અપવાદ છે. દા.ત.ક્લોરીનની સૌમ્ય હાયડ્રોબ્રોમિક એસિડ સાથે નીચે મુજબ પ્રક્રિયા થાય છે.

$$Cl_2(g) + 2HBr(aq) \longrightarrow 2HCl(aq) + Br_2(aq)$$

4. અધાતુની હાયડ્રોજન સાથે થતી પ્રક્રિયા : વિશિષ્ટ પરિસ્થિતિમાં (યોગ્ય ઉષ્ણતામાન, દબાણ, ઉત્પ્રેરકનો ઉપયોગ વગેરે) અધાતુની હાયડ્રોજન સાથે પ્રક્રિયા થાય છે.)

$$S + H_2 \longrightarrow H_2S$$
$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$



ક્લોરીન અને હાયડ્રોજન બ્રોમાઇડ વચ્ચે પ્રક્રિયા થઇને હાયડ્રોજન બ્રોમાઇડનું રૂપાંતર Br_2 માં થાય છે. આ રૂપાંતરને ઓક્સિડેશન કહી શકાય કે ? ઓક્સિડેશન કરનાર ઓક્સિડક કોણ ?

આયનિક સંયોજન (Ionic compounds)

ધન આયન અને ઋણ આયન આ બે ઘટકોથી બનતા સંયોજનને આયનિક સંયોજન કહે છે. ધન આયન અને ઋણ આયન વિરુધ્ધ પ્રભારી આયન હોવાથી તેમની વચ્ચે વિદ્યુત સ્થિતિક આકર્ષણ બળ હોય છે. આ આકર્ષણ બળ એટલે જ ધન આયન અને ઋણ આયન વચ્ચેનો આયનિક બંધ એ તમે જાણો છો. આયનિક સંયોજનમાંના ધન આયન અને ઋણ આયનની કુલ સંખ્યા અને તેમના પરનો વિદ્યુતભાર એકબીજાને સંતુલિત કરે છે. તેથી આયનિક સંયોજનો વિદ્યુતદષ્ટિએ ઉદાસીન હોય છે.

આયનિક સંયોજનો સ્ફટિકરૂપ હોય છે. સ્ફટિકમય પદાર્થોના બધા કણોના પૃષ્ઠભાગ વિશિષ્ટ આકારના, લીસા અને ચમકતા હોય છે. સ્ફટિકરૂપ માટે આયનોની નિયમિત પદ્ધતિથી માંડણી જુદા જુદા આયનિક સંયોજનમાં કારણભૂત હોય છે. આયનોની રચના/ માંડણી જુદી જુદી હોવાથી તેમના સ્ફટિકોનો આકાર જુદો જુદો હોય છે. સ્ફટિકમાંના આયનોની વિશિષ્ટ રચના જેને કારણે નક્કી થાય છે તે મુખ્ય ઘટક છે - વિજાતિય આયનોમાં રહેલું આકર્ષણ બળ અને સજાતિય આયનોમાં રહેલું અપાકર્ષણ બળ તેમ જ આયનોનું કદ. તેથી સ્ફટિક સંરચનામાં ધન આયનની બાજુમાં ઋણ આયન અને ઋણ-આયનની બાજુમાં ધન આયન એ રીતે માંડણી કરવામાં આવે છે. વિશિષ્ટ સંરચના માટે કારણભૂત ઘટકો પૈકી બે મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટકો નીચે મુજબ છે. 1. ધનભારિત અને ઋણભારિત આયનોનું કદ. 2. આયનો પરના વિદ્યુતભારનું પરિમાણ.

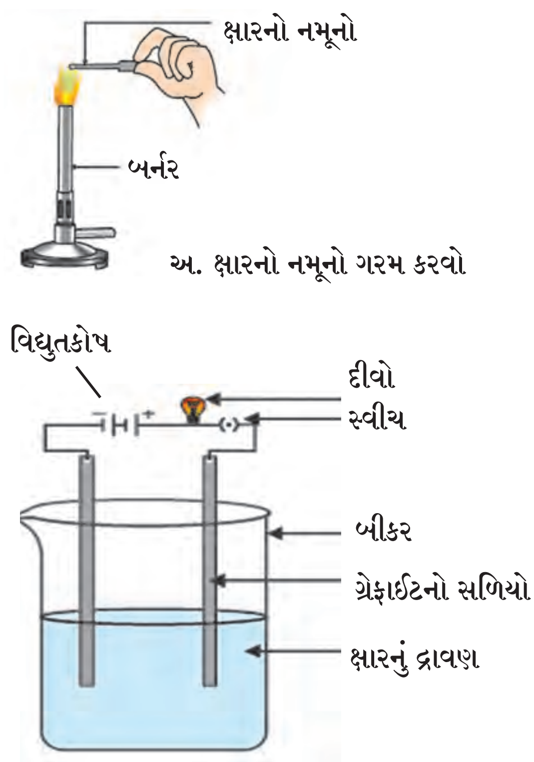
પાસપાસેના વિજાતીય આયનોમાં વિદ્યુતસ્થિતિક આકર્ષક બળ ખૂબ પ્રબળ હોય છે. તેથી આયનિક સંયોજનોના દ્રાવણાંક ઊંચા હોય છે. તેમજ આયનિક સંયોજનો કઠણ અને મજબૂત હોય છે.

આયનિક સંયોજનો અને તેમના ગુણધર્મ (Ionic compounds and their properties)

સાહિત્ય : ધાતુનો સપાટ ચમચો (તવેથો), બર્નર, કાર્બનના વિદ્યુત અગ્રો, બીકર, વિદ્યુતકોષ, બલ્બ, સ્વીચ વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : સોડિઅમ ક્લોરાઈડ, પોટેશિયમ આયાડોઈડ, બેરિઅમ ક્લોરાઇડનો નમૂનો, પાણી.

કૃતિ : ઉપરના નમૂના લો અને તેનું નિરીક્ષણ કરો. ધાતુના નાના ચમચા (તવેથા - Spetula)માં ઉપરપૈકી એક ક્ષારનો થોડો નમૂનો લઈને બર્નરની સળગતી જ્યોત પર ગરમ કરો. અન્ય ક્ષાર લઈ ઉપર પ્રમાણે જ કૃતિ કરીને જુઓ. આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કોષના ધન અને ઋણ છેડાને કાર્બન વિદ્યુત અગ્ર (Electrode) સાથે જોડો અને બીકરનો ઉપયોગ કરીને વિદ્યુત વિઘટન કોષ તૈયાર કરો. કોઇપણ એક ક્ષારના દ્રાવણમાં વિદ્યુતઅગ્રો ડૂબાડો. બલ્બ ચાલુ થયેલો દેખાય છે કે? બાકીના બધા ક્ષાર લઈને પણ ચકાસો.



8.6 આયનિક સંયોજનોના ગુણધર્મ ચકાસવા.

આયનિક સંયોજનોના ગુણધર્મ નીચે મુજબ છે.

1. ધન અને ઋણ-ભારિત આયનો વચ્ચે તીવ્ર આકર્ષણ બળ હોવાથી આયનિક સંયોજનો ઘન સ્વરૂપ તેમજ કઠણ હોય છે.
2. આયનિક સંયોજનો બરડ હોવાથી તેના પર દબાણ પ્રયુક્ત કરતાં તેના ટુકડા કરી શકાય છે.
3. આયનિક સંયોજનોમાં આંતર આણ્વિક આકર્ષણ બળ (Intermolecular Attraction)વધારે હોવાથી તેને તોડવા માટે વધારે ઉર્જાની જરૂર પડે છે. માટે આયનિક સંયોજનોના દ્રાવણાંક અને ઉત્કલનાંક ઊંચા હોય છે.
4. આયનિક સંયોજનો પાણીમાં (ઓગળે તેવા) દ્રાવ્ય હોય છે. કારણ કે વિચલન થઈને મુક્ત થયેલા આયનની આજુબાજુ પાણીના અણુ વિશિષ્ટ પ્રકારે (વિશિષ્ટ દિશામાં વળીને) રચાય છે. તેથી મૂળ આંતર આણ્વિક બળના સ્થાને આયન અને તેની આજુબાજુના પાણીના અણુ વચ્ચે નવું આકર્ષણબળ પ્રસ્થાપિત થાય છે અને આયનિક સંયોજનાના જલીય દ્રાવણ તૈયાર થાય છે. પરંતુ આયનિક સંયોજનો કેરોસિન, પેટ્રોલ જેવા દ્રાવકોમાં અદ્રાવ્ય હોય છે કારણ કે પાણીની જેમ આ દ્રાવકોમાં નવું આકર્ષણ બળ પ્રસ્થાપિત થતું નથી.
5. ઘનરૂપમાં આયનિક સંયોજનો વિદ્યુતવહન કરી શકતા નથી. આ અવસ્થામાં આયન પોતાનું સ્થાન છોડી શકતા નથી. પરંતુ ઓગળેલી અવસ્થામાં આયન ચલ હોવાથી તે વિદ્યુતવહન કરી શકે છે. આયનિક સંયોજનોના જલીય દ્રાવણો વિદ્યુતવાહક હોય છે. કારણકે પાણીમાંના દ્રાવણમાં વિચલન થયેલા આયન હોય છે. દ્રાવણમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતા આયન વિરુદ્ધ ભાર ધરાવતા વિદ્યુત અગ્ર તરફ જાય છે. (ઈલેક્ટ્રોડ) ઓગળેલી અને જલીય દ્રાવણની સ્થિતિમાં વિદ્યુતવાહકતા હોવાને કારણે આયનિક સંયોજનોને વિદ્યુત વિઘટક પદાર્થ કહે છે.

સંયોજન	આયનિક છે/નથી	દ્રાવણાંક °C	ઉત્કલનાંક °C
H_2O	નથી	0	100
$ZnCl_2$	છે	290	732
$MgCl_2$	છે	714	1412
NaCl	છે	801	1465
NaBr	છે	747	1390
KCl	છે	772	1407
MgO	છે	2852	3600

8.7 આયનિક સંયોજનોના દ્રાવણાંક અને ઉત્કલનાંક

ધાતુ વિજ્ઞાન (Metallurgy)

ખનિજમાંથી ધાતુનું નિષ્કર્ષણ અને ઉપયોગ માટે શુદ્ધિકરણ સંબંધી વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાન એટલે ધાતુવિજ્ઞાન.

ધાતુની પ્રાપ્તિ (Occurrence of metals)

લગભગ બધીજ ધાતુઓ ક્રિયાશીલ હોવાથી નિસર્ગમાં મુક્ત અવસ્થામાં મળી આવતી નથી. પરંતુ તેમના ઓક્સાઈડ, કાર્બોનેટ, સલ્ફાઈડ, નાયટ્રેટ જેવા ક્ષારના રૂપમાં સંયુક્ત અવસ્થામાં મળી આવે છે. સૌથી અક્રિયાશીલ ધાતુ જેના ઉપર હવા, પાણી અને નૈસર્ગિક ઘટકોની અસર થતી નથી. દા.ત. સોનુ, ચાંદી, પ્લેટિનમ,મુક્ત અવસ્થામાં મળી આવે છે. ધાતુઓના સંયોજનો જે બીજી અશુધ્ધિઓ સાથે કુદરતમાં મળી આવે છે એવા સંયોજનને ખનિજ કહે છે.

જે ખનિજોમાંથી સરળતાપૂર્વક અને ફાયદાકારક રીતે ધાતુ જુદી કરી શકાય તેને કાચી ધાતુ કહે છે. કાચી ધાતુમાં ધાતુના સંયોજનો સાથે માટી, રેતી, ખડકાળ પદાર્થો જેવી અશુદ્ધિઓનો પણ સમાવેશ હોય છે. આવી અશુધ્ધિઓને મૃદા અશુદ્ધિ કહે છે. પૃથ્થકરણની વિવિધ પધ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને ધાતુનું એની કાચી ધાતુમાંથી નિષ્કર્ષણ કરી શકાય છે. કાચી ધાતુમાંથી ધાતુનું શુદ્ધ સ્વરૂપમાં નિષ્કર્ષણ કરવાની ક્રિયાનો ધાતુવિજ્ઞાનમાં સમાવેશ થાય છે.

મોટે ભાગે ખાણમાંથી કાચી ધાતુના ખનિજો બહાર કાઢીને ત્યાંજ તેમાંની મૃદા અશુદ્ધિ, જુદી જુદી પધ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને દૂર કરવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ જ્યાં ધાતુનું નિર્માણ કરવામાં આવે છે તે સ્થળે કાચી ધાતુને લાવવામાં આવે છે. જ્યાં ધાતુનું શુધ્ધ સ્વરૂપમાં નિષ્કર્ષણ કરવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ શુધ્ધિકરણની જુદી જુદી પધ્ધતિઓના ઉપયોગ દ્વારા ધાતુને વધુ શુધ્ધ કરવામાં આવે છે. આ બધી પ્રક્રિયાને ધાતુવિજ્ઞાન કહેવામાં આવે છે.

ધાતુવિજ્ઞાનના મૂળતત્ત્વો

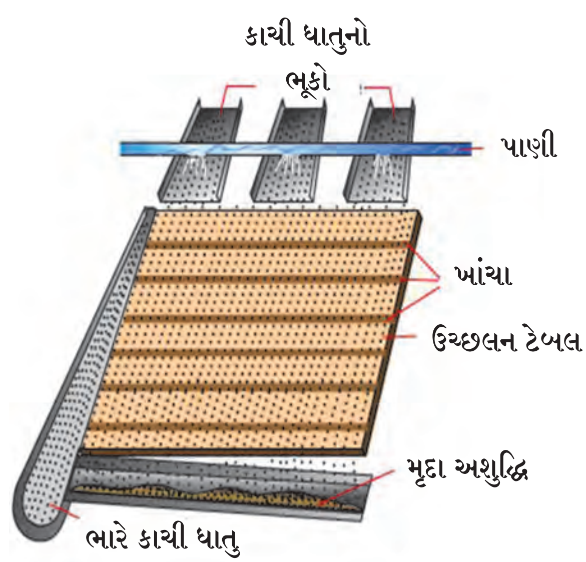
કાચી ધાતુનું નિષ્કર્ષણ કરીને શુધ્ધ ધાતુ મેળવવાના તબક્કા નીચે મુજબ છે.

1. કાચી ધાતુનું સકેન્દ્રકરણ (Concentration of ores) : કાચી ધાતુમાંથી મૃદા અશુદ્ધિ દૂર કરવાની પધ્ધતિને કાચી ધાતુનું સકેન્દ્રકરણ કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયામાં કાચી ધાતુમાંથી ઇચ્છિત ધાતુના સંયોજનોનું પ્રમાણ વધારવામાં આવે છે. એ માટે વિવિધ માર્ગો વાપરવામાં આવે છે. પરંતુ ચોક્કસ કયો માર્ગ વાપરવો એ કાચી ધાતુમાંની ઇચ્છિત ધાતુના ભૌતિક ગુણધર્મ અને કાચી ધાતુમાંની મૃદા અશુધ્ધિ પર આધારિત હોય છે. તેમ જ ધાતુની ક્રિયાશીલતા તથા શુદ્ધિકરણ માટે ઉપલબ્ધ સુવિધા પર આધારિત હોય છે. સકેન્દ્રકરણ કરતી વખતે પર્યાવરણના પ્રદુષણ માટે કારણભૂત વિવિધ બાબતોનો વિચાર કરવામાં આવે છે. કાચી ધાતુનું સકેન્દ્રકરણ કરવા માટેની કેટલીક સામાન્ય પધ્ધતિ નીચે મુજબ છે.

અ. ગુરુત્વીય પૃથ્થકરણ પધ્ધતિ (Separation based on gravitation) : ગુરુત્વીય પૃથ્થકરણ પધ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને ભારે કાચી ધાતુના કણમાંથી મૃદા અશુધ્ધિના હલકા કણોને સરળતાથી જુદા કરી શકાય છે. આ પૃથ્થકરણ પ્રક્રિયા નીચે મુજબ છે.

i. વિલ્ફલી ટેબલ પધ્ધતિ (Wilfley table method)

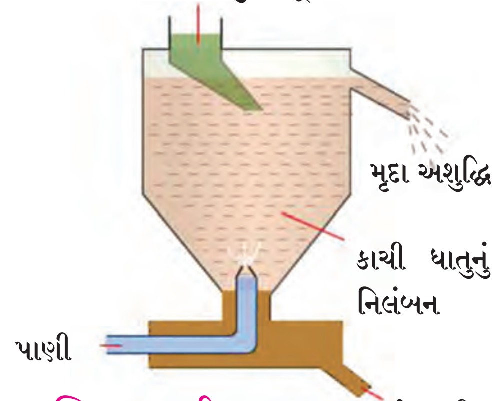
પૃથ્થકરણની આ પધ્ધતિમાં લાકડાના સાંકડા પાતળા ટુકડાને ઓછા ઢાળવાળા પૃષ્ઠભાગ પર મૂકીને આ વિલ્ફલી ટેબલ તૈયાર કરવામાં આવે છે. આ ટેબલ પર ઉચ્છલન ટેબલ (Bumping Table) ગોઠવવામાં આવે છે. આ ટેબલ પર કાચી ધાતુનો ભૂકો નાખવામાં આવે છે. કાચી ધાતુના નાના ટુકડામાંથી બોલ મિલ (Ball mill)નો ઉપયોગ કરીને કાચી ધાતુનો ભૂકો મેળવવામાં આવે છે. ટેબલની ઉપરની બાજુથી પાણીનો પ્રવાહ છોડવામાં આવે છે. જેથી હલકી મૃદા અશુધ્ધિ પાણીના પ્રવાહ સાથે દૂર વહી જાય છે. જેમાં કાચી ધાતુનું પ્રમાણ વધારે હોય અને મૃદા અશુધ્ધિનું પ્રમાણ ઓછું હોય એવા બધા ભારે કણ લાકડીના ટુકડાની પાછળ અટકી જાય છે અને તેમાંના ખાંચા દ્વારા આગળ જમા થાય છે.



8.8 વિલ્ફલી ટેબલ પધ્ધતિ

ii. જળશક્તિ પર આધારિત પૃથ્થકરણ પધ્ધતિ (Hydraulic separation method) : જળશક્તિ પર આધારિત પૃથ્થકરણ પધ્ધતિમાં ઘંટી આધારિત કાર્ય થાય છે. ઘંટીમાં વપરાય છે તેવું એક શંકુ આકાર પાત્ર હોય છે, જે નીચેની બાજુ શંકુઆકાર ટાંકીમાં ખૂલે છે. ટાંકીની ઉપરની બાજુએ પાણી બહાર જવા માટે એક ટોટી (ચકલી-નળ) હોય છે. તેમજ નીચેથી પાણી છોડવા માટે એક નળી બેસાડવામાં આવે છે.

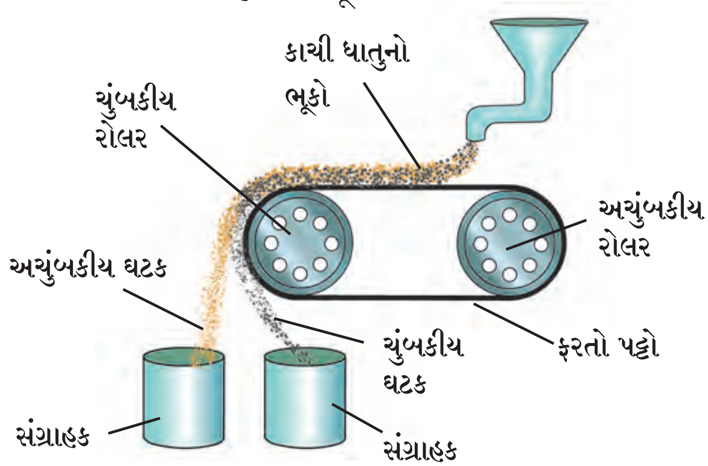
બારીક દળેલી કાચી ધાતુ ઉપરથી ટાંકીમાં નાખવામાં આવે છે. ટાંકીની નીચેની બાજુથી પાણીનો પ્રવાહ અતિશય વેગથી ઉપરની દિશામાં છોડવામાં આવે છે. મૃદા અશુધ્ધિ હલકી હોય છે. હલકી હોવાથી તે ટાંકીની ઉપરની બાજુએ આવેલ ટોટીમાંથી પાણીના પ્રવાહ સાથે બહાર નીકળી જાય છે અને જુદી જમા થાય છે. કાચી ધાતુના ભારે કણ ટાંકીની નીચેની બાજુએ જમા કરવામાં આવે છે. ટૂંકમાં કહીએ તો આ પધ્ધતિ ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમ પર આધારિત છે. જેથી સમાન આકારના કણ તેમના વિશિષ્ટ વજનને કારણે પાણીની મદદથી જુદા કરવામાં આવે છે.



8.9 જળશક્તિ પર આધારિત પૃથ્થકરણ

આ. ચુંબકીય પૃથ્થકરણ પધ્ધતિ (Magnetic separation method) : આ પધ્ધતિમાં વિદ્યુત ચુંબકત્વ ધરાવતા યંત્રની આવશ્યકતા હોય છે. બે પ્રકારના લોખંડના રોલર (Roller) અને તેમના પર સતત ગોળ ફરતો પટ્ટો આ યંત્રના બે મહત્ત્વના ભાગ છે. બે રોલરમાંથી એક વિદ્યુત ચુંબકીય જ્યારે એક અચુંબકીય હોય છે. આ પટ્ટો ચામડાનો અથવા પિત્તળનો (અચુંબકીય) હોય છે. રોલર પર ફરતા પટ્ટા (Conveyer belt) પર અચુંબકીય રોલરની બાજુએ કાચી ધાતુનો બારિક ભૂકો નાખવામાં આવે છે. ચુંબકીય રોલરની નીચે બે સંગ્રાહક પાત્ર મૂકવામાં આવે છે.

કાચી ધાતુમાંના અચુંબકીય ભાગના કણ ચુંબકીય રોલર તરફ આકર્ષિત થતા નથી અને ફરતા રહેતા પટ્ટા પર વહેતા વહેતા આગળ જાય છે અને ચુંબકીય રોલરથી દૂર આવેલા સંગ્રાહક પાત્રમાં પડે છે. તેજ સમયે કાચી ધાતુમાંના ચુંબકીય ભાગના કણ ચુંબકીય રોલર પર ચોંટી ગયા હોવાથી પટ્ટાની નજીકના સંગ્રાહકમાં પડે છે.



8.10 ચુંબકીય પૃથ્થકરણ

આ રીતે કાચી ધાતુમાંથી ચુંબકીય અને અચુંબકીય કણો ચુંબકત્વને કારણે જુદા કરી શકાય છે. દા.ત.કલાઈ ધાતુની કાચી ધાતુ કેસિટરાઇટ છે. આ કાચી ધાતુમાં મુખ્યત્વે અચુંબકીય ઘટક સ્ટનિક ઓક્સાઈડ (SnO_2) અને ચુંબકીય ઘટક ફેરસ ટંગસ્ટેટ ($FeWO_4$) હોય છે. તેમનું વિદ્યુતચુંબકીય પધ્ધતિથી પૃથ્થકરણ કરવામાં આવે છે.

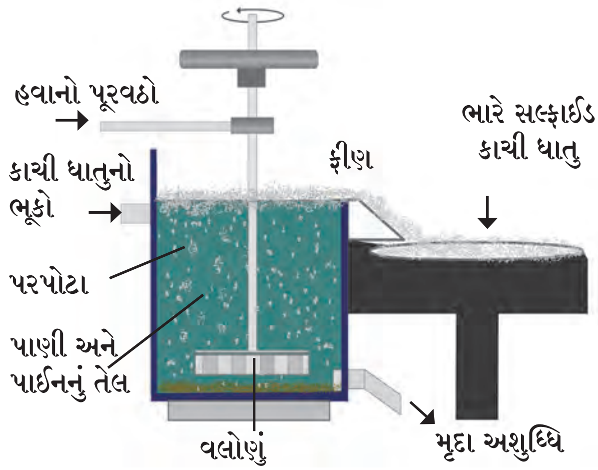
ઇ. ફીણપ્લવન (ફીણતરણ) પધ્ધતિ (Froth floatation method)

ફીણપ્લવન પધ્ધતિ કાચી ધાતુમાંના કણોના પરસ્પરવિરોધી જળસ્નેહી (Hydrophilic) અને જળવિરોધી (Hydrophobic) આ બે ગુણધર્મો પર આધારિત હોય છે. જેમાં ધાતુના સલ્ફાઈડના કણ તેના જળવિરોધી ગુણધર્મને કારણે મુખ્યત્વે તેલમાં ભીંજાય છે અને મૃદા અશુદ્ધિ તેમના જળસ્નેહી ગુણધર્મને કારણે પાણીથી જ ભીંજાય છે. આ ગુણધર્મોનો ઉપયોગ કરીને ફીણપ્લવન પધ્ધતિ વડે કેટલીક ચોક્કસ કાચી ધાતુનું સકેન્દ્રકરણ કરવામાં આવે છે.

ઇન્ટરનેટ મારો મિત્ર

ધાતુ નિષ્કર્ષણના વિવિધ તબક્કાની માહિતી શોધીને વર્ગમાં બધાને જણાવો. તેમજ તેના પર આધારિત વિડીઓનો સંગ્રહ કરો.

આ પદ્ધતિમાં કાચી ધાતુનો બારીક ભૂકો પાણી ભરેલી એક મોટી ટાંકીમાં નાખવામાં આવે છે ફીણ નિર્માણ કરવા માટે ચોક્કસ વનસ્પતિના તેલ દા.ત.પાઈન તેલ, નિલગીરીનું તેલ વગેરે પાણીમાં નાખવામાં આવે છે. ઉચ્ચ દબાણની હવા પાણીમાં ફેરવવામાં આવે છે. પ્લવન ટાંકીના મધ્યભાગમાં પોતાની ધરીની આસપાસ ફરતું એક (રવઈ) વલોણું હોય છે. વલોણાનો ઉપયોગ આવશ્યકતાનુસાર કરવામાં આવે છે. હવાના પ્રવાહને કારણે પરપોટા તૈયાર થાય છે. વલોણાને કારણે તેલ, પાણી અને હવાના પરપોટા મળીને ફીણ તૈયાર થાય છે. પાણીના પૃષ્ઠભાગ પર ફીણ તરવા લાગે છે. માટે જ આ પદ્ધતિને ફીણપ્લવન પદ્ધતિ કહે છે.



8.11 ફીણપ્લવન પદ્ધતિ

વિશિષ્ટ સલ્ફાઈડ કાચી ધાતુના કણ મુખ્યત્વે તેલથી ભીંજાવાથી ફીણ સાથે પાણી પર તરે છે. દા.ત. ઝિંક બ્લેંડ (ZnS) અને કૉપર પાયરાઈડ ($CuFeS_2$) ના સકેન્દ્રકરણ માટે આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

ઈ. નિક્ષાલન (Leaching)

એલ્યુમિનિયમ, સોનું, ચાંદી જેવી ધાતુનું તેમની કાચી ધાતુમાંથી નિષ્કર્ષણ કરવાનો પહેલો તબક્કો એટલે નિક્ષાલન પદ્ધતિ. જેમાં કાચી ધાતુને એક ચોક્કસ દ્રાવણમાં લાંબા સમય સુધી પલાળી રાખવામાં આવે છે. દ્રાવણ સાથે વિશિષ્ટ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થઈને કાચી ધાતુ તેમાં ઓગળે છે. માત્ર મૃદા અશુદ્ધિની પ્રક્રિયા ન થવાથી તે ઓગળતી નથી અને તેથી તેને જુદી કરી શકાય છે. દા.ત. એલ્યુમિનિયમની કાચી ધાતુ બોક્સાઈટનું સકેન્દ્રકરણ નિક્ષાલન પદ્ધતિથી કરવામાં આવે છે અને જેમાં જલીય $NaOH$ અથવા જલીય Na_2CO_3 ના દ્રાવણમાં બોક્સાઇટને પલાળીને રાખતા તેમાંથી મુખ્ય ઘટક એલ્યુમિના ઓગળે છે.

શું તમે જાણો છો ?

અળવીના પાન પર પાણી ચોંટતું નથી તેમજ મીણ પર પણ ચોંટતું નથી. પરંતુ મીઠા અને સાબુનું પાણી ચોંટે છે એટલે કે પાણીથી ભીંજાય છે.

યાદ કરો. ઇલેક્ટ્રોનની પરિભાષામાં ઓક્સિડીકરણ અને ક્ષપણ એટલે શું ?

કાચી ધાતુમાંથી ધાતુનુ નિષ્કર્ષણ કરતી વખતે ધાતુના ધનાયન પાસેથી ધાતુ મેળવવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયામાં ધાતુના ધનાયનનું ક્ષપણ કરવું પડે છે. ક્ષપણ કેવી રીતે કરવું એ ક્રિયાશીલતા પર આધારિત હોય છે. આપણે પહેલા જ ક્રિયાશીલતા શ્રેણી વિશે માહિતી મેળવી છે.

2. ધાતુનું નિષ્કર્ષણ (Extraction of metals)

અ. ક્રિયાશીલ ધાતુનું નિષ્કર્ષણ : ક્રિયાશીલતા શ્રેણી પર સૌથી ઉપર આવેલી ધાતુ ખૂબ ક્રિયાશીલ હોય છે. શ્રેણીમાં ઉતરતા ક્રમથી તેમની ક્રિયાશીલતા ઓછી થતી જાય છે. દા.ત.પોટેશિઅમ, સોડિઅમ, એલ્યુમિનિયમ ક્રિયાશીલ ધાતુ છે. વધુ ક્રિયાશીલ ધાતુમાં તેમની બાહ્યતમ કક્ષાના ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવીને તેના ધન આયન હોવાની ક્ષમતા વધારે હોય છે. દા.ત. વધુ ક્રિયાશીલ ધાતુની સૌમ્ય એસિડ સાથે તીવ્ર પ્રક્રિયા થઇને હાયડ્રોજન વાયુ નિર્માણ થાય છે. વધુ ક્રિયાશીલ ધાતુની ઓરડાના ઉષ્ણતામાને હવામાંના ઓક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા થઈ સળગે છે. તેમના નિષ્કર્ષણ માટે વિદ્યુત વિઘટન ક્ષપણ પદ્ધતિ વાપરવી પડે છે. દા.ત. સોડિઅમ, કેલ્શિઅમ અને મેગ્નેશિઅમ ધાતુ તેમના ઓગળેલા ક્લોરાઈડ ક્ષારોના વિઘટનથી મેળવવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયામાં ધાતુ ઋણાગ્ર પર (કેથોડ પર) જમા થાય છે અને ક્લોરીન વાયુ ધનાગ્ર પર (એનોડ પર) મુક્ત થાય છે. ઓગળેલા સોડિઅમ ક્લોરાઈડનું વિદ્યુત વિઘટન કરીને સોડિઅમ ધાતુ મેળવતી વખતે વિદ્યુત અગ્રો પર થતી પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે છે.

ઋણાગ્ર પ્રક્રિયા $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$ (ક્ષપણ)

ધનાગ્ર પ્રક્રિયા $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$ (ઓક્સિડીકરણ)

મગજ ચલાવો. મેગ્નેશિઅમ ક્લોરાઈડ અને કેલ્શિયમ ક્લોરાઈડની ઓગળેલી અવસ્થામાં વિદ્યુત વિઘટન માટે વિદ્યુત અગ્ર પ્રક્રિયા લખો.

એજ રીતે કાચી ધાતુ બોક્સાઇટમાંના એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઇડના વિદ્યુત વિઘટન ક્ષપણ દ્વારા એલ્યુમિનિયમ કેવી રીતે મેળવવામાં આવે છે તે આપણે આગળ જોઈશું.

એલ્યુમિનિયમનું નિષ્કર્ષણ

એલ્યુમિનિયમ સંજ્ઞા : Al	**રંગ : સફેદ રૂપેરી**	
પરમાણુક્રમાંક : 13	**ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ : 2, 8, 3**	**બંધાનાંક : 3**

એલ્યુમિનિયમ ક્રિયાશીલ ધાતુ હોવાથી નિસર્ગમાં મુક્ત અવસ્થામાં મળી આવતું નથી. ઓક્સિજન અને સિલિકૉન પછી એલ્યુમિનિઅમ એ ત્રીજું મૂળદ્રવ્ય છે જે ભૂપૃષ્ઠમાં મબલખ પ્રમાણમાં મળે છે. એલ્યુમિનિયમનું તેની મુખ્ય કાચી ધાતુ બોક્સાઈટ ($Al_2O_3.nH_2O$) માંથી નિષ્કર્ષણ કરવામાં આવે છે. બોક્સાઈટમાં 30% થી 70% જેટલું Al_2O_3 અને બાકીનો ભાગ મૃદા અશુધ્ધિનો હોય છે. જે રેતી, સિલિકા, આયર્ન ઓક્સાઈડ વગેરેનો બનેલો હોય છે. એલ્યુમિનિયમ નિષ્કર્ષણના બે પગથિયા છે.

i. કાચી ધાતુ બોક્સાઈટનું સકેન્દ્રણ (Concentration of bauxite ore) : એલ્યુમિનિયમની મુખ્ય કાચી ધાતુ બોક્સાઈટ છે. બોક્સાઇટમાં સિલિકા (SiO_2), ફેરિક ઓક્સાઇડ (Fe_2O_3) અને ટિટેનિઅમ ઓક્સાઇડ (TiO_2) જેવી અશુધ્ધિ હોય છે. બેઅરની પધ્ધતિથી અથવા હૉલની પધ્ધતિથી નિક્ષાલન કરીને અશુધ્ધિ જુદી કરવામાં આવે છે. આ બંને પ્રક્રિયામાં છેલ્લે નિસ્તાપન ક્રિયા દ્વારા એલ્યુમિના મેળવવામાં આવે છે.

બેઅરની પ્રક્રિયામાં સૌ પ્રથમ કાચીધાતુને ગોળાકાર ચક્કીમાં દળીને ભૂક્કો બનાવવામાં આવે છે. ત્યારબાદ સારસંગ્રાહકમાં (Digester) ઊંચા દબાણ હેઠળ 2 થી 8 કલાક સુધી કૉસ્ટિક સોડાના (NaOH) દ્રાવણ સાથે 140 ^{0}C થી 150 ^{0}C ઉષ્ણતામાને ગરમ કરીને તેનું નિક્ષાલન કરવામાં આવે છે.

એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડ ઉભયધર્મી હોવાના કારણે સોડિયમ હાયડ્રોક્સાઇડના જલીય દ્રાવણમાં ઓગળે છે અને પાણીમાં દ્રાવ્ય સોડિઅમ એલ્યુમિનેટ તૈયાર થાય છે. એટલે કે સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઈડના દ્રાવણ વડે બોક્સાઈટનું નિક્ષાલન થાય છે.

$$Al_2O_3.2H_2O\ (s) + 2NaOH\ (aq) \longrightarrow 2\ NaAlO_2\ (aq) + 3\ H_2O\ (l)$$

મૃદા અશુદ્ધિમાંનો આયર્ન ઓક્સાઇડ જલીય સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઇડમાં ઓગળતો નથી. તેને ગાળીને જુદો કરી શકાય છે. જ્યારે મૃદા અશુદ્ધિમાં રહેલ સિલિકા સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઇડના જલીય દ્રાવણમાં ઓગળી, પાણીમાં દ્રાવ્ય સોડિઅમ સિલિકેટ તૈયાર થાય છે.

જલદ સોડિઅમ એલ્યુમિનેટને પાણીમાં ઉમેરી દ્રાવણને મંદ બનાવવામાં આવે છે અને 50 ^{0}C સુધી ઠંડુ કરવામાં આવે છે. તેથી એલ્યુમિનિયમ હાયડ્રોક્સાઈડનું અવક્ષેપણ થાય છે.

$$NaAlO_2 + 2H_2O \longrightarrow NaOH + Al(OH)_3 \downarrow$$

હૉલની પ્રક્રિયામાં કાચી ધાતુનો ભૂકો કરીને સારસંગ્રાહકમાં જલદ સોડિઅમ કાર્બોનેટ સાથે ગરમ કરતા પાણીમાં અદ્રાવ્ય સોડિઅમ એલ્યુમિનેટ તૈયાર થાય છે. ત્યાર બાદ અદ્રાવ્ય અશુધ્ધિ ગાળીને તેને ગરમ કરીને તેમાંથી કાર્બન ડાયઓક્સાઈડ વાયુ પ્રવાહિત કરીને તેનું ઉદાસીનીકરણ કરવામાં આવે છે. તેથી એલ્યુમિનિયમ હાયડ્રોક્સાઈડનું અવક્ષેપણ થાય છે.

$$Al_2O_3.2H_2O(s) + Na_2CO_3(aq) \longrightarrow 2\ NaAlO_2\ (aq) + CO_2 + 2\ H_2O\ (l)$$

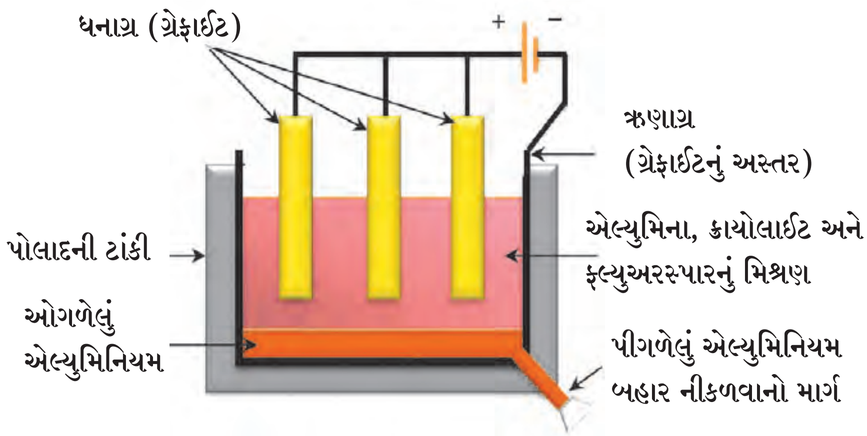
$$2NaAlO_2(aq) + 3H_2O + CO_2 \longrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + Na_2CO_3$$

આ બંને પ્રક્રિયા દ્વારા મળતા એલ્યુમિનિયમ હાયડ્રોક્સાઈડ [$Al(OH)_3$] ના અવક્ષેપ ગાળી, પાણીથી ધોઇ સૂકવી અને 1000^0C સુધી ગરમ કરીને નિસ્તાપન કરીને એલ્યુમિના મેળવવામાં આવે છે.

$$2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$$

ii. એલ્યુમિનાનું વિદ્યુત પૃથ્થકરણીય ક્ષપણ (Electrolytic reduction of alumina)

આ પદ્ધતિમાં એલ્યુમિનાનાં ઓગળેલા મિશ્રણનું (ગલન બિંદુ >2000 ^0C) સ્ટીલની ટાંકીમાં વિદ્યુત પૃથ્થકરણ કરવામાં આવે છે. આ ટાંકીના અંદરના ભાગની સપાટી પર ગ્રેફાઈટનું સ્તર હોય છે. ગ્રેફાઈટનું સ્તર ઋણાગ્ર તરીકે વર્તે છે. પીગળેલા વિદ્યુત વિઘટકમાં ડૂબાડેલા કાર્બનના (ગ્રેફાઈટ) સળીયા ધનાગ્ર તરીકે વર્તે છે. ગલન બિંદુ 1000 ^0C સુધી નીચું લાવવા માટે મિશ્રણની અંદર ક્રાયોલાઇટ (Na_3AlF_6) અને ફ્લુઅરસ્પાર (CaF_2)ઉમેરવામાં આવે છે.



8.12 એલ્યુમિનિયમનું નિષ્કર્ષણ

વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતા પીગળેલું એલ્યુમિનિયમ ઋણાગ્ર પર જમા થાય છે. પીગળેલું એલ્યુમિનિયમ વિદ્યુત વિઘટક કરતા ભારે હોવાના કારણે ટાંકીના તળિયે ભેગું થાય છે. તેને ટાંકીના તળિયેથી વારંવાર કાઢવામાં આવે છે. બીજી બાજુ ધનાગ્ર ઉપર ઓક્સિજન વાયુ મુક્ત થાય છે.

ઈલેક્ટ્રોડ પર થતી પ્રક્રિયા નીચે દર્શાવી છે.

ધનાગ્ર પ્રક્રિયા $2O^- \longrightarrow O_2 + 4e^-$ (ઓક્સિડીકરણ)

ઋણાગ્ર પ્રક્રિયા $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al(l)$ (ક્ષપણ)

મુક્ત થયેલા ઓક્સિજન વાયુની કાર્બન ઋણાગ્ર સાથે પ્રક્રિયા થઈ કાર્બન ડાયઓક્સાઈડ વાયુ તૈયાર થાય છે. એલ્યુમિનાનું વિદ્યુત પૃથ્થકરણ થતી વખતે ધનાગ્રનું ઓક્સિડીકરણ થતું હોય છે માટે તેને સમયે સમયે બદલવામાં આવે છે.

આ. મધ્યમ ક્રિયાશીલ ધાતુનું નિષ્કર્ષણ

કહો જોઈએ !

1. મધ્યમ ક્રિયાશીલ ધાતુ કઈ ?
2. મધ્યમ ક્રિયાશીલ ધાતુ નિસર્ગમાં કયા સ્વરૂપમાં મળે છે ?

ક્રિયાશીલ ધાતુઓની શ્રેણીની મધ્યમાં લોખંડ, જસત, સીસું, તાંબુ જેવી મધ્યમ ક્રિયાશીલ ધાતુઓ આવેલી છે. આ ધાતુઓ કુદરતમાં સાધારણ રીતે સલ્ફાઈડ્સ અથવા કાર્બોનેટનાં સ્વરૂપમાં મળે છે.

ધાતુના સલ્ફાઇડ અથવા કાર્બોનેટ કરતા, તેમના ઓક્સાઈડમાંથી ધાતુ મેળવવાનું સહેલું હોય છે. સલ્ફાઇડ કાચી ધાતુને વધુ હવામાં તીવ્રતાથી ગરમ કરવામાં આવે છે અને તેનું ઓક્સાઈડમાં રૂપાંતર કરવામાં આવે છે. આ ક્રિયાને **ભૂંજન (Roasting)** કહે છે. કાર્બોનેટ કાચી ધાતુને મર્યાદિત હવામાં તીવ્રતાથી ગરમ કરવામાં આવે છે અને તેનું ઓક્સાઈડમાં રૂપાંતર થાય છે. આ ક્રિયાને **નિસ્તાપન (Calcination)** કહે છે. જસતની કાચી ધાતુનું ભૂંજન અને નિસ્તાપન થતા નીચે મુજબ રાસાયણિક પ્રક્રિયા થાય છે.

ભૂંજન $2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2\uparrow$

નિસ્તાપન $ZnCO_3 \longrightarrow ZnO + CO_2\uparrow$

ત્યારબાદ કાર્બન જેવા યોગ્ય ક્ષપણકનો ઉપયોગ કરીને ઝીંક ઓક્સાઈડનું ક્ષપણ કરતા ઝીંક (જસત) મળે છે.

$$ZnO + C \longrightarrow Zn + CO\uparrow$$

ધાતુઓના ઓક્સાઈડનું ક્ષપણ કરીને ધાતુ મેળવવા માટે કાર્બનની જેમ સોડીઅમ, કેલ્શિયમ, એલ્યુમિનિયમ જેવી અતિક્રિયાશીલ ધાતુઓનો ક્ષપણક તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કારણ કે આ ધાતુઓ મધ્યમ ક્રિયાશીલ ધાતુઓને એમના સંયોજનમાંથી વિસ્થાપિત કરે છે. દા.ત. મેંગેનીઝ ડાયઓક્સાઈડને, એલ્યુમિનિયમના ભૂકા સાથે પ્રજ્વલિત કરવામાં આવે છે ત્યારે નીચે પ્રમાણે પ્રક્રિયા થાય છે.

$$3\,MnO_2 + 4\,Al \longrightarrow 3Mn + 2\,Al_2O_3 + \text{ઉષ્ણતા}$$

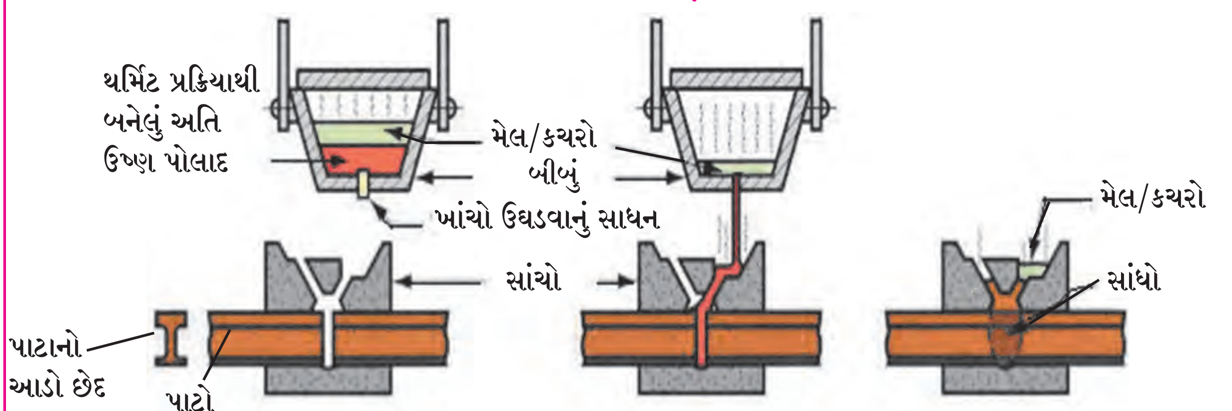
ઉપરની પ્રક્રિયામાં જેનું ઓક્સિડીકરણ અને ક્ષપણ થયું છે તેવા પદાર્થ ઓળખો.

આ પ્રક્રિયામાં મુક્ત થતી ઉષ્ણતા એટલા મોટા પ્રમાણમાં હોય છે કે, ધાતુ પીગળેલી અવસ્થામાં હોય છે. આવા પ્રકારનું બીજું ઉદાહરણ એટલે થર્મિટ પ્રક્રિયા. આમાં આયર્ન ઓક્સાઈડની એલ્યુમિનિયમ સાથે પ્રક્રિયા થઈને આયર્ન અને એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડ તૈયાર થાય છે.

$$Fe_2O_3 + 2Al \longrightarrow 2Fe + Al_2O_3 + \text{ઉષ્ણતા}$$

શું તમે જાણો છો ?

રેલ્વેના પાટાના જોડાણમાં વપરાતી પધ્ધતિ



8.13 થર્મિટ જોડાણ (વેલ્ડીંગ)

ઇ. ઓછી ક્રિયાશીલ ધાતુનું નિષ્કર્ષણ

ક્રિયાશીલતાની શ્રેણીમાં નીચે આવેલી ધાતુઓ ઓછી ક્રિયાશીલ હોય છે. માટે નિસર્ગમાં મુક્ત અવસ્થામાં મળી આવે છે. ઉદા. સોનુ, ચાંદી અને પ્લેટિનમ. મુક્તાવસ્થામાં તાંબાનો જથ્થો હવે વધારે વધ્યો નથી. હવે તાંબુ મુખ્યત્વે Cu_2S ના સ્વરૂપમાં મળે છે. Cu_2S કાચીધાતુને માત્ર હવામાં ગરમ કરતાં તાંબુ મેળવી શકાય છે.

$$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2\,Cu_2O + 2SO_2\uparrow$$
$$2\,Cu_2O + Cu_2S \longrightarrow 6Cu + SO_2\uparrow$$

માહિતી મેળવો. પારાની કાચી ધાતુ સિનાબાર(HgS)માંથી પારો કેવી રીતે મેળવવામાં આવે છે તેની માહિતી મેળવો અને તે સંબંધિત રાસાયણિક પ્રક્રિયા લખો.

3. ધાતુઓનું શુદ્ધિકરણ

ઉપર વર્ણન કરેલી વિવિધ ક્ષપણ પદ્ધતિથી મેળવેલી ધાતુઓ વધારે પ્રમાણમાં શુદ્ધ હોતી નથી. એમનામાં અશુદ્ધિ હોય છે. શુદ્ધ ધાતુ મેળવવા માટે આ અશુદ્ધિઓ દૂર કરવામાં આવે છે. અશુદ્ધ ધાતુને શુદ્ધ કરવા માટે વિદ્યુત પૃથ્થકરણ પધ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

ધાતુઓનું ખવાણ (Corrossion of metals)

યાદ કરો.

1. ખવાણ એટલે શું ?
2. તમે ક્યારેય નીચેની બાબતોનું નિરીક્ષણ કર્યું છે કે ?

ઈમારતના જૂના લોખંડના સળિયા, ઘણાં સમયથી સાફ ન થયેલ તાંબાના વાસણો, ઘણાં સમય સુધી હવાના સંપર્કમાં રહેલ ચાંદીના દાગીના અથવા મૂર્તિ, જૂના ટકાઉ વાહનો.

વિચાર કરો.

1. હવામાં રાખેલા ચાંદીના વાસણો સમયાંતરે કાળા જ્યારે તાંબાના વાસણો લીલાશ ધરાવતા શાથી થાય છે ?
2. શુદ્ધ સોનુ અને પ્લેટિનમ હંમેશા ચકચકિત હોય છે કે ?

લોખંડની વસ્તુઓને કાટ લાગવાથી મોટા પ્રમાણમાં આર્થિક નુકસાન થાય છે. તેથી લોખંડનું ખવાણ એટલે કે કાટ લાગવો એ ગંભીર સમસ્યા છે.

1. લોખંડની ભેજવાળી હવા સાથે પ્રક્રિયા થવાથી એના ઉપર એક તપખીરીયા રંગના પદાર્થનો થર ($Fe_2O_3 . H_2O$) જમા થાય છે. આ પદાર્થને કાટ (Rust) કહે છે.
2. તાંબાના વાસણના પૃષ્ઠભાગ પર ભેજવાળી હવામાંના કાર્બન ડાયઓક્સાઇડની પ્રક્રિયા થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં તાંબા પર કૉપર કાર્બોનેટનો ($CuCO_3$) લીલા રંગનો થર જમા થવાથી તાંબાનો ચળકાટ ઓછો થાય છે. તેને જ તાંબાનું મલિન થવું (Patination) કહેવાય છે.
3. ચાંદીની વસ્તુઓ હવાના સંપર્કમાં આવતા થોડાક સમય પછી કાળી પડે છે, કારણ કે હવામાંના હાયડ્રોજન સલ્ફાઇડ સાથે ચાંદીની પ્રક્રિયા થઈને સિલ્વર સલ્ફાઇડનો (Ag_2S) થર તૈયાર થાય છે.
4. એલ્યુમિનિયમનું ઓક્સિડીકરણ થઈને એલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડનું પાતળું પડ તૈયાર થાય છે.

કાળું પડેલું વાસણ

કટાયેલી સાંકળ

300 વર્ષ પહેલા તાંબામાંથી બનાવેલું સ્વાતંત્ર્યદેવીનું પૂતળું લીલાશ પડતા રંગનું થયું છે.

8.14 ખવાણના પરિણામ

ખવાણ પ્રતિબંધ (Prevention of corrosion)

કહો જોઈએ !

1. ધાતુમાંથી બનાવેલી વસ્તુઓનું ખવાણ અટકાવવા માટે અથવા ખવાણ પ્રક્રિયા પૂર્ણપણે શરૂ ન થાય તે માટે તમે ક્યો ઉપાય સૂચવશો ?
2. તમારા ઘરની લોખંડની બારીઓ, લોખંડના દરવાજા જેવી અનેક વસ્તુઓ પર કાટ ન ચડે તે માટે શું કરવામાં આવે છે?

ધાતુનું ખવાણથી રક્ષણ કરવા માટે વિવિધ પધ્ધતિઓ વાપરવામાં આવે છે. મોટે ભાગે બધી પધ્ધતિમાં લોખંડ કટાય નહીં તે તરફ વિશેષ ધ્યાન આપવામાં આવે છે. લોખંડ કટાવાની પ્રક્રિયાનો દર આપણે ઓછો કરી શકીએ છીએ ધાતુઓનો હવા સાથે સંપર્ક અટકાવીએ તો ધાતુનું ખવાણ રોકી શકાય છે. વિવિધ માર્ગે ખવાણ પ્રતિબંધ કરી શકીએ છીએ. તે માટેની કેટલીક પધ્ધતિ નીચે પ્રમાણે છે.

1. ધાતુના પૃષ્ઠભાગ પર એવા પદાર્થનો થર બેસાડવામાં આવે કે, જેથી ધાતુનો હવામાંનો ભેજ અને ઓક્સિજન સાથેનો સંપર્ક રોકી શકાય અને એમના વચ્ચે પ્રક્રિયા ન થાય.
2. ધાતુના પૃષ્ઠભાગ ઉપર રંગ, તેલ, ગ્રીસ, વોર્નિશનો થર આપીને ધાતુનું ખવાણ રોકી શકાય. દા.ત.લોખંડનું ખવાણ આ પધ્ધતિથી રોકી શકાય.

મગજ ચલાવો. આપણે લોખંડની વસ્તુના પૃષ્ઠભાગ પર રંગનો થર લગાડીને તે વસ્તુને કાયમ માટે કટાવાથી અટકાવી શકીએ કે?

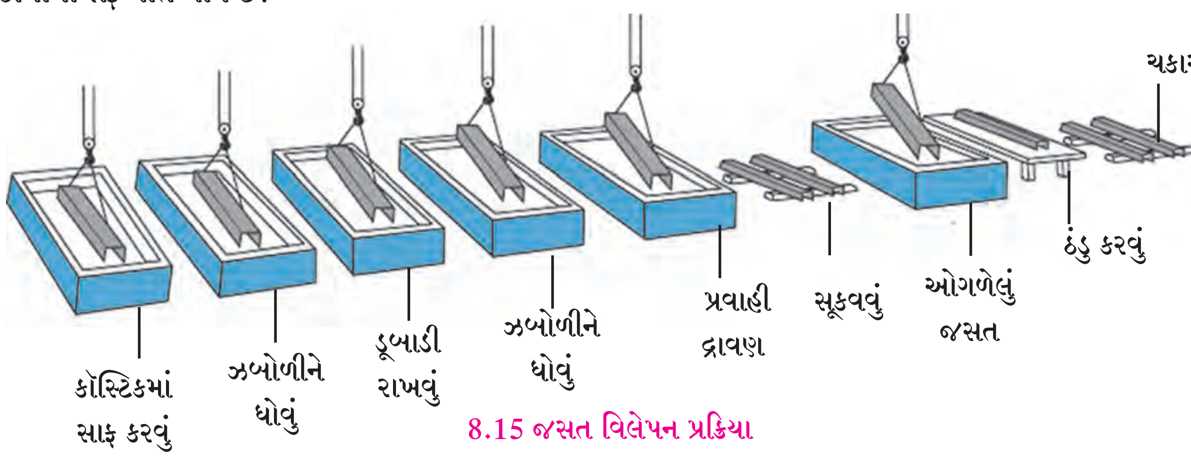
રંગ લગાડવાથી આપણે કાટથી વસ્તુનું કાયમ માટે રક્ષણ કરી શકતા નથી. રંગ લગાડવાની પધ્ધતિ કેટલોક સમય માટે યોગ્ય છે. વસ્તુના પૃષ્ઠભાગ પર લગાડેલા રંગમાં જો એકાદ તિરાડ પડી અને જો ધાતુનો થોડોક પણ પૃષ્ઠભાગ હવાના સંપર્કમાં આવે તો રંગના થરની નીચે કટાવાની પ્રક્રિયા શરૂ થઈ જાય છે.

લોખંડનું નવું પતરું શાથી ચમકતું દેખાય છે ?

ખવાણક્ષમ ધાતુ ઉપર અખવાણક્ષમ ધાતુનો થર ચડાવવાથી ખવાણ રોકી શકાય છે. તે અનેક પ્રકારે કરી શકાય.

1. જસત વિલેપન (Galvanizing)

આ પધ્ધતિમાં લોખંડ અથવા સ્ટીલનું ખવાણ રોકવા માટે એના ઉપર જસતનો પાતળો થર આપવામાં આવે છે. દા.ત. લોખંડના ચમકતા ખીલા, ટાંકણી વગેરે. આ પધ્ધતિમાં લોખંડ કરતાં જસત વધુ વિદ્યુતધન હોવાથી તેનું ખવાણ પહેલાં થાય છે. કેટલાક ચોમાસા બાદ જસતનો થર નીકળી જાય છે અને અંદરનું લોખંડ ખુલ્લું થાય છે. આ સમયે લોખંડ કટાવાની શરૂઆત થાય છે.



8.15 જસત વિલેપન પ્રક્રિયા

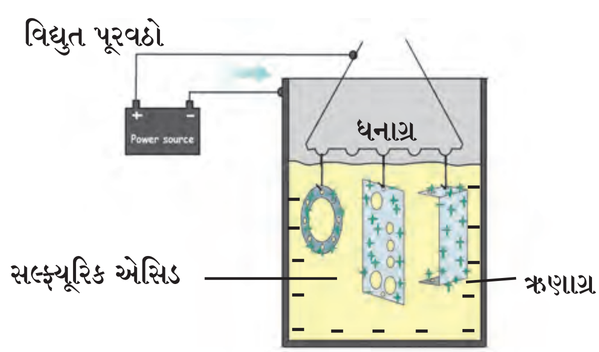
2. કલાઈ (Tinning)

આ પધ્ધતિમાં ઓગળેલી કલાઈનો થર બીજી ધાતુ પર આપવામાં આવે છે. તેને જ આપણે કલાઈ કરવી એમ કહીએ છીએ. ખવાણના કારણે તાંબાના અને પિત્તળના વાસણો પર લીલા રંગનો થર જમા થાય છે. આ લીલા રંગનો થર ઝેરી હોય છે. આવા વાસણમાં છાશ, કઢી વગેરે રાખતા તે ખરાબ થઈ જાય છે. તેને અટકાવવા માટે જ કલાઈ કરવામાં આવે છે.

3. ધનધ્રુવીલેપન (Anodiszation)

આ પધ્ધતિમાં તાંબુ, એલ્યુમિનિયમ, જેવી ધાતુઓ પર વિદ્યુત વિઘટન દ્વારા તેમનાં પર ઓક્સાઇડનો પાતળો અને મજબૂત થર આપવામાં આવે છે. તે માટે તાંબા અથવા એલ્યુમિનિયમની વસ્તુ ધનાગ્ર તરીકે વપરાય છે. આ ઓક્સાઈડનો લેપ પૃષ્ઠભાગ પર દરેક જગ્યાએ એક સરખો હોવાથી ધાતુનું ખવાણ રોકવા માટે ઉપયોગી નીવડે છે.

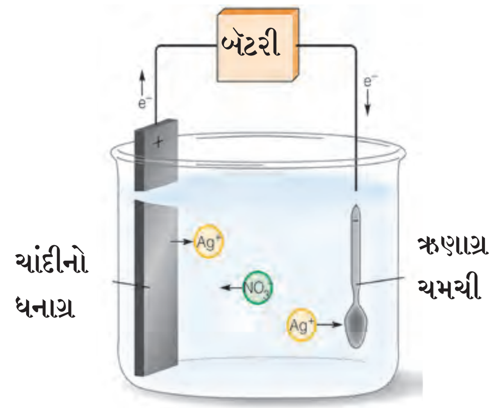
દા.ત. જ્યારે એલ્યુમિનિયમનું ધનધ્રુવીલેપન કરવામાં આવે છે. ત્યારે તેના પર તૈયાર થયેલા એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઈડના પાતળા થરને કારણે તેની નીચેના એલ્યુમિનિયમનો ઓક્સિજન અને પાણી સાથેનો સંપર્ક અટકાવી શકાય છે. આમ ત્યાર બાદ થનાર ઓક્સિડીકરણ રોકવામાં આવે છે. ધનધ્રુવીલેપન કરતી વખતે ઓક્સાઈડનો થર વધુ જાડો કરીને સંરક્ષણ વધારે વધારી શકાય છે.



8.16 ધનધ્રુવીલેપન

4. વિદ્યુત વિલેપન (Electeroplating)

આ પધ્ધતિમાં વિદ્યુત પૃથ્થકરણ દ્વારા વધુ ક્રિયાશીલ ધાતુ ઉપર ઓછી ક્રિયાશીલ ધાતુનો થર આપવામાં આવે છે. ચાંદીનું વિલેપન કરેલા ચમચા, સોનારનું વિલેપન કરેલા દાગીના વિદ્યુત વિલેપનના ઉદાહરણો છે.



8.17 વિદ્યુત વિલેપન

5. સંમિશ્રીકરણ (Alloying)

આજના સમયમાં ધાતુની મોટા ભાગની વસ્તુઓ સંમિશ્ર સ્વરૂપની હોય છે. તેની પાછળનો હેતુ ધાતુના ખવાણની તીવ્રતા ઓછી કરવી છે. એક ધાતુમાં ચોક્કસ પ્રમાણમાં અન્ય ધાતુ અથવા અધાતુ મેળવીને તૈયાર થતા એકરસ મિશ્રણને સંમિશ્રણ કહેવામાં આવે છે. દા.ત. બ્રોન્ઝ એ 90% તાંબુ અને 10% કલાઈમાંથી તૈયાર કરેલ મિશ્રણ છે. બ્રોન્ઝના પૂતળા ચોમાસામાં પણ સારા રહે છે. હવા-પાણીના ડાઘ ન પડે અને કટાય નહીં તેવું સ્ટીલ 74% લોહ, 18% ક્રોમિઅમ અને 8% કાર્બનમાંથી તૈયાર કરેલ સંમિશ્રણ છે એ જ પ્રમાણ આજકાલ સિક્કા બનાવવા માટે વિશિષ્ટ પ્રકારના સંમિશ્રણ તૈયાર કરવામાં આવે છે.

8.18 વિવિધ સિક્કા

શું તમે જાણો છો ?

સંમિશ્રણમાં જ્યારે પારાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે ત્યારે તેને પારદ્સંમિશ્રણ (Amalgam) કહેવામાં આવે છે. સોડિઅમ અમાલ્ગમ, ઝિંક અમાલ્ગમ વગેરે. રજત પારદ સંમિશ્રણનો ઉપયોગ મોટે ભાગે દંતવૈદ્ય (ડેન્ટિસ્ટ) કરે છે. સુવર્ણ પારદ્સંમિશ્રણનો ઉપયોગ સોનાના નિષ્કર્ષણ માટે કરવામાં આવે છે.

માહિતી મેળવો.

1. દૈનિક જીવનમાં વપરાતા વિવિધ સંમિશ્રણ ક્યા છે ? તેનો ઉપયોગ ક્યાં કરવામાં આવે છે ?
2. સિક્કા બનાવવા માટે વપરાતા સંમિશ્રણમાં ક્યો ગુણધર્મ હોવો આવશ્યક છે?

સ્વાધ્યાય

1. નામ લખો.

અ. સોડીઅમનું પારા સાથેનું સંમિશ્રણ

આ. એલ્યુમિનિયમની સામાન્ય કાચી ધાતુનું અણુસૂત્ર

ઇ. એસિડ અને બેઈઝ બંને સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર અને પાણી તૈયાર કરનાર ઓક્સાઈડ

ઈ. કાચી ધાતુ દળવા માટે વપરાતું સાધન

ઉ. વિદ્યુત સુવાહક ધાતુ

ઊ. ઉમદા ધાતુઓને ઓગાળનાર પ્રક્રિયક

2. પદાર્થ અને ગુણધર્મના જોડકા જોડો.

પદાર્થ	ગુણધર્મ
અ. KBr	1. જ્વલનશીલ
આ. સોનું	2. પાણીમાં દ્રાવ્ય
ઇ. ગંધક	3. રાસાયણિક પ્રક્રિયા થતી નથી
ઈ. નિઓન	4. ઉચ્ચ તન્યતા

3. **નીચે આપેલી ધાતુને તેમની કાચી ધાતુ સાથે જોડો.**

'અ' જૂથ	'બ' જૂથ
અ. બોક્સાઈટ	1. પારો
બ. કેસિટરાઈટ	2. એલ્યુમિનિયમ
ઇ. સિનાબાર	3. કલાઈ

4. **સંજ્ઞા સ્પષ્ટ કરો.**

અ. ધાતુ વિજ્ઞાન આ. કાચી ધાતુ

ઇ. ખનિજ ઈ. મૃદા અશુધ્ધિ

5. **વૈજ્ઞાનિક કારણો લખો.**

અ. લીલા થયેલા તાંબાના વાસણને સાફ કરવા માટે લીંબુ અથવા આમલીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

આ. સામાન્ય રીતે આયનિક સંયોજનોના દ્રાવણાંક ઊંચા હોય છે.

ઇ. સોડીઅમને કેરોસીનમાં રાખવામાં આવે છે.

ઈ. ફીણપ્લવનમાં પાઈન વૃક્ષનું તેલ વાપરવામાં આવે છે.

ઉ. એલ્યુમિનાના વિદ્યુત વિઘટન વખતે સમયે સમયે ધનાગ્ર બદલવો આવશ્યક છે.

6. **તાંબાના સિક્કા સિલ્વર નાયટ્રેટના દ્રાવણમાં ડૂબાડતા, થોડી વારમાં તે ચકચકિત દેખાય છે. આવું શાથી થાય છે ? રાસાયણિક સમીકરણ લખો.**

7. **'અ' ધાતુનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ 2,8,1 છે. 'બ' ધાતુનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ 2,8,8,2 છે. આ બંને ધાતુમાંથી કઈ ધાતુ વધારે ક્રિયાશીલ છે. એમની સૌમ્ય હાયડ્રોક્લોરીક એસિડ (HCl) સાથે થતી પ્રક્રિયા લખો.**

8. **નામનિર્દેશિત આકૃતિ દોરો.**

અ. ચુંબકીય પૃથ્થકરણ

આ. ફીણપ્લવન પદ્ધતિ

ઇ. એલ્યુમિનાનું વિદ્યુત પૃથ્થકરણ.

ઈ. જલશક્તિ પર આધારિત પૃથ્થકરણ

9. **નીચેની ઘટના માટે રાસાયણિક પ્રક્રિયા લખો.**

અ. એલ્યુમિનિયમ હવાના સંપર્કમાં આવતા

આ. કૉપર સલ્ફેટના જલીય દ્રાવણમાં લોખંડનો ભૂકો નાખતા.

ઇ. ફેરિક ઓક્સાઈડની એલ્યુમિનિયમ સાથે થતી પ્રક્રિયા

ઈ. એલ્યુમિનાનું વિદ્યુત પૃથ્થકરણ કરતાં

ઊ. ઝિંક ઓક્સાઈડને સૌમ્ય હાયડ્રોક્લોરીક એસિડમાં ઓગાળતા.

10. **નીચેનું વિધાન પ્રત્યેક પર્યાય અનુસાર પૂર્ણ કરો.**

એલ્યુમિનિયમના નિષ્કર્ષણમાં ....

અ. બોક્સાઇટમાં રહેલા ઘટક, મૃદા અશુદ્ધિ

આ. કાચી ધાતુના સકેન્દ્રકરણમાં નિક્ષાલનનો ઉપયોગ

ઇ. હૉલની પધ્ધતિથી બોક્સાઇટનું એલ્યુમિનામાં રૂપાંતર કરવાની રાસાયણિક પ્રક્રિયા

ઈ. એલ્યુમિનિયમની કાચી ધાતુને તીવ્ર કોસ્ટિક સોડા સાથે ઉષ્ણતા આપતા

11. **Cu, Zn, Ca, Mg, Fe, Na, Li આ ધાતુઓનું ક્રિયાશીલ, મધ્યમ ક્રિયાશીલ અને ઓછી ક્રિયાશીલ ધાતુઓમાં વર્ગીકરણ કરો.**

ઉપક્રમ :

ધાતુના વાસણો અને ધાતુની વિવિધ વસ્તુઓનો સંગ્રહ કરો. પ્રયોગશાળામાં શિક્ષકના માર્ગદર્શન હેઠળ તેમને ચકચકિત કરવા સંદર્ભે કૃતિ કરો.

IV2C11

9. કાર્બન સંયોજનો

- કાર્બનિક સંયોજનો વચ્ચેનો બંધ
- હાયડ્રોકાર્બન, ક્રિયાત્મક સમૂહ અને સમજાત શ્રેણી
- કાર્બનિક સંયોજનોના રાસાયણિક ગુણધર્મ
- કાર્બન : એક બહુમુખી મૂળદ્રવ્ય
- કાર્બનિક સંયોજનોનું નામકરણ
- બૃહદ અણુ અને બહુલકો

યાદ કરો.

1. સંયોજનોના પ્રકાર કયા?
2. અન્નપદાર્થ, દોરા, કાગળ, ઔષધ, લાકડું, ઈંધણ જેવી રોજ વપરાતી વસ્તુ અનેક સંયોજનોથી બનેલી છે. આ સંયોજનોમાં રહેલા સામાન્ય ઘટક મૂળદ્રવ્યો કયા?
3. કાર્બન મૂળદ્રવ્ય આવર્તન કોઠાના કયા ગણમાં આવેલું છે? કાર્બનનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ લખો. કાર્બનનો બંધનાંક કેટલો તે કહો?

પાછલા ધોરણમાં આપણે જોયું કે સંયોજનોના બે મહત્ત્વના પ્રકાર છે સેન્દ્રિય સંયોજનો અને અસેન્દ્રિય સંયોજનો. ધાતુ અને કાચ/માટીથી બનેલી વસ્તુને બાજુએ મૂકીએ તો અન્નપદાર્થથી ઈંધણ સુધીની અનેક વસ્તુઓ આ સેન્દ્રિય સંયોજનોથી બનેલી હોય છે. બધા સેન્દ્રિય સંયોજનમાં અતિ આવશ્યક મૂળદ્રવ્ય એટલે કાર્બન. આશરે 200 વર્ષ પહેલા એવું મનાતું કે સેન્દ્રિય સંયોજનો પ્રત્યક્ષ રૂપે અથવા અપ્રત્યક્ષ રૂપે સજીવોમાંથી જ મળે છે. પરંતુ પ્રયોગશાળામાં અસેન્દ્રિય સંયોજનમાંથી સેન્દ્રિય સંયોજન યુરિયાનું નિર્માણ થયા બાદ સેન્દ્રિય સંયોજનોની નવી ઓળખ – કાર્બનિક સંયોજન રૂપે તૈયાર થઈ. ઘટક મૂળદ્રવ્ય કાર્બન હોય તેવા બધા સંયોજનોને કાર્બનિક સંયોજનો કહેવાય છે. પરંતુ કાર્બનના અસેન્દ્રિય સંયોજનો કાર્બન ડાયઓક્સાઈડ, કાર્બન મોનોક્સાઈડ, કાર્બાઈડ ક્ષાર, કાર્બોનેટ ક્ષાર અને બાયકાર્બોનેટ ક્ષાર તેમાં અપવાદ રૂપ છે.

કાર્બનિક સંયોજનો વચ્ચેનો બંધ (Bonds in Carbon compounds)

પાછલા ધોરણમાં તમે આયનિક સંયોજનોના ગુણધર્મ શીખી ગયા છો. તમે જાણો છો કે આયનિક સંયોજનોના દ્રાવણાંક અને ઉત્કલનાંક ઊંચા હોય છે અને ઓગળેલી તેમજ દ્રાવણ સ્થિતિમાં આયનિક સંયોજનો વિદ્યુતવાહક હોય છે. તેમજ આયનિક સંયોજનોના આ ગુણધર્મ તેમના આયનિક બંધના આધારે સ્પષ્ટ થાય છે તે પણ તમે જોયું. કોષ્ટક 9.1 માં કેટલાંક કાર્બનિક સંયોજનોના દ્રાવણાંક અને ઉત્કલનાંક આપેલા છે. આયનિક સંયોજનોની તુલનામાં આ મૂલ્ય વધારે છે કે ઓછું ?

સંયોજન	દ્રાવણાંક ^0C	ઉત્કલનાંક ^0C
મિથેન (CH_4)	- 183	- 162
ઇથેનૉલ (C_2H_5OH)	- 117	78
ક્લોરોફૉર્મ ($CHCl_3$)	- 64	61
એસેટિક એસિડ (CH_3COOH)	17	118

9.1 કેટલાંક કાર્બનિક સંયોજનોના દ્રાવણાંક અને ઉત્કલનાંક

સામાન્યરીતે કાર્બનિક સંયોજનોનો ઉત્કલનાંક 300 ^0C કરતા ઓછો જોવા મળે છે. એના પરથી ધ્યાનમાં આવે છે કે કાર્બનિક સંયોજનોમાં આંતર આણ્વિક આકર્ષણ બળ ક્ષીણ હોય છે.

પાછલા ધોરણમાં તમે વિવિધ દ્રાવણોની વિદ્યુત વાહકતાનું પરિક્ષણ કર્યું ત્યારે ગ્લુકોઝ અને યુરિયામાં વિદ્યુતવાહકતા નથી તે જણાયું. સામાન્ય પણે મોટા ભાગના કાર્બનિક સંયોજનો વિદ્યુત અવાહક હોવાનું જણાય છે. આના પરથી ધ્યાનમાં આવે છે કે મોટા ભાગના કાર્બનિક સંયોજનોની સંરચનામાં આયનિક બંધનો અભાવ છે. એનો અર્થ એ છે કે કાર્બનિક સંયોજનોમાંના રાસાયણિક બંધને કારણે આયનો નિર્માણ થતા નથી.

કહો જોઈએ !

1. રાસાયણિક બંધ એટલે શું ?
2. મૂળદ્રવ્યનો એક અણુ જેટલા રાસાયણિક બંધ તૈયાર કરે છે તે સંખ્યાને શું કહેવાય છે ?
3. રાસાયણિક બંધના બે મહત્ત્વના પ્રકાર કયા ?

પાછલા ધોરણમાં તમે મૂળદ્રવ્યોનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ અને બંધનાંક વચ્ચેનો સહસંબંધ તેમ જ આયનિક બંધ અને સહસંયોજક બંધ વિશે અભ્યાસ કર્યો છે. કાર્બન અણુનું ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ અને તૈયાર થનારા સહસંયોજક બંધના સંદર્ભની પાર્શ્વભૂમિ જોઈએ. (જુઓ કોષ્ટક 9.2)

કાર્બન અણુ	ઇલેક્ટોન સંરૂપણ	બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા	સૌથી નજીકનો ઉમદાવાયુ અને ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ	
			He	Ne
$_6C$	2, 4	4	2	2,8

9.2 કાર્બન બંધ તૈયાર થવાની પાર્શ્વભૂમિ

તમે જોયું કે એક અણુને બંધ તૈયાર કરવા માટે જે પ્રેરક શક્તિ હોય છે તે સૌથી નજીકના ઉમદાવાયુનું સ્થાયી ઇલેક્ટ્રોન સંરૂપણ મેળવી સ્થિરતા પ્રાપ્ત કરવી. કાર્બનની બહારની કક્ષામાં 4 ઇલેક્ટ્રોન હોવાથી ઉમદાવાયુ સંરૂપણ મેળવવાના કાર્બન માટે અનેક પર્યાયી માર્ગો હોઈ શકે છે.

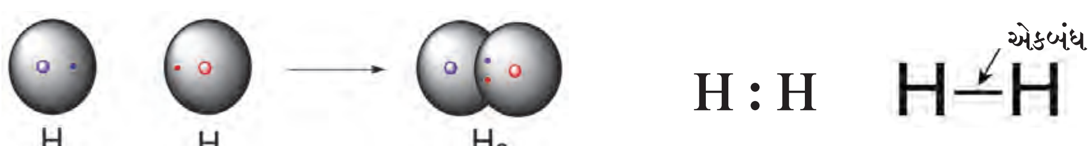
(i) બહારની કક્ષામાંથી એક પછી એક ચારેય ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવીને ઉમદાવાયુ હિલિયમનું (He) સંરૂપણ મેળવવું : આ પધ્ધતિમાં દરેક ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવ્યા બાદ અણુ પરનો કુલ ધનભાર વધતો જાય છે. તેથી બાકીના ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવવા માટે વધુ ઉર્જાની જરૂર પડે છે અને એ પહેલા કરતાં વધુ મુશ્કેલ બને છે. એ સિવાય આ પ્રક્રિયાના અંતે તૈયાર થનાર C^{4+} ધન આયનને ઉમદાવાયુનું સંરૂપણ હોવા છતા તેના નાના કદ પર રહેલા ઉચ્ચ ભારને કારણે તે અસ્થાયી બને છે. માટે કાર્બનનો અણુ ઉમદાવાયુનું સંરૂપણ મેળવવા માટે આ માર્ગ સ્વીકારતો નથી.

(ii) બહારથી કક્ષામાં એક પછી એક ચાર ઇલેક્ટ્રોન સ્વીકારીને ઉમદાવાયુ નિઓન (Ne)નું સ્થાયી સંરૂપણ મેળવવું : આ પધ્ધતિમાં દરેક નવો ઇલેક્ટ્રોન સ્વીકાર્યા બાદ કાર્બન અણુ પરનો કુલ ઋણભાર વધતો જાય છે. તેથી પછીનો ઇલેક્ટ્રોન સ્વીકારતી વખતે વધતા જતા અપાકર્ષણ બળને માત કરવા માટે વધુ ઉર્જાની જરૂર પડે છે અને તે કામ વધુ મુશ્કેલ બને છે. એ સિવાય આ પ્રક્રિયામાં અંતે તૈયાર થનારા C^{4-} ઋણ આયનને ઉમદાવાયુનું સંરૂપણ હોવા છતાં તે અસ્થાયી હોય છે. કારણ કે તેમાં કેન્દ્ર પરના +6 ધનભાર માટે આજુબાજુના 10 ઇલેક્ટ્રોનને પકડી રાખ-વા મુશ્કેલ બને છે. તેમજ C^{4-} ઋણ આયન નાના કદ પરના ઉચ્ચભારને કારણે અસ્થાયી બને છે. તેથી ઉમદાવાયુનું સંરૂપણ મેળવવા માટે કાર્બન અણુ આ માર્ગ લેતા નથી.

(iii) બહારની કક્ષાના ચાર ઇલેક્ટ્રોનની બીજા અણુના ચાર બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન સાથે ભાગીદારી (sharing) કરીને નિઓનનું સંરૂપણ પ્રાપ્ત કરવું : આ પધ્ધતિમાં બે અણુ એકબીજા સાથે બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરે છે. જેમાં ભાગીદારી થયેલા ઇલેક્ટ્રોન બંને અણુની બહારની કક્ષાનું પરસ્પર વ્યાપન થતાં તેમાં ભાગીદારી કરેલા ઇલેક્ટ્રોન સમાય છે. તેથી બંને અણુ ઉમદાવાયુનું સંરૂપણ મેળવે છે અને કોઈપણ અણુ પર વધારાનો વિદ્યુતભાર નિર્માણ થતો નથી. એટલે કે વિદ્યુત દષ્ટિએ અણુ ઉદાસીન રહે છે અને સ્થિરતા પ્રાપ્ત કરે છે. તેથી ઉમદાવાયુનું સંરૂપણ મેળવવા માટે કાર્બનનો અણુ આ માર્ગ લે છે.

બંને અણુમાં બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારીથી જે રાસાયણિક બંધ તૈયાર થાય છે તેને સહસંયોજક બંધ કહેવાય છે.

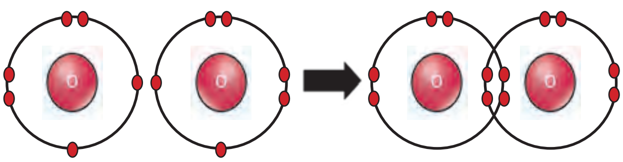
સહસંયોજક બંધનું રેખાટન સ્પષ્ટ કરવા માટે ઇલેક્ટ્રોન - ટપકાં સંરચના દોરવામાં આવે છે. આ પધ્ધતિમાં અણુની સંજ્ઞા ફરતે વર્તુળ દોરીને તેમાં દરેક બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોન ટપકાં વડે અથવા ફૂલ વડે દર્શાવવામાં આવે છે. એક અણુએ બીજા અણુ સાથે કરેલો સહસંયોજક બંધ દર્શાવવા માટે બંને અણુની સંજ્ઞા ફરતે વર્તુળ દોરીને તે એકબીજાને છેદે છે તેમ દર્શાવાય છે. છેદતા વર્તુળોના પરસ્પર વ્યાપન થયેલા સામાન્ય ભાગમાં ભાગીદારી કરેલા ઇલેક્ટ્રોન ટપકાં અથવા ફૂલો વડે દર્શાવાય છે. ભાગીદારી કરેલ ઇલેક્ટ્રોનની એક જોડ એટલે એક સહસંયોજક બંધ. વર્તુળ દોર્યા સિવાય પણ ઇલેક્ટ્રોન-ટપકાં સંરચના કરાય છે અને બે અણુની સંજ્ઞાને જોડતી એક નાની રેખા વડે પણ સહસંયોજક બંધ દર્શાવાય છે. રેખા સંરચનાને જ રચના સૂત્ર પણ કહેવાય છે.



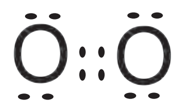
9.3 હાયડ્રોજન અણુના એકબંધની ઇલેક્ટ્રોન-ટપકાં સંરચના અને રેખા સંરચના

સહસંયોજક બંધથી તૈયાર થતા અણુનું સૌથી સરળ ઉદાહરણ એટલે કે હાયડ્રોજન પરમાણુ પ્રથમ જોઈએ. તમે પહેલા જ જોઈ ગયા છો કે હાયડ્રોજનનો પરમાણુક્રમાંક 1 હોવાથી તેના અણુમાં K કક્ષામાં 1 ઇલેક્ટ્રોન હોય છે. K કક્ષા પૂર્ણ ભરીને હિલિયમ(He)નું સંરૂપણ મેળવવા માટે તેને હજુ એક ઇલેક્ટ્રોનની જરૂર હોય છે. તેથી બે હાયડ્રોજન અણુ તેમના ઇલેક્ટ્રોનની એકબીજા સાથે ભાગીદારી કરે છે અને હાયડ્રોજનનો H_2 પરમાણુ તૈયાર થાય છે. બે હાયડ્રોજન અણુમાં બે ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારીથી એક સહસંયોજક બંધ એટલે કે એક બંધ તૈયાર થાય છે. (જુઓ આકૃતિ 9.3)

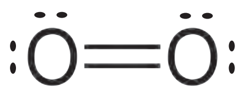
બે ઓક્સિજન અણુના રાસાયણિક સંયોજનથી O_2 પરમાણુ તૈયાર થાય છે. જ્યારે બે નાયટ્રોજન અણુના રાસાયણિક સંયોજનથી N_2 પરમાણુ તૈયાર થાય છે. આ બંને પરમાણુની સંરચનાનું ઇલેક્ટ્રોન-ટપકા સંરચના પધ્ધતિથી રેખાટન કરતા સ્પષ્ટ થાય છે કે O_2 પરમાણુમાં બે ઓક્સિજન અણુ એકબીજા સાથે બે સહસંયોજક બંધ એટલે કે દ્વિબંધથી જોડાયેલા છે. N_2 પરમાણુમાં બે નાયટ્રોજન અણુ એકબીજા સાથે ત્રણ સહસંયોજક બંધ એટલે કે ત્રિબંધથી જોડાયેલા છે. (જુઓ આકૃતિ 9.4)

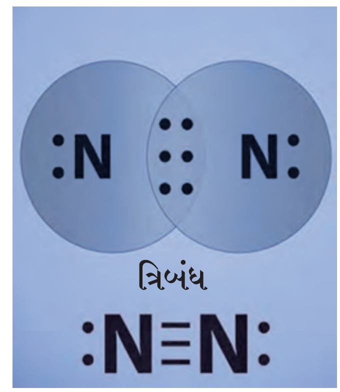


ઓક્સિજનના બે અણુ



દ્વિબંધ





9.4 દ્વિબંધ અને ત્રિબંધ

મગજ ચલાવો.

1. ક્લોરિનનો પરમાણુક્રમાંક 17 છે. ક્લોરિન અણુની બાહ્યતમ કક્ષામાંના ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કેટલી હશે ?
2. ક્લોરિનનું અણુસૂત્ર Cl_2 છે. ક્લોરિનના અણુની ઇલેક્ટ્રોન-ટપકા સંરચના અને રેખા સંરચનાનું રેખાટન કરો.
3. પાણીનું અણુસૂત્ર H_2O છે. આ ત્રિઅણુ-પરમાણુની ઇલેક્ટ્રોન-ટપકા સંરચના અને રેખા સંરચના દોરો. (ઓક્સિજન અણુના ઇલેક્ટ્રોન માટે ટપકા અને હાયડ્રોજનના અણુના ઇલેક્ટ્રોન માટે ફૂલ નો ઉપયોગ કરો.)
4. અમોનિયાનું અણુસૂત્ર NH_3 છે. અમોનિયા માટે ઇલેક્ટ્રોન - ટપકા સંરચના અને રેખા સંરચના દોરો.

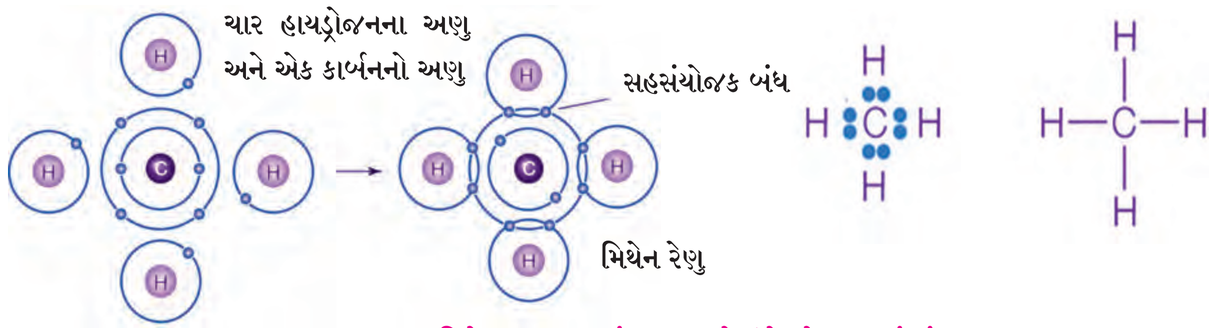
હવે કાર્બનિક સંયોજન મિથેન (CH_4) નો વિચાર કરીએ. પાછલા ધોરણમાં તમે મિથેનની પ્રાપ્તિ, ગુણધર્મ અને ઉપયોગ વિશે થોડી માહિતી મેળવી છે. હવે મિથેન અણુની સંરચના જોઇએ. આપણે હમણાં જોયું કે ચાર બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની મદદથી કાર્બનનો અણુ ચાર સહસંયોજક બંધ તૈયાર કરીને સૌથી નજીકના ઉમદાવાયુ નિઑનનું (Ne) સંરૂપણ મેળવે છે અને સ્થિરતા પ્રાપ્ત કરે છે. મિથેનની ઇલેક્ટ્રોન-ટપકા સંરચના તેમજ રેખા સંરચના આકૃતિ 9.5માં દર્શાવેલ છે.

શું તમે જાણો છો ?

કાર્બનિક સંયોજનોની રચના સમજવા માટે વિવિધ પ્રકારના પ્રારૂપનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આકૃતિ 9.6માં મિથેન અણુની 'દડો-કાંડી' અને 'અવકાશ-વ્યાપ' એવા બે પ્રારૂપો દર્શાવ્યા છે.

મગજ ચલાવો.

1. કાર્બન ડાયઓક્સાઈડનું પરમાણુસૂત્ર CO_2 છે. તે પરથી તેની ઇલેક્ટ્રોન-ટપકા સંરચના (વર્તુળ રહિત) અને રેખા સંરચનાનું રેખાટન કરો.
2. CO_2 માં C અણુ અને દરેક O અણુ કયા બંધથી જોડાયેલા છે ?
3. ગંધકનું પરમાણુસૂત્ર S_8 છે. જેમાં ગંધકના આઠ અણુ એકબીજાને જોડાઈને એક વલય તૈયાર થાય છે. S_8 માટે ઇલેક્ટ્રોન-ટપકા સંરચના (વર્તુળ દર્શાવ્યા વિના) દોરો.

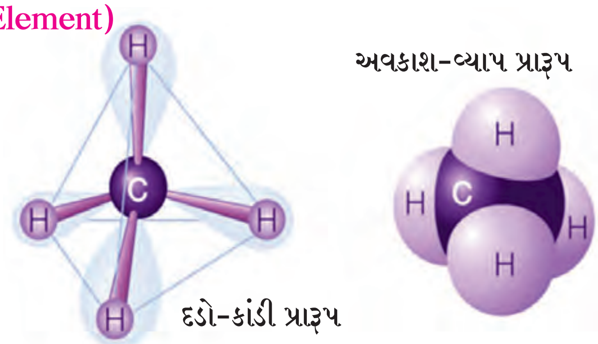


9.5 મિથેન પરમાણુ સંરચના અને ઇલેક્ટ્રોન ટપકાં સંરચના

કાર્બન : એક બહુમુખી મૂળદ્રવ્ય (Carbon : A Versatile Element)

અન્ય કેટલાક મૂળદ્રવ્યોની જેમ જ કાર્બનના અણુ બંધનાંક ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરીને સહસંયોજક બંધ તૈયાર કરે છે તે આપણે જોયું. તેમ જ આપણે સાદા કાર્બનિક સંયોજન મિથેનની સંરચના પણ જોઈ. પરંતુ બીજા મૂળદ્રવ્ય કરતાં કાર્બન એ રીતે જુદો છે કે કાર્બનથી બનતા સંયોજનોની સંખ્યા ખૂબ વધારે છે. શરૂઆતમાં આપણે જોયું કે ધાતુ અને કાચ/ માટીથી બનતી વસ્તુઓ સિવાયની અન્ય બધી વસ્તુ કાર્બનથી બનેલી છે. સર્વ સજીવ સૃષ્ટિ કાર્બનના સંયોજનોની બનેલી છે. આપણું શરીર પણ કાર્બનથી બનેલું છે. કાર્બન-માંથી મિથેન જેવા નાના પરમાણુથી ડી.એન.એ. જેવા પ્રચંડ પરમાણુ સુધીના લાખો પ્રકારના પરમાણુ બને છે. કાર્બનિક સંયોજનોના પરમાણુદ્રવ્યમાનનો વ્યાપ 10^{12} સુધી ફેલાયેલો છે. એનો અર્થ એ છે કે કાર્બનનો પરમાણુ મોટી સંખ્યામાં એકત્રિત થઈને ખૂબ મોટો પરમાણુ તૈયાર થાય છે. કાર્બનને આ બહુમુખી ગુણધર્મ ક્યા કારણે પ્રાપ્ત થાય છે ? કાર્બનના સહસંયોજક બંધના વિશિષ્ટ સ્વરૂપને કારણે કાર્બન મોટી સંખ્યામાં સંયોજનો તૈયાર કરી શકે છે. આ પરથી કાર્બનની નીચે મુજબની વિશિષ્ટતા ધ્યાનમાં આવે છે.

અ. કાર્બનમાં બીજા કાર્બન અણુ સાથે પ્રબળ સહસંયોજક બંધની સાંકળ તૈયાર કરવાની અદ્વિતીય ક્ષમતા છે; તેમાંથી મોટા પરમાણુ તૈયાર થાય છે. કાર્બન અણુના આ ગુણધર્મને શૃંખલાબંધન/માલિકાબંધન શક્તિ (Catenation power) કહે છે. કાર્બનિક સંયોજનોમાં કાર્બન પરમાણુની મુક્ત શૃંખલા અથવા બધ્ધ શૃંખલા હોય છે. મુક્ત શૃંખલા એ સરળ શૃંખલા અથવા શાખીય શૃંખલા હોઈ શકે. બધ્ધ શૃંખલા એટલે વલયાકાર રચના. બે કાર્બન અણુ વચ્ચેનો સહસંયોજક બંધ પ્રબળ હોવાથી સ્થાયી હોય છે અને આ સ્થાયી પ્રબળ સહસંયોજક બંધને કારણે કાર્બનને શૃંખલા-બંધન શક્તિ પ્રાપ્ત થાય છે.



9.6 મિથેન પરમાણુના પ્રારૂપ

આજ સુધી જ્ઞાત કાર્બન સંયોજનોની સંખ્યા આશરે 10 દસલક્ષ છે. આ સંખ્યા અન્ય સર્વ મૂળદ્રવ્યોથી બનતા સંયોજનોની એકત્રિત સંખ્યા કરતાં વધારે છે. કાર્બનિક સંયોજનોના પરમાણુદ્રવ્યમાનની વ્યાપ્તિનું માપ $10^{1}-10^{12}$ છે. જે કોષ્ટક 9.7માં દર્શાવ્યું છે.

મગજ ચલાવો.

1. હાયડ્રોજન પેરૉક્સાઇડનું નીચે આપેલી પ્રક્રિયા પ્રમાણે આપોઆપ વિઘટન થાય છે.
   $$H{-}O{-}O{-}H \rightarrow 2\,H{-}O{-}H + O_2$$
   આ પરથી O-O આ સહસંયોજક બંધની પ્રબળતા વિશે તમે શું અનુમાન બાંધશો ?
2. ઉપરના ઉદાહરણ પરથી ઓક્સિજનને માલિકાબંધન શક્તિ છે અથવા કેવી રીતે તે કહો.

કાર્બનિક સંયોજનો	અણુદ્રવ્યમાન
મિથેન CH_4 (સૌથી નાનો કાર્બનિક સંયોજન)	16
રસોઈ માટે વપરાતો ગૅસ ($C_3H_8 + C_4H_{10}$)	44/58
બેંઝિન (C_6H_6)	78
કપૂર $C_{10}H_{16}O$	152
પેનિસિલીન $C_{16}H_{18}N_2O_4S$	334
સાકર $C_{12}H_{22}O_{11}$	342
સોડિઅમ ડોડેસાઈલ બેંઝિન સલ્ફોનેટ (એક અપમાર્જક)	347
ચરબી	~ 700
સ્ટાર્ચ	~ 10^3
સેલ્યુલોજ	~ 10^5
પ્રથિન	~ 10^5
પૉલીએથિલીન	~ 10^6
ડી.એન.એ.	~ 10^{12}

9.7 કાર્બનિક સંયોજનો અને પરમાણુદ્રવ્યમાન

આ. બે કાર્બન અણુ વચ્ચે એક, બે અથવા ત્રિ સહસંયોજક બંધ તૈયાર થઈ શકે છે. એને જ અનુક્રમે એક બંધ, દ્વિબંધ અને **ત્રિબંધ** કહેવાય છે. એક બંધની સાથે જ **બહુબંધ** તૈયાર કરવાની કાર્બન અણુની ક્ષમતાને કારણે કાર્બન સંયોજનોની સંખ્યા વધી છે.

દા.ત. કાર્બનના બે અણુના ઉપયોગથી ઈથેન ($CH_3 - CH_3$), ઈથીન ($CH_2 = CH_2$) અને ઈથાઈન ($CH \equiv CH$) એવા ત્રણ હાયડ્રોકાર્બન સંયોજનો તૈયાર થાય છે.

ઇ. કાર્બનનો બંધનાંક 4 હોવાથી એક કાર્બન અણુ અન્ય ચાર (કાર્બન અથવા અન્ય) અણુ સાથે બંધ તૈયાર કરી શકે છે. તેમાંથી અનેક સંયોજનો નિર્માણ થાય છે. કાર્બનનો જેની સાથે બંધ તૈયાર થયો છે તે અણુપ્રમાણે તે સંયોજનને જુદા જુદા ગુણધર્મ હોય છે. દા.ત. હાયડ્રોજન અને ક્લોરિન આ બે એક બંધનાંક ધરાવતા મૂળદ્રવ્યો સાથે કાર્બનના એક અણુના બંધથી પાંચ જુદા જુદા સંયોજનો તૈયાર થાય છે: CH_4, CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, CCl_4. આ જ રીતે કાર્બન અણુના O, N, S, halogen, P વગેરે મૂળદ્રવ્યોના અણુ સાથે સહસંયોજક બંધ તૈયાર થઈને અનેક પ્રકારના કાર્બનિક સંયોજનો તૈયાર થાય છે.

ઈ. કાર્બનિક સંયોજનોની સંખ્યાવૃદ્ધિ માટેની બીજી એક વિશિષ્ટતા કાર્બનમાં છે. જે છે ‘સમઘટકતા’. તે વિશે જલ્દી જ જોઈશું.

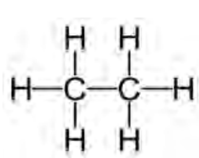
હાયડ્રોકાર્બન : સંતૃપ્ત અને અસંતૃપ્ત (Hydrocarbons: Saturated and Unsaturated)

કાર્બનિક સંયોજનોમાં અનેક મૂળદ્રવ્યોનો સમાવેશ હોય છે. ઘણા ખરા કાર્બનિક સંયોજનોમાં હાયડ્રોજનનો સમાવેશ વધુ પ્રમાણમાં હોય છે. જે સંયોજનોમાં માત્ર કાર્બન અને હાયડ્રોજન આ જ બે મૂળદ્રવ્યો હોય છે તેને હાયડ્રોકાર્બન કહે છે. હાયડ્રોકાર્બન સૌથી સરળ અને મૂળભૂત કાર્બનિક સંયોજનો છે. સૌથી નાનો હાયડ્રોકાર્બન એટલે એક કાર્બનનો અણુ અને ચાર હાયડ્રોજન અણુના સંયોજનથી બનેલો મિથેન (CH_4). આપણે મિથેનની સંરચના પહેલા જ જોઈ લીધી છે. ઈથેન પણ એક હાયડ્રોકાર્બન છે જેનું પરમાણુસૂત્ર C_2H_6 છે. હાયડ્રોકાર્બનનું રચનાસૂત્ર લખવાનું પહેલું પગથિયું એટલે કાર્બન અણુને એકબીજા સાથે એક બંધથી જોડવા. બીજા પગથિયામાં ચાર બંધનાંક ધરાવતા કાર્બનની બાકીના ઈલેક્ટ્રોનની જરૂરિયાત પૂરી કરવા માટે પરમાણુસૂત્રમાંના હાયડ્રોજન અણુનો ઉપયોગ કરવો. (આકૃતિ 9.8 જુઓ) આકૃતિ 9.9 માં ઈથેનની ઇલેક્ટ્રોન સંરચના બે પદ્ધતિથી દર્શાવેલી છે.

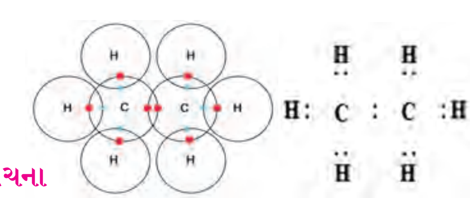
ઈથેન : પરમાણુસૂત્ર C_2H_6

પગથિયું 1 : બે કાર્બન અણુ એકબંધથી જોડવા. C – C

પગથિયું 2 : ચાર બંધનાંક ધરાવતા કાર્બન અણુની જરૂરિયાત પૂરી કરવા પરમાણુસૂત્રમાંના 6 હાયડ્રોજનના અણુનો ઉપયોગ કરવો.



9.8 . ઈથેનની રેખા સંરચના/રચનાસૂત્ર



9.9. ઈથેનની ઇલેક્ટ્રોન-ટપકા સંરચના

મગજ ચલાવો. પ્રોપેનનું પરમાણુસૂત્ર C_3H_8 છે. તો પ્રોપેનનું રચનાસૂત્ર તૈયાર કરો.

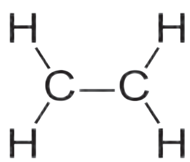
ઈથેન, પ્રોપેનના રચનાસૂત્ર પરથી જણાય છે કે બધા અણુના બંધનાંકની પૂર્તિ એક બંધથી થઈ છે. આવા સંયોજનોને સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન કહે છે. ઈથેન, પ્રોપેન એ સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન છે. સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બનને ‘અલ્કેન’ પણ કહેવાય છે.

કાર્બનના બે અણુ ધરાવતા બીજા બે હાયડ્રોકાર્બન છે, ઈથિન (C_2H_4) અને ઈથાઇન (C_2H_2). ઈથિનનું રચનાસૂત્ર (રેખા સંરચના) લખવાની રીત જોઈએ. (જુઓ આકૃતિ 9.10)

ઈથિન : પરમાણુસૂત્ર C_2H_4

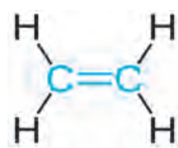
પગથિયું 1 : કાર્બન અણુને એકબંધથી જોડવા C – C

પગથિયું 2 : ચાર બંધનાંક ધરાવતા કાર્બનના અણુની જરૂરિયાતની પૂર્તિ માટે પરમાણુસૂત્રમાંના 4 હાયડ્રોજનનો ઉપયોગ કરવો.

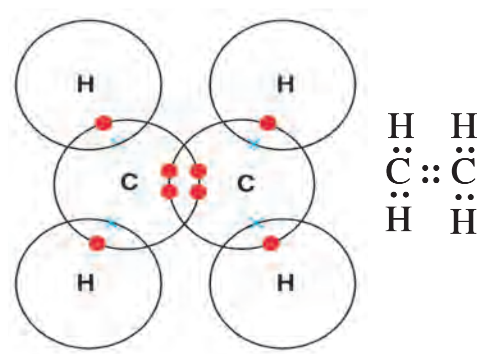


બંને કાર્બન અણુની બંધનાંકની પૂર્તિ થતી નથી.

પગથિયું 3 : બે કાર્બન અણુ વચ્ચે એક બંધને બદલે દ્વિબંધ કરીને ચાર બંધનાંકની જરૂરિયાતની પૂર્તિ કરી શકાય છે.



9.10 ઈથિનની રેખા સંરચના/ રચનાસૂત્ર



9.11 ઈથિનની ઈલેક્ટ્રોન-ટપકા સંરચના

મગજ ચલાવો.

1. ઇથાઈનનું રેણસૂત્ર C_2H_2 છે. તે પરથી ઇથાઈનનું રચનાસૂત્ર અને ઈલેક્ટ્રોન-ટપકા સંરચનાનું રેખાટન કરો.
2. ઈથાઈનમાંના બંને કાર્બન અણુની ચાર બંધનાંકની પૂર્તિ કરવા માટે તેમની વચ્ચે કેટલા બંધ હોવા આવશ્યક છે ?

જે કાર્બન સંયોજનમાંના બે કાર્બન અણુ વચ્ચે દ્વિબંધ અથવા ત્રિબંધ હોય છે તેને અસંતૃપ્ત સંયોજન કહેવાય છે. ઈથિન અને ઈથાઈન અસંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન છે.

જેમની સંરચનામાં કાર્બન-કાર્બન વચ્ચે દ્વિબંધ હોય છે તેવા અસંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બનને ‘અલ્કીન’ કહેવાય છે. જેમની સંરચનામાં કાર્બન-કાર્બન ત્રિબંધ હોય છે તેવા અસંપૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બનને ‘અલ્કાઈન’ કહેવાય છે. સામાન્ય પણે અસંતૃપ્ત સંયોજનો સંતૃપ્ત સંયોજનો કરતાં વધુ ક્રિયાશીલ હોય છે.

કાર્બન અણુની સરળ શૃંખલા, શાખીય શૃંખલા અને વલયો

મિથેન, ઇથેન, પ્રોપેન જેવા સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બનના રચનાસૂત્રની તુલના કરી જોઈએ. આ રચના સૂત્ર પરથી એવું જણાય છે કે પરમાણુના અંતર્ભાગમાં એક અથવા એકબીજા સાથે જોડાયેલા અનેક કાર્બન અણુ છે અને દરેક કાર્બન પરમાણુને જોડેલો હાયડ્રોજન પરમાણુ પરિઘના ભાગમાં છે. અંતર્ભાગમાં એકબીજાને જોડેલો કાર્બન અણુ એટલે જાણે કે અણુનો સમૂહ હોય. કાર્બન અણુના સમૂહથી કાર્બનિક સંયોજનના અણુનો આકાર નિશ્ચિત થાય છે.

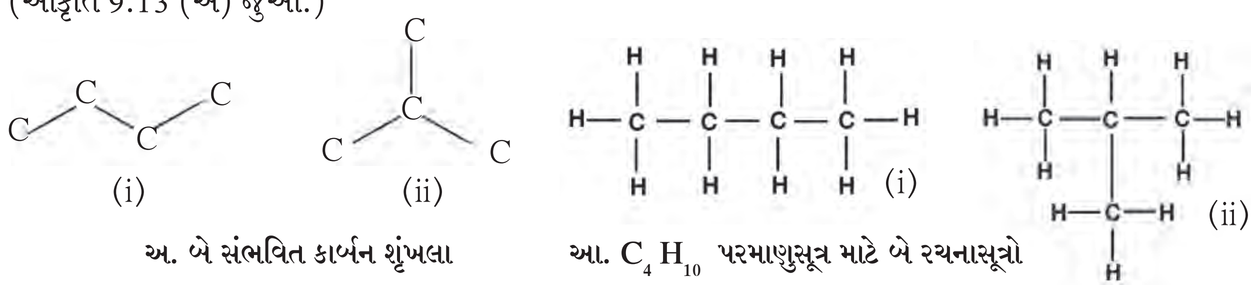
એક પછી એક કાર્બન અણુને જોડતા જઈએ તો કાર્બન અણુની સરળ શૃંખલા તૈયાર થાય છે. કોષ્ટક 9.12 માં પહેલા સ્તંભમાં કાર્બન અણુની સરળ શૃંખલા દર્શાવી છે. તેમાંના કાર્બન અણુની ચાર બંધનાંક ની પૂર્તિ થાય એ રીતે તેમને હાયડ્રોજન અણુ જોડીને સંબંધિત સરળ શૃંખલા હાયડ્રોકાર્બનનું રચનાસૂત્ર પૂર્ણ કરીને તે બીજા સ્તંભમાં લખો. અને તેના પરથી મળતું પરમાણુસૂત્ર ત્રીજા સ્તંભમાં લખો. ચોથા સ્તંભમાં તે હાયડ્રોકાર્બનનું નામ છે.

કાર્બન અણુની સરળ શૃંખલા	રચનાસૂત્ર	પરમાણુસૂત્ર	નામ
C	H H–C–H H	CH_4	મિથેન
C-C			ઈથેન
C-C-C			પ્રોપેન
C-C-C-C			બ્યૂટેન
C-C-C-C-C			પેંટેન
C-C-C-C-C-C			હેક્ઝેન
C-C-C-C-C-C-C			હેપ્ટેન
C-C-C-C-C-C-C-C			ઑક્ટેન
C-C-C-C-C-C-C-C-C			નોનેન
C-C-C-C-C-C-C-C-C-C			ડીકેન

9.12 સરળ શૃંખલા હાયડ્રોકાર્બન

લાખો વર્ષ પહેલા સમુદ્રના તળિયે દટાઈ ગયેલા મૃત જીવોમાંથી સમયાંતરે કાચા તેલનો જથ્થો નિર્માણ થયો. હવે તેલના કૂવામાંથી આ કાચું તેલ (Crude oil) અને નૈસર્ગિક વાયુ મેળવવામાં આવે છે. નૈસર્ગિક વાયુ મુખ્યત્વે મિથેન હોય છે. કાચું તેલ એ હજાર કરતાં પણ વધુ જુદા જુદા સંયોજનોનું જટિલ મિશ્રણ છે. તેમાં મુખ્યત્વે જુદાજુદા હાયડ્રોકાર્બન હોય છે. પ્રભાજી ઉર્ધ્વપાતન પધ્ધતિથી કાચા તેલનું પૃથ્થકરણ કરીને જુદા જુદા ઉપયુક્ત ઘટકો મેળવવામાં આવે છે. દા.ત. CNG, LPG, પેટ્રોલ (ગેસોલીન), કેરોસીન (ઘાસલેટ), ડિઝેલ, એંજિન ઓઈલ.

હવે બ્યૂટેનમાંની કાર્બન શૃંખલા તરફ વધુ ધ્યાન આપીએ. ચાર કાર્બન અણુ એકબીજાને જોડીને બીજા એક પ્રકારે કાર્બન શૃંખલા બની શકે છે. (આકૃતિ 9.13 (અ) જુઓ.)

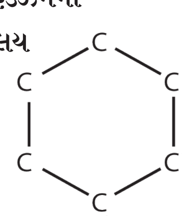


9.13 C_4H_{10} પરમાણુસૂત્ર ધરાવતા બે સમઘટક સંયોજનો

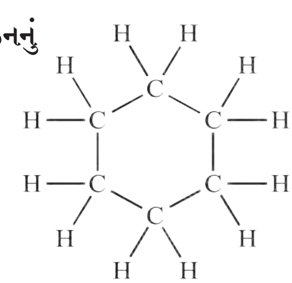
આ બે કાર્બન શૃંખલામાં કાર્બન અણુને બંધનાંક પૂર્તિ થાય એટલા હાયડ્રોજન અણુ જોડતા બે ભિન્ન રચનાસૂત્ર મળે છે. આ બંને રચનાસૂત્રમાટે પરમાણુસૂત્ર C_4H_{10} જ છે. રચનાસૂત્ર જુદું હોવાથી આ બંને જુદા જુદાં સંયોજનો છે. જ્યારે જ્યારે સંયોજનોનું પરમાણુસૂત્ર એક જ હોય પણ રચનાસૂત્ર જુદું હોય ત્યારે તે ઘટનાને સમાવયવતા કહે છે. કાર્બનિક સંયોજનોમાં જોવા મળતી સમાવયવતાને કારણે કાર્બનિક સંયોજનોની સંખ્યામાં વૃદ્ધિ થાય છે. આકૃતિ 9.13 (અ) માંની કાર્બન શૃંખલા (i) એટલે કાર્બન અણુની સરળ શૃંખલા છે. જ્યારે કાર્બન શૃંખલા (ii) એટલે કાર્બન અણુની શાખીય શૃંખલા છે.

સરળ શૃંખલા અને શાખીય શૃંખલા સિવાય પણ કેટલાક કાર્બનિક સંયોજનોમાં કાર્બન અણુની બધ્ધ શૃંખલા હોય છે અને ત્યાં કાર્બન અણુનો વલય તૈયાર થયેલો જોવા મળે છે. દા.ત.સાયક્લોહેક્ઝેનનું પરમાણુસૂત્ર C_6H_{12} છે. તેથી તેની રચનાસૂત્રમાં છ કાર્બન અણુનું વલય છે. (આકૃતિ 9.14 જુઓ.)

અ. સાયક્લોહેક્ઝેનમાં કાર્બન વલય



આ. સાયક્લોહેક્ઝેનનું રચનાસૂત્ર

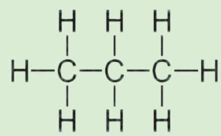
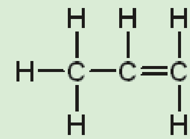
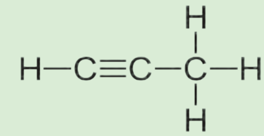
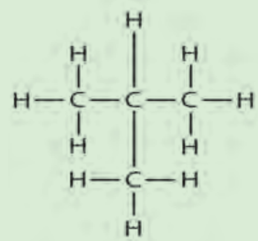
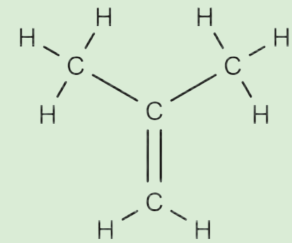
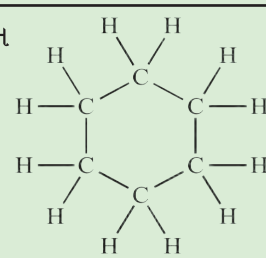
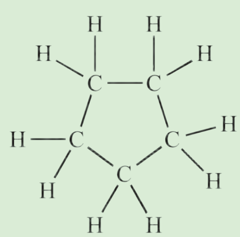
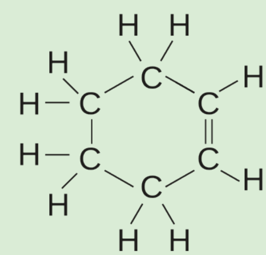
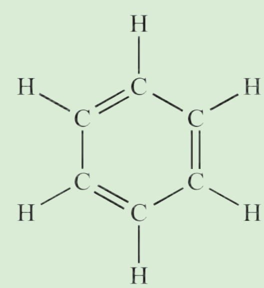


9.14 સાયક્લોહેક્ઝેનની વલય સંરચના

મગજ ચલાવો.

સાયક્લોહેક્ઝેનની ઈલેક્ટ્રોન-ટપકાં સંરચના દોરો.

સરળ શૃંખલા, શાખીય શૃંખલા અને વલયાંકિત, બધા પ્રકારના કાર્બનિક સંયોજનો સંતૃપ્ત અથવા અસંતૃપ્ત હોઈ શકે છે. કોષ્ટક 9.15 માંના હાયડ્રોકાર્બનના વિવિધ ઉદાહરણ પરથી આ સ્પષ્ટ થાય છે.

	સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન	અસંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન
સરળ શૃંખલા હાયડ્રોકાર્બન	પ્રોપેન C_3H_8 	 પ્રોપીન C_3H_6  પ્રોપાઈન C_3H_4
શાખીય શૃંખલા હાયડ્રોકાર્બન	આયસોબ્યૂટેન C_4H_{10} 	આયસોબ્યૂટિલીન C_4H_8 
વલયાંકિત હાયડ્રોકાર્બન	સાયક્લોહેક્ઝેન C_6H_{12}   સાયક્લોપેંટેન C_5H_{10}	સાયક્લોહેક્ઝીન C_6H_{10}   બેંઝિન C_6H_6

9.15 હાયડ્રોકાર્બનના વિવિધ પ્રકાર

બેંઝીનના રચનાસૂત્ર પરથી સમજાય છે કે તે વલયાંકિત અસંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન છે. બેંઝીનની સંરચનામાં છ કાર્બન અણુના વલયમાં એક છોડી એક એવા ત્રણ દ્વિબંધ હોય છે. આ વિશિષ્ટ સંરચના ધરાવનારને ઍરોમૅટિક સંયોજનો કહે છે.

કાર્બનિક સંયોજનમાં ક્રિયાત્મક જૂથ (Functional groups in carbon compounds)

અત્યાર સુધી તમે કાર્બન અને હાયડ્રોજન આ બે મૂળદ્રવ્યથી તૈયાર થતા હાયડ્રોકાર્બનનો અભ્યાસ કર્યો. હેલોજન, ઓક્સિજન, નાયટ્રોજન, ગંધક જેવા મૂળદ્રવ્ય સાથે કાર્બનનો બંધ થઈ બીજા અનેક પ્રકારના કાર્બનિક સંયોજનો તૈયાર થાય છે. હાયડ્રોકાર્બન સાંકળમાં એક અથવા વધુ હાયડ્રોજન અણુનું સ્થાન આ મૂળદ્રવ્યોના અણુ લે છે અને કાર્બનની ચાર બંધનાંક્ની જરૂરિયાતની પૂર્તિ થાય છે. હાયડ્રોજનના પ્રતિયોગી (હરિફ) એવા મૂળદ્રવ્યોનો ઉલ્લેખ વિષમ અણુ તરીકે કરવામાં આવે છે. કેટલીકવાર આ વિષમ અણુ એકલો નથી હોતો પરંતુ વિશિષ્ટ અણુસમૂહના સ્વરૂપમાં હોય છે. (કોષ્ટક 9.16 જુઓ.) આ વિષમ અણુ અને વિષમ અણુયુક્ત અણુસમૂહોને કારણે સંયોજનોને વિશિષ્ટ રાસાયણિક ગુણધર્મ પ્રાપ્ત થાય છે. પછી તે સંયોજનમાંની કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ અને સ્વરૂપ કંઈ પણ હોય. માટે આ વિષમ અણુ અથવા વિષમ અણુ ધરાવતા અણુસમૂહોને ક્રિયાત્મક સમૂહો કહેવાય છે. કોષ્ટક 9.16માં કાર્બનિક સંયોજનોમાં મળતા કેટલાક ક્રિયાત્મક સમૂહ દર્શાવ્યા છે.

અહીં ક્રિયાત્મક સમૂહોના બંધનાંક રેખાવડે દર્શાવ્યા છે. હાયડ્રોજનનું સ્થાન લેનાર ક્રિયાત્મક સમૂહ આ બંધનાંકની મદદથી કાર્બન સાથે જોડાઈ જાય છે. કાર્બન-કાર્બન દ્વિબંધ અને ત્રિબંધ પણ ક્રિયાત્મક સમૂહ તરીકે ઓળખાય છે. કારણકે તેના કારણે તે સંયોજનને વિશિષ્ટ રાસાયણિક ગુણધર્મ પ્રાપ્ત થાય છે.

વિષમ અણુ	ક્રિયાત્મક સમૂહ		
	નામ	રચનાસૂત્ર	સંક્ષિપ્ત રચનાસૂત્ર
હેલોજન (ક્લોરીન, બ્રોમીન, આયોડીન)	હેલો (ક્લોરો/બ્રોમો/આયોડો)	-X (-C1, -Br, -I)	- X(-C1, -Br, -I)
ઑક્સિજન	1. અલ્કોહોલ	-O-H	-OH
	2. અલ્ડિહાઈડ	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	-CHO
	3. કીટોન	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$	-CO-
	4. કાર્બોક્સિલિક એસિડ	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H$	-COOH
	5. ઈથર	- O-	-O-
	6. ઈસ્ટર	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$	-COO-
નાયટ્રોજન	અમીન	$-\underset{\underset{H}{\|}}{N}-H$	$-NH_2$

9.16 કાર્બનિક સંયોજનોમાંના કેટલાંક ક્રિયાત્મક સમૂહો

સમજાત શ્રેણી (Homologous series)

આપણે જોયું કે કાર્બન અણુ એકબીજા સાથે જોડાઈને જુદી જુદી લંબાઈની શૃંખલા તૈયાર થાય છે. તેમજ આ શૃંખલામાં હાયડ્રોજન અણુનું સ્થાન એકાદ ક્રિયાત્મક સમૂહ લઈ શકે છે તે પણ આપણે જોયું. તેથી ક્રિયાત્મક સમૂહ તે જ પરંતુ કાર્બન શૃંખલા જુદી જુદી લંબાઈની હોય તેવા સંયોજનો મોટી સંખ્યામાં તૈયાર થાય છે. દા.ત. ક્રિયાત્મક સમૂહ અલ્કોહોલ હોય તેવા સંયોજનો CH_3-OH, CH_3-CH_2-OH, $CH_3-CH_2-CH_2-OH$, $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ આ બધામાં કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ જુદી જુદી હોવા છતાં પણ એક જ ક્રિયાત્મક સમૂહ આવેલો હોવાથી તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં ખૂબ સાધર્મ્ય હોય છે. ક્રમે ક્રમે વધતી જતી લંબાઈ ધરાવતી શૃંખલામાં ચોક્કસ હાયડ્રોજનના સ્થાને સમાન ક્રિયાત્મક સમૂહ જોડવાથી સંયોજનની જે શ્રેણી તૈયાર થાય છે તેને સમજાત શ્રેણી કહે છે. ક્રિયાત્મક સમૂહ ક્યો છે તે પ્રમાણે જુદી જુદી સમજાત શ્રેણી હોય છે. દા.ત. અલ્કોહોલની સમજાત શ્રેણી, કાર્બોક્સિલિક એસિડની સમજાત શ્રેણી, અલ્ડિહાઈડ સમજાત શ્રેણી, વગેરે. એક સમજાત શ્રેણીના બધા સભ્યો એકબીજાના સમજાતક હોય છે. આપણે કોષ્ટક 9.12માં રચનાસૂત્ર અને પરમાણુસૂત્રો લખ્યા છે. તેના દ્વારા અલ્કેનની સમજાત શ્રેણીનો પ્રારંભિક અંશ તૈયાર થયો.

સમજાત શ્રેણીની વિશિષ્ટતા સમજવા માટે અલ્કેન, અલ્કીન અને અલ્કોહોલની સમજાત શ્રેણીના પ્રારંભિક અંશ જોઈએ. (જુઓ કોષ્ટક 9.17)

કોષ્ટક પૂર્ણ કરો. સમજાત શ્રેણીના કોષ્ટક 9.17 અ, આ અને ઈ માં ખાલી જગ્યા પૂરો.

અ. અલ્કેનની સમજાત શ્રેણી

નામ	અણુસૂત્ર	સંક્ષિપ્ત રચનાસૂત્ર	કાર્બન અણુની સંખ્યા	$-CH_2-$ ઘટકોની સંખ્યા	ઉત્કલનાંક °C
મિથેન	CH_4	CH_4	1	1	-162
ઈથેન	C_2H_6	CH_3-CH_3	2	2	-88.5
પ્રોપેન	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$	3	3	-42
બ્યૂટેન	C_4H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	...	...	0
પેંટેન	C_5H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	...	...	36
હેક્ઝેન	C_6H_{14}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	...	...	69

આ. અલ્કોહોલની સમજાત શ્રેણી

નામ	અણુસૂત્ર	સંક્ષિપ્ત રચનાસૂત્ર	કાર્બન અણુની સંખ્યા	$-CH_2-$ ઘટકોની સંખ્યા	ઉત્કલનાંક °C
મિથેનૉલ	CH_4O	CH_3-OH	1	1	63
ઈથેનૉલ	C_2H_6O	CH_3-CH_2-OH	2	2	78
પ્રોપેનૉલ	C_3H_8O	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	...	...	97
બ્યૂટેનૉલ	$C_4H_{10}O$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	...	...	118

ઇ. અલ્કીનની સમજાત શ્રેણી

નામ	પરમાણુસૂત્ર	સંક્ષિપ્ત રચનાસૂત્ર	કાર્બન અણુની સંખ્યા	$-CH_2-$ ઘટકોની સંખ્યા	ઉત્કલનાંક °C
ઈથિન	C_2H_4	$CH_2=CH_2$	2	0	-102
પ્રોપીન	C_3H_6	$CH_3-CH=CH_2$	3	1	-48
1-બ્યૂટીન	C_4H_8	$CH_3-CH_2-CH=CH_2$	...	...	-6.5
1-પેંટીન	C_5H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$	...	...	30

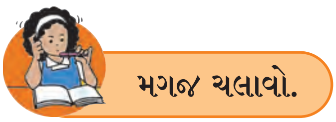
9.17 કેટલીક સમજાત શ્રેણી

મગજ ચલાવો.

1. અલ્કેનની સમજાત શ્રેણીના પહેલા બે સભ્ય મિથેન (CH_4) અને ઈથેન (C_2H_6) ના સૂત્રમાં કેટલા $-CH_2-$ (મેથિલિન) ઘટકોનો તફાવત છે ? તેમજ ઇથેન (C_2H_6) અને પ્રોપેન (C_3H_8) એ બાજુમાં આવેલા સભ્યોના સૂત્રોમાં કેટલા $-CH_2-$ ઘટકોનો તફાવત છે ?
2. અલ્કોહોલની સમજાત શ્રેણીના ત્રીજા સભ્ય કરતા ચોથા સભ્યના સૂત્રમાં કેટલા મેથિલિન ઘટક વધારે છે ?
3. અલ્કીનની સમજાત શ્રેણીના ત્રીજા સભ્ય કરતા બીજા સભ્યના સૂત્રમાં કેટલા મેથિલિન ઘટક ઓછા છે ?

તમને જણાશે કે કોઈપણ સમજાત શ્રેણીમાં કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈના ચઢતા ક્રમે જતા દરેક વખતે એક મેથિલિન ઘટક ($-CH_2-$) વધતો જાય છે. તેથી જ કોઈપણ સમજાત શ્રેણીમાં લંબાઈના ચઢતા ક્રમે જતા સભ્યોનું પરમાણુદ્રવ્યમાન14 u જેટલું વધે છે.

કોષ્ટક 9.17 (અ), (આ) અને (ઈ) ના અવલોકનથી બીજી એક બાબત તમારા ધ્યાનમાં આવશે કે ઉત્કલનબિંદુ સંયોજનોનો એક ભૌતિક ગુણધર્મ છે. કોઈપણ સમજાત શ્રેણીમાં ચઢતા ક્રમે જતા ભૌતિક ગુણધર્મમાં તીવ્રતા જણાઈ આવે છે.



1. કોષ્ટક 9.17 (ઈ) માં અલ્કીનની સમજાત શ્રેણી આપી છે. આ શ્રેણીના સભ્યોના પરમાણુસૂત્રોનું અવલોકન કરો. પરમાણુસૂત્રોમાંના કાર્બન અણુની સંખ્યા અને હાયડ્રોજન અણુની સંખ્યામાં કંઈ સંબંધ હોય તેવું લાગે છે કે ?
2. જો અલ્કીનના પરમાણુસૂત્રમાંના કાર્બન અણુની સંખ્યાને 'n' માનીએ તો હાયડ્રોજન અણુની સંખ્યા શું હશે ?

અલ્કીનની સમજાત શ્રેણીના સભ્યોના પરમાણુસૂત્રો C_nH_{2n} આ સામાન્ય સૂત્ર વડે દર્શાવી શકાય છે. જ્યારે 'n' નું મૂલ્ય '2' હોય ત્યારે C_2H_{2x2} એટલે કે C_2H_4 એવું આ શ્રેણીના પહેલા સભ્યનું પરમાણુસૂત્ર મળે છે. જ્યારે 'n'નું મૂલ્ય '3' હોય. ત્યારે C_3H_{2x3} એટલે કે C_3H_6 એવું બીજા સભ્યનું પરમાણુસૂત્ર મળે છે.

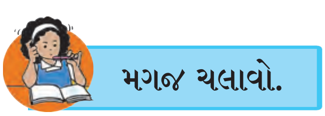
1. અલ્કેનની સમજાત શ્રેણીના સભ્યોના પરમાણુસૂત્રો માટે સામાન્ય સૂત્ર શું હશે ? આ શ્રેણીના પહેલા સભ્ય માટે 'n'નું મૂલ્ય શું છે ?
2. અલ્કાઈનની સમજાત શ્રેણી માટે સામાન્ય પરમાણુસૂત્ર C_nH_{2n-2} છે. આ સૂત્રમાં 'n' માટે 2, 3, 4 કિંમત લઈને અનુક્રમે પહેલા, બીજા અને ત્રીજા સભ્ય માટે પરમાણુસૂત્ર લખો.

ઉપરના ઉદાહરણો પરથી સમજાત શ્રેણીની કેટલીક વિશિષ્ટતા આપણાં ધ્યાનમાં આવે છે જેમ કે -

(i) સમજાત શ્રેણીમાં એક સભ્યથી આગળના સભ્ય તરફ જતા.
(અ) એક મેથિલિન (CH_2) ઘટકનો વધારો થાય છે. (આ) પરમાણુદ્રવ્યમાન 14 u જેટલું વધે છે. (ઇ) કાર્બન અણુની સંખ્યા 1 જેટલી વધે છે.

(ii) સમજાત શ્રેણીના સભ્યોના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં સાધર્મ્ય હોય છે.

(iii) સમજાત શ્રેણીના સભ્યો માટે એક જ સામાન્ય પરમાણુસૂત્ર હોય છે.



1. કોષ્ટક 9.16 માંના ક્રિયાત્મક સમૂહોનો ઉપયોગ કરીને તૈયાર થનારા વિવિધ સમજાત શ્રેણીના પહેલા ચાર સભ્યોના રચનાસૂત્ર લખો.
2. અલ્કેનની સમજાત શ્રેણીનું સામાન્ય સૂત્ર CH_{2n+2} છે. એના પરથી શ્રેણીના 8મા અને 12મા સભ્યનું પરમાણુસૂત્ર લખો.

કાર્બનિક સંયોજનોની નામકરણ પધ્ધતિ

અ. સામાન્ય નામકરણ પધ્ધતિ : આપણે જોયું કે આજે લાખ કરતાં વધુ કાર્બનિક સંયોજનો જ્ઞાત છે. શરૂઆતમાં જ્ઞાત કાર્બનિક સંયોજનોની સંખ્યા ઓછી હતી. તે સમયે વૈજ્ઞાનિકોએ તેમનું નામકરણ જુદી જુદી રીતે કર્યું હતું. તે નામોને હવે સામાન્ય નામ કહેવાય છે. દા.ત. મિથેન, ઈથેન, પ્રોપેન, બ્યૂટેન આ પહેલા ચાર અલ્કેનના નામોની શરૂઆત જુદી જુદી છે. ત્યારબાદના અલ્કેનના નામો તેમના કાર્બનની સંખ્યા પરથી આપવામાં આવ્યા. C_4H_{10} આ પરમાણુસૂત્રોમાટે સરળ શૃંખલા અને શાખીય શૃંખલા એવા રચનાસૂત્રો ધરાવતા બે સમાવયવ સંયોજનો શક્ય બને છે. તેમને એન-બ્યૂટેન (n-butane, normal-butane) અને આય્-બ્યૂટેન (i-butane, iso-butane) એવા બે નામ આપીને તેમની વચ્ચેનું જુદાપણું અને સહસંબંધ દર્શાવ્યા છે.

મગજ ચલાવો.

1. C_5H_{12} પરમાણુસૂત્ર ધરાવતા ત્રણ રચનાસૂત્ર તૈયાર કરો.
2. ઉપરના ત્રણ રચનાસૂત્રોને એન્-પેંટેન, આય્-પેંટેન અને નિઓ-પેંટેન આ નામ આપો. (તેના માટે બ્યૂટેનના સમાવયવોના નામ માટેના તર્કનો ઉપયોગ કરો.)
3. C_6H_{14} પરમાણુસૂત્ર ધરાવતા સર્વ સંભવિત રચનાસૂત્ર તૈયાર કરો. આ બધા સમાવયવોને નામ આપો. નામ આપતી વખતે તમને કઈ મુશ્કેલી આવે છે ?

પછીના સમયમાં કાર્બનિક સંયોજનોની સંખ્યા ખૂબ વધતા 'સામાન્ય નામોને' કારણે ખૂબ ગૂંચવણ ઊભી થઈ. કાર્બનિક સંયોજનોને આપવા માટે તર્કસંગત અને સર્વમાન્ય પદ્ધતિની આવશ્યકતા જણાઈ.

આ. આય્.યૂ.પી.એ.સી. નામકરણ પદ્ધતિ (IUPAC nomenclature system)

ઇંટરનેશનલ યુનિઅન ઑફ પ્યુઅર ઍન્ડ અપ્લાઈડ કેમિસ્ટ્રી (IUPAC) સંસ્થાએ સંયોજનોની સંરચના પર આધારીત નામકરણ પદ્ધતિ રજૂ કરી. અને તેને વિશ્વભરમાં માન્યતા મળી. આ પદ્ધતિમાં દરેક પ્રકારના કાર્બનિક સંયોજનોને વિશિષ્ટ નામ આપવાની જોગવાઈ છે. આપણે અહીં એક જ ક્રિયાત્મક સમૂહ ધરાવતા કેટલાક સરળ-શૃંખલા સંયોજનોને આય્.યૂ.પી.એ.સી. (IUPAC) નામ કેવી રીતે આપવામાં આવે છે તે જોઈએ અને તે સંયોજનોના સામાન્ય નામ પણ જોઈએ.

કોઈપણ કાર્બનિક સંયોજનોના આય્.યૂ.પી.એ.સી.નામના ત્રણ ઘટક હોય છે. જનક, પ્રત્યય અને ઉપસર્ગ-નામમાં તેમની માંડણી નીચે પ્રમાણે હોય છે.

ઉપસર્ગ - જનક - પ્રત્યય

સંયોજનોને આય્.યૂ.પી.એ.સી. નામ આપતી વખતે તે સંયોજનના જનક અલ્કેનના નામને આધારભૂત ગણવામાં આવે છે. જનક અલ્કેનના નામને યોગ્ય પ્રત્યય અને ઉપસર્ગ જોડીને સંયોજનના આય્.યૂ.પી.એસ.સી. નામકરણના પગથિયા નીચે પ્રમાણે છે.

પગથિયું -1 : સરળ-શૃંખલા સંયોજનનું રચનાસૂત્ર લખીને તેમાંના કાર્બન અણુની સંખ્યા ગણો. આ સંખ્યા જેટલા જ કાર્બન અણુ ધરાવતો અલ્કેન એ જ પ્રસ્તુત સંયોજનનો જનક અલ્કેન છે. આ જનક અલ્કેનનું નામ અંગ્રેજીમાં લખો. પ્રસ્તુત સંયોજનની કાર્બન શૃંખલામાં દ્વિબંધ હોય તો જનક નામને અંતે 'ane' ને બદલે 'ene' કરો. જો પ્રસ્તુત સંયોજનની કાર્બન શૃંખલામાં ત્રિબંધ હોય તો જનક નામના અંતે 'ane'ને બદલે 'yne' કરો. (જુઓ કોષ્ટક 9.18)

અ. ક્ર.	રચનાસૂત્ર	સરળ શૃંખલા	જનક નામ
1	$CH_3-CH_2-CH_3$	C-C-C	propane પ્રોપેન
2	CH_3-CH_2-OH	C-C	ethane ઈથેન
3	CH_3-CH_2-COOH	C-C-C	propane પ્રોપેન
4	$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$	C-C-C-C	butane બ્યૂટેન
5	$CH_3-CH=CH_2$	C-C=C	propene પ્રોપીન
6	$CH_3-C\equiv CH$	C-C≡C	propyne પ્રોપાઈન

9.18 સરળ શૃંખલા સંયોજનોના આય્. યૂ. પી. એ. સી. નામકરણ : પગથિયું - 1

પગથિયું -2 : રચનાસૂત્રમાં એકાદ ક્રિયાત્મક સમૂહ હોય તો જનકના નામના અંતે 'e' કાઢીને તે ક્રિયાત્મક સમૂહનું સંક્ષિપ્ત નામ પ્રત્યય તરીકે જોડો. (અપવાદ : ક્રિયાત્મક સમૂહ હેલોજનનું સંક્ષિપ્ત નામ હંમેશા ઉપસર્ગ રૂપે જોડાય છે.) (જુઓ કોષ્ટક 9.9)

પગથિયું -3 : કાર્બન શૃંખલામાંના કાર્બન અણુના એક છેડાથી બીજા છેડા સુધી અંક આપો. -CHO અથવા -COOH ક્રિયાત્મક સમૂહના કાર્બનને '1' અંક આપો. આ ક્રિયાત્મક સમૂહ ન હોય તેવી શૃંખલાનું અંકન બંને દિશાથી થઈ શકે છે. જે અંકન વડે ક્રિયાત્મક સમૂહ ધરાવતા કાર્બન અણુને નાનો અંક મળે તે અંક લખો. ક્રિયાત્મક સમૂહના સંક્ષિપ્ત નામ પહેલા આ અંક લખો. અંતિમ નામમાં અંક અને અક્ષર વચ્ચે નાની આડી રેખા દોરો (જુઓ કોષ્ટક 9.20) (માત્ર બે કાર્બન અણુ ધરાવતા કાર્બન શૃંખલાનું અંક કરવાની જરૂર નથી.)

ક્ર.	રચનાસૂત્ર	ક્રિયાત્મક સમૂહ (સંક્ષિપ્ત નામ)	જનક નામ	જનક-પ્રત્યય	ઉપસર્ગ-જનક
1	CH_2-CH_2-OH	- OH (ol) (ઑલ)	ethane (ઈથેન)	ethanol (ઈથેનૉલ)	-
2	CH_3-CH_2-Cl	- C1 (ક્લોરો)	ethane (ઈથેન)	-	chloroethane (ક્લોરોઈથેન)
3	$Br-CH_2-CH_3$	-Br (બ્રોમો)	ethane (ઈથેન)	-	bromoethane (બ્રોમોઈથેન)
4	CH_3-CH_2-CHO	- CHO (al) (આલ)	propane (પ્રોપેન)	propanal (પ્રોપેનાલ)	-
5	CH_3-COOH	- COOH (oic acid) (ઑઈક ઍસિડ)	ethane (ઈથેન)	ethanoic acid (ઈથેનૉઈક એસિડ)	-
6	CH_3-NH_2	- NH_2 (amine) (અમીન)	methane (મિથેન)	methanamine (મિથેનામીન)	-
7	$CH_3-CO-CH_3$	- CO- (One) (ઓન)	propane (પ્રોપેન)	Propanone (પ્રોપેનોન)	-

9.19 આય્.યૂ.પી.એ.સી.નામકરણ : પગથિયું - 2

ક્ર.	રચનાસૂત્ર	કાર્બન શૃંખલાના બે અંકન	ગ્રાહ્ય અંક	સંયોજનોના આય્. યૂ.પી.એ.સી. નામે
1.	$CH_3-CH-CH_3$ | OH	$C^1-C^2-C^3$ | OH $C^3-C^2-C^1$ | OH	બંને અંક એકસમાન	Propan-2-ol (પ્રોપેન - 2 - ઑલ)
2.	$CH_3-CH_2-CH_2-CH-CH_3$ | Cl	$C^5-C^4-C^3-C^2-C^1$ | Cl $C^1-C^2-C^3-C^4-C^5$ | Cl	$C^5-C^4-C^3-C^2-C^1$ | Cl	2-Chloropentane (2-ક્લોરોપેંટન)
3.	O || $CH_3-C-CH_2-CH_2-CH_3$	O || $C_1-C_2-C_3-C_4-C_5$ O || $C_5-C_4-C_3-C_2-C_1$	O || $C_1-C_2-C_3-C_4-C_5$	pentan-2-one (પેંટન-2-ઓન)

9.20 આય્ યૂ પેક નામકરણ : પગથિયું - 3

જે સંયોજનોમાં શાખીય શૃંખલા, કાર્બન વલયો, વિષમ અણુથી યુક્ત વલય જેવા વધુ જટિલ સંરચના ઘટક હોય છે તેમના આય્.યૂ.પી.એ.સી. નામો લખવા માટે હજુ કેટલાક પગથિયા આવશ્યક છે. તેનો અભ્યાસ આગળના ધોરણમાં સમાવિષ્ટ હશે. તેમ જ ધ્યાનમાં રાખો કે પ્રયોગશાળામાં હંમેશા વપરાતા કાર્બનિક સંયોજનોના સામાન્ય નામ વધુ પ્રચલિત છે.

કોષ્ટક 9.21 માં કેટલાક કાર્બનિક સંયોજનોના સામાન્ય નામો અને રચનાસૂત્રો આપેલા છે. તેમના આય્.યૂ.પી.એ.સી. નામો લખો અને કોષ્ટક પૂર્ણ કરો.

અ.ક્ર.	સામાન્ય નામ	રચનાસૂત્ર	આય્.યૂ.પી.એ.સી. નામ
1	ઈથિલિન (ethylene)	$CH_2=CH_2$	
2	ઍસિટિલીન (acetylene)	$HC \equiv CH$	
3	ઍસેટિક ઍસિડ (acetic acid)	CH_3-COOH	
4	મિથાઈલ આલ્કોહોલ (methyl alcohol)	CH_3-OH	
5	ઈથાઈલ આલ્કોહોલ (ethyl alcohol)	CH_3-CH_2-OH	
6	ઍસિટાલ્ડિહાયડ (acetaldehyde)	CH_3-CHO	
7	ઍસિટોન (acetone)	$CH_3-CO-CH_3$	
8	ઈથાઈલ મિથાઈલ કીટોન (ethyl methyl ketone)	$CH_3-CO-CH_2-CH_3$	
9	ઈથાઈલ અમીન (ethyl amine)	$CH_3-CH_2-NH_2$	
10	એન્-પ્રોપાઈલ ક્લોરાઈડ (n- propyl chloride)	$CH_3-CH_2-CH_3-Cl$	

9.21 કેટલાક કાર્બનિક સંયોજનોના સામાન્ય નામ આય્.યૂ.પી.એ.સી. નામ અને રચનાસૂત્ર

કાર્બનિક સંયોજનોના રાસાયણિક ગુણધર્મ

યાદ કરો.

1. ક્યા ઘટકને કારણે બાયોગૅસનો ઉપયોગ ઈંધણ તરીકે થાય છે ?
2. મૂળદ્રવ્યરૂપી કાર્બનના જ્વલનથી ક્યો ઉત્પાદિત તૈયાર થાય છે ?
3. બાયોગૅસની જ્વલન પ્રક્રિયા ઉષ્માગ્રાહી છે કે ઉષ્માદાયી ?

1. જ્વલન (Combustion) : કાર્બનિક સંયોજનોના રાસાયણિક ગુણધર્મમાં આપણે પહેલા જ્વલનનો ગુણધર્મ જોઈએ. આપણે પાછલા ધોરણમાં જોયું કે વિવિધ અપરૂપ સ્વરૂપના કાર્બન ઓક્સિજનની ઉપસ્થિતિમાં સળગાવતા તેનું જ્વલન થઈને ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ મુક્ત થાય છે, અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાયુ તૈયાર થાય છે. હાયડ્રોકાર્બન તેમજ કાર્બનના મોટા ભાગના સર્વ સંયોજનોનું ઓક્સિજનની ઉપસ્થિતિમાં જ્વલન થાય ત્યારે ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ મુક્ત થાય છે અને કાર્બન ડાયઓક્સાઈડ અને પાણી જેવા સામાન્ય ઉત્પાદિતો તૈયાર થાય છે. કેટલીક જ્વલન પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે છે.

(i) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ + ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ
(કાર્બન)

(ii) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ + ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ
(મિથેન)

(iii) $CH_3-CH_2-OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ + ઉષ્ણતા અને પ્રકાશ
(ઈથેનોલ)

મગજ ચલાવો.

એલ.પી.જી.માં જ્વલનશીલ ઘટક પ્રોપેન (C_3H_8) હોય છે. પ્રોપેનના પૂર્ણ જ્વલનની પ્રક્રિયા લખો.

કરી જુઓ.

સાહિત્ય : બન્સેન, બર્નર, કૉપર ગૉઝ (દાંડી જોડેલી તાંબાની જાળી) ધાતુની પટ્ટી વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : ઈથેનોલ, ઍસિટિક એસિડ, નૅફ્થૅલીન.

કૃતિ : સ્વચ્છ અને ઓરડાના ઉષ્ણતામાનના કૉપર ગોજ પર ઉપર પૈકી એક રાસાયણિક પદાર્થ (3-4 ટીપા અથવા ચપટી ભૂકો) મૂકીને કૉપર ગૉજ બર્નરની ભૂરી જ્યોતમાં મૂકો અને નિરીક્ષણ કરો. જ્વલનને કારણે ધૂમાડો/મેસ તૈયાર થતી દેખાય છે કે ? પદાર્થનું જ્વલન થતી વખતે તેની જ્યોત પર ધાતુની પટ્ટી મૂકો. તે પટ્ટી પર થર જામે છે કે ? ક્યા રંગનો? ઉપર પૈકી અન્ય રાસાયણિક પદાર્થ વાપરીને આ જ કૃતિ ફરીથી કરો.

ઉપરની કૃતિમાં ઈથેનોલ સંતૃપ્ત કાર્બનિક સંયોજન છે. જ્યારે નૅફ્થૅલીન અસંતૃપ્ત સંયોજન છે. સામાન્ય રીતે સંતૃપ્ત કાર્બનિક સંયોજનો જ્વલન સમયે સ્વચ્છ ભૂરી જ્યોત આપે છે. અસંતૃપ્ત કાર્બનિક સંયોજનો પીળી જ્યોતથી સળગે છે અને કાળો ધૂમાડો છોડે છે. આ કાળા ધૂમાડાને કારણે ઉપરની કૃતિમાં ધાતુની પટ્ટી પર મેસ (કાજળ) નો થર જામ્યો.

પરમાણુસૂત્રોની તુલના કરતા જણાય છે કે અસંતૃપ્ત સંયોજનોમાં કાર્બનનું પ્રમાણ સંતૃપ્ત સંયોજનોની સરખામણીમાં વધારે હોય છે. તેથી અસંતૃપ્ત સંયોજનના જ્વલન દરમ્યાન ન સળગેલા કાર્બનના કણ પણ તૈયાર થાય છે. જ્યોતમાં હોય ત્યારે આ ગરમ થયેલા કાર્બન કણ પીળો પ્રકાશ આપે છે અને તેથી જ્યોત પીળી દેખાય છે. જો ઓક્સિજનનો પૂરવઠો મર્યાદિત હોય તો સંતૃપ્ત સંયોજનના જ્વલન દરમ્યાન પણ પીળી જ્યોત મળે છે.

તુલના કરો.

ઈથેનોલ (C_2H_5OH) અને નૅફ્થેલીન ($C_{10}H_8$)માં કાર્બન અણુનાં પ્રમાણ.

કરી જુઓ.

બન્સેન બર્નર પેટાવો. બર્નરના તળિયે આવેલું હવાનું કાણું તેના પર ફરતી પાતળી કડીની મદદથી ઉઘાડ અને બંધ કરો. પીળી અને મેસ (કાજળ) યુક્ત જ્યોત ક્યારે મળશે ? ભૂરી જ્યોત ક્યારે મળશે ?

2. ઓક્સિડેશન (Oxidation)

કાર્બનિક સંયોજનો હવામાં પ્રજ્વલિત કરતા હવામાંના ઓક્સિજન સાથે સહજતાથી સંયોજાઈને સળગવા લાગે છે તે તમે જોયું છે. આ જ્વલનક્રિયામાં કાર્બનિક સંયોજનના પરમાણુમાંના બધા રાસાયણિક બંધ તૂટીને CO_2 અને H_2O ઉત્પાદિતો તૈયાર થાય છે. એટલે કે જ્વલનમાં કાર્બનિક સંયોજનોનું પૂર્ણપણે ઓક્સિડેશન થાય છે. ઓક્સિજનના સ્ત્રોત તરીકે કેટલાક રાસાયણિક પદાર્થોનો પણ ઉપયોગ કરી શકાય. જે પદાર્થ બીજા પદાર્થને ઓક્સિજન આપી શકે છે તેને ઓક્સિડીડન્ટ કહેવાય છે. પોટૅશિઅમ પરમૅંગનેટ, પોટૅશિઅમ ડાયક્રોમેટ હંમેશા વપરાતા કેટલાક ઓક્સિડીકારક સંયોજનો છે. ઓક્સિડન્ટનું પરિણામ કાર્બનિક સંયોજનોમાંના વિશિષ્ટ ક્રિયાત્મક સમૂહ પર થાય છે.

ધ્યાનમાં રાખો.

ઘરમાં ગૅસ અથવા કેરોસીનની સગડીમાં હવામાટે આગમમાર્ગ હોય છે. તેથી પૂરતા ઓક્સિજન યુક્ત ઈંધણ વાયુ મિશ્રણ સળગીને સ્વચ્છ ભૂરી જ્યોત મળે છે. જો રસોઈના વાસણના તળિયે મેસ જામવા લાગે તો તેનો અર્થ એ થાય છે કે હવાનો આગમમાર્ગ પૂરાઈ ગયો છે અને તેને કારણે ઈંધણ નકામું જાય છે. આવા સમયે સગડીનો હવામાટેનો આગમમાર્ગ સાફ કરવો પડશે.

કરી જુઓ.

સાહિત્ય : પરીક્ષાનળી, બન્સેન બર્નર, ડ્રોપર, માપપાત્ર, વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : ઈથેનોલ, સોડિઅમ કાર્બોનેટનું સૌમ્ય દ્રાવણ, પોટૅશિઅમ પરમૅંગનેટનું સૌમ્ય દ્રાવણ.

કૃતિ : પરીક્ષાનળીમાં 2-3 મિલી ઈથેનોલ લઈને તેમાં 5 મિલી. સોડિઅમ કાર્બોનેટ દ્રાવણ મેળવીને પરીક્ષાનળી બર્નર પર મૂકીને મિશ્રણ નવશેક ગરમ થવા દો. આ નવશેકા મિશ્રણમાં પોટૅશિઅમ પરમૅંગનેટનું સૌમ્ય દ્રાવણ ડ્રોપરની મદદથી ટીપું ટીપું કરીને નાખો અને હલાવતા રહો. મેળવવાની શરૂઆત કરતા પોટૅશિઅમ પરમૅંગનેટનો વિશિષ્ટ ગુલાબી રંગ કાયમ રહે છે કે ? મેળવવાની ક્રિયા કરતા થોડા સમય પછી ગુલાબી રંગ નહીવત્ થવાનું અટકીને રંગ તેવો જ કાયમ રહે છે કે ?

ઉપરની કૃતિમાં પોટૅશિઅમ પરમૅંગનેટને કારણે બેઈઝધર્મી દ્રાવણમાં ઈથેનોલનું ઓક્સિડેશન થઈને તેનું ઈથેનૉઈક એસિડમાં રૂપાંતર થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં માત્ર ક્રિયાત્મક સમૂહ નજીકના કેટલાક રાસાયણિક બંધ જ ભાગ લે છે. નીચેના સમીકરણ પરથી આ સ્પષ્ટ થશે.

$$CH_3 - CH_2 - OH \xrightarrow[\text{એસિડધર્મી } KMnO_4]{(O)} CH_3 - \overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C} - OH$$

(ઈથેનોલ) → (ઈથેનૉઈક એસિડ)

તુલના કરો.

ઈથેનોલનું ઈથેનૉઈક એસિડમાં રૂપાંતર એ ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયા છે કે ?

ઈથેનોલમાં પોટૅશિઅમ પરમૅંગનેટ ટીપે-ટીપે ઉમેરવાનું શરૂ કરતા ઓક્સિડેશનની પ્રક્રિયામાં વપરાતા પોટૅશિઅમ પરમૅંગનેટનો ગુલાબી રંગ નહીંવત્ થાય છે. ઉમેરવાના એક તબક્કે પરીક્ષાનળીમાંના બધા ઈથેનૉલનું ઓક્સિડેશન પૂર્ણ થાય છે. ત્યારબાદ પોટૅશિઅમ પરમૅંગનેટ ઉમેરવાનું ચાલુ રાખતા તેનો ઉપયોગ ન થવાથી તે વધારાનું થાય છે. આ વધારાના પોટૅશિઅમ પરમૅંગનેટનો ગુલાબી રંગ નહીવત્ ન થતા કાયમ રહે છે.

3. સમાવેશન પ્રક્રિયા (Addition Reaction)

કરી જુઓ. **સાહિત્ય :** પરીક્ષાનળી, ડ્રોપર, ઈત્યાદિ.

રાસાયણિક પદાર્થ : ટિંક્ચર આયોડીન (આયોડિનનું ઈથેનૉલમાંનું દ્રાવણ), બ્રોમીન વૉટર, ગરમ કરેલું વનસ્પતિ ઘી, વિવિધ વનસ્પતિ તેલ. (શીંગદાણા, કરડી, સૂર્યમુખીના ફૂલ, ઑલીવ વગેરે.)

કૃતિ : એક પરીક્ષાનળીમાં 2 મિલી તેલ લઈને તેમાં 4 ટીપા ટીંક્ચર આયોડિન અથવા બ્રોમીન વોટર નાખો. પરીક્ષાનળી હલાવો. બ્રોમિન અથવા આયોડિનનો મૂળ રંગ નહીંવત્ થાય છે કે તે જુઓ. આ જ કૃતિ અન્ય તેલ અને વનસ્પતિ ઘી વાપરીને ફરીથી કરો.

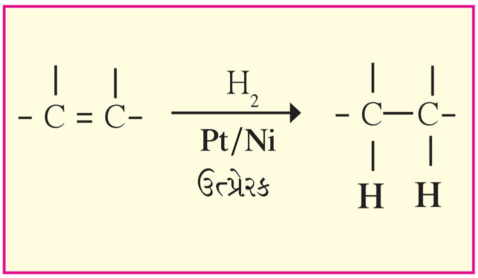
ઉપરની કૃતિમાં બ્રોમિનનો, આયોડિનનો રંગનહીંવત્/ઓછો થાય છે. આ નિરીક્ષણ પરથી એવો બોધ થાય છે કે બ્રોમિન, આયોડિન વપરાઈ ગયું છે એટલે કે બ્રોમિનની, આયોડિનની સંબંધિત પદાર્થ સાથે પ્રક્રિયા થઈ છે. આ પ્રક્રિયાને સમાવેશન પ્રક્રિયા કહે છે. જ્યારે એકાદ કાર્બનિક સંયોજન બીજા સંયોજન સાથે સંયોજાઈને બંનેના બધા અણુ ધરાવતો એક જ ઉત્પાદિત તૈયાર થાય છે. ત્યારે તે પ્રક્રિયાને સમાવેશન પ્રક્રિયા કહે છે. કાર્બન-કાર્બન બહુબંધ ક્રિયાત્મક સમૂહ ધરાવતા અસંતૃપ્ત સંયોજનો સમાવેશન પ્રક્રિયા કરે છે અને તૈયાર થનાર ઉત્પાદિતો સંતૃપ્ત સંયોજન હોય છે. આયોડિન અથવા બ્રોમીન સાથેની સમાવેશન પ્રક્રિયા ઓરડાના ઉષ્ણતામાને અને તત્કાલ થાય છે. પ્રક્રિયાને કારણે રંગમાં થતો ફેરફાર આંખોને જણાઈ આવે છે. તેથી કાર્બનિક સંયોજનોમાં બહુબંધની પરીક્ષા માટે આ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ઉપરની કૃતિમાં તેલ અને આયોડિન વચ્ચેની પ્રક્રિયામાં આયોડિનનો રંગ નહીવત થાય છે. વનસ્પતિ ઘી સાથેની પ્રક્રિયામાં રંગમાં થતો ફેરફાર દેખાતો નથી. આ પરથી તમે શું અનુમાન કરશો ? ક્યા પદાર્થમાં બહુબંધ છે ?

નામ	અણુસૂત્ર	C=C દ્વિ બંધની સંખ્યા	I_2 નો રંગ નહીવત્ થશે કે?
સ્ટીઅરિક એસિડ	$C_{17}H_{35}COOH$	....	થશે/નહીં થાય.
ઓલેઈક એસિડ	$C_{17}H_{33}COOH$	....	થશે/નહીં થાય.
પામિટિક એસિડ	$C_{15}H_{31}COOH$	....	થશે/નહીં થાય.
લિનોલેઈક એસિડ	$C_{17}H_{31}COOH$	....	થશે/નહીં થાય.

9.22 મેદ એસિડ

મગજ ચલાવો. વનસ્પતિ તેલમાંથી જુદા કરાયેલ ચાર ફેટી એસિડના નામો અને પરમાણુસૂત્રો કોષ્ટક 9.22 માં આપ્યા છે. તેમનાં પરમાણુસૂત્રો પરથી તેમની રચનામાં કાર્બન-કાર્બન દ્વિબંધ કેટલા છે તે ઓળખો. તેમ જ તે પૈકી ક્યા ફેટી એસિડ સાથે આયોડિનનો રંગ નહીંવત થશે તે કહો.

અસંતૃપ્ત સંયોજનની સમાવેશન પ્રક્રિયા હાયડ્રોજન સાથે પણ થાય છે અને હાયડ્રોજનના સમાવેશનથી સંતૃપ્ત સંયોજન તૈયાર થાય છે. આ પ્રક્રિયા માટે પ્લેટિનમ અથવા નિકલ જેવા ઉત્પ્રેરક વાપરવા આવશ્યક હોય છે. આપણે પહેલા જ જોયું છે કે ઉત્પ્રેરક એટલે એવો પદાર્થ જેના વડે એકાદ પ્રક્રિયાને હસ્તક્ષેપ કર્યા સિવાય તેનો દર બદલાય છે.



ઉત્પ્રેરક નિકલ આ પ્રક્રિયા વડે વનસ્પતિજન્ય તેલનું હાયડ્રોજની-ભવન કરે છે. આયોડિન વાપરીને ઉપરની કૃતિ કરતા આપણે જોયું કે તે તેલના અણુ વચ્ચે બહુબંધ (વિશેષ કરીને દ્વિબંધ) દર્શાવે છે. વનસ્પતિ ઘી સંતૃપ્ત હોવાનું દર્શાવે છે. વનસ્પતિ તેલના પરમાણુમાં લાંબી અને અસંતૃપ્ત કાર્બન શૃંખલા હોય છે. હાયડ્રોજનીભવનને કારણે તેનું રૂપાંતર સંતૃપ્ત શૃંખલામાં થાય છે અને તેને કારણે વનસ્પતિ ઘી તૈયાર થાય છે.

દ્વિબંધ ધરાવતી અસંતૃપ્ત ચરબી (unsaturated fats) આરોગ્યપદ હોય છે જ્યારે સંતૃપ્ત ચરબી (saturated fats) આરોગ્ય માટે ઘાતક હોય છે.

4. પ્રતિયોજન પ્રક્રિયા/ પ્રતિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Substitution Reaction)

C-H અને C-C એક બંધ ખૂબ પ્રબળ હોવાથી સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન ક્રિયાશીલ હોતા નથી તેથી મોટા ભાગે તે ઉદાસીન હોય છે. માત્ર સૂર્યપ્રકાશના સાનિધ્યમાં સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બનની ક્લોરીન સાથે તીવ્ર પ્રક્રિયા થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં એક એક કરીને બધા હાયડ્રોજન અણુનું સ્થાન ક્લોરિન અણુ લે છે. જ્યારે અણુમાંના એક પ્રકાર અણુ/ અણુસમૂહનું સ્થાન બીજા પ્રકારનો અણુ/ અણુસમૂહ લે છે. ત્યારે તે પ્રક્રિયાને પ્રતિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે. મિથેનના ક્લોરીનીભવનથી ચાર ઉત્પાદિતો મળે છે.

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} CH_3 - Cl + HCl$$
$$CH_3Cl - Cl_2 \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} CH_2Cl_2 + HCl$$
$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} CHCl_3 + HCl$$
$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{સૂર્યપ્રકાશ}} CCl_4 + HCl$$

અલ્કેનના ઉચ્ચ સમજાતકો પાસેથી ક્લોરીનીભવન ક્રિયામાં મોટી સંખ્યામાં ઉત્પાદિતો તૈયાર થાય છે.

મગજ ચલાવો. પ્રોપેનની ક્લોરીનીભવન એ પ્રતિસ્થાપન પ્રક્રિયામાં એક ક્લોરિન અણુ ધરાવતા સમાવયવ ઉત્પાદિતો મળે છે, તેમના રચનાસૂત્રો લખીને તેમને આય.યૂ.પી.એ.સી. નામ આપો.

સામાન્ય પ્રક્રિયાના ચાર પ્રકાર તમે પાછલા પ્રકરણમાં જોયા છે. કાર્બનિક સંયોજનોની સમાવેશન અને પ્રતિસ્થાપન પ્રક્રિયા ઉપર પૈકી ક્યા પ્રકારમાં આવે છે ? સમાવેશન અને પ્રતિસ્થાપન પ્રક્રિયામાં કઈ વધારાની વિશેષતા તેમજ તફાવત છે ?

ઈથેનોલ અને ઈથેનૉઈક એસિડ એ વ્યાપારી મહત્ત્વ ધરાવતા બે કાર્બનિક સંયોજનો છે. તેમના વિશે વધુ માહિતી હવે આપણે લઈશું.

રંગહીન ઈથેનોલ ઓરડાના ઉષ્ણતામાને પ્રવાહી હોય છે અને તેનો ઉત્કલાંક 78^0C છે. ઈથેનૉલને સામાન્ય રીતે અલ્કોહોલ અથવા મદ્યાર્ક કહેવાય છે. ઈથેનોલ પાણીમાં દરેક પ્રમાણમાં દ્રાવ્ય હોય છે. ઈથેનોલના જલીય દ્રાવણની લિટમસ પેપર વડે પરીક્ષા કરતાં તે ઉદાસીન હોવાનું જોવા મળે છે. સૌમ્ય ઈથેનોલની થોડી થોડી માત્રા લેવાથી જ નશો થાય છે. મદ્યપ્રાશન નિષેધ હોવા છતાં સમાજમાં તેનો ખૂબ પ્રચાર થયેલો જોવા મળે છે. મદ્યપ્રાશન આરોગ્ય માટે અનેક પ્રકારે ઘાતક હોય છે. તેના કારણે ચયાપચય પ્રક્રિયા, મધ્યવર્તી ચેતાસંસ્થા પર પ્રતિકૂલ પરિણામ થાય છે. શુધ્ધ ઈથેનોલ (શુધ્ધ મદ્યાર્ક/absolute alcohol) નું એકદમ થોડા માત્રાનું સેવન પણ પ્રાણઘાતક ઠરે છે. ઈથેનોલ એક સારો દ્રાવક છે. તેનો ઉપયોગ ટિંકચર આયોડિન (આયોડિનનું અલ્કોહોલમાંનું દ્રાવણ), ઉધરસનું મિશ્રણ જેવા ઔષધો તેમજ અનેક બળવર્ધકોમાં કરવામાં આવે છે.

શું તમે જાણો છો ?

મિથેનોલ (CH_3OH) ઈથેનોલનો નિમ્ન સમજાતક ઝેરી હોવાથી તેનું ઓછી માત્રામાં સેવન પણ દૃષ્ટિનાશક તેમજ પ્રાણઘાતક નીવડી શકે છે. મહત્ત્વપૂર્ણ ઔદ્યોગિક દ્રાવક ઈથેનોલનો દુરૂપયોગ ટાળવા માટે તેમાં ઝેરી દ્રવ્ય મિથેનોલ ઉમેરવામાં આવે છે. આવા ઈથેનોલને ડીનેચર્ડ સ્પિરીટ (denatured spirit) કહેવાય છે. તે સહજપણે ઓળખાઈ શકે તે માટે તેમાં નીલા રંગનું રંગદ્રાવ્ય પણ ઉમેરવામાં આવે છે.

ઈથેનોલના રાસાયણિક ગુણધર્મ

ઈથેનોલની ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયા તમે આ જ પ્રકરણના પાછલા ઘટકમાં જોઈ છે. ઈથેનોલની બીજી બે પ્રક્રિયા નીચે મુજબ છે. ઇથેનોલની પ્રક્રિયામાં ક્રિયાત્મક સમૂહ –OHની ભૂમિકા મહત્ત્વની હોય છે.

(i) સોડિઅમ સાથે પ્રક્રિયા

$$2Na + 2CH_3-CH_2-OH \longrightarrow 2CH_3-CH_2-ONa + H_2 \uparrow$$

(સોડિઅમ ઈથોક્સાઈડ)

બધા અલ્કોહોલની સોડિઅમ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા થઈને હાયડ્રોજન વાયુ મુક્ત થાય છે અને સોડિઅમના અલ્કોક્સાઈડ ક્ષાર તૈયાર થાય છે. ઈથેનોલની સોડિઅમ ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયામાં હાયડ્રોજન વાયુ અને સોડિઅમ ઈથોક્સાઈડ ઉત્પાદિતો તૈયાર થાય છે.

કરી જુઓ.

નોંધ : આ કૃતિ શિક્ષકોએ કરી બતાવવી.

સાહિત્ય : મોટી પરીક્ષાનળી, રબરનું બૂચમાં બેસાડેલી વાયુવાહક નલિકા, છરી, મીણબત્તી.

રાસાયણિક પદાર્થ : સોડિઅમ ધાતુ, ઈથેનોલ, મેગ્નેશિઅમ ધાતુની પટ્ટી, વગેરે.

કૃતિ : મોટી પરીક્ષાનળીમાં 10 મિલી ઈથેનોલ લો. છરીની મદદથી સોડિઅમ ધાતુના અનાજના દાણા જેટલા 2-3 ટુકડા કરો. પરીક્ષાનળીમાંના ઈથેનોલમાં સોડિઅમના ટુકડા નાખીને તરત જ પરીક્ષાનળીને વાયુવાહક નલિકા જોડો. વાયુવાહક નળીના બહારના છેડે સળગતી મીણબત્તી લઈ જઈ નિરીક્ષણ કરો.

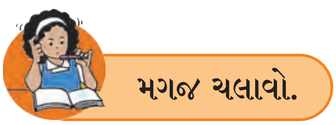
1. વાયુવાહક નળીમાંથી બહાર નીકળતો જ્વલનશીલ વાયુ કયો ?
2. સોડિઅમના ટુકડા ઈથેનૉલના પૃષ્ઠભાગ પર નાચતા શાથી જણાય છે ?
3. ઉપરની કૃતિ સોડિઅમને બદલે મેગ્નેશિઅમ ધાતુની પટ્ટી વાપરીને ફરીથી કરો.
4. મેગ્નેશિઅમની પટ્ટીના ટુકડામાંથી વાયુના પરપોટા નીકળતા દેખાય છે કે ?
5. મેગ્નેશિઅમ ધાતુ સાથે ઈથેનોલની પ્રક્રિયા થાય છે કે નહીં ?

પાછલા ધોરણમાં તમે જોયું છે કે મેગ્નેશિઅમ જેવી મધ્યમ ક્રિયાશીલ ધાતુ સાથે તીવ્ર એસિડની પ્રક્રિયા થઈને હાયડ્રોજન વાયુ મુક્ત થાય છે. ઈથેનોલ ઉદાસીન હોવા છતાં પણ તેની સોડિઅમ ધાતુ સાથે પ્રક્રિયા થઈને હાયડ્રોજન મુક્ત થાય છે. સોડિઅમ ધાતુ વધુ ક્રિયાશીલ હોવાથી ઈથેનૉલમાંના ઉદાસીન સમૂહ -OH સાથે પ્રક્રિયા કરે છે.

(ii) નિર્જલીકરણ પ્રક્રિયા : વધુ જલદ સલ્ફ્યુરિક એસિડ સાથે ઈથેનૉલને 170 ^{0}C ઉષ્ણતામાને ગરમ કરતાં તેમના પરમાણુમાંથી પાણીનો એક અણુ બહાર નીકળી જઈ અસંતૃપ્ત સંયોજન ઈથીન તૈયાર થાય છે.

$$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[\text{જલદ } H_2SO_4]{170\ ^0C} CH_2=CH_2 + H_2O$$

અહીં જલદ સલ્ફ્યુરિક એસિડ નિર્જલકારક તરીકે કાર્ય કરે છે.



1. એન-પ્રોપિન અલ્કોહોલમાં સોડિઅમ ધાતુના ટુકડા નાખતા શું દેખાશે તે પ્રક્રિયા લખીને સ્પષ્ટ કરો.
2. જલદ સલ્ફ્યુરિક એસિડ સાથે એન-બ્યૂટાઈલ આલ્કોહોલને ગરમ કરતા કયા ઉત્પાદિત તૈયાર થશે તે પ્રક્રિયા લખીને સ્પષ્ટ કરો.

વિજ્ઞાન કૂવો : અલ્કોહોલ : એક ઇંધણ

શેરડી સૌર ઉર્જાનું રાસાયણિક ઉર્જામાં અત્યંત કાર્યક્ષમ રીતે રૂપાંતર કરે છે. શેરડીના રસમાંથી સાકર બનાવતી વખતે જે મળ તૈયાર થાય છે તેનું કિણ્વન કર્યા બાદ અલ્કોહોલ (ઈથેનોલ) મળે છે. પૂરતી હવામાં જ્વલન થતા ઈથેનૉલમાંથી માત્ર કાર્બન ડાયઑક્સાઈડ અને પાણી તૈયાર થાય છે. આમ ઈથેનૉલ એક સ્વચ્છ ઇંધણ છે. તેથી કેટલાક દેશોમાં પેટ્રોલની કાર્યક્ષમતા વધારવા માટે તેનામાં એક સમાવેશી તરીકે તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આવા ઇંધણને ગેસોહોલ કહેવાય છે.

ઇથેનૉઇક એસિડ : ઈથેનોઇક એસિડ રંગહીન પ્રવાહી છે જેનું ઉત્કલનાંક 118 ^{0}C છે. સામાન્યરીતે ઇથેનૉઈક એસિડને એસેટિક એસિડ કહેવાય છે. તેમ જ તેનું જલીય દ્રાવણ એસિડધર્મી હોવાથી તેમાં ભૂરું લિટમસ લાલ થાય છે. અથાણામાં પરિરક્ષક તરીકે જે વિનેગાર વાપરવામાં આવે છે તે એસેટિક એસિડનું પાણીમાં બનાવેલ 5-8% દ્રાવણ હોય છે. શુધ્ધ ઈથેનૉઈક એસિડનું દ્રાવણાંક 17 ^{0}C છે. તેથી ઠંડા હવામાન વાળા પ્રદેશમાં ઈથેનૉઈક એસિડ ઓરડાના ઉષ્ણતામાને જ થીજી જાય છે અને બરફ જેવું દેખાય છે. તેથી તેને ગ્લેશિઅલ એસેટિક એસિડ કહેવાય છે.

સાહિત્ય : ગ્લેઝ ટાઈલ, કાચની સળી, pH દર્શક પટ્ટી, ભૂરું લિટમસ પેપર.
રાસાયણિક પદાર્થ : સૌમ્ય ઈથેનૉઈક એસિડ, સૌમ્ય હાયડ્રોક્લોરિક એસિડ.

કૃતિ : ગ્લેઝ ટાઈલ પર બે ભૂરી લિટમસ પટ્ટી મૂકો. એક પટ્ટી પર કાચની સળી વડે સૌમ્ય હાયડ્રોક્લોરિક એસિડનું ટીપું મૂકો બીજી પટ્ટી પર બીજી કાચની સળી વડ સૌમ્ય ઈથેનૉઈક એસિડનું ટીપું મૂકો. લિટમસ પટ્ટીના રંગમાં શો ફેરફાર થાય છે. તેની નોંધ કરો. આ જ કૃતિ pH દર્શક પટ્ટીનો ઉપયોગ કરીને ફરીથી કરો. બધા નિરીક્ષણો નીચેના કોષ્ટકમાં નોંધો.

પદાર્થ	ભૂરા લિટમસના રંગમાં થયેલો ફેરફાર	સંબંધિત pH (ખોટા ને છેકો)	pH દર્શક પટ્ટી પર દેખાતો રંગ	સંબંધિત pH
ઈથેનૉઈક એસિડ		<7/7/>7		
હાયડ્રોક્લોરિક એસિડ		<7/7/ >7		

9.23 ઈથેનૉઈક એસિડ અને હાયડ્રોક્લોરિક એસિડની પરીક્ષા

મગજ ચલાવો.

1. ઈથેનૉઈક એસિડ અને હાયડ્રોક્લોરિક એસિડમાં વધુ તીવ્ર એસિડ ક્યો ?
2. ઈથેનૉઈક એસિડ અને હાયડ્રોક્લોરિક એસિડમાં ભેદ દર્શાવવા માટે ભૂરું લિટમસ અને pH દર્શક પૈકી ક્યો દર્શક કાગળ ઉપયુક્ત છે ?

ઈથેનૉઈક એસિડના રાસાયણિક ગુણધર્મ

ઈથેનૉઈક એસિડમાં કાર્બોક્સિલિક એસિડ ક્રિયાત્મક સમૂહ છે. ઈથેનૉઈક એસિડની રાસાયણિક પ્રક્રિયા મુખ્યત્વે આ ક્રિયાત્મક સમૂહને કારણે થાય છે.

i. બેઈઝ સાથેની પ્રક્રિયા

અ. તીવ્ર બેઈઝ સાથે પ્રક્રિયા

તીવ્ર બેઈઝ સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઈડ સાથે ઈથેનૉઈક એસિડની ઉદાસિનીકરણ પ્રક્રિયા થઈને ક્ષાર અને પાણી તૈયાર થાય છે.

$$CH_3\text{-}COOH + NaOH \rightarrow CH_3\text{-}COO\,Na + H_2$$

(એસિડ) (બેઈઝ) (ક્ષાર) (પાણી)

અહીં તૈયાર થનારા ક્ષારનું આય્.યૂ.પી.એ.સી.નામ સોડિઅમ ઈથેનોએટ છે અને તેનું સામાન્ય નામ સોડિઅમ એસિટેટ છે. તમે પાછલા ધોરણમાં જોયું છે કે એસિટિક એસિડ સૌમ્ય એસિડ છે. સોડિઅમ એસિટેટ આ ક્ષાર ઉદાસીન હશે કે ?

આ. કાર્બોનેટ અને બાયકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા

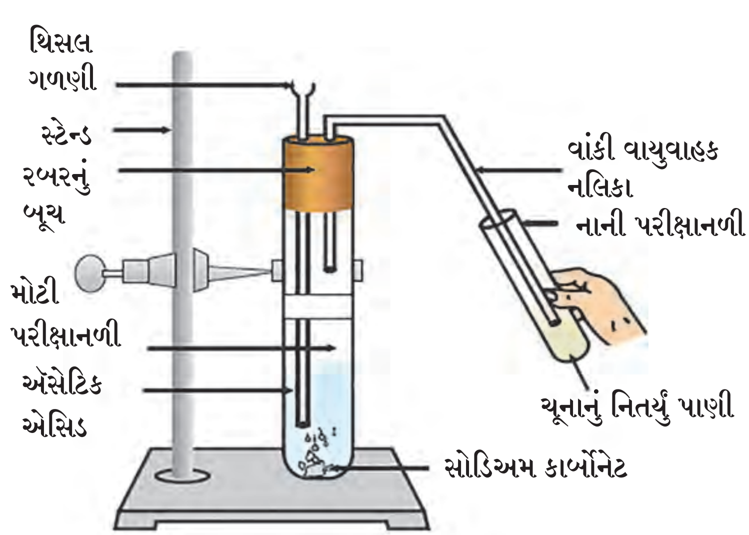
કરી જુઓ.

સાહિત્ય : મોટી પરીક્ષાનળી, નાની પરીક્ષાનળી, વાંકી વાયુવાહક નલિકા, રબરનું બૂચ, થિસલ ગળણી, સ્ટેન્ડ વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : ઍસેટિક એસિડ, સોડિઅમ કાર્બોનેટ ચૂર્ણ, ચૂનાનું નીતર્યું પાણી.

કૃતિ : આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાહિત્યની ગોઠવણ કરો. મોટી પરીક્ષા-નળીમાં સોડિઅમ કાર્બોનેટનું ચૂર્ણ નાખો. નાની પરીક્ષાનળીમાં ચૂનાનું નીતર્યું પાણી લો. થિસલ ગળણીમાંથી 10 મિલી એસેટિક એસિડ નાખો. પરીક્ષાનળીમાં થતા ફેરફારનું નિરીક્ષણ કરો.

1. મોટી પરીક્ષાનળીમાં ઉત્પન્ન થતો વાયુ ક્યો છે ?
2. નાની પરીક્ષાનળીમાં ચૂનાના નિતર્યા પાણીમાં પરપોટા શા માટે દેખાય છે ?
3. ચૂનાના નીતર્યા પાણીના રંગમાં શો ફેરફાર થાય છે ? સંબંધિત પ્રક્રિયા લખો.



9.24 ઍસેટિક એસિડ અને સોડિઅમ કાર્બોનેટની પ્રક્રિયા

પાછલી કૃતિમાં ઈથેનૉઈક એસિડની બેઈઝધર્મી ક્ષાર સોડિઅમ કાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા થઈને સોડિઅમ ઈથેનોએટ ક્ષાર, પાણી અને કાર્બન ડાયઓક્સાઈડ વાયુ તૈયાર થાય છે.

$$2CH_3COOH\ (aq) + Na_2CO_3\ (aq) \rightarrow CH_3COONa\ (aq) + H_2O\ (l) + CO_2\ (g)$$

પરપોટાના રૂપમાં જોરથી બહાર પડતો CO_2 વાયુ વાયુવાહક નલિકામાંથી પસાર થઇને નાની પરીક્ષાનળીમાંના ચૂનાના નિતર્યાં પાણી સાથે પ્રક્રિયા થઈને દૂધિયું થાય છે. ચૂનાનું નિતર્યું પાણી દુધિયું થવું કાર્બન ડાયઓક્સાઈડ વાયુની પરીક્ષા છે.

ઉપરની કૃતિમાં સોડિઅમ કાર્બોનેટને બદલે સોડિઅમ બાયકાર્બોનેટ વાપરતા આવા જ નિરીક્ષણ મળે છે. CO_2 વાયુ પરપોટાના રૂપમાં બહાર આવે છે અને તેના કારણે ચૂનાનું નિતર્યું પાણી દૂધિયું થાય છે.

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$$

મગજ ચલાવો.

1. ઉપરની કૃતિમાં ચૂનાનું નીતર્યું પાણી દુધિયું શાથી થાય છે તે પ્રક્રિયા લખી ને સ્પષ્ટ કરો.
2. ઇથેનૉઈક એસિડમાં સોડિઅમ ધાતૂના ટુકડા નાખીએ તો કઈ પ્રક્રિયા થશે તે સ્પષ્ટ કરો.
3. બે પરીક્ષાનળીમાં બે રંગહીન પ્રવાહી છે જેમાંથી એક ઈથેનોલ અને બીજું ઈથેનૉઈક એસિડ છે. કઈ નળીમાં કયો પદાર્થ છે તે નક્કી કરવા માટે કઈ રાસાયણિક પરીક્ષા કરશો તે પ્રક્રિયા લખીને સ્પષ્ટ કરો.

ii. **ઈસ્ટરીભવન પ્રક્રિયા :** કારબોક્સિલિક એસિડ અને અલ્કોહોલ વચ્ચેની પ્રક્રિયા વડે ક્રિયાત્મક સમૂહ ઈસ્ટર ધરાવતો પદાર્થ તૈયાર થાય છે.

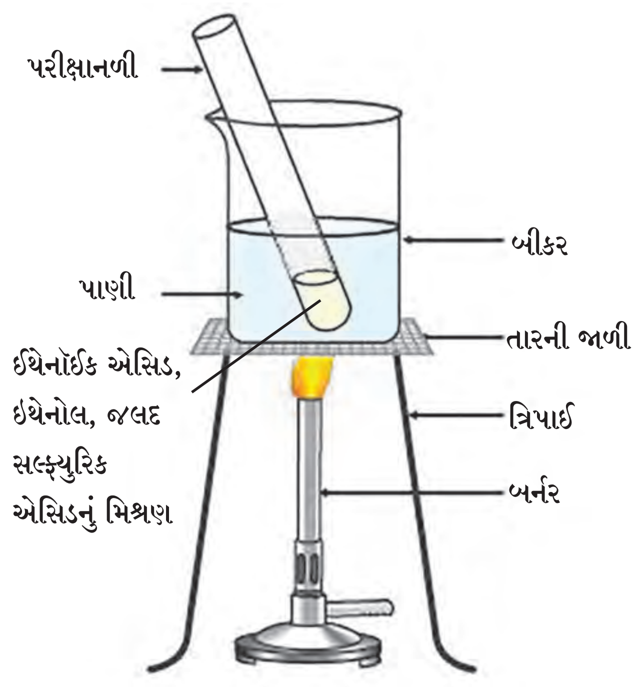
કરી જુઓ.

સાહિત્ય : પરીક્ષાનળી, બીકર, બર્નર વગેરે.

રાસાયણિક પદાર્થ : ગ્લેશિઅલ ઈથેનૉઈક એસિડ, ઇથેનોલ, જલદ સલ્ફ્યુરિક એસિડ, વગેરે.

કૃતિ : પરીક્ષાનળીમાં 1 મિલી ઇથેનોલ અને 1 મિલી ગ્લેશિઅલ ઈથેનૉઈક એસિડ લો. તેમાં કેટલાંક ટીપા જલદ સલ્ફ્યુરિક એસિડ નાખો. આ પરીક્ષાનળી બીકરમાંના ગરમ પાણીમાં પાંચ મિનિટ માટે મૂકો. ત્યારબાદ બીજા બીકરમાં 20-30 મિલી પાણી લઈને તેમાં ઉપરની પ્રક્રિયામાં તૈયાર થયેલું મિશ્રણ નાખો અને ગંધ લો.

ઉત્પ્રેરકની ઉપસ્થિતિમાં ઈથેનૉઈક એસિડ ઈથેનૉલ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને ઈથાઈલ ઇથેનોએટ નામનો ઈસ્ટર તૈયાર થાય છે.



9.25 ઈસ્ટરીભવન પ્રક્રિયા

$$\underset{\text{(ઈથેનૉઈક એસિડ)}}{CH_3-COOH} + \underset{\text{(ઈથેનોલ)}}{CH_3-CH_2-OH} \xrightarrow[\text{ઉત્પ્રેરક}]{\text{એસિડ}} \underset{\text{(ઈથાઈલ ઇથેનોએટ)}}{CH_3-COO-CH_2-CH_3} + \underset{\text{(પાણી)}}{H_2O}$$

ઈસ્ટર મીઠી વાસ ધરાવતો પદાર્થ છે. ઘણાં ફળોનો સ્વાદ તેમનામાં રહેલા વિશિષ્ટ ઈસ્ટરને કારણે હોય છે. સુગંધિત અને સ્વાદિષ્ટ પદાર્થ બનાવવા માટે ઈસ્ટર વાપરવામાં આવે છે. સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઈડ સાથે પ્રક્રિયા કરતા ઈસ્ટમાંથી અલ્કોહોલ અને સોડિઅમ ક્ષારના રૂપમાં કાર્બોક્સિલિક એસિડ પાછા મળે છે. આ પ્રક્રિયાને સાબુકરણ કહેવાય છે. કારણ ચરબીમાંથી સાબુ તૈયાર કરવા માટે આ પ્રક્રિયા વાપરવામાં આવે છે.

ઈસ્ટર + સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઈડ ⟶ સોડિઅમ કાર્બોક્સિલેટ + અલ્કોહોલ

મગજ ચલાવો.

સોડિઅમ હાયડ્રોક્સાઇડના દ્રાવણ સાથે ચરબીને ગરમ કરતા સાબુ અને ગ્લિસરીન તૈયાર થાય છે. ચરબી અને ગ્લિસરીનમાં ક્યું ક્રિયાત્મક સમૂહ હશે એવું તમને લાગે છે તે સ્પષ્ટીકરણ સહિત લખો.

બૃહદ્રેણુ અને બહુલક (Macro molecules and Polymers)

કહો જોઈએ !

1. અનાજ, કઠોળ, માંસ જેવા અન્ન પદાર્થમાંથી આપણને જે પોષકદ્રવ્યો મળે છે. તેમના રાસાયણિક નામો શું છે ?

2. કાપડ, ઘરનો સામાન્ય (ફર્નિચર) સ્થિતિસ્થાપક વસ્તુ ક્યા ક્યા રાસાયણિક પદાર્થમાંથી બનેલા હોય છે ?

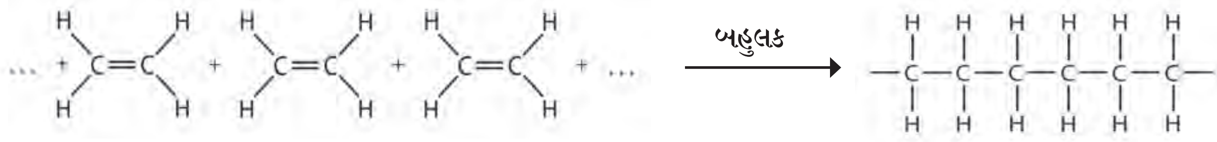
બૃહદ્રેણુ : આ પાઠની શરૂઆતમાં આપણે જોયું કે જ્ઞાત કાર્બનિક સંયોજનોની સંખ્યા પરમાણુદ્રવ્યમાનનો વ્યાપ 10^1-10^{12} જેટલો વિશાળ છે. મોટા પરમાણુદ્રવ્યમાન ધરાવતા પરમાણુમાંના ઘટક અણુની સંખ્યા ખૂબ મોટી હોય છે. લાખ કરતાં વધારે અણુથી બનેલા પ્રચંડ કાર્બનિક પરમાણુને બૃહદ્રેણુ કહેવાય છે. જે બહુલક પ્રકારના હોય છે.

નૈસર્ગિક બૃહદ્રેણુ : પૉલીસૅકરાઈડ, પ્રોટીન અને ન્યુક્લિક એસિડ નૈસર્ગિક બૃહદ્રેણુ એટલે કે જીવસૃષ્ટિના આધારસ્તંભ છે. સ્ટાર્ચ અને સેલ્યુલોજ જેવા પૉલીસૅકરાઈડ સંયોજનોમાંથી આપણને અન્ન, વસ્ત્ર, રહેઠાણ મળે છે. પ્રાણીઓના શરીરનો મોટો ભાગ પ્રથિનમાંથી બનેલો હોય છે. તેમ જ તેમનું હલનચલન અને વિવિધ શારીરિક પ્રક્રિયા પ્રથિન દ્વારા થાય છે. ન્યુક્લિક એસિડને કારણે રેણુસ્તરપર આનુવંશિકતાનું નિયંત્રણ થાય છે. રબર બીજા પ્રકારનો નૈસર્ગિક બૃહદ્રેણુ છે.

માનવનિર્મિત બૃહદ્રેણુ : સૌ પ્રથમ રબર અને રેશમની પર્યાય શોધવાની હેતુથી પ્રયોગશાળામાં અને કારખાનામાં બૃહદ્રેણુનું નિર્માણ થયું. આજે જીવનના સર્વ ક્ષેત્રે માનવનિર્મિત બૃહદ્રેણુનો ઉપયોગ થાય છે. કપાસ, ઉન, રેશમ જેવા નૈસર્ગિક દોરાની જેમ જ લંબાઈની દષ્ટિએ મજબૂત એવા માનવનિર્મિત દોરા, રબરની સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણધર્મ ધરાવનાર ઈલેસ્ટોમર, જેમાંથી પતરા, નળી જેવી અસંખ્ય પ્રકારની વસ્તુઓ તેમ જ પૃષ્ઠભાગ પર લગાડવાનો લેપ બનાવાય છે તે પ્લાસ્ટિક પણ માનવનિર્મિત બૃહદ્રેણુના ઉદાહરણો છે. નૈસર્ગિક અને માનવનિર્મિત બૃહદ્રેણુની સંરચના અનેક નાના ઘટક એકબીજાને નિયમિત પધ્ધતિથી જોડાઈને તૈયાર થાય છે. તેથી બૃહદ્રેણુ બહુલક હોય છે.

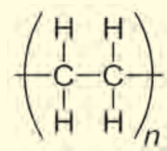
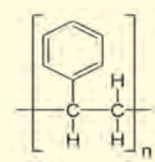
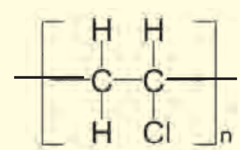
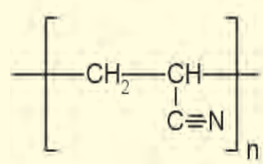
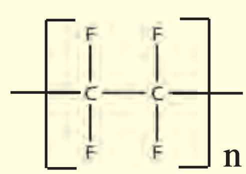
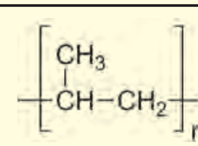
બહુલક : નાના ઘટકોની નિયમિત પુનરાવૃત્તિથી તૈયાર થતા બૃહદ્રેણુને બહુલક કહેવાય છે. જે નાના ઘટકની નિયમિત પુનરાવૃત્તિથી બહુલક બને છે, તે નાના ઘટકને એકલક (Monomer) કહે છે. જે પ્રક્રિયા દ્વારા એકલક પરમાણુમાંથી બહુલક તૈયાર થાય છે તેને બહુલકીકરણ (Polymerization) કહે છે.

અલ્કીનના એકલક જોડાઇને બહુલક બનવા એ બહુલકીકરણની મહત્ત્વની પધ્ધતિ છે. દા.ત.પોલિઈથિલીનનું સંશ્લેષણ નીચે પ્રમાણે થાય છે. બાજુમાં મોટા પ્રમાણમાં વપરાતા બહુલકો કોષ્ટકમાં આપ્યા છે. (જુઓ કોષ્ટક 9.26 અને 9.27)



ઈથિલીન એકલક   પૉલિઈથિલીન

9.26 પૉલિઈથિલીનનું સંશ્લેષણ

બહુલક નામ	ઘટક એકલક અને રચનાસૂત્ર	બહુલકોના રચનાસૂત્ર	ઉપયોગ
પોલિઈથિલીન	ઈથિલીન $CH_2 = CH_2$		થેલીઓ, ખેલાડીઓના કપડા
પોલીસ્ટાયરિન	સ્ટાયરિન $C_6H_5 - CH = CH_2$		થર્માકોલની વસ્તુઓ
પોલીવ્હાઈનાઈલ ક્લોરાઈડ (PVC)	વ્હાઈનાઈલ ક્લોરાઈડ $CH_2 = CH - Cl$		પીવીસી પાઈપ, થેલી, દરવાજાના પગલુછણિયા, હૉસ્પિટલમાંની લાલ થેલી અને નળીઓ.
પૉલીએક્રિલો-નાઈટ્રાઈલ	એક્રિલો-નાઈટ્રાઈલ $CH_2 = CH - C \equiv N$		ગરમ કપડા, બ્લૅંકેટ
ટેફ્લૉન	ટેટ્રાફ્લોરો ઈથિલીન $CF_2 = CF_2$		નિર્લેપ વાસણ
પૉલીપ્રોપિલીન	પ્રોપિલીન $CH_3 - CH = CH_2$		ઈંજેક્શનની સિરિંજ, ટેબલ, ખુરશી

9.27 વિવિધ બહુલકો અને તેના ઉપયોગ

ઉપરના ઉદાહરણોમાંના બહુલકો એક જ એકલકની પુનરાવૃત્તિથી બનેલા છે. તેમને સમબહુલકો (Homopolymers) કહેવાય છે. બીજો પ્રકાર બે અથવા વધુ એકલકમાંથી બનેલા બહુલકનો છે તેમને સહબહુવારિક (Copolymers) કહેવાય છે. દા.ત. પેટ (PET) એટલે પોલિઈથિલીન ટરથેલેટ બહુલકોની સંરચના ઉપરના ઉદાહરણોની જેમ જ રેખીય, શાખીય અને જાલિય પણ હોય છે. એકલકનું સ્વરૂપ અને સંરચનાના પ્રકાર અનુસાર બહુલકોને વિવિધ પ્રકારના ગુણધર્મ પ્રાપ્ત થાય છે.

નૈસર્ગિક બહુલકોની સંરચનાનું આકલન એ તેનું વિઘટન થયા પછી થયું પ્રમુખ નૈસર્ગિક બહુલકોની સંરચના નીચેના કોષ્ટકમાં આપેલી છે. (જુઓ કોષ્ટક નં.9.28)

બહુલક	એકલકનું નામ	શોધ
પૉલિસેકરાઈડ	ગ્લુકોઝ	સ્ટાર્ચ
સેલ્યુલોજ	ગ્લુકોઝ	લાકડું (વનસ્પતિ કોષ દિવાલ)
પ્રથિન	અમિનો એસિડ	સ્નાયુ, વાળ, ઉત્પ્રેરક, ઈંડા, ત્વચા
ડી.એન.એ.	ન્યુક્લિઓટાઈડ (ડિઓક્સીરાયબોઝ-ફોસ્ફેટ)	વનસ્પતિના ગુણસૂત્ર
આર.એન.એ.	ન્યુક્લિઓટાઇડ (રાયબોઝ-ફોસ્ટેટ)	કોશમાંના કેન્દ્ર અને કોશદ્રવ્ય
રબર	આયસોપ્રિન $CH_2=\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}-CH=CH_2$	રબરના ઝાડનો રસ

9.28 કેટલાક નૈસર્ગિક બહુલકો અને તેમની પ્રાપ્તિ

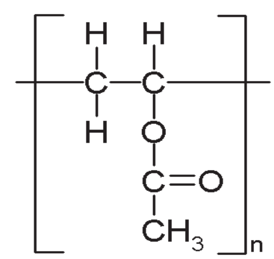
મગજ ચલાવો.

1. નીચે કેટલાક એકલકના રચનાસૂત્રો આપેલા છે. તેમના વડે તૈયાર થનારા સમબહુલકોના રચનાસૂત્ર લખો.

અ. $CH_2=\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}}$

આ. $CH_2=\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{CN}{\vert}}{C}}$

2. રંગ અને ચીકણા દ્રવ્યમાં વપરાતા બહુલક પોલિવ્હાઈનાઈલ એસિટેટનું રચનાસૂત્ર આપ્યું છે. તેના પરથી સંબંધિત એકલકનું નામ અને રચનાસૂત્ર લખો.



સ્વાધ્યાય

1. **જોડકા જોડો.**

'અ' વિભાગ	'બ' વિભાગ
અ. C_2H_6	1. અસંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન
આ. C_2H_2	2. એક અલ્કોહોલનું અણુસૂત્ર
ઇ. CH_4O	3. સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન
ઈ. C_3H_6	4. ત્રિબંધ

2. **નીચેના પરમાણુમાટે ઈલેક્ટ્રોન-ટપકાં સંરચનાનું રેખાટન કરો. (વર્તુળ ન દર્શાવતા)**
   અ. મિથેન આ. ઈથિન
   ઇ. મિથેનૉલ ઈ. પાણી

3. **નીચે આપેલા પરમાણુસૂત્રો પરથી સર્વ સંભવિત સંયોજનોના રચનાસૂત્ર (રેખા-સંરચના) આલેખો.**
   અ. C_3H_8 આ. C_4H_{10} ઇ. C_3H_4

4. **નીચેની સંજ્ઞા ઉદાહરણ સહિત સ્પષ્ટ કરો.**
   1. સંરચના - સમાવયવતા
   2. સહસંયોજક બંધ
   3. સેન્દ્રિય સંયોજનમાંનો વિષમ અણુ
   4. ક્રિયાત્મક સમૂહ
   5. અલ્કેન
   6. સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બન
   7. સમબહુલક
   8. એકલક
   9. ક્ષપણ
   10. ઑક્સિડન્ટ

5. **નીચે આપેલા રચનાસૂત્રો માટે આય.યૂ.પી.એ.સી. નામો લખો.**
   અ. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
   આ. $CH_3-CHOH-CH_3$

ઇ. CH_3-CH_2-COOH
ઈ. $CH_3-CH_2-NH_2$
ઉ. CH_3-CHO
ઊ. $CH_3-CO-CH_2-CH_3$

6. કાર્બનિક સંયોજનોની નીચે આપેલી રાસાયણિક પ્રક્રિયાના પ્રકાર ઓળખો.

અ . $CH_3-CH_2-CH_2-OH \longrightarrow CH_3-CH_2-COOH$
આ. $CH_3-CH_2-CH_3 \longrightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O$
ઇ. $CH_3-CH= CH -CH_3 + Br_2 \longrightarrow CH_3-CHBr - CHBr -CH_3$
ઈ. $CH_3-CH_3 + Cl_2 \longrightarrow CH_3-CH_2Cl + HCl$
ઉ. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH \longrightarrow CH_3-CH_2-CH=CH_2 + H_2O$
ઊ. $CH_3-CH_2-COOH + NaOH \longrightarrow CH_3-CH_2-COO^-Na^+ + H_2O$
એ. $CH_3-COOH + CH_3-OH \longrightarrow CH_3-COO- CH_3 + H_2O$

7. નીચે આપેલા આય્.યૂ.પી.એ.સી. નામની નીચે રચનાસૂત્રો લખો.

અ. પેંટોન-2-ઓન
આ. 2-ક્લોરોબ્યૂટેન
ઇ. પ્રોપેન-2 ઓલ
ઈ. મિથેનાલ
ઉ. બ્યુટેનૉઈક એસિડ
ઊ. 1-બ્રોમોપ્રોપેન
એ. ઈથેનામિન
ઐ. બ્યૂટેનોન

8. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો.

1. કાર્બનિક સંયોજનોની સંખ્યા ખૂબ મોટી હોવા પાછળનું કારણ શું હશે ?
2. સંતૃપ્ત હાયડ્રોકાર્બનની સંરચનાના આધારે તેના ત્રણ પ્રકાર પડે છે. તેના નામો ઉદાહરણ સહિત લખો.
3. વિષમ અણુ ઓક્સિજન ધરાવતા કોઇપણ ચાર ક્રિયાત્મક સમૂહ જણાવી દરેકના એક ઉદાહરણનું નામ અને રચનાસૂત્ર લખો.
4. ત્રણ જુદા જુદા વિષમ અણુ ધરાવતા ત્રણ ક્રિયાત્મક સૂમહ જણાવી દરેકના એક ઉદાહરણનું નામ અને રચનાસૂત્ર લખો.
5. ત્રણ નૈસર્ગિક બહુલકોના નામ જણાવી તે ક્યાં મળે છે અને ક્યા એકલકમાંથી બનેલા હોય છે તે જણાવો.
6. વિનેગાર અને ગૅસોહોલની સંજ્ઞા સ્પષ્ટ કરો. આ પદાર્થોના એક-એક ઉપયોગ લખો.
7. ઉત્પ્રેરક એટલે શું તે જણાવીને ઉત્પ્રેરકની મદદથી થતી કોઇપણ એક પ્રક્રિયા લખો.

ઉપક્રમ :

દૈનિક જીવનમાં વપરાતા વિવિધ કાર્બનિક સંયોજનો વિશે સવિસ્તાર માહિતી દર્શાવતું કોષ્ટક તૈયાર કરી વર્ગમાં લગાડો અને તેના વિશે ચર્ચા કરો.

IVB82N

10. અવકાશ અભિયાન

- અવકાશ અભિયાન
- કૃત્રિમ ઉપગ્રહોનું વર્ગીકરણ
- ઉપગ્રહ પ્રક્ષેપક
- કૃત્રિમ ઉપગ્રહ
- કૃત્રિમ ઉપગ્રહોની ભ્રમણ કક્ષા
- પૃથ્વીથી દૂર થયેલા અવકાશ અભિયાન

યાદ કરો.

1. અવકાશ અને આકાશમાં શું તફાવત છે ?
2. સૌરમંડળના વિવિધ ઘટકો કયા ?
3. ઉપગ્રહ એટલે શું ?
4. પૃથ્વીના નૈસર્ગિક ઉપગ્રહો કેટલા છે?

માનવીને હંમેશા અજ્ઞાત વસ્તુ પ્રત્યે આકર્ષણ રહ્યું છે અને તે તેના વિશે જાણીને પોતાના જ્ઞાનની ક્ષિતિજો વિસ્તારવા માટે સતત પ્રયત્નશીલ રહ્યો છે. અવકાશ અને તેમાં ટમટમતા અસંખ્ય તારાઓ વિશે તેને પ્રાચીન સમયથી જ કુતૂહલ રહ્યું છે. તે હંમેશા અવકાશમાં છલાંગ મારવાનું સ્વપ્ન જોતો રહ્યો છે અને તેને માટે પ્રયત્નશીલ રહ્યો છે.

અવકાશ અભિયાન (Space missions)

તંત્રજ્ઞાનમાં અને વિશેષરૂપે અવકાશ તંત્રજ્ઞાનમાં થયેલી પ્રગતિને કારણે વીસમી સદીના ઉત્તરાર્ધમાં અવકાશયાનનું નિર્માણ કરવામાં આવ્યું અને અવકાશયાત્રા કરવી શક્ય બની. ત્યારથી પૃથ્વીની ફરતે પરિક્રમા કરવા માટે અવકાશમાં હજારો કૃત્રિમ ઉપગ્રહ વિશિષ્ટ કક્ષામાં પ્રસ્થાપિત કરવામાં આવ્યા છે. એ સિવાય સૂર્યમાળાના વિવિધ ઘટકોનો નજીકથી અભ્યાસ કરવા માટે કેટલાક વિશિષ્ટ યંત્રો સૂર્યમાળાના વિવિધ ઘટકો તરફ મોકલીને અવકાશ સંશોધન અભિયાન ચલાવવામાં આવ્યું છે. એ વિશે આપણે આ પાઠમાં માહિતી મેળવીશું.

અવકાશ અભિયાનનું બે પ્રકારમાં વર્ગીકરણ કરવામાં આવ્યું છે. કૃત્રિમ ઉપગ્રહોને પૃથ્વીની કક્ષામાં પ્રસ્થાપિત કરીને વિવિધ પ્રકારનું સંશોધન કરવું તેમ જ પોતાની જીવનાવશ્યક વસ્તુઓ માટે ઉપગ્રહોનો ઉપયોગ કરવો એ પહેલા પ્રકારના અભિયાનનો ઉદ્દેશ હોય છે. બીજા પ્રકારના અભિયાનનો ઉદ્દેશ સૌરમંડળમાંના અને તેની બહારના વિવિધ ઘટકો તરફ અવકાશયાન મોકલીને તે ઘટકોનું નજીકથી નિરીક્ષણ કરવું અને તેમના વિશે માહિતી મેળવવી.

શું તમે જાણો છો ?

અવકાશયાન દ્વારા અવકાશમાં જનારો સૌ પ્રથમ માનવ રશિયાનો યુરી ગાગારીન હતો. તેમણે ઇ.સ.1961માં પૃથ્વીની પરિક્રમા કરી. ચંદ્ર પર સૌ પ્રથમ કદમ મૂકનાર (1969) વ્યક્તિ નીલ આર્મસ્ટ્રૉંગ (અમેરિકા) હતો. ભારતના રાકેશ શર્માએ ઇ.સ.1984માં રશિયાના અવકાશયાન દ્વારા પૃથ્વીની પરિક્રમા કરી. સુનિતા વિલ્યમ્સ અને કલ્પના ચાવલા એ પણ અમેરિકાની સંસ્થા 'નાસા' (National Aeronautics and Space Administration)ના અવકાશયાનમાં અવકાશ ભ્રમણ કર્યું.

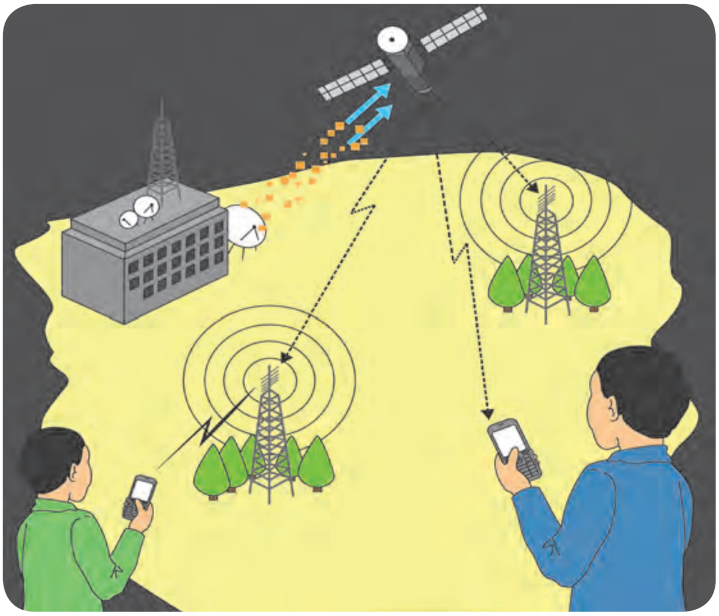
યાદ કરો.

કૃત્રિમ ઉપગ્રહો દ્વારા ક્યા ક્યા પ્રકારના દૂરબીનો પૃથ્વીની પરિક્રમા કરતા હોય છે ? તેમને અવકાશમાં રાખવા શા માટે આવશ્યક છે ?

કહો જોઈએ !

તમારા ભ્રમણધ્વનિના સિગ્નલ ક્યાંથી આવે છે ? ભ્રમણધ્વનિ મિનારા (ટાવર)માં તે ક્યાંથી આવે છે? દૂરદર્શનના કાર્યક્રમો તમારા ટી.વી.માં કેવી રીતે આવે છે ? વર્તમાનપત્રમાં આપણા દેશ પરના મોન્સૂનના વાદળોની સ્થિતિ દર્શાવનારા ચિત્રો તમે જોયા હશે. તે કેવી રીતે મેળવવામાં આવ્યા હશે ?

અવકાશ અભિયાનની જરૂરિયાત અને મહત્ત્વ



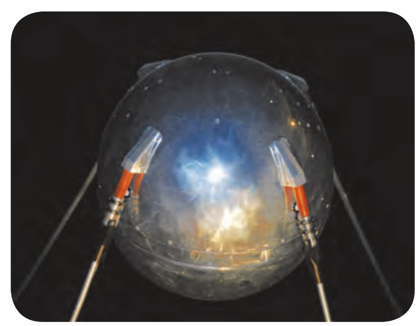
10.1 કૃત્રિમ ઉપગ્રહ દ્વારા સંદેશવહન

અવકાશ સંબંધી અભિયાન દ્વારા પ્રક્ષેપિત કરાયેલ કૃત્રિમ ઉપગ્રહોને કારણે વિશ્વ આજે એક 'વૈશ્વિક ગ્રામ' બન્યું છે. આજે આપણે ક્ષણાર્ધમાં દુનિયાના કોઈપણ ભાગમાં રહેલી વ્યક્તિ સાથે સંપર્ક સાધી શકીએ છીએ. ઘરે બેઠાં બેઠાં દુનિયાભરની ઘટનાઓ વિશે માહિતી મેળવી શકીએ છીએ. આંતરજાળ (Internet)નું મહત્ત્વ તો તમે સૌ જાણો જ છો. તેના વડે કોઇપણ માહિતી ક્ષણભરમાં ઉપલબ્ધ થઈ જાય છે. આવનાર નૈસર્ગિક આપત્તિની પૂર્વસૂચના મેળવીને સતર્ક થવું શક્ય બન્યું છે.

લડાઈમાં શત્રૂના સૈન્યની સ્થિતિ વિશે, તેમજ ભૂગર્ભમાં ખનિજ પદાર્થોનો જથ્થો કયાં છે. તે આપણે જાણી શકીએ છીએ. અવકાશ અભિયાનના આવા અનેક ફાયદા છે. આજની દુનિયામાં અંતરીક્ષ તંત્રજ્ઞાન સિવાય કોઈપણ દેશ પ્રગતિ કરી શકે નહીં.

કૃત્રિમ ઉપગ્રહ (Artificial satellite)

નૈસર્ગિક ઉપગ્રહ એટલે પૃથ્વીની અથવા એકાદ ગ્રહની નિયમિત કક્ષામાં પરિક્રમા કરનાર ખગોળીય વસ્તુ. ચંદ્ર પૃથ્વીનો એક માત્ર નૈસર્ગિક ઉપગ્રહ છે. સૌરમંડળમાંના અન્ય કેટલાક ગ્રહોને એકથી વધુ નૈસર્ગિક ઉપગ્રહ છે. નૈસર્ગિક ઉપગ્રહ પ્રમાણે જ એકાદ માનવનિર્મિત યંત્ર પૃથ્વીની અથવા એકાદ ગ્રહની નિયમિત કક્ષામાં પરિક્રમા કરતો હોય તો તેને કૃત્રિમ ઉપગ્રહ કહેવાય છે. (આકૃતિ 10.1 જુઓ.)



10.2 સ્પુટનિક

ઇ.સ.1957માં, રશિયાએ પહેલો કૃત્રિમ ઉપગ્રહ 'સ્પુટનિક' (આકૃતિ 10.2 જુઓ.)અવકાશમાં મોકલ્યો. આજે એવા હજારો ઉપગ્રહ પૃથ્વીની ફરતે પરિભ્રમણ કરે છે. આ ઉપગ્રહો સૌર ઉર્જા વાપરતા હોવાથી તેમની બંને બાજુએ પંખા જેવી સૌર પેનલ લગાડેલી હોય છે. પૃથ્વી પરથી આવતા સંદેશા ગ્રહણ કરવા માટે અને પૃથ્વી તરફ સંદેશા મોકલવા માટે ઉપકરણો બેસાડેલા હોય છે. દરેક ઉપગ્રહમાં તેમના કાર્ય અનુસાર જોઈતા અન્ય ઉપકરણો હોય છે. આવો એક ઉપગ્રહ આકૃતિ 10.1માં દર્શાવ્યો છે. પૃથ્વી પરથી ઉપગ્રહ તરફ જનાર અને ઉપગ્રહથી પૃથ્વી પરના ભ્રમણધ્વનિ મિનારા વગેરે તરફ આવતા સંદેશા દર્શાવ્યા છે. વિવિધ પ્રકારના કાર્યો કરવા માટે આ ઉપગ્રહ અવકાશમાં છોડવામાં આવે છે. તેમના કાર્ય અનુસાર તેમના નીચે મુજબ પ્રકાર પાડવામાં આવે છે. (જુઓ 10.3)

માહિતી તંત્રજ્ઞાનની જોડી

ભારતના અવકાશ સંશોધન ક્ષેત્રમાંનું યોગદાન દર્શાવતું Powe-point presentation તૈયાર કરીને વર્ગમાં રજૂ કરો.

INSAT: Indian National Satellite
GSAT: Geosynchronous Satellite
IRNSS: Indian Regional Navigation Satellite System
IRS : Indian Remote Sensing Satellite
GSLV: Geosynchronous Satellite Launch Vehicle
PSLV: Polar Satellite Launch Vehicle

ઉપગ્રહના પ્રકાર	ઉપગ્રહનું કાર્ય	ભારતની ઉપગ્રહ માલિકા અને પ્રક્ષેપકોના નામ
હવામાન ઉપગ્રહ (Weather Satellite)	હવામાનનો અભ્યાસ અને હવામાનનું અનુમાન કરવું.	INSAT અને GSAT પ્રક્ષેપક: GSLV
સંદેશવહન ઉપગ્રહ (Communication Satellite)	દુનિયાભરના જુદા જુદા પ્રદેશોમાં વિશિષ્ટ લહેરો દ્વારા સંપર્ક પ્રસ્થાપિત કરવો.	INSAT અને GSAT પ્રક્ષેપક: GSLV
ધ્વનિ-ચિત્ર પ્રક્ષેપક ઉપગ્રહ (Broadcast Satellite)	દૂરદર્શન પર કાર્યક્રમ પ્રક્ષેપિત કરવા.	INSAT અને GSAT પ્રક્ષેપક: GSLV
દિશાદર્શક ઉપગ્રહ (Navigational Satellite)	પૃથ્વી પરના કોઈપણ સ્થળનું ભૌગોલિક સ્થાન એટલે કે તે સ્થાનના એકદમ સચોટ અક્ષાંશ (Latitude) અને રેખાંશ (Longitude) નિશ્ચિત કરવા.	IRNSS પ્રક્ષેપક: PSLV
લશ્કરી ઉપગ્રહ (Military Satellite)	સંરક્ષણના દષ્ટિકોણથી ભૂપ્રદેશ પરની માહિતીનું સંકલન કરવું.	
પૃથ્વી-નિરીક્ષક ઉપગ્રહ (Earth Observation Satellite)	પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગ પરના જંગલો, રણ, સાગર, ધ્રુવ પ્રદેશ પરના બરફનો અભ્યાસ તેમજ નૈસર્ગિક સંસાધનોની શોધ અને વ્યવસ્થાપન, મહાપૂર, જવાળામુખી વિસ્ફોટ જેવી નૈસર્ગિક આપત્તિમાં નિરીક્ષણ અને માર્ગદર્શન કરવું.	IRS પ્રક્ષેપક: PSLV

ઉપગ્રહના પ્રકાર

ઇન્ટરનેટ મારો મિત્ર

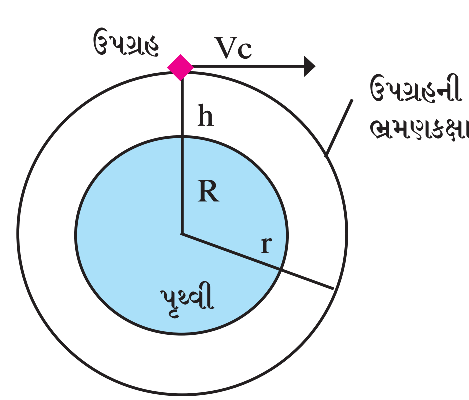
વિડિઓ જુઓ અને અન્યોને મોકલો.
1. https://youtu.be/cuqYLHaLB5M
2. https://youtu.be/y37iHU0jK4s

કૃત્રિમ ઉપગ્રહોની ભ્રમણ કક્ષા (Orbits of Artificial Satellites)

બધા ઉપગ્રહ એક સમાન કક્ષામાં પૃથ્વી ફરતે ભ્રમણ કરતાં નથી. કૃત્રિમ ઉપગ્રહોની ભ્રમણ કક્ષાની ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ કેટલી હોવી જોઈએ, ભ્રમણકક્ષા વર્તુળાકાર હોવી જોઈએ કે લંબવર્તુળાકાર હોવી જોઈએ, વિષુવવૃત્તને સમાંતર હોવી જોઈએ કે વિષુવવૃત્ત સાથે ખૂણો બનાવતી હોય, આ બધી બાબતો ઉપગ્રહના કાર્ય અનુસાર નક્કી થાય છે.

ભૂપૃષ્ઠથી વિશિષ્ટ ઊંચાઈએ ફરતો રાખવા માટે ઉપગ્રહને ઉપગ્રહ પ્રક્ષેપક દ્વારા તે ઊંચાઈ સુધી લઈ જવામાં આવે છે. ત્યારબાદ તે ઉપગ્રહને તેની નિર્ધારિત કક્ષામાં પ્રસ્થાપિત કરવા માટે કક્ષાની સ્પર્શરેખાની દિશામાં વિશિષ્ટ વેગ (v_c) આપવામાં આવે છે. આ વેગ મળતા જ ઉપગ્રહ પૃથ્વીની ફરતે પ્રદક્ષિણા કરવા લાગે છે. આ વેગનું સૂત્ર નીચે મુજબ તૈયાર કરવામાં આવે છે.

જો m દ્રવ્યમાન ધરાવતો ઉપગ્રહ પૃથ્વીના કેન્દ્રથી r ઊંચાઈ પર અને પૃષ્ઠભાગથી h ઊંચાઈ પર v_c ઝડપથી પરિભ્રમણ કરતો હોય તો (આકૃતિ 10.3) તેના પર કાર્ય કરનાર અભિકેન્દ્રિ બળ, $\frac{mv_c^2}{r}$ હોય.



10.3 કૃત્રિમ ઉપગ્રહની ભ્રમણકક્ષા

આ અભિકેન્દ્રિ બળ પૃથ્વીને ગુરુત્વ પ્રદાન કરે છે માટે, કેન્દ્રિયબળ = પૃથ્વી અને ઉપગ્રહનું ગુરુત્વીય બળ

$$\frac{mv_c^2}{R+h} = \frac{GMm}{(R+h)^2}$$

$$v_c^2 = \frac{GM}{R+h}$$

$$v_c = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \quad ....(1)$$

G = ગુરુત્વીય અચલાંક = 6.67×10^{-11} N m^2/kg^2
M = પૃથ્વીનું દ્રવ્યમાન = 6×10^{24} kg
R = પૃથ્વીની ત્રિજ્યા = 6.4×10^6 m = 6400 km
h = ઉપગ્રહની ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ
R + h = ઉપગ્રહની ભ્રમણકક્ષાની ત્રિજ્યા

ઉપરના સૂત્ર પરથી એવું જણાય છે કે વિશિષ્ટ વેગ (v_c) ઉપગ્રહના દ્રવ્યમાન (m) પર આધારિત હોતો નથી. ભૂપૃષ્ઠથી ઉપગ્રહ કક્ષાની ઊંચાઈ વધતી જાય તેમ તે ઉપગ્રહોની સ્પર્શ રેખાનો વેગ ઓછો થતો જાય છે. કૃત્રિમ ઉપગ્રહની ભ્રમણકક્ષાની ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ કેટલી છે તે અનુસાર કક્ષાનું વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે.

ઉચ્ચકક્ષા (High Earth Orbits) : (ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ > 35,780 km)

જે ઉપગ્રહ ભ્રમણકક્ષાની ઊંચાઈ ભૂપૃષ્ઠથી 35,780 km અથવા વધારે હોય છે. તે કક્ષાઓને ઉચ્ચ કક્ષા કહેવાય છે. ભૂપૃષ્ઠથી 35,780 km ઊંચાઈએ આવેલા ઉપગ્રહને પૃથ્વીની ફરતે પ્રદક્ષિણા પૂર્ણ કરતાં લગભગ 24 કલાક લાગે છે. તમે જાણો જ છો કે પૃથ્વીને પણ પોતાની ફરતે એક આંટો પૂર્ણ કરતાં 24 કલાક લાગે છે. જો આ ઉપગ્રહની કક્ષા વિષુવવૃત્તને સમાંતર હોય તો, પૃથ્વીને પોતાના ફરતે પરિક્રમણ કરતા લાગતો સમય અને ઉપગ્રહને પૃથ્વી ફરતે પરિભ્રમણ કરતા લાગતો સમય સમાન હોવાથી પૃથ્વીની સાપેક્ષ રહેલો આ ઉપગ્રહ અવકાશમાં જાણે સ્થિર હોય તેવો ભાસ થાય છે. એક જ ગતિથી સમાંતર ચાલતા વાહનના પ્રવાસીઓને બાજુનું વાહન સ્થિર હોવાનો ભાસ થાય છે તેવું જ અહીં બને છે. માટે આવા ઉપગ્રહોને **ભૂસ્થિર ઉપગ્રહ** (Geosynchronous Satellite) કહેવાય છે. આવા ઉપગ્રહ ભૂસ્થિર હોવાથી પૃથ્વીના એકજ ભાગનું સતત નિરીક્ષણ કરી શકાય છે. માટે હવામાનશાસ્ત્ર, દૂરધ્વનિ, દૂરદર્શન, આકાશવાણીના સંદેશ-વહનમાં એનો ઉપયોગ થાય છે.

મધ્યમ કક્ષા (Medium Earth Orbits) : (ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ 2,000 km થી 35,780 km)

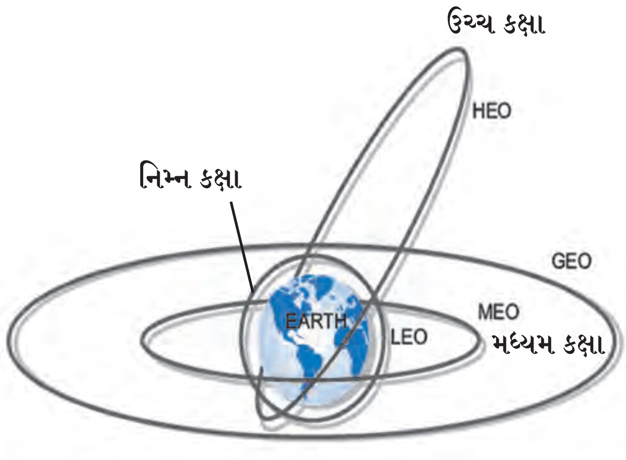
જે ઉપગ્રહ ભ્રમણ કક્ષાની ઊંચાઈ ભૂપૃષ્ઠની ઊંચાઇથી 2,000 km થી 35,780 km ની વચ્ચે હોય છે. તેવી કક્ષાને મધ્યમ કક્ષા કહેવાય છે. ભૂસ્થિર ઉપગ્રહ વિષુવવૃત્તની એકદમ ઉપર પરિભ્રમણ કરે છે. તેથી ઉત્તર અથવા દક્ષિણ ધ્રુવીય પ્રદેશોનો અભ્યાસ કરવા માટે તે વધુ ઉપયોગી થતા નથી. તેથી તે માટે ધ્રુવીય પ્રદેશ પરથી જતી લંબવર્તુળાકાર મધ્યમ કક્ષા વાપરવામાં આવે છે. આ કક્ષાને 'ધ્રુવીય કક્ષા' કહેવાય છે. આ કક્ષામાં ઉપગ્રહ લગભગ 2 થી 24 કલાકમાં એક પ્રદક્ષિણા પૂર્ણ કરે છે.

કેટલાક ઉપગ્રહ ભૂપૃષ્ઠથી લગભગ 20,200 km ઊંચાઈ પર વર્તુળાકાર કક્ષામાં ભ્રમણ કરે છે. દિશા-દિગ્દર્શન ઉપગ્રહ આ કક્ષામાં ભ્રમણ કરે છે.

નિમ્ન કક્ષા (Low Earth Orbits) : (ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ 180 km થી 2,000 km)

જે ઉપગ્રહ ભ્રમણ કક્ષાની ઊંચાઈ ભૂપૃષ્ઠથી 180 km થી 2,000 km હોય છે. તે કક્ષાને નિમ્ન કક્ષા કહેવાય છે. વૈજ્ઞાનિક પ્રયોગ માટે અથવા હવામાનના અભ્યાસ માટે વાપરવામાં આવતા ઉપગ્રહ નિમ્ન કક્ષામાં ભ્રમણ કરે છે. તેમની કક્ષાની ઊંચાઈ અનુસાર તેમનું એક પરિભ્રમણ લગભગ 90 મિનિટમાં પૂર્ણ થાય છે. આંતરરાષ્ટ્રીય અવકાશ સ્થાનક (International Space Station) હબલ દૂરબીન (ટેલિસ્કોપ) પણ આજ પ્રકારની કક્ષામાં પરિભ્રમણ કરે છે.

આકૃતિ 10.4માં, ઉપગ્રહોની વિવિધ કક્ષા દર્શાવી છે.



10.4 ઉપગ્રહોની વિવિધ કક્ષા

શું તમે જાણો છો ?

પુણેની સંસ્થા COEP (કોલેજ ઓફ એંજિનિયરીંગ, પુણેના વિદ્યાર્થીઓએ એક નાનો ઉપગ્રહ તૈયાર કર્યો, જે ઇ.સ.2016માં ઈસરો દ્વારા અવકાશમાં મોકલવામાં આવ્યો. આ ઉપગ્રહનું નામ સ્વયમ્ છે અને તેનું વજન આશરે 1 kg છે. તે પૃથ્વીથી 515 km ઊંચાઈએ પરિભ્રમણ કરે છે. તેનું મુખ્ય કાર્ય પૃથ્વી પરના એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન સુધી એક વિશિષ્ટ પધ્ધતિથી સંદેશ પાઠવવાનું છે.

ગણેલાં ઉદાહરણો

ઉદા. 1. ધારોકે ઉપગ્રહની કક્ષા ભૂપૃષ્ઠથી બરાબર 35,780 km ઊંચાઈએ હોય તો તે ઉપગ્રહની સ્પર્શ રેખાનો વેગ શોધો.

આપેલી માહિતી : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N\,m^2/kg^2$, $M = 6 \times 10^{24}$ kg (પૃથ્વીમાટે)

$R = 6{,}400$ km (પૃથ્વીમાટે) $= 6.4 \times 10^6$ m ,

h = ઉપગ્રહની ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ 35,780 km.

ઉપગ્રહનો વેગ = v = ?

$R + h = 6{,}400 + 35{,}780 = 42{,}180 \times 10^3$ m

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

$$= \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11}) \times (6 \times 10^{24})}{42180 \times 10^3\ m}}$$

$$= \sqrt{\frac{40.02 \times 10^{13}}{42180 \times 10^3}}$$

$$= \sqrt{\frac{40.02}{42180} \times 10^{10}}$$

$$= \sqrt{0.0009487909 \times 10^{10}}$$

$$= \sqrt{9487909}$$

$v = 3080.245$ m/s $= 3.08$ km/s

ઉદા. 2. ઉદાહરણ 1માંના ઉપગ્રહને પૃથ્વીની એક પરિક્રમા કરતાં કેટલો સમય લાગશે ?

આપેલી માહિતી :

ઉપગ્રહની પૃથ્વીથી ઊંચાઈ = 35,780 km,

ઉપગ્રહની ઝડપ = v = 3.08 km/s

ધારોકે આ ઉપગ્રહ T સમયમાં પૃથ્વી ફરતે એક પ્રદક્ષિણા પૂર્ણ કરે છે. એક પ્રદક્ષિણા પૂર્ણ કરતા ઉપગ્રહે કાપેલું અંતર એટલે તે કક્ષાનો પરિઘ. જો કક્ષાની ત્રિજ્યા r હોય તો ઉપગ્રહે કાપેલું અંતર $2\pi r$ થશે. આ પરથી ઉપગ્રહને એક પ્રદક્ષિણા માટે લાગતો સમય નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય.

r = પૃથ્વીકેન્દ્રથી ઉપગ્રહ કક્ષાની ત્રિજ્યા = R+h

h= ઉપગ્રહ ભ્રમણ કક્ષાની ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ

$$v = \frac{\text{અંતર}}{\text{સમય}} = \frac{\text{પરિઘ}}{\text{સમય}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi (R+h)}{v}$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times (6{,}400 + 35{,}780)}{3.08}$$

= 86,003.38 સેકંડ

= 23.89 કલાક = 23 કલાક 54 મિનિટ.

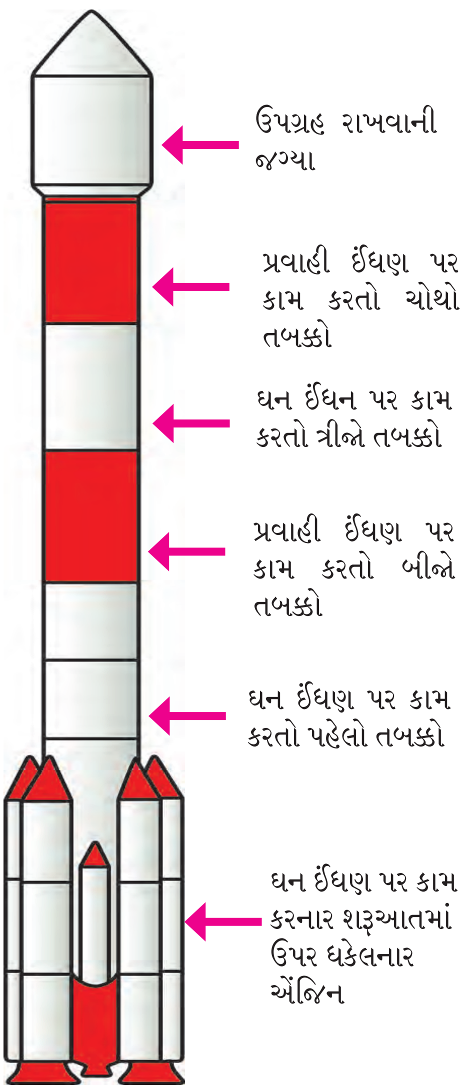
(અહીં ઝડપ km/s એકમમાં લીધી હોવાથી ત્રિજ્યા પણ km એકમમાં લીધી છે.)

ઉપગ્રહ પ્રક્ષેપક (Satellite Launch Vehicles)

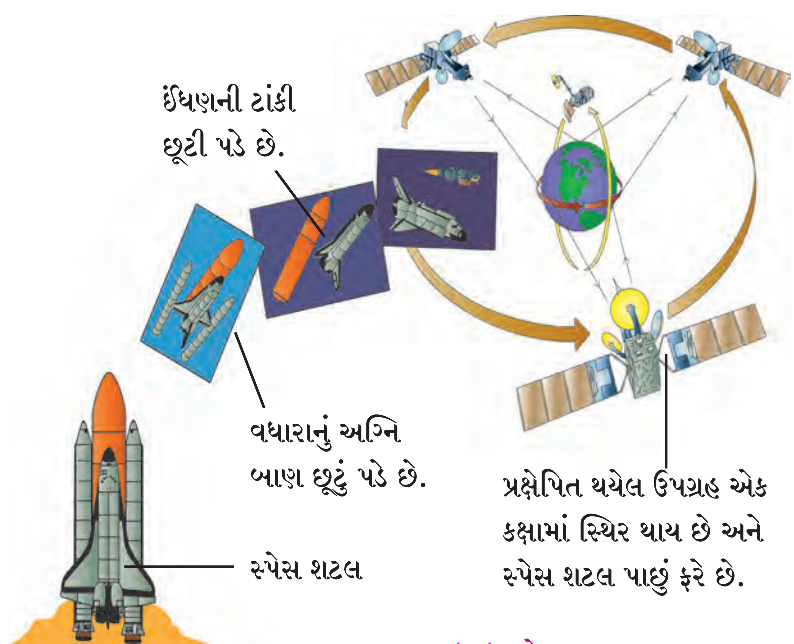
ઉપગ્રહને તેમની નિર્ધારિત કક્ષામાં સ્થાપિત કરવા માટે ઉપગ્રહ પ્રક્ષેપક (Satellite Launch Vehicles) નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ઉપગ્રહ પ્રક્ષેપકનું કાર્ય ન્યૂટનના ગતિવિષયક ત્રીજા નિયમ પર આધારિત છે. પ્રક્ષેપકોમાં વિશિષ્ટ પ્રકારનું ઇંધણ વાપરવામાં આવે છે. આ ઇંધણના જ્વલનથી નિર્માણ થનાર વાયુ ઉષ્ણ હોવાથી પ્રસરણ પામે છે અને તે પ્રક્ષેપકની પૂંછડીમાંથી પ્રચંડ વેગથી બહાર પડે છે. આની પ્રતિક્રિયા રૂપે પ્રેક્ષપક પર એક હડસેલો (ધક્કો) (Thrust) કાર્ય કરે છે. પ્રક્ષેપકને જે હડસેલો (ધક્કો) લગાડવામાં આવે છે તેથી પ્રક્ષેપક અવકાશમાં ઉડે છે.

ઉપગ્રહ કેટલા વજનનો છે અને તે કેટલી ઊંચાઇએ આવેલ કક્ષામાં પ્રસ્થાપિત કરવાનો છે, તે અનુસાર પ્રક્ષેપકની રૂપરેખા નક્કી થાય છે. પ્રક્ષેપક માટે જોઈતું ઇંધણ પણ એના પરથી નક્કી થાય છે. પ્રક્ષેપકમાં ઇંધણનું વજન ખૂબ વધારે હોય છે. તેથી પ્રક્ષેપક છોડતી વખતે તેની સાથે ઇંધણનું પણ ખૂબ વજન લઈ જવું પડે છે. તેથી તેના માટે ટપ્પે ટપ્પે બનાવેલ પ્રક્ષેપક વપરાય છે. આ યુક્તિથી પ્રક્ષેપકે ઉડાણ કર્યા બાદ ટપ્પે ટપ્પે વજન ઓછું કરી શકાય છે. દા.ત. ધારો કે એકાદ પ્રક્ષેપક બે તબક્કાનો છે.

પ્રક્ષેપકના ઉડાણ માટે પહેલા તબક્કાનું ઇંધણ અને એંજિન વાપરવામાં આવે છે તે પ્રક્ષેપકને નિર્ધારિત વેગ અને ઊંચાઈ પ્રાપ્ત કરાવે છે. આ પહેલા તબક્કાનું ઇંધણ પૂરું થાય એટલે ઇંધણની ખાલી ટાંકી અને એંજિન પ્રક્ષેપકથી મુક્ત થઇને નીચે સમુદ્રમાં અથવા નિર્જન સ્થળે પડે છે. પહેલા તબક્કાનું ઇંધણ પૂર્ણ થતાં જ બીજા તબક્કાનું ઇંધણ પ્રજ્વલિત થાય છે. હવે પ્રક્ષેપકમાં માત્ર બીજો તબક્કો જ રહેતા તેનું વજન ખૂબ ઓછું થઈ ગયું હોવાથી તે હવે વધુ વેગથી પ્રવાસ કરી શકે છે. મોટે ભાગે બધા પ્રક્ષેપક આવા બે અથવા વધુ તબક્કાથી બનેલા હોય છે. દા.ત.ભારતીય સંસ્થા ઈસરોએ (ISRO) તૈયાર કરેલ એક પ્રક્ષેપકનું ચિત્ર (PSLV) આકૃતિ 10.5 (અ)માં આપ્યું છે.



10.5 (અ) 'ઈસરો' એ બનાવેલ PSLV પ્રક્ષેપકની બાહ્ય રૂપરેખા



10.5 (બ) સ્પેસ શટલ

પ્રક્ષેપક ખૂબ ખર્ચાળ હોય છે. કારણ કે તેને ફક્ત એક જ વાર વાપરી શકાય છે. તેથી અમેરિકાએ Space Shuttle તૈયાર કર્યા છે [આકૃતિ 10.5 (બ)], જેમાં માત્ર ઇંધણની ટાંકી વ્યર્થ જાય છે, બાકીના બધા ભાગ પૃથ્વી પર પાછા આવે છે. જે ફરી ફરી વાપરી શકાય છે.

ધ્યાનમાં રાખો.

દિવાળીના દિવસોમાં ઉડાડવામાં આવતું 'રૉકેટ' એ એક પ્રકારનું પ્રક્ષેપક જ છે. આ રૉકેટમાંનું ઇંધણ તેની સાથે જોડાયેલ વાટની મદદથી પેટાવતાં રોકેટ પ્રક્ષેપકની જેમ ઊંચે ઉડે છે. એકાદા ફુગ્ગાને ફૂલાવીને છોડી દેતા તેમાંની હવા તીવ્રતાથી બહાર નીકળે છે અને ફુગ્ગો વિરુધ્ધ દિશામાં ધકેલાઈ જાય છે. આ ક્રિયા પણ ન્યૂટનના ગતિવિષયક ત્રીજા નિયમ પર આધારિત છે.

પૃથ્વીથી દૂર આવેલ અવકાશ અભિયાન (Space missions away from earth)

મોટા ભાગના કૃત્રિમ ઉપગ્રહ આપણાં જીવનને વધુ ને વધુ સમૃધ્ધ કરવા માટે વપરાય છે. આપણે પાછલા ધોરણમાં શીખ્યા છીએ કે કૃત્રિમ ઉપગ્રહો પર ગોઠવેલ દૂરબીન દ્વારા વિશ્વના વિવિધ ઘટકો વિશે અધિક માહિતી કેવી રીતે મેળવવામાં આવે છે. તે જ પ્રમાણે કેટલાક અવકાશ અભિયાન વિશ્વ વિશે આપણું જ્ઞાન વધારવા માટે ચલાવવામાં આવે છે. જેમાં અવકાશયાન સૌરમંડળના અન્ય ઘટકોનું નજીકથી નિરીક્ષણ કરવા માટે વપરાય છે. આવા અભિયાન દ્વારા નવી માહિતી સામે આવતા સૂર્યમંડળની ઉત્પત્તિ અને ઉત્ક્રાંતિ વિશેની માહિતીમાં પ્રગતિ થઈ છે.

આવા અભિયાન માટે અવકાશયાન પૃથ્વીના ગુરુત્વીય બળથી મુક્ત થઈને અવકાશમાં પ્રવાસ કરી શકે તે જરૂરી છે. આપણે ગુરુત્વાકર્ષણના પાઠમાં શીખ્યા છીએ કે આમ થવા માટે વસ્તુનો શરૂઆતનો વેગ એટલે કે પૃથ્વીના પૃષ્ઠભાગ પરનો વેગ પૃથ્વીના મુક્તિ વેગથી (Escape Velocity, v_{esc}) વધારે હોવો જરૂરી છે. એકાદ ગ્રહ પરનો મુક્તિવેગ નીચેના સૂત્ર વડે શોધી શકાય.

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

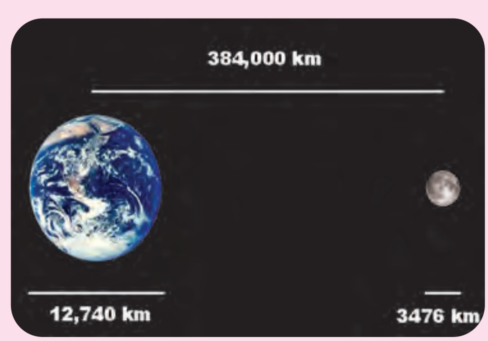
G = ગુરુત્વીય અચલાંક = $6.67 \times 10^{-11}\ N\ m^2/kg^2$
M = ગ્રહનું દ્રવ્યમાન = 6×10^{24} kg (પૃથ્વી માટે)
R = ગ્રહની ત્રિજ્યા = 6.4×10^{6} m (પૃથ્વી માટે)

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^{6}}} = 11.18 \times 10^{3}\ m/s = 11.18\ km/s$$

એટલે કે પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણ બળથી મુક્ત કરીને એક યાન અવકાશ પ્રવાસ માટે મોકલવાનું હોય ત્યારે પ્રેક્ષપકની ગતિ ઓછામાં ઓછી 11.2 km/s હોવી જરૂરી છે.

શું તમે જાણો છો ?

સૂર્યમાળામાં આપણી સૌથી નજીકનો ઘટક ચંદ્ર છે. ચંદ્રથી આપણાં સુધી પ્રકાશ પહોંચવા માટે 1 સેકંડ લાગે છે. એટલે કે પ્રકાશના વેગથી પ્રવાસ કરીએ તો આપણે એક સેકંડમાં ચંદ્ર પર પહોંચી શકીએ છીએ. પરંતુ આપણાં અવકાશયાનનો વેગ ઓછો હોવાથી ચંદ્ર પર પહોંચતા વધુ સમય લાગે છે. એક અવકાશયાનને ચંદ્ર સુધી પહોંચતા લાગેલો સૌથી ઓછો સમય 8 કલાક 36 મિનિટ છે.



ચંદ્ર અભિયાન (Moon missions)

ચંદ્ર આપણી સૌથી નજીકની ખગોળીય વસ્તુ હોવાથી સૂર્યમાળાના ઘટકો માટેના અભિયાનોમાં ચંદ્ર અભિયાન એ સૌથી પહેલું અવકાશ અભિયાન હતું. આ અભિયાન અત્યાર સુધીમાં સોવિયેટ યુનિયન, અમેરિકા, યુરોપિયન દેશો, ચીન, જાપાન અને ભારત દ્વારા ચલાવવામાં આવ્યા છે. સોવિયેટ યુનિયને મોકલેલ લુના માલિકાના અવકાશયાનો ચંદ્ર પાસે પહોંચ્યા હતા. 1959માં, પ્રક્ષેપિત કરાયેલ લુનાર આવું પહેલું યાન હતું. ત્યારથી 1976 સુધીમાં મોકલવામાં આવેલ 15 યાનો એ ચંદ્રનું રાસાયણિક વિશ્લેષણ કર્યું અને તેના ગુરુત્વ, ઘનત્વ અને ચંદ્રમાંથી નીકળેલા વિકિરણોનું માપન કર્યું. છેલ્લા 4 યાન ચંદ્ર પર ઉતરીને ત્યાંના પથ્થરના નમૂના પૃથ્વી પર પ્રયોગશાળામાં અભ્યાસ માટે લાવ્યા. આ અભિયાન માનવ રહિત હતા.

અમેરિકાએ પણ 1962 થી 1972 દરમ્યાન ચંદ્ર અભિયાન ચલાવ્યું. તેની વિશિષ્ટતા એ રહી કે તેમના કેટલાક યાન દ્વારા માનવ પણ ચંદ્ર પર ઉતર્યો. જુલાઈ 1969માં નીલ આર્મસ્ટ્રૉંગ ચંદ્ર પર પગ મૂકનાર પ્રથમ માનવ બન્યા. ઈ.સ.2008માં, ભારતીય અવકાશ સંશોધન સંસ્થાએ (ISRO) ચંદ્રયાન 1 નું સફળ પ્રક્ષેપણ કર્યું અને તે યાન ચંદ્રની કક્ષામાં પ્રસ્થાપિત કર્યું. આખા વર્ષ દરમ્યાન તે યાને પૃથ્વી પર માહિતી મોકલી. આ અભિયાનની સૌથી મહત્ત્વની શોધ એટલે ચંદ્ર પર પાણીનું અસ્તિત્વ. આ શોધી કાઢનાર ભારત પ્રથમ દેશ બન્યો.

મંગળ અભિયાન (Mars missions)

ચંદ્ર બાદ પૃથ્વીની બીજી નજીકની અવકાશીય વસ્તુ એટલે મંગળ. મંગળ તરફ પણ અનેક રાષ્ટ્રોએ યાન મોકલ્યા. પરંતુ આ અભિયાન અઘરું હોવાથી તેમાંના લગભગ અડધા અભિયાન સફળ થઈ શક્યા નહીં. પરંતુ આપણે ગૌરવ અનુભવી શકીએ એવી કામગીરી ઈસરોએ કરી. ઈસરોએ ખૂબજ ઓછા ખર્ચમાં નવેમ્બર 2013માં, પ્રક્ષેપિત કરેલ મંગલયાન સપ્ટેમ્બર 2014માં, મંગળની કક્ષામાં પ્રસ્થાપિત થયું અને તેણે મંગળના પૃષ્ઠભાગ અને વાયુમંડળ વિશે મહત્ત્વપૂર્ણ માહિતી મેળવી.

રાકેશ શર્મા

અવકાશમાં જનાર પહેલા ભારતીય ભારત-રશિયા સંયુક્ત અવકાશ કાર્યક્રમ અંતર્ગત બે રશિયન અવકાશ સંશોધકો સાથે અવકાશમાં ઉડાણ. 8 દિવસ અવકાશમાં મુકામ.

કલ્પના ચાવલા

પંજાબમાંથી એરોનોટીક્સ એંજિનિયરની પદવી અને ઈ.સ. 1988માં કોલોરાડો વિદ્યાપીઠમાંથી ડૉક્ટરેટની પદવી. સંશોધન અભિયાન દરમ્યાન 336 કલાક અવકાશમાં મુકામ. 1 ફેબ્રુઆરી, 2003 ના અવકાશમાંથી પૃથ્વી પર પાછા ફરતા કોલંબિયા અવકાશ-યાનમાં વિસ્ફોટ થતા મૃત્યુ.

સુનીતા વિલ્યમ્સ

2006માં ડિસ્કવ્હરીમાંથી પ્રથમ અવકાશ International space station પ્રવાસ અને 29 કલાક શટલની બહાર કામ. 192 દિવસ અવકાશમાં રહેવાનો વિક્રમ.

અન્ય ગ્રહ અભિયાન : અન્ય ગ્રહોનો અભ્યાસ કરવા માટે પણ અનેક અભિયાન ચલાવવામાં આવે છે. એમાંના કેટલાંક યાનોએ ગ્રહોની પરિક્રમા કરી, કેટલાક યાન ગ્રહો પર ઉતર્યા અને કેટલાક યાન ગ્રહોનું નજીકથી નિરીક્ષણ કરીને આગળ ગયા. એ સિવાય લઘુગ્રહ અને ધૂમકેતુનો અભ્યાસ કરવા માટે અવકાશયાન મોકલવામાં આવ્યા અને લઘુગ્રહ પરથી ધૂળ-રજકણ અને પથ્થર પૃથ્વી પર લાવવા માટે સફળતા મળી. આ બધા અભિયાનો દ્વારા આપણને મહત્ત્વપૂર્ણ માહિતી મળે છે અને આપણી સૂર્યમાળાની ઉત્પત્તિ અને ઉત્ક્રાંન્તિ વિશેની કલ્પના વધુ સ્પષ્ટ થાય છે.

ભારત અને અવકાશ તંત્રજ્ઞાન

ભારતે પણ પ્રક્ષેપકોના વિજ્ઞાન અને તંત્રજ્ઞાનમાં ગૌરવપદ પ્રગતિ કરી છે. પ્રક્ષેપણ માટે જુદા જુદા પ્રકારના પ્રક્ષેપક તૈયાર કર્યા છે. જે 2500 kg વજન સુધીના ઉપગ્રહ દરેક પ્રકારની કક્ષામાં પ્રસ્થાપિત કરી શકે છે. જેમાં PSLV અને GSLV મુખ્ય છે. ભારતે અવકાશશાસ્ત્ર અને વિજ્ઞાનમાં કરેલી પ્રગતિનું રાષ્ટ્રીય અને સામાજિક વિકાસમાં ખૂબ યોગદાન છે. દૂરસંચાર (Telecommunication), દૂરચિત્રવાણી પ્રસારણ (Television broadcasting) અને હવામાન શાસ્ત્ર - સેવા (Meterological services)માટે INSAT અને GSAT ઉપગ્રહ માલિકા કાર્યરત છે. તેથી જ આખા દેશમાં સર્વત્ર દૂરચિત્રવાણી, દૂરધ્વનિ અને ઈન્ટરનેટ સેવા ઉપલબ્ધ થઈ છે. આ જ માલિકાનો EDUSAT ઉપગ્રહ ફક્ત શિક્ષણક્ષેત્ર માટે વાપરવામાં આવે છે. દેશના નૈસર્ગિક સંસાધનોના નિયંત્રણ અને વ્યવસ્થાપન (Monitoring and management of natural resources) અને આપત્તિ વ્યવસ્થાપન (Disaster management) માટે IRS ઉપગ્રહ માલિકા કાર્યરત છે. પૃથ્વી પરના કોઈપણ સ્થળનું ભૌગોલિક સ્થાન એટલે કે તે સ્થાનના સચોટ અક્ષાંશ (Latitude) અને રેખાંશ (Longitude) નિશ્ચિત કરવા માટે IRNSS ઉપગ્રહ માલિકા પ્રસ્થાપિત કરવામાં આવી છે.

માહિતી મેળવો.

અગ્નિબાણ પ્રક્ષેપણ કેન્દ્ર	અવકાશ સંશોધન સંસ્થા
1. થુંબા, તિરૂવનંતપૂરમ	1. વિક્રમ સારાભાઈ અવકાશ કેન્દ્ર, તિરૂવનંતપૂરમ
2. શ્રીહરીકોટા	2. સતીશ ધવન અવકાશ સંશોધન કેન્દ્ર, શ્રીહરીકોટા
3. ચાંદીપૂર (ઓડીશા)	3. સ્પેસ એપ્લીકેશન સેંટર, અમદાવાદ

વૈજ્ઞાનિકનો પરિચય

વિક્રમ સારાભાઈને ભારતીય અવકાશ કાર્યક્રમના જનક કહેવાય આવે છે. તેમના પ્રયત્નો વડે ફિઝિકલ રિસર્ચ લેબોરેટરી (PRL) સંસ્થાની સ્થાપના કરવામાં આવી. ઇ.સ. 1962માં ભારત સરકારે તેમની અધ્યક્ષતામાં 'ભારતીય અવકાશ સંશોધન સમિતિ'ની સ્થાપના કરી. ઇ.સ.1963માં, દેશનું પહેલું ઉપગ્રહ પ્રક્ષેપણ કેન્દ્ર થુંબામાં સ્થાપવામાં આવ્યું. તેમના પ્રયત્નો વડે જ ભારતનો પહેલો ઉપગ્રહ આર્યભટ્ટ અવકાશમાં છોડવામાં આવ્યો. ભારતીય અવકાશ સંશોધન સંસ્થાની (ISRO) સ્થાપનામાં તેમનું મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન હતું.

અવકાશમાં થતો કચરો અને તેનું વ્યવસ્થાપન

કૃત્રિમ ઉપગ્રહની સાથે માનવનિર્મિત અન્ય વસ્તુ પૃથ્વીની ફરતે પરિભ્રમણ કરે છે. જેમાં હાલમાં કાર્યશીલ ન હોય તેવા ઉપગ્રહ, પ્રક્ષેપણ સમયે છૂટા પડેલા પ્રક્ષેપકના ભાગ અને એક ઉપગ્રહ બીજા ઉપગ્રહ સાથે અથવા અવકાશમાંની અન્ય વસ્તુ સાથે અથડાતા નિર્માણ થતાં ટુકડા જેવી વસ્તુઓનો સમાવેશ થાય છે. ઇ.સ.2016ના એક અંદાજ પ્રમાણે આવી લગભગ નિરુપયોગી વસ્તુના 1 સેમીથી વધુ લંબાઇના 2 કરોડ ટુકડા પૃથ્વીની ફરતે પરિભ્રમણ કરે છે. આ બધો અવકાશમાંનો કચરો જ છે.

આ કચરો કૃત્રિમ ઉપગ્રહ માટે જોખમી સિધ્ધ થઇ શકે છે. ઉપગ્રહ અને અન્ય અવકાશયાન સાથે અથડાઇને તેમને હાનિ પહોંચાડી શકે છે. આ કચરાનું વ્યવસ્થાપન કરવું જરૂરી છે. આને કારણે જલ્દી જ નવા અવકાશયાનનું પ્રક્ષેપણ મુશ્કેલ બનશે. તેથી આ કચરાનું વ્યવસ્થાપન કરવું જરૂરી છે. આ માટે કેટલીક પધ્ધતિનું અધ્યયન અને કેટલાક પ્રયોગ કરવામાં આવે છે. આ સમસ્યાનો ઉપાય જલ્દી જ મળશે અને ઉપગ્રહ અને અવકાશયાનોનું ભાવિ જોખમાશે નહીં તેવી આશા છે.

પુસ્તક મારો મિત્ર : વધુ માહિતી માટે પુસ્તકાલયમાંના સંદર્ભ પુસ્તકો વાંચો.

1. અવકાશ અને વિજ્ઞાન - ડૉ. જયંત નારળીકર 2. કથા ઈસરોની - ડૉ.વસંત ગોવારીકર

સ્વાધ્યાય

1. આપેલા વિધાનોમાં ખાલી જગ્યામાં યોગ્ય શબ્દ લખી વિધાન સ્પષ્ટ કરો.

અ. કૃત્રિમ ઉપગ્રહની ભ્રમણકક્ષાની ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ વધારતા તે ઉપગ્રહની સ્પર્શ રેખામાં ગતિ .... થાય છે.

આ. મંગળયાનનો શરૂઆતનો વેગ પૃથ્વીના ..... કરતા વધારે હોવો આવશ્યક છે.

2. નીચેના વિધાનો સાચા છે કે ખોટા તે સકારણ લખો.

અ. એક યાનને પૃથ્વીના ગુરુત્વબળના પ્રભાવથી બહાર મોકલવો હોય તો તેનો વેગ મુક્તિવેગ કરતા ઓછો હોવો જોઈએ.

આ. ચંદ્ર પરનો મુક્તિવેગ પૃથ્વી પરના મુક્તિવેગ કરતા ઓછો છે.

ઇ. એક વિશિષ્ટ કક્ષામાં પરિભ્રમણ કરવા માટે ઉપગ્રહને નિર્ધારિત વેગ આપવો પડે છે.

ઈ. ઉપગ્રહની ઊંચાઈ વધારતા તેનો વેગ પણ વધે છે.

3. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો.

અ. કૃત્રિમ ઉપગ્રહ એટલે શું ? ઉપગ્રહના કાર્ય અનુસાર તેમનું વર્ગીકરણ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે ?

આ. ઉપગ્રહની ભ્રમણકક્ષા એટલે શું ? કૃત્રિમ ઉપગ્રહોની ભ્રમણ કક્ષાનું વર્ગીકરણ શેના આધારે અને કઈ રીતે કરવામાં આવે છે.

ઇ. ધ્રુવીય પ્રદેશના અભ્યાસ માટે ભૂસ્થિર ઉપગ્રહ શા માટે ઉપયોગી થતા નથી ?

ઈ. ઉપગ્રહ પ્રક્ષેપક એટલે શું ? I.S.R.O. એ બનાવેલ એક ઉપગ્રહ પ્રક્ષેપકની બાહ્ય રૂપરેખા આકૃતિ સહિત સ્પષ્ટ કરો.

ઉ. ઉપગ્રહ પ્રક્ષેપણ માટે એકથી વધુ/અનેક તબક્કા ધરાવતું પ્રક્ષેપક વાપરવું શા માટે ફાયદાકારક છે ?

4. નીચેનું કોષ્ટક પૂર્ણ કરો.

IRNSS		
	હવામાન ઉપગ્રહ	
		પૃથ્વી નિરીક્ષણ

5. ઉદાહરણો ગણો.

અ. એક ગ્રહનું દ્રવ્યમાન પૃથ્વીના દ્રવ્યમાન કરતા 8 ગણું વધારે અને ત્રિજ્યા પૃથ્વીની ત્રિજ્યાથી 2 ગણી વધારે છે તો તે ગ્રહનો મુક્તિવેગ કેટલો હશે ?

જવાબ : 22.4 km/s

આ. પૃથ્વીનું દ્રવ્યમાન તેના દ્રવ્યમાન કરતા ચાર ગણું વધારે હોય તો 35,780 કિમી ઊંચી કક્ષામાં ફરતા ઉપગ્રહને પૃથ્વી ફરતે 1 પ્રદક્ષિણા કરતા તેને કેટલો સમય લાગ્યો હશે ?

જવાબ : ~ 12 કલાક

ઇ. પૃથ્વીની ફરતે T સેકંડમાં એક પરિક્રમા કરતા ઉપગ્રહની ભૂપૃષ્ઠથી ઊંચાઈ h_1 હોય તો $2\sqrt{2}$ T સેકંડમાં એક પરિક્રમા કરનાર ભૂસ્થિર ઉપગ્રહની ઊંચાઈ કેટલી હશે ?

જવાબ : $R + 2h_1$

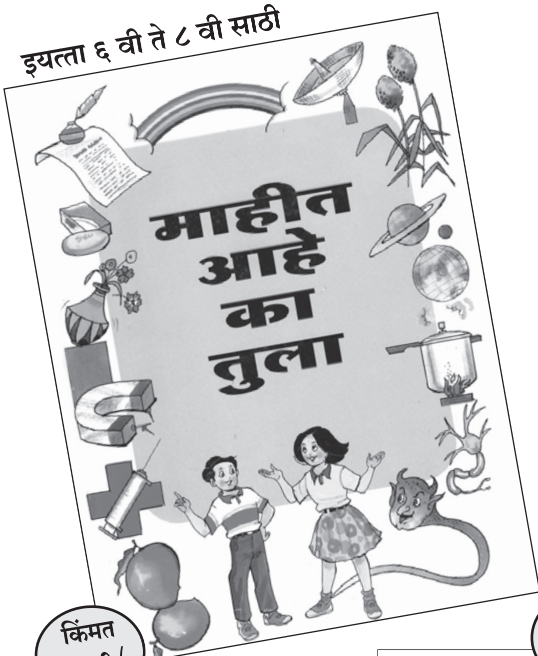
ઉપક્રમ :

1. સુનિતા વિલ્યમ્સના અવકાશ અભિયાન વિશે માહિતી મેળવો.
2. કલ્પના કરો કે, તમે સુનિતા વિલ્યમ્સની મુલાકાત લઈ રહ્યા છો. તમે તેમને ક્યા પ્રશ્નો પૂછશો ? આ પ્રશ્નોના તમને ક્યા જવાબ મળશે તેનો વિચાર કરો.

IVK44B

- विज्ञानावर आधारित इयत्ता १ ली ते ८ वी साठी संदर्भ साहित्य.
- English Dictonary : Fulfil with Illustrations and Explanation.
- शालेय स्तरावर उपयुक्त असे पूरक साहित्य.

इयत्ता ६ वी ते ८ वी साठी

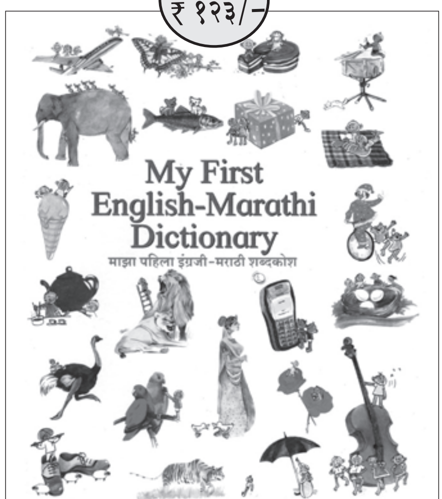


किंमत ₹ १५१/-

इयत्ता ३ री ते ५ वी साठी

किंमत ₹ १२४/-

किंमत ₹ १२३/-

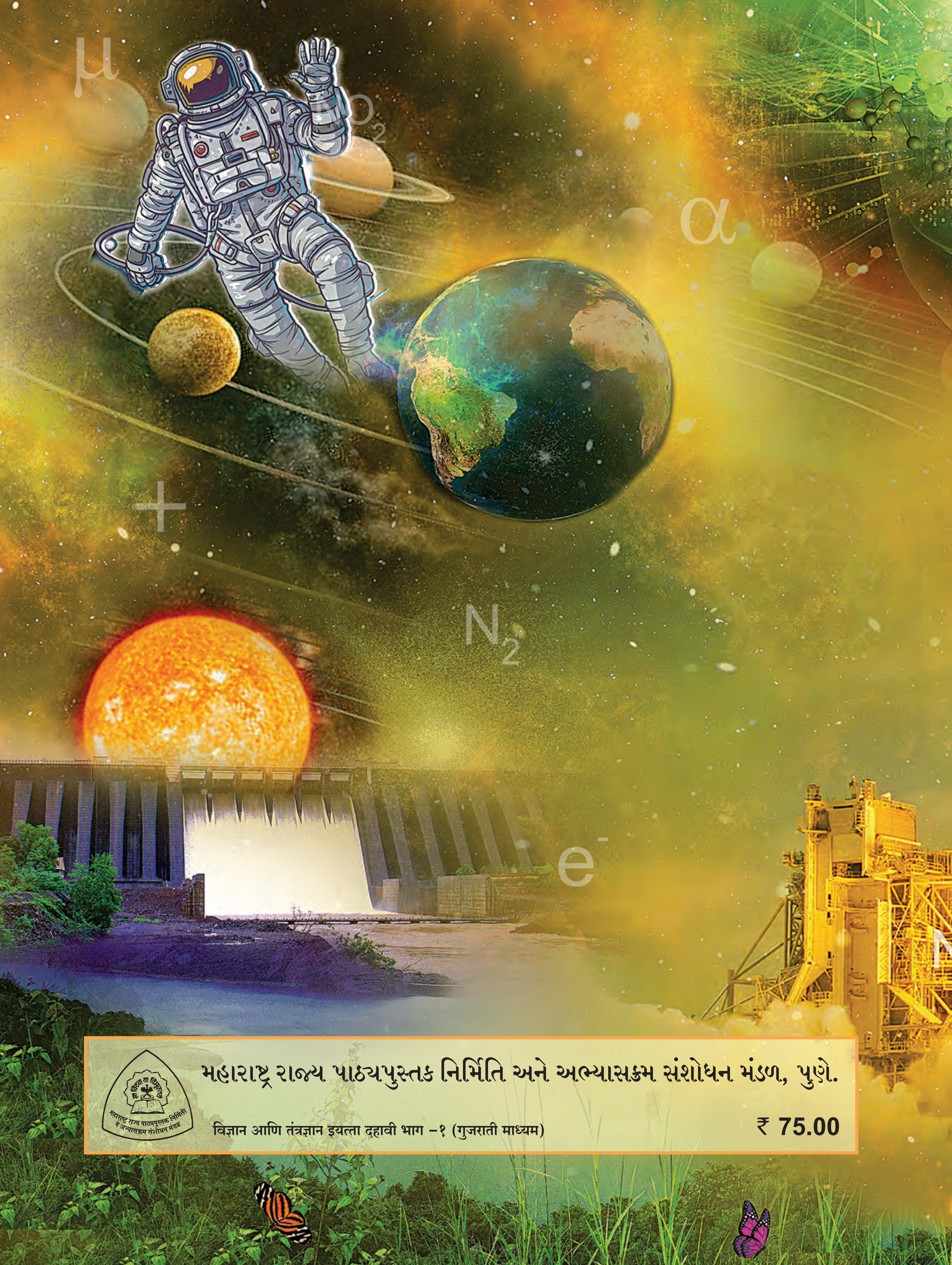


पुस्तक मागणीसाठी www.ebalbharati.in, www.balbharati.in संकेतस्थळावर भेट द्या.

साहित्य पाठ्यपुस्तक मंडळाच्या विभागीय भांडारांमध्ये विक्रीसाठी उपलब्ध आहे.

ebalbharati

विभागीय भांडारे संपर्क क्रमांक : पुणे - ☎ २५६५९४६५, कोल्हापूर- ☎ २४६८५७६, मुंबई (गोरेगाव) - ☎ २८७७१८४२, पनवेल - ☎ २७४६२६४६५, नाशिक - ☎ २३९१५११, औरंगाबाद - ☎ २३३२१७१, नागपूर - ☎ २५४७७१६/२५२३०७८, लातूर - ☎ २२०९३०, अमरावती - ☎ २५३०९६५



મહારાષ્ટ્ર રાજ્ય પાઠ્યપુસ્તક નિર્મિતિ અને અભ્યાસક્રમ સંશોધન મંડળ, પુણે.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान इयत्ता दहावी भाग –१ (गुजराती माध्यम)

₹ 75.00