



## પ્રકરણ 4

### કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

### (Carbon and its Compounds)

અગાઉના પ્રકરણમાં, આપણા માટે અગત્યનાં અનેક સંયોજનો આપણે જાણ્યાં. આ પ્રકરણમાં આપણે કેટલાંક વધુ રસપ્રદ સંયોજનો અને તેના ગુણધર્મો વિશે અભ્યાસ કરીશું. આપણે કાર્બન વિશે પણ શીખીશું કે જેનું આપણા માટે તત્ત્વ સ્વરૂપે તેમજ સંયોજિત સ્વરૂપે એમ બંને રીતે ખૂબ જ મહત્ત્વ છે.

#### પ્રવૃત્તિ 4.1

- સવારથી તમે જે વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરો છો અથવા વાપરો છો તે પૈકીની દસ વસ્તુઓની યાદી બનાવો.
- આ યાદીને તમારા સહાધ્યાયીઓ બનાવેલ યાદી સાથે સરખાવો તેમજ વસ્તુઓને બાજુમાં દર્શાવેલ કોષ્ટકમાં વર્ગીકૃત કરો.
- જો વસ્તુઓ એક કરતાં વધુ સામગ્રીની બનેલી હોય તો તેઓને કોષ્ટકના સંબંધિત બંને ખાનાંઓ (Columns)માં મૂકો.

ધાતુની બનેલી વસ્તુઓ	કાચ/માટીની બનેલી વસ્તુઓ	અન્ય

અંતિમ ખાનામાં આવતી વસ્તુઓ તરફ ધ્યાન આપો. તમારા શિક્ષક તમને જણાવશે કે તેમાંથી મોટા ભાગની વસ્તુઓ કાર્બનનાં સંયોજનોમાંથી બનેલી છે. તેની પરખ કરવા માટે તમે કોઈ પદ્ધતિ વિચારી શકો છો ? જો કાર્બનયુક્ત સંયોજનનું દહન કરવામાં આવે તો શું નીપજ મળશે ? શું તમે તેની ખાતરી કરવા માટેની કોઈ કસોટી જાણો છો ?

અન્ન, કપડાં, દવાઓ, પુસ્તકો અથવા અનેક વસ્તુઓ કે જેની તમે યાદી બનાવેલ છે તે તમામ સર્વતોમુખી (Versatile) તત્ત્વ કાર્બન પર આધારિત છે. વધુમાં તમામ સજીવ સંરચનાઓ કાર્બન પર આધારિત છે. પૃથ્વીના પોપડામાં અને વાતાવરણમાં હાજર કાર્બનની માત્રા ખૂબ જ અલ્પ છે. પૃથ્વીનો પોપડો ખનીજો સ્વરૂપે માત્ર 0.02 % કાર્બન ધરાવે છે (જેમકે કાર્બોનેટ, હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ, કોલસો અને પેટ્રોલિયમ) અને વાતાવરણમાં 0.03 % કાર્બન ડાયોક્સાઈડ હોય છે. કુદરતમાં આટલી અલ્પ માત્રામાં કાર્બન પ્રાપ્ય હોવા છતાં કાર્બનનું મહત્ત્વ ઘણું છે. આ પ્રકરણમાં આપણે કાર્બનના એવા ગુણધર્મો જોઈશું કે જે આવી અસામાન્યતા તરફ દોરી જાય છે.



#### 4.1 કાર્બનમાં બંધન—સહસંયોજક બંધ

#### (Bonding in Carbon—The Covalent Bond)

અગાઉના પ્રકરણમાં, આપણે આયનીય સંયોજનોના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરેલ છે. આપણે જોયું કે આયનીય સંયોજનો ઊંચા ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે અને દ્રાવણમાં કે પીગળેલી

અવસ્થામાં વિદ્યુતનું વહન કરે છે. આપણે તે પણ જોયું કે આયનીય સંયોજનોમાં બંધનનો સ્વભાવ કેવી રીતે આ ગુણધર્મોની સમજ આપે છે. ચાલો આપણે કેટલાંક કાર્બન સંયોજનોના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરીએ.

આપણે પ્રકરણ 2માં જોઈ ગયાં તે પ્રમાણે મોટા ભાગનાં કાર્બન સંયોજનો વિદ્યુતના મંદવાહકો છે. કોષ્ટક 4.1માં આપેલી કાર્બન સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુ અને ગલનબિંદુની માહિતી પરથી આપણે જાણવા મળે છે કે, આ સંયોજનો આયનીય સંયોજનોની સરખામણીમાં નીચાં ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે. (પ્રકરણ 3). આપણે તે નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ કે આ અણુઓ વચ્ચેનાં આકર્ષણ બળો વધુ પ્રબળ નથી. મોટે ભાગે આ સંયોજનો વિદ્યુતના અવાહકો હોય છે, તેથી આપણે તે નિષ્કર્ષ તારવી શકીએ કે આ સંયોજનોમાંના બંધન કોઈ આયનો આપતાં નથી.

ધોરણ IXમાં આપણે વિવિધ તત્વોની સંયોગીકરણ ક્ષમતા અને તે કેવી રીતે સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા

પર આધાર રાખે છે તે વિશે શીખી ગયાં. ચાલો, હવે આપણે કાર્બનની ઇલેક્ટ્રોનીય રચના જોઈએ. કાર્બનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક (atomic number) 6 છે. કાર્બનના વિવિધ કોષોમાં ઇલેક્ટ્રોનની વહેંચણી કેવી રીતે થશે ? કાર્બન કેટલા સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોન ધરાવે છે ?

આપણે જાણીએ છીએ કે તત્વોની પ્રતિક્રિયાત્મકતા સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાહ્યતમકક્ષા એટલે કે નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવાની વૃત્તિને આધારે સમજાવી શકાય છે. આયનીય સંયોજનોની રચના કરતાં તત્વો તેઓની બાહ્યતમ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોન મેળવીને કે ગુમાવીને તે પ્રાપ્ત કરે છે. કાર્બનના કિસ્સામાં તેની બાહ્યતમ કક્ષામાં તે ચાર ઇલેક્ટ્રોન ધરાવે છે અને નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા માટે તેણે ચાર ઇલેક્ટ્રોન મેળવવા અથવા ગુમાવવા જરૂરી છે. જો તેણે ઇલેક્ટ્રોન મેળવવા કે ગુમાવવા હોય તો, —

- તે ચાર ઇલેક્ટ્રોન મેળવીને  $C^{4-}$  એનાયન (ઋણાયન) બનાવી શકે છે, પરંતુ છ પ્રોટોન ધરાવતા પરમાણુકેન્દ્ર માટે દસ ઇલેક્ટ્રોન એટલે કે ચાર વધારાના ઇલેક્ટ્રોન સમાવવા મુશ્કેલ થઈ શકે છે.
- તે ચાર ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવીને  $C^{4+}$  કેટાયન (ધનાયન) બનાવી શકે છે. પરંતુ ચાર ઇલેક્ટ્રોન દૂર કરીને તેના પરમાણુ કેન્દ્રમાં છ પ્રોટોન વડે આકર્ષાયેલા માત્ર બે ઇલેક્ટ્રોનને સમાવતો કાર્બન કેટાયન બનાવવા માટે મોટા પ્રમાણમાં ઊર્જાની જરૂર પડે છે.

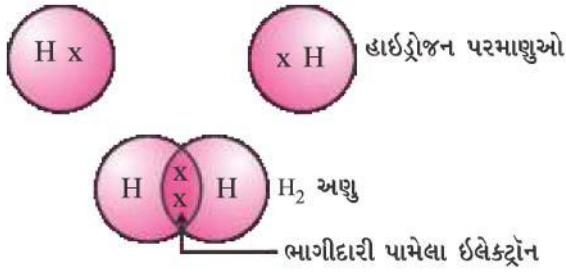
કાર્બન બીજા કાર્બન પરમાણુઓ સાથે અથવા અન્ય તત્વોના પરમાણુઓ સાથે સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરીને આ સમસ્યાનો ઉકેલ લાવે છે. માત્ર કાર્બન જ નહિ અન્ય અનેક તત્વો આ પ્રકારે ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરીને અણુઓ બનાવે છે. ભાગીદારી પામતા ઇલેક્ટ્રોન બંને પરમાણુઓની બાહ્યતમ કક્ષાના ઇલેક્ટ્રોન હોય છે અને બંને પરમાણુઓને નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા તરફ દોરી જાય છે. કાર્બનનાં સંયોજનો તરફ જતાં પહેલાં ચાલો, આપણે સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારીથી રચાતા કેટલાક સામાન્ય અણુઓ તરફ નજર કરીએ.

આ પ્રકારે રચાતો સૌથી સાદો અણુ હાઈડ્રોજન છે. તેમ પહેલા શીખી ગયાં છો, તે પ્રમાણે હાઈડ્રોજનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 1 છે. તેથી હાઈડ્રોજન તેની K કક્ષા(કોશ)માં એક ઇલેક્ટ્રોન ધરાવે છે અને K કક્ષાને ભરવા માટે તેને વધુ એક ઇલેક્ટ્રોનની આવશ્યકતા છે. તેથી બે હાઈડ્રોજન

કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

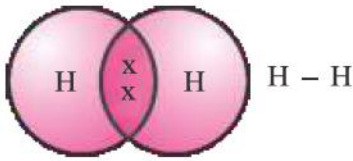
**કોષ્ટક 4.1** કેટલાંક કાર્બનનાં સંયોજનોના ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ

સંયોજન	ગલન- બિંદુ (K)	ઉત્કલન- બિંદુ (K)
એસિટિક એસિડ ( $CH_3COOH$ )	290	391
ક્લોરોફોર્મ ( $CHCl_3$ )	209	334
ઇથેનોલ ( $CH_3CH_2OH$ )	156	351
મિથેન ( $CH_4$ )	90	111



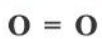
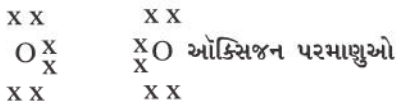
આકૃતિ 4.1

હાઇડ્રોજનનો અણુ



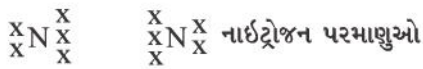
આકૃતિ 4.2

બે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે એકલ બંધ



આકૃતિ 4.3

બે ઓક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ



આકૃતિ 4.4

બે નાઇટ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે ત્રિબંધ

પરમાણુઓ તેમના ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરીને હાઇડ્રોજન અણુ  $H_2$  બનાવે છે. પરિણામે હાઇડ્રોજનનો પ્રત્યેક પરમાણુ તેની નજીકના નિષ્ક્રિય વાયુ હિલિયમ જેવી ઇલેક્ટ્રોનીય રચના પ્રાપ્ત કરે છે, જે તેની K કક્ષામાં બે ઇલેક્ટ્રોન ધરાવે છે. આપણે તેનું નિરૂપણ ટપકાં અથવા ચોકડીઓ કરીને સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોન દર્શાવી શકીએ છીએ (આકૃતિ 4.1).

ભાગીદારી પામેલા ઇલેક્ટ્રોનની જોડ બે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચે એકલ બંધ રચે છે. એકલ બંધને આકૃતિ 4.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બે પરમાણુઓ વચ્ચે રેખા (line) દ્વારા પણ રજૂ કરી શકાય છે.

ક્લોરિનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 17 છે. તેની ઇલેક્ટ્રોનીય રચના અને તેની સંયોજકતા શું થશે ? ક્લોરિન દ્વિપરમાણ્વીય અણુ  $Cl_2$ ની રચના કરે છે. શું તમે આ અણુ માટે ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? ધ્યાન રાખો કે માત્ર સંયોજકતા કક્ષાના ઇલેક્ટ્રોનનું જ નિરૂપણ કરવાની આવશ્યકતા હોય છે.

ઓક્સિજનના કિસ્સામાં આપણે બે ઓક્સિજન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધનું નિર્માણ થયેલું જોઈએ છીએ. આમ થવાનું કારણ ઓક્સિજનનો પરમાણુ તેની L કક્ષા (ઓક્સિજનનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક આઠ છે)માં છ ઇલેક્ટ્રોન ધરાવે છે અને તેને અષ્ટક પૂર્ણ કરવા વધુ બે ઇલેક્ટ્રોનની આવશ્યકતા છે. તેથી દરેક ઓક્સિજન પરમાણુ અન્ય ઓક્સિજન પરમાણુ સાથે બે ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરી આકૃતિ 4.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેની રચના આપે છે. દરેક ઓક્સિજન પરમાણુ દ્વારા દાન થયેલા બે ઇલેક્ટ્રોન, ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી પામેલી બે જોડ આપે છે. તેને બે પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધની રચના થવી એમ કહેવાય છે.

શું તમે એક ઓક્સિજન પરમાણુ અને બે હાઇડ્રોજન પરમાણુ વચ્ચેના બંધથી બનતા પાણીના અણુનું નિરૂપણ કરી શકશો ? શું અણુ એકલબંધ કે દ્વિબંધ ધરાવતો હશે ?

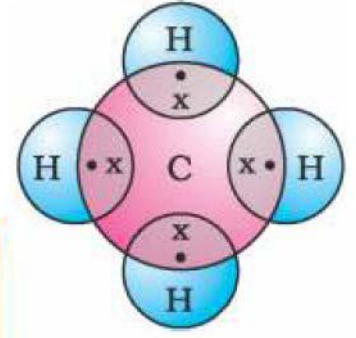
નાઇટ્રોજનના દ્વિપરમાણ્વીય અણુના કિસ્સામાં શું થશે ? નાઇટ્રોજન 7 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક ધરાવે છે. તેની ઇલેક્ટ્રોનીય રચના અને સંયોજકરણ ક્ષમતા કેવી હશે ? અષ્ટક પ્રાપ્ત કરવા માટે નાઇટ્રોજનના અણુમાં રહેલ પ્રત્યેક નાઇટ્રોજન પરમાણુ ત્રણ ઇલેક્ટ્રોનના ફાળા દ્વારા ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી પામેલી ત્રણ જોડ આપે છે. તેને બે પરમાણુઓ વચ્ચે ત્રિબંધની રચના થવી એમ કહેવાય છે.  $N_2$ ની ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના અને તેના ત્રિબંધનું નિરૂપણ આકૃતિ 4.4 પ્રમાણે કરી શકાય છે.

એમોનિયાનો અણુ  $NH_3$  સૂત્ર ધરાવે છે. શું તમે આ અણુ માટે ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના દોરી શકો કે જે તમામ ચારેય પરમાણુઓ કેવી રીતે નિષ્ક્રિય વાયુની રચના પ્રાપ્ત કરે છે તે દર્શાવી શકે ? અણુ એકલ બંધ ધરાવશે, દ્વિબંધ ધરાવશે કે ત્રિબંધ ?

ચાલો હવે આપણે મિથેન તરફ એક નજર કરીએ કે જે કાર્બનનું સંયોજન છે. મિથેનનો બળતણ તરીકે બહોળા પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે, તેમજ તે બાયોગેસ અને કૉમ્પ્રેસ્ડ નેચરલ ગેસ (CNG)નો મુખ્ય ઘટક છે. તે કાર્બન દ્વારા બનતા સૌથી સામાન્ય સંયોજનોમાંનું એક છે. મિથેનનું સૂત્ર  $CH_4$  છે. તમે જાણો છો તેમ હાઇડ્રોજનની સંયોજકતા 1 છે. કાર્બન ચતુઃસંયોજક છે કારણ કે તે ચાર સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોન ધરાવે છે. નિષ્ક્રિય વાયુ જેવી રચના પ્રાપ્ત કરવા માટે કાર્બન હાઇડ્રોજનના ચાર પરમાણુ સાથે આકૃતિ 4.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી કરે છે.



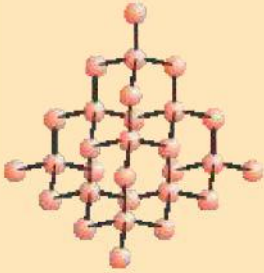
એવા બંધ કે જે બે પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રોન યુગ્મની ભાગીદારીથી બનેલા હોય તે સહસંયોજક બંધ તરીકે ઓળખાય છે. સહસંયોજક બંધ ધરાવતા અણુઓમાં પ્રબળ બંધ બનેલા જણાય છે, પરંતુ આંતરઆણ્વીય આકર્ષણબળ ઓછાં હોય છે. તેના કારણે આ સંયોજનોના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુ નીચાં હોય છે. પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી થઈને વીજભારવિહીન કણો ઉદ્ભવે છે, તેથી આવાં સહસંયોજક સંયોજનો સામાન્ય રીતે વિદ્યુતના મંદવાહક હોય છે.



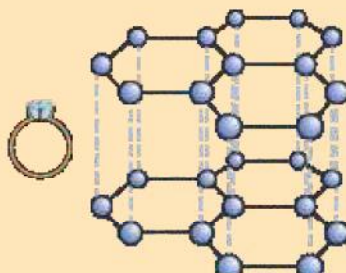
આકૃતિ 4.5  
મિથેનની ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના

### કાર્બનનાં અપરરૂપો

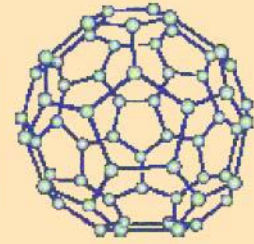
કાર્બન તત્વ કુદરતમાં અનેક વિવિધ ભૌતિક ગુણધર્મો સાથે જુદાં-જુદાં સ્વરૂપમાં પ્રાપ્ત થાય છે. હીરો અને ગ્રેફાઈટ બંને કાર્બન પરમાણુઓના જ બનેલા હોય છે, કાર્બન પરમાણુઓ જે રીતે એકબીજા સાથે બંધથી જોડાય છે તેના આધારે તેમાં તફાવત હોય છે. હીરામાં કાર્બનનો પ્રત્યેક પરમાણુ કાર્બનના અન્ય ચાર પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવીને સખત ત્રિપરિમાણીય રચના બનાવે છે. ગ્રેફાઈટમાં કાર્બનનો પ્રત્યેક પરમાણુ કાર્બનના અન્ય ત્રણ પરમાણુ સાથે સમાન સ્તરમાં બંધ બનાવીને ષટકોણીય માળખું આપે છે. આ બંધો પૈકી એક દ્વિબંધ હોય છે અને આમ કાર્બનની સંયોજકતા સંતોષાય છે. એક સ્તર પર બીજું સ્તર એમ અનેક સ્તરોથી બનતા ષટકોણીય માળખા દ્વારા ગ્રેફાઈટનું બંધારણ રચાય છે.



હીરાનું બંધારણ



ગ્રેફાઈટનું બંધારણ



C-60 બકમિન્સ્ટર ફુલેરિનનું  
બંધારણ

આ બંને જુદાં-જુદાં બંધારણોને કારણે હીરા અને ગ્રેફાઈટના ભૌતિક ગુણધર્મો અત્યંત જુદા હોય છે, તેમ છતાં તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે. હીરો અત્યાર સુધીનો સૌથી સખત જ્ઞાત પદાર્થ છે. જ્યારે ગ્રેફાઈટ લીસો (Smooth) અને ચીકણો (Slippery) છે. તમે અગાઉના પ્રકરણમાં અભ્યાસ કરેલ અન્ય અધાતુઓ કરતાં ગ્રેફાઈટ ખૂબ જ સારો વિદ્યુતનો સુવાહક પણ છે.

શુદ્ધ કાર્બનને અત્યંત ઊંચાં દબાણે અને તાપમાને લઈ જઈને હીરાનું સંશ્લેષણ કરી શકાય છે. આ સંશ્લેષિત કરેલા હીરા નાના હોય છે, પરંતુ કુદરતી હીરાથી સરળતાથી જુદા પાડી શકાતા નથી.

ફુલેરિન્સ કાર્બનનાં અપરરૂપોનો અન્ય વર્ગ રચે છે. સૌપ્રથમ ઓળખાયેલ C-60 કે જે ફૂટબોલના આકારની કાર્બન પરમાણુઓની ગોઠવણી ધરાવે છે. તે અમેરિકન આર્કિટેક્ટર બકમિન્સ્ટર ફુલર (Buckminster Fuller) દ્વારા ડિઝાઇન કરેલ જિયોડેસિક ગુંબજ (Geodesic dome) જેવો દેખાય છે, તેથી આ અણુનું નામ ફુલેરિન રાખવામાં આવ્યું.

### પ્રશ્નો

1. CO<sub>2</sub> સૂત્ર ધરાવતા કાર્બન ડાયોક્સાઈડનું ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-નિરૂપણ શું થશે ?
2. સલ્ફરના આઠ પરમાણુઓથી બનેલ સલ્ફર અણુનું ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-નિરૂપણ શું થશે ?  
(સૂચન : સલ્ફરના આઠ પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને વલય બનાવે છે.)





## 4.2 કાર્બનનો સર્વતોમુખી સ્વભાવ (Versatile Nature of Carbon)

વિવિધ તત્વો અને સંયોજનોમાં આપણે ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી દ્વારા સહસંયોજક બંધનું નિર્માણ જોયું છે. આપણે સરળ કાર્બન સંયોજન, મિથેનનું બંધારણ પણ જોયું છે. પ્રકરણની શરૂઆતમાં આપણે જોયું કે એવી કેટલી બધી વસ્તુઓનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ કે જે કાર્બન ધરાવે છે. વાસ્તવમાં આપણે પોતે પણ કાર્બન સંયોજનોના બનેલા છીએ. હાલમાં જ અસંખ્ય કાર્બન સંયોજનો કે જેનાં સૂત્રો રસાયણશાસ્ત્રીઓ માટે જાણીતા છે તેમની સંખ્યા લાખોમાં અંદાજવામાં આવી છે ! તે અન્ય તમામ તત્વો દ્વારા બનતાં સંયોજનોને એકસાથે મૂકવાથી મળતી સંખ્યા કરતા ઘણી વધારે છે. શા માટે આ ગુણધર્મ કાર્બનમાં જ જોવા મળે છે અને અન્ય તત્વમાં નહિ ? સહસંયોજક બંધનો સ્વભાવ કાર્બનને મોટી સંખ્યામાં સંયોજનો બનાવવાની ક્ષમતા પૂરી પાડે છે. કાર્બનના કિસ્સામાં બે પરિબળો નોંધાયેલાં છે –

- (i) કાર્બન અન્ય કાર્બનના પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવવાની અદ્વિતીય ક્ષમતા ધરાવે છે, જેથી મોટી સંખ્યામાં અણુઓ બને છે. આ ગુણધર્મને કેટેનેશન (Catenation) કહે છે. આ સંયોજનો કાર્બનની લાંબી શૃંખલા, કાર્બનની શાખીત શૃંખલા અથવા વલયો (Rings)માં ગોઠવાયેલા કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવે છે. વધુમાં કાર્બનનો પરમાણુ એકલબંધ અથવા દ્વિબંધ અથવા ત્રિબંધથી જોડાયેલો હોઈ શકે છે. કાર્બનના પરમાણુઓ માત્ર એકલબંધથી જોડાયેલ હોય તેવા કાર્બનનાં સંયોજનોને સંતૃપ્ત સંયોજનો (Saturated Compounds) કહે છે. કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ કે ત્રિબંધ ધરાવતા કાર્બનનાં સંયોજનોને અસંતૃપ્ત સંયોજનો (Unsaturated Compounds) કહે છે.

કાર્બન સંયોજનોમાં જે હદે કેટેનેશનનો ગુણધર્મ જોવા મળે છે, તે કોઈ બીજા તત્વમાં જોવા મળતો નથી. સિલિકોન હાઈડ્રોજન સાથે જે સંયોજનો બનાવે છે, તેમાં સાત અથવા આઠ પરમાણુઓ સુધીની જ શૃંખલા હોય છે, પરંતુ આ સંયોજનો અતિક્રિયાશીલ હોય છે. કાર્બન-કાર્બન બંધ ખૂબ જ પ્રબળ હોય છે, તેથી તે સ્થાયી હોય છે. જે આપણને કાર્બન પરમાણુઓના એકબીજા સાથેના જોડાણથી મોટી સંખ્યામાં સંયોજનો આપે છે.

- (ii) કાર્બનની સંયોજકતા ચાર હોય છે, તેથી તે કાર્બનના અન્ય ચાર પરમાણુઓ અથવા કેટલાક અન્ય એક-સંયોજક તત્વોના પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. ઓક્સિજન, હાઈડ્રોજન, નાઈટ્રોજન, સલ્ફર, ક્લોરિન તથા અનેક અન્ય તત્વોની સાથે કાર્બનનાં સંયોજનો બને છે, જેના કારણે એવા વિશિષ્ટ ગુણધર્મો ધરાવતાં સંયોજનો બને છે જે અણુમાં હાજર રહેલા કાર્બન સિવાયના તત્વ પર આધાર રાખે છે.

વળી, કાર્બન મોટા ભાગનાં અન્ય તત્વો સાથે જે બંધ બનાવે છે, તે ખૂબ જ પ્રબળ હોય છે, જે સંયોજનોને અપવાદરૂપે સ્થાયી બનાવે છે. કાર્બન દ્વારા પ્રબળ બંધોના નિર્માણનું એક કારણ તેનું નાનું કદ છે. જેના કારણે પરમાણુકેન્દ્ર ભાગીદારી પામેલા ઇલેક્ટ્રોન યુગ્મોને મજબૂતાઈથી જકડી રાખે છે. મોટા પરમાણુઓ ધરાવતાં તત્વો દ્વારા બનતા બંધો અત્યંત નિર્બળ હોય છે.



### કાર્બનિક સંયોજનો

કાર્બનમાં જોવા મળેલ બે વિશિષ્ટ લક્ષણો, ચતુઃસંયોજકતા અને કેટેનેશન એકસાથે મળીને મોટી સંખ્યામાં સંયોજનોનું નિર્માણ કરે છે. અનેક સંયોજનો વિભિન્ન કાર્બનની શૃંખલાઓ સાથે જોડાયેલ અકાર્બનિક પરમાણુ અથવા પરમાણુઓના સમૂહ ધરાવે છે. આ સંયોજનોનું નિષ્કર્ષણ શરૂઆતમાં કુદરતી પદાર્થોમાંથી કરવામાં આવ્યું હતું અને એમ વિચારવામાં આવ્યું હતું કે આ કાર્બન સંયોજનો અથવા કાર્બનિક સંયોજનો માત્ર જીવંત પ્રણાલીમાંથી મેળવી શકાય છે. તેમના સંશ્લેષણ માટે એક ‘મહત્વપૂર્ણ બળ’ (Vital Force) જરૂરી છે તેમ માનવામાં આવતું હતું. ફ્રેડરિક વોહલરે (Friedrich Wohler) 1828માં એમોનિયમ સાયનેટમાંથી યૂરિયાની બનાવટ દ્વારા તેનું ખંડન કર્યું, પરંતુ કાર્બાઇડ, કાર્બનના ઓક્સાઇડ, કાર્બોનેટ અને હાઇડ્રોજનકાર્બોનેટ દ્વારા સિવાયનાં કાર્બન સંયોજનોનો અભ્યાસ કાર્બનિક રસાયણ અંતર્ગત કરવામાં આવે છે.

#### 4.2.1 સંતૃપ્ત અને અસંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો

##### (Saturated and Unsaturated Carbon Compounds)

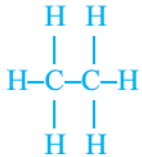
આપણે પહેલા જ મિથેનનું બંધારણ જોઈ ગયેલ છીએ. કાર્બન અને હાઇડ્રોજન વચ્ચે બનતું અન્ય સંયોજન  $C_2H_6$  સૂત્ર ધરાવતું ઇથેન છે. સરળ કાર્બન સંયોજનોના બંધારણ મેળવવા માટેનું પ્રથમ સોપાન કાર્બન પરમાણુઓને એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડવા (આકૃતિ 4.6 a) અને ત્યાર બાદ કાર્બનની બાકી રહેલ સંયોજકતાઓને સંતોષવા માટે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનો ઉપયોગ કરવો તે છે (આકૃતિ 4.6 b). ઉદાહરણ તરીકે, ઇથેનનું બંધારણ નીચે દર્શાવેલાં સોપાનોમાં મેળવવામાં આવે છે -



સોપાન 1

આકૃતિ 4.6 (a) કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડાયેલા છે

દરેક કાર્બન પરમાણુની ત્રણ સંયોજકતા સંતોષાયા વગરની બાકી રહે છે, તેથી તે દરેક ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુ સાથે બંધ બનાવીને નીચે પ્રમાણે સંરચના આપે છે :



સોપાન 2

આકૃતિ 4.6 (b) દરેક કાર્બન પરમાણુ ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલો છે

ઇથેનનું ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-નિરૂપણ આકૃતિ 4.6(c)માં દર્શાવેલી છે.

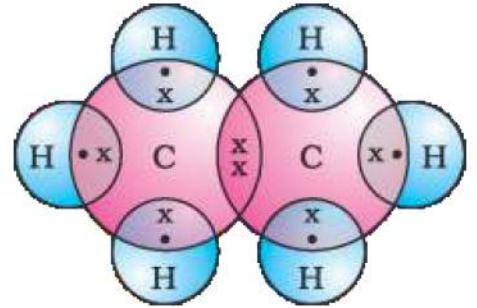
શું તમે આ જ પ્રકારે પ્રોપેનનું બંધારણ દોરી શકો, કે જેનું આણ્વીય સૂત્ર (Molecular Formula)  $C_3H_8$  છે ? તમે જોશો કે તમામ પરમાણુઓની સંયોજકતાઓ તેમની વચ્ચેના એકલ બંધોથી સંતોષાય છે. આવાં કાર્બન સંયોજનોને સંતૃપ્ત સંયોજનો કહે છે. આવાં સંયોજનો સામાન્ય રીતે વધુ સક્રિય કે ક્રિયાશીલ હોતાં નથી.

જોકે કાર્બન અને હાઇડ્રોજનના એક અન્ય સંયોજનનું સૂત્ર  $C_2H_4$  છે અને તેને ઇથીન કહે છે. આ અણુનું નિરૂપણ કેવી રીતે કરી શકાય ? આપણે ઉપર પ્રમાણે જ તબક્કાવાર અભિગમ અનુસરીશું.

કાર્બન-કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે એકલ બંધથી જોડાય છે (સોપાન 1).

આપણે જોઈએ છીએ કે દરેક કાર્બનની એક સંયોજકતા સંતોષાયા વગરની બાકી રહે છે (સોપાન 2).

તે ત્યારે જ સંતોષાઈ શકે કે જ્યારે બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ હોય (સોપાન 3), જે ઇથીનની ઇલેક્ટ્રોન કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

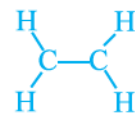


આકૃતિ 4.6

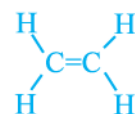
(c) ઇથેનનું ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-નિરૂપણ



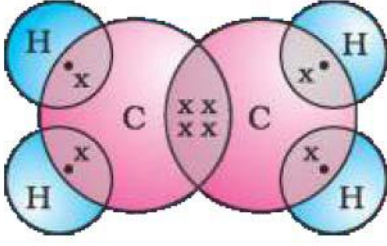
સોપાન -1



સોપાન -2



સોપાન -3



બિંદુ-રચના આકૃતિ 4.7માં આપેલ છે. હાઈડ્રોજન અને કાર્બનનું અન્ય સંયોજન  $C_2H_2$  સૂત્ર ધરાવે છે તેને ઈથાઈન કહેવાય છે. શું તમે ઈથાઈનની ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? સંયોજકતાઓ સંતોષવા માટે બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે કેટલા બંધ હોવા જરૂરી છે ? કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિબંધ કે ત્રિબંધ ધરાવતા કાર્બનનાં આવાં સંયોજનો અસંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો (Unsaturated Carbon Compounds) તરીકે ઓળખાય છે અને તેઓ સંતૃપ્ત કાર્બન સંયોજનો કરતાં વધુ ક્રિયાશીલ હોય છે.

આકૃતિ 4.7

ઈથીનનું બંધારણ

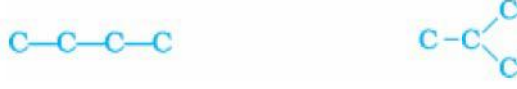
#### 4.2.2 શૃંખલાઓ, શાખાઓ અને વલયો (Chains, Branches and Rings)

આગળના વિભાગમાં આપણે ક્રમશઃ 1, 2 અને 3 કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનો મિથેન, ઈથેન તથા પ્રોપેનનો ઉલ્લેખ કરેલ છે. કાર્બન પરમાણુઓની આ પ્રકારની શૃંખલાઓ ઘણા કાર્બન પરમાણુ ધરાવી શકે છે. તે પૈકીના છના નામ અને બંધારણ કોષ્ટક 4.2માં આપેલ છે.

કોષ્ટક 4.2 કાર્બન અને હાઈડ્રોજનના સંતૃપ્ત સંયોજનોનાં સૂત્રો અને બંધારણ

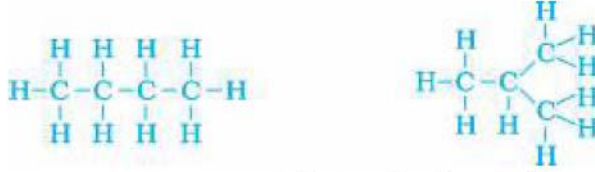
C પરમાણુની સંખ્યા	નામ	સૂત્ર	બંધારણ
1	મિથેન	$CH_4$	
2	ઈથેન	$C_2H_6$	
3	પ્રોપેન	$C_3H_8$	
4	બ્યુટેન	$C_4H_{10}$	
5	પેન્ટેન	$C_5H_{12}$	
6	હેક્ઝેન	$C_6H_{14}$	

પરંતુ, ચાલો આપણે બ્યુટેનનો અન્ય રીતે વિચાર કરીએ. જો આપણે ચાર કાર્બન પરમાણુઓથી કાર્બન ‘માળખું’ (skeleton) બનાવીએ, તો આપણે જોઈએ છીએ કે બે જુદાં-જુદાં ‘માળખાં’ બની શકે છે.



આકૃતિ 4.8 (a) બે શક્ય કાર્બન-માળખાં

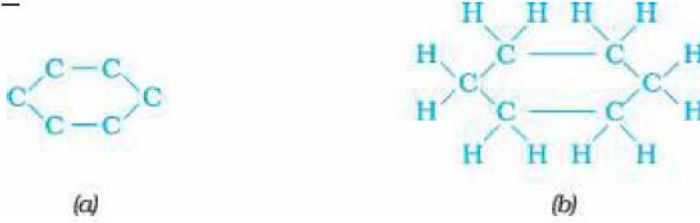
બાકી રહેલ સંયોજકતાઓને હાઈડ્રોજન વડે ભરપાઈ કરતાં નીચે પ્રમાણે સૂત્ર મળે છે –



આકૃતિ 4.8 (b)  $C_4H_{10}$  સૂત્ર ધરાવતાં બે બંધારણો માટેના સંપૂર્ણ અણુઓ

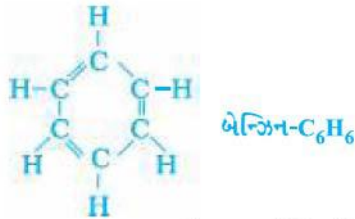
આપણે જોઈએ છીએ કે બંને બંધારણો સમાન સૂત્ર  $C_4H_{10}$  ધરાવે છે. સમાન આણ્વીય સૂત્ર પરંતુ ભિન્ન બંધારણો ધરાવતાં આવાં સંયોજનોને બંધારણીય સમઘટકો (Structural Isomers) કહે છે.

સરળ તથા શાખીય કાર્બન શૃંખલાઓ ઉપરાંત કેટલાંક સંયોજનો વલયના સ્વરૂપમાં ગોઠવાયેલ કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે સાયકલોહેક્ઝેન  $C_6H_{12}$  સૂત્ર અને નીચે પ્રમાણેનું બંધારણ ધરાવે છે –



આકૃતિ 4.9 સાયકલોહેક્ઝેનનું બંધારણ (a) કાર્બન માળખું (b) સંપૂર્ણ અણુ

શું તમે સાયકલોહેક્ઝેન માટે ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના દોરી શકો ? સરળ શૃંખલા, શાખીય શૃંખલા અને ચક્રિય કાર્બન સંયોજનો, તમામ સંતૃપ્ત અથવા અસંતૃપ્ત હોઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે બેન્ઝિન,  $C_6H_6$  નીચે પ્રમાણેનું બંધારણ ધરાવે છે –



આકૃતિ 4.10 બેન્ઝિનનું બંધારણ

આ તમામ કાર્બન સંયોજનો કે જે માત્ર કાર્બન અને હાઈડ્રોજન ધરાવે છે તેમને હાઈડ્રોકાર્બન (Hydrocarbons) કહેવાય છે. આ પૈકીના સંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બનને આલ્કેન સંયોજનો કહેવાય છે. અસંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બન સંયોજનો જે એક અથવા વધુ દ્વિબંધ ધરાવે છે તેને આલ્કીન કહે છે. જે એક અથવા વધુ ત્રિબંધ ધરાવે છે તેને આલ્કાઈન કહે છે.

#### 4.2.3 તમે મારા મિત્ર બનશો ? (Will you be my Friend ?)

કાર્બન ખૂબ જ મૈત્રીપૂર્ણ તત્વ જણાય છે. અત્યાર સુધી આપણે કાર્બન અને હાઈડ્રોજનનાં સંયોજનો જોયા છે, પરંતુ કાર્બન અન્ય તત્વો જેવાં કે હેલોજન, ઓક્સિજન, નાઈટ્રોજન અને સલ્ફર સાથે કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો



પણ બંધ બનાવે છે. હાઈડ્રોકાર્બન શૃંખલામાં આ તત્વો એવી રીતે એક અથવા વધુ હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરી શકે છે કે જેથી કાર્બનની સંયોજકતા સંતોષાયેલી રહે. આવાં સંયોજનોમાં, હાઈડ્રોજનનું વિસ્થાપન કરતા તત્વને વિષમપરમાણુ (Heteroatom) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ વિષમ

#### કોષ્ટક 4.3 કાર્બન સંયોજનોમાં કેટલાક ક્રિયાશીલ સમૂહો

વિષમ પરમાણુ	ક્રિયાશીલ સમૂહ	ક્રિયાશીલ સમૂહનું સૂત્ર
C1/Br	હેલો-(ક્લોરો/બ્રોમો)	-Cl, -Br (હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે વિસ્થાપિતો)
ઓક્સિજન	1. આલ્કોહોલ 2. આલ્ડિહાઈડ	-OH $\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{C} \\    \\ \text{O} \end{array}$
	3. કિટોન	$\begin{array}{c} \text{C} \\    \\ \text{O} \end{array}$
	4. કાર્બોક્સિલિક એસિડ	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C}-\text{OH} \end{array}$

પરમાણુઓ કોષ્ટક 4.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેના કેટલાક સમૂહોમાં પણ હાજર હોય છે. આ વિષમ પરમાણુઓ અને તેમને સમાવતા સમૂહો સંયોજનને વિશિષ્ટ ગુણધર્મો આપે છે, જે કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ અને સ્વભાવ પર આધારિત નથી હોતા તેથી તેમને ક્રિયાશીલ સમૂહો (Functional Groups) કહે છે. કેટલાક મહત્વના ક્રિયાશીલ સમૂહો કોષ્ટક 4.3માં દર્શાવેલ છે. સમૂહની મુક્ત સંયોજકતા અથવા સંયોજકતાઓ એકલ રેખા દ્વારા દર્શાવાય છે. ક્રિયાશીલ સમૂહ આ સંયોજકતા દ્વારા એક હાઈડ્રોજન પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરીને કાર્બન શૃંખલા સાથે જોડાયેલા રહે છે.

#### 4.2.4 સમાનધર્મી શ્રેણી (Homologous Series)

તમે જોયું છે કે કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને અલગ-અલગ લંબાઈની શૃંખલાઓ બનાવે છે. આવી શૃંખલાઓ શાખીય પણ હોઈ શકે છે. વધુમાં આ કાર્બન શૃંખલાઓ પર રહેલ હાઈડ્રોજન પરમાણુઓને ઉપર દર્શાવેલા ક્રિયાશીલ સમૂહો પૈકી કોઈ પણ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરી શકાય છે. આલ્કોહોલ જેવા ક્રિયાશીલ સમૂહની હાજરી કાર્બન સંયોજનના ગુણધર્મો સૂચવે છે, ભલે પછી કાર્બન શૃંખલાની લંબાઈ ગમે તેટલી હોય. ઉદાહરણ તરીકે,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ , તથા  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ના રાસાયણિક ગુણધર્મોમાં ઘણી સમાનતા છે. આમ, સંયોજનોની એવી શ્રેણી કે જેમાં કાર્બન શૃંખલામાં રહેલ હાઈડ્રોજનને સમાન પ્રકારના ક્રિયાશીલ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવેલ હોય, તેને સમાનધર્મી શ્રેણી કહે છે.

ચાલો, આપણે પહેલા કોષ્ટક 4.2માં જોયેલી સમાનધર્મી શ્રેણી તરફ એક નજર કરીએ. જો આપણે ક્રમિક સંયોજનોનાં સૂત્રો તરફ નજર કરીએ તો,

$\text{CH}_4$  અને  $\text{C}_2\text{H}_6$  — તેઓ  $-\text{CH}_2-$  એકમથી જુદા પડે છે.

$\text{C}_2\text{H}_6$  અને  $\text{C}_3\text{H}_8$  — તેઓ  $-\text{CH}_2-$  એકમથી જુદા પડે છે.

હવે પછીની જોડી - પ્રોપેન અને બ્યુટેન ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) વચ્ચે શું તફાવત છે ?

શું તમે આ જોડીઓ વચ્ચે આણ્વીય દળોના તફાવત શોધી શકો છો (કાર્બનનું પરમાણ્વીય દળ 12 u અને હાઈડ્રોજનનું પરમાણ્વીય દળ 1 u) ?

તેવી જ રીતે, આલ્કીનની સમાનધર્મી શ્રેણી લો. શ્રેણીનો પ્રથમ સભ્ય ઈથિન છે કે જે વિભાગ 4.2.1માં જ આવી ગયેલ છે. ઈથિનનું સૂત્ર શું છે ? આલ્કીન શ્રેણીના ક્રમિક સભ્યો  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$  અને  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  સૂત્રો ધરાવે છે. શું તેઓ પણ  $-\text{CH}_2-$  એકમથી જુદા પડે છે ? શું તમને આ સંયોજનોમાં

વિજ્ઞાન

કાર્બન અને હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની સંખ્યા વચ્ચે કોઈ સંબંધ જણાય છે ? આલ્કીનનું સામાન્ય સૂત્ર  $C_nH_{2n}$  સ્વરૂપે લખી શકાય, જ્યાં  $n = 2, 3, 4$ . તેવી જ રીતે શું તમે આલ્કેન અને આલ્કાઇનનું સામાન્ય સૂત્ર બનાવી શકો ?

કોઈ પણ સમાનધર્મી શ્રેણીમાં આણ્વીય દળ વધે ત્યારે ભૌતિક ગુણધર્મોમાં ક્રમબદ્ધતા (gradation) જોવા મળેલ છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે, આણ્વીય દળ વધવાથી ગલનબિંદુ તેમજ ઉત્કલનબિંદુ વધે છે. અન્ય ભૌતિક ગુણધર્મો જેમકે ચોક્કસ દ્રાવકમાં દ્રાવ્યતા પણ સમાન ક્રમબદ્ધતા દર્શાવે છે, પરંતુ રાસાયણિક ગુણધર્મો કે જે ક્રિયાશીલ સમૂહ દ્વારા જ નિર્ધારિત થાય છે તે સમાનધર્મી શ્રેણીમાં એક સમાન જળવાઈ રહે છે.

#### પ્રવૃત્તિ 4.2

- (a)  $CH_3OH$  અને  $C_2H_5OH$  (b)  $C_2H_5OH$  અને  $C_3H_7OH$  અને (c)  $C_3H_7OH$  અને  $C_4H_9OH$  માટે સૂત્રો તથા આણ્વીયદળના તફાવતની ગણતરી કરો.
- આ ત્રણેય વચ્ચે કોઈ સમાનતા છે ?
- આ આલ્કોહોલને કાર્બન પરમાણુઓના ચડતા ક્રમમાં ગોઠવો અને એક જૂથ બનાવો. શું આપણે આ જૂથને સમાનધર્મી શ્રેણી કહી શકીએ ?
- કોષ્ટક 4.3માં આપેલ અન્ય ક્રિયાશીલ સમૂહો માટે ચાર કાર્બન સુધીનાં સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેણી તૈયાર કરો.

#### 4.2.5 કાર્બન સંયોજનોનું નામકરણ (Nomenclature of Carbon Compounds)

સમાનધર્મી શ્રેણીમાં સંયોજનોનાં નામોનો આધાર મૂળભૂત કાર્બનની એવી શૃંખલાઓ પર રહેલો છે, કે જેમાં ક્રિયાશીલ સમૂહની પ્રકૃતિ સૂચવતા ‘પૂર્વગ’ (Prefix) ‘શબ્દસમૂહ આગળ’ કે ‘પ્રત્યય’ (Suffix) ‘શબ્દસમૂહ પાછળ’ દ્વારા ફેરફાર થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે પ્રવૃત્તિ 4.2માં લીધેલા આલ્કોહોલના નામ મિથેનોલ, ઇથેનોલ, પ્રોપેનોલ અને બ્યુટેનોલ છે.

કાર્બન સંયોજનનું નામકરણ નીચે દર્શાવેલ પદ્ધતિ દ્વારા કરી શકાય છે :

- (i) સંયોજનમાં કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યા નક્કી કરો. ત્રણ કાર્બન પરમાણુ ધરાવતા સંયોજનનું નામ પ્રોપેન થશે.
- (ii) ક્રિયાશીલ સમૂહ હાજર હોય તો તેને પૂર્વગ અથવા પ્રત્યય સહિત સંયોજનના નામમાં દર્શાવાય છે. (કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે)
- (iii) જો ક્રિયાશીલ સમૂહનું નામ પ્રત્યયના આધારે આપવામાં આવે અને ક્રિયાશીલ સમૂહનો પ્રત્યય  $a, e, i, o, u$  જેવા સ્વરથી શરૂ થતો હોય તો કાર્બન શૃંખલાના છેડે ( $e$ ) દૂર કરીને તેમાં યોગ્ય પ્રત્યય લગાવીને નામ અપાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કીટોન સમૂહ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શૃંખલાને નીચેની રીતે નામ અપાય છે –

propane – ‘e’ = propan + ‘one’ = propanone પ્રોપેનોન

- (iv) જો કાર્બન શૃંખલા અસંતૃપ્ત હોય તો, કાર્બન શૃંખલાના નામમાં રહેલ અંતિમ ‘એન’ (‘ane’) ને કોષ્ટક 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ‘ઇન’ (‘ene’) અથવા ‘આઇન’ ‘yne’ દ્વારા વિસ્થાપિત કરવામાં આવે છે, ઉદાહરણ તરીકે દ્વિબંધ ધરાવતા ત્રણ કાર્બનની શૃંખલા પ્રોપીન (Propene) કહેવાય છે અને જો તે ત્રિબંધ ધરાવે તો તેને પ્રોપાઇન (Propyne) કહેવાય છે.

કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

કોષ્ટક 4.4 કાર્બનિક સંયોજનોનું નામકરણ

સંયોજનનો વર્ગ	પૂર્વગ/પ્રત્યય	ઉદાહરણ
1. હેલોઆલકેન	પૂર્વગ-કલોરો, બ્રોમો વગેરે	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ કલોરોપ્રોપેન
		$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{Br} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ બ્રોમોપ્રોપેન
2. આલ્કોહોલ	પ્રત્યય-ઓલ	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ પ્રોપેનોલ
3. આલ્ડિહાઇડ	પ્રત્યય-આલ	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ પ્રોપેનાલ
4. કિટોન	પ્રત્યય-ઓન	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\   & &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   &    &   \\ \text{H} & \text{O} & \text{H} \end{array}$ પ્રોપેનોન
5. કાર્બોક્સિલિક એસિડ	પ્રત્યય-ઓઇક એસિડ	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{O} \\   &   &    \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ પ્રોપેનોઇક એસિડ
6. આલ્કીન	પ્રત્યય-ઇન	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & & \text{H} \\   &   & & / \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C} & & \backslash \\   & & \text{H} \\ \text{H} & & \end{array}$ પ્રોપીન
7. આલ્કાઇન	પ્રત્યય-આઇન	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$ પ્રોપાઇન

પ્રશ્નો

1. પેન્ટેન માટે તમે કેટલાં બંધારણીય સમઘટકો દોરી શકો ?
2. કાર્બનના બે ગુણધર્મો કયા છે, જેના કારણે આપણી ચારેય તરફ કાર્બન સંયોજનોની વિશાળ સંખ્યા આપણે જોઈએ છીએ ?
3. સાચકલો પેન્ટેનનું સૂત્ર અને ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના શું થશે ?



4. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોના બંધારણ દોરો :

(i) ઈથેનોઈક એસિડ (ii) બ્રોમોપેન્ટેન\*

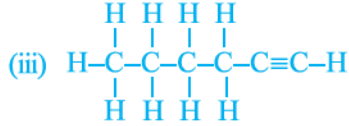
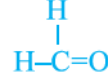
(iii) બ્યુટેનોન (iv) હેક્ઝેનાલ

\*શું બ્રોમોપેન્ટેનના બંધારણીય સમઘટક શક્ય છે ?

5. નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોનું નામ તમે કેવી રીતે આપશો ?

(i)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Br}$

(ii)



### 4.3 કાર્બન સંયોજનોના રાસાયણિક ગુણધર્મો

#### (Chemical Properties of Carbon Compounds)

આ વિભાગમાં આપણે કાર્બન સંયોજનોના કેટલાક રાસાયણિક ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે ઉપયોગ કરતાં મોટા ભાગના બળતણ કાર્બન અથવા તેનાં સંયોજનોના બનેલા હોવાથી, સૌ પહેલા આપણે દહન વિશે અભ્યાસ કરવો જોઈએ.

##### 4.3.1 દહન (Combustion)

કાર્બન, તેનાં બધાં જ અપરરૂપોમાં, હવામાં દહન પામીને કાર્બન ડાયોક્સાઈડ આપે છે અને સાથે-સાથે ઉષ્મા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. મોટા ભાગનાં કાર્બન સંયોજનો પણ દહન દ્વારા વધુ પ્રમાણમાં ઉષ્મા અને પ્રકાશ મુક્ત કરે છે. આ ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ છે કે જેના વિશે તમે પ્રથમ પ્રકરણમાં શીખી ગયાં છો -

(i)  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{ઉષ્મા અને પ્રકાશ}$

(ii)  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ઉષ્મા અને પ્રકાશ}$

(iii)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ઉષ્મા અને પ્રકાશ}$

પ્રથમ પ્રકરણમાં તમે શીખ્યા તે પ્રમાણે છેલ્લી બે પ્રક્રિયાઓને સમતોલિત કરો.

##### પ્રવૃત્તિ 4.3

**ચેતવણી :** પ્રવૃત્તિમાં શિક્ષકની મદદ જરૂરી છે.

- અમુક કાર્બન સંયોજનો (નેથેલીન, કપૂર, આલ્કોહોલ)ને વારાફરતી એક ચમચી પર લઈ તેમને સળગાવો.
- જ્યોતના પ્રકારનું અવલોકન કરો અને ધુમાડો ઉત્પન્ન થયો કે નહિ તે નોંધો.
- જ્યોતની ઉપર ધાતુની તકતી રાખો. શું આપેલાં સંયોજનો પૈકી કોઈ માટે તકતી પર કાંઈ પદાર્થ જમા થાય છે ?

##### પ્રવૃત્તિ 4.4

- એક બન્સેન બર્નર ચાલુ કરો અને જુદા-જુદા પ્રકારની જ્યોત/ધુમાડાની હાજરી પ્રાપ્ત કરવા માટે તેના નીચેના ભાગમાંનું હવા-છિદ્ર યોગ્ય રીતે ગોઠવો.
- તમને પીળી, મેશ જેવી કાળી જ્યોત ક્યારે જોવા મળે છે ?
- તમને ભૂરી જ્યોત ક્યારે જોવા મળે છે ?

સામાન્ય રીતે સંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બન સંયોજનો કાળા ધુમાડારહિત જ્યોત આપે છે જ્યારે અસંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બન સંયોજનો ખૂબ જ કાળા ધુમાડા સાથેની પીળી જ્યોત આપે છે. તેના પરિણામે પ્રવૃત્તિ 4.3માં ધાતુની તકતી પર મેશ જમા થાય છે. જોકે હવાનો પુરવઠો સીમિત કરતાં સંતૃપ્ત હાઈડ્રોકાર્બનનું પણ અપૂર્ણ દહન થઈ કાળી મેશ જેવી જ્યોત ઉદ્ભવે છે. ઘરમાં ઉપયોગમાં લેવાતા ગેસ/કેરોસીન સ્ટવમાં હવા માટે પ્રવેશમાર્ગ હોય છે, જેનાથી પૂરતા પ્રમાણમાં ઓક્સિજનયુક્ત મિશ્રણ કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો

દહન પામી ધુમાડારહિત ભૂરી જ્યોત આપે છે. જો તમે ક્યારેય વાસણોના તળિયા કાળા થતા જોયા હોય તો તેનો અર્થ એ થાય કે હવા માટેનો પ્રવેશમાર્ગ અવરોધાય છે તથા બળતણનો વ્યય થઈ રહ્યો છે. કોલસો તથા પેટ્રોલ જેવાં બળતણોમાં થોડી માત્રામાં નાઈટ્રોજન તેમજ સલ્ફર હોય છે, જેના દહનને કારણે સલ્ફર તથા નાઈટ્રોજનના ઓક્સાઈડનું નિર્માણ થાય છે જે પર્યાવરણના મુખ્ય પ્રદૂષક છે.

શું તમે જાણો છો ?

શા માટે સળગતા પદાર્થો જ્યોત સાથે અથવા જ્યોત વગર સળગે છે ?

શું તમે ક્યારેય કોલસા અથવા લાકડાની આગ જોઈ છે ? જો નહિ, તો હવે પછી જ્યારે પણ અવસર મળે ત્યારે ધ્યાનથી જુઓ કે લાકડાં અથવા કોલસાના સળગવાની શરૂઆતમાં શું થાય છે. તમે જોયું હશે કે એક મીણબત્તી અથવા ગેસસ્ટવનો એલ.પી.જી. સળગતી વખતે જ્યોત ઉત્પન્ન કરે છે. તમે જોશો કે ચૂલામાં સળગતો કોલસો અથવા ચારકોલ કેટલીક વખત લાલ રંગથી પ્રજ્વલિત થાય છે તથા વગર જ્યોતે ઉખા આપે છે. એવું એટલા માટે થાય છે, કે માત્ર વાયુ પદાર્થોના સળગવાથી જ્યોત ઉત્પન્ન થાય છે. લાકડું અથવા કોલસો સળગાવતાં તેમાં હાજર રહેલા બાષ્પશીલ પદાર્થો વાયુસ્વરૂપમાં ફેરવાય છે તથા શરૂઆતમાં જ્યોત સાથે સળગે છે.

વાયુ પદાર્થોના પરમાણુઓને ઉખા આપતા એક તીવ્ર જ્યોત જોવા મળે છે તથા તે પ્રકાશિત થવાનું શરૂ કરે છે. પ્રત્યેક તત્ત્વ દ્વારા ઉત્પન્ન થતો રંગ તે તત્ત્વનો લાક્ષણિક ગુણધર્મ હોય છે. ગેસસ્ટવની જ્યોતમાં તાંબાના તારને સળગાવવાનો પ્રયત્ન કરો તથા તેના રંગનું અવલોકન કરો. તમે જોયું હશે કે અપૂર્ણ દહનથી કાળી જ્યોત ઉદ્ભવે છે જે કાર્બન હોય છે. તેના આધારે તમે મીણબત્તીની પીળા રંગની જ્યોતનું શું કારણ બતાવશો ?

વધુ જાણવા જેવું !

કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ

કોલસા અને પેટ્રોલિયમનું નિર્માણ જૈવભારથી થયું છે કે જે જુદી-જુદી જૈવિક અને ભૂગર્ભીય પ્રક્રિયાઓને આધિન છે. કોલસો વૃક્ષો, ત્રિઅંગી જેવી અન્ય વનસ્પતિઓ કે જે લાખો વર્ષો પહેલાં જીવિત હતી તેના અવશેષ છે. તેઓ ભૂકંપ અથવા જ્વાળામુખી વિસ્ફોટને કારણે જમીનમાં દટાઈ ગયા. જમીનના સ્તરો તથા ખડકોને કારણે તેઓ દબાઈ ગયા તથા ધીમે-ધીમે ક્ષય પામી તે કોલસો બની ગયા. તેલ તથા વાયુ લાખો વર્ષો જૂના સમુદ્રી છોડ તથા સજીવોના અવશેષ છે તે મૃત થવાથી તેમના શરીર સમુદ્રના તળિયામાં ડૂબી ગયા તથા દરિયાઈ કાદવથી ઢંકાઈ ગયા. તેમના મૃત અવશેષો પર બેક્ટેરિયાના આક્રમણથી, ઊંચા દબાણની અસર હેઠળ તેલ અથવા વાયુનું નિર્માણ થયું અને કાદવ ધીરે-ધીરે દબાઈને ખડક બની ગયા. જેમ સ્પોન્જમાં પાણી ભરાઈ જાય તેમ તેલ અને વાયુ ખડકોના છિદ્રિષ્ ભાગોમાં ભરાવા લાગ્યા. શું તમે વિચારી શકો છો કે કોલસા અને પેટ્રોલિયમને અશ્મિ બળતણ (Fossil Fuels) શા માટે કહેવાય છે ?

#### 4.3.2 ઓક્સિડેશન (Oxidation)

##### પ્રવૃત્તિ 4.5

- એક કસનળીમાં આશરે 3 mL ઇથેનોલ લો તથા જળ ઉષ્મક (Water Bath)માં ધીમે-ધીમે હૂંફાળું ગરમ કરો.
- આ દ્રાવણમાં આલ્કલાઈન પોટેશિયમ પરમેન્ગેનેટનું 5% દ્રાવણ ટીપે-ટીપે ઉમેરો.
- જ્યારે તે શરૂઆતમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટેશિયમ પરમેન્ગેનેટનો રંગ તેનો તે જ રહે છે ?
- વધુ પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે પોટેશિયમ પરમેન્ગેનેટનો રંગ શા માટે દૂર થતો નથી ?

પ્રથમ પ્રકરણમાં તમે ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ વિશે શીખી ગયાં છો. કાર્બન સંયોજનોનું દહન કરતાં તેમનું સરળતાથી ઓક્સિડેશન કરી શકાય છે. આ પૂર્ણ ઓક્સિડેશન ઉપરાંત એવી પ્રક્રિયાઓ છે કે જેમાં આલ્કોહોલ કાર્બોક્સિલિક એસિડમાં ફેરવાય છે —



આપણે જોઈએ છીએ કે કેટલાક પદાર્થો અન્ય પદાર્થોમાં ઑક્સિજન ઉમેરવા માટે સક્ષમ હોય છે, જેને ઑક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

આલ્કલાઇન પોટેશિયમ પરમેન્ગેનેટ અથવા ઍસિડિક પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ આલ્કોહોલનું કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાં ઑક્સિડેશન કરે છે. એટલે કે તે શરૂઆતની સામગ્રી (પ્રક્રિયક)માં ઑક્સિજન ઉમેરે છે. તેથી તે ઑક્સિડેશનકર્તા કહેવાય છે.

#### 4.3.3 યોગશીલ પ્રક્રિયા (Addition Reaction)

પેલેડિયમ અથવા નિકલ જેવા ઉદ્દીપકોની હાજરીમાં અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનમાં હાઇડ્રોજન ઉમેરાઈને સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન બને છે. ઉદ્દીપકો એવા પદાર્થો છે કે જે પ્રક્રિયાને અસર પહોંચાડ્યા વગર જ પ્રક્રિયાને જુદા-જુદા દરથી આગળ વધારે છે. આ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે વનસ્પતિ તેલના હાઇડ્રોજનીકરણ નિકલ ઉદ્દીપકના ઉપયોગ દ્વારા થાય છે. વનસ્પતિ તેલ સામાન્ય રીતે લાંબી અસંતૃપ્ત કાર્બન શૃંખલા ધરાવે છે જ્યારે પ્રાણીય ચરબીમાં સંતૃપ્ત કાર્બન શૃંખલા હોય છે.



તમે જોયું જ હશે છે કે જાહેરાતોમાં કહેવામાં આવે છે કે, કેટલાક વનસ્પતિ તેલ ‘સ્વાસ્થ્યવર્ધક’ હોય છે. સામાન્ય રીતે પ્રાણીય ચરબીમાં સંતૃપ્ત ફેટીએસિડ હોય છે, જે સ્વાસ્થ્ય માટે નુકસાનકારક કહેવાય છે. ખોરાક રાંધવા માટે અસંતૃપ્ત ફેટીએસિડ ધરાવતા તેલ પસંદ કરવા જોઈએ.

#### 4.3.4 વિસ્થાપન પ્રક્રિયા (Substitution Reaction)

સંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન અત્યંત બિનપ્રતિક્રિયાત્મક હોય છે અને મોટા ભાગના પ્રક્રિયકોની હાજરીમાં નિષ્ક્રિય હોય છે. તેમ છતાં, સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં હાઇડ્રોકાર્બનમાં ક્લોરિન ઉમેરવાની પ્રક્રિયા ખૂબ ઝડપી થાય છે. ક્લોરિન એક પછી એક હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનું વિસ્થાપન કરે છે. તેને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કહે છે કારણ કે એક પ્રકારના પરમાણુ અથવા પરમાણુઓનો સમૂહ અન્યનું સ્થાન લે છે. સામાન્ય રીતે ઊંચા સમાનધર્મી આલ્કેન સાથે અનેક નીપજોનું નિર્માણ થાય છે.



#### પ્રશ્નો

1. ઇથેનોલનું ઇથેનોઇક ઍસિડમાં રૂપાંતર શા માટે ઑક્સિડેશન-પ્રક્રિયા છે ?
2. ઑક્સિજન અને ઇથાઇનનું મિશ્રણ વેલ્ડિંગ માટે સળગાવવામાં આવે છે. શું તમે કહી શકો કે શા માટે ઇથાઇન અને હવાના મિશ્રણનો ઉપયોગ થતો નથી ?



### 4.4 કેટલાંક મહત્વપૂર્ણ કાર્બન સંયોજનો : ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડ

#### (Some Important Carbon Compounds – Ethanol and Ethanoic Acid)

અનેક કાર્બન સંયોજનો આપણા માટે અમૂલ્ય છે, પરંતુ અહીં આપણે ઔદ્યોગિક રીતે અગત્યનાં બે સંયોજનોનો અભ્યાસ કરીશું – ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક ઍસિડ.

કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો



#### 4.4.1 ઇથેનોલના ગુણધર્મો (Properties of Ethanol)

ઓરડાના તાપમાને ઇથેનોલ પ્રવાહી છે. (ઇથેનોલના ગલન તેમજ ઉત્કલનબિંદુ માટે કોષ્ટક 4.1નો સંદર્ભ લો.) ઇથેનોલને સામાન્ય રીતે આલ્કોહોલ કહેવાય છે અને તે તમામ આલ્કોહોલિક પીણાંનો સક્રિય ઘટક છે. વધુમાં તે સારો દ્રાવક હોવાથી, તે દવાઓ જેવી કે ટિક્ચર આયોડિન, કફ સિરપ તેમજ અનેક ટોનિક્સમાં પણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. ઇથેનોલ તમામ પ્રમાણમાં પાણીમાં દ્રાવ્ય છે. મંદ ઇથેનોલનું થોડી માત્રાનું સેવન નશો ઉત્પન્ન કરે છે. આમ કરવું અપરાધ ભરેલું છે, તેમ છતાં તે સમાજમાં વ્યાપકપણે થાય છે. જોકે શુદ્ધ આલ્કોહોલ (જેને પરિશુદ્ધ (absolute) આલ્કોહોલ કહે છે)ની અલ્પમાત્રા લેવી પણ ઘાતક છે. લાંબા ગાળાના આલ્કોહોલનું સેવન પણ અનેક સ્વાસ્થ્ય-સમસ્યાઓ તરફ દોરી જાય છે.

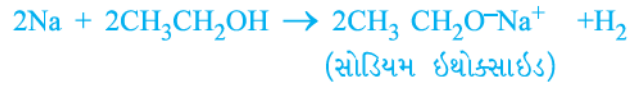
#### ઇથેનોલની પ્રક્રિયાઓ (Reactions of Ethanol)

(i) સોડિયમ સાથે પ્રક્રિયા –

##### પ્રવૃત્તિ 4.6

શિક્ષક દ્વારા નિદર્શન –

- ઇથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ)માં ભાતના બે દાણાના કદ જેટલો સોડિયમનો નાનો ટુકડો નાંખો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- તમે ઉદ્ભવતા વાયુને કેવી રીતે ચકાસશો ?



આલ્કોહોલની સોડિયમ સાથેની પ્રક્રિયા હાઇડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે. ઇથેનોલ સાથે અન્ય નીપજ સોડિયમ ઇથોક્સાઇડ હોય છે. શું તમે યાદ કરી શકો કે અન્ય કયા પદાર્થો ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા હાઇડ્રોજન ઉત્પન્ન કરે છે ?

(ii) અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન આપતી પ્રક્રિયા : ઇથેનોલને વધુ સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક એસિડ સાથે 443 K તાપમાને ગરમ કરતાં ઇથેનોલના નિર્જળીકરણના પરિણામે ઇથિન મળે છે.



સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક એસિડને નિર્જળીકરણકર્તા (dehydrating agent) ગણી શકાય કે જે ઇથેનોલમાંથી પાણી દૂર કરે છે.

#### આલ્કોહોલ જીવિત મનુષ્યો પર કેવી રીતે અસર કરે છે ?

જ્યારે વધુ માત્રામાં ઇથેનોલનું સેવન કરવામાં આવે ત્યારે તે ચપાપચયની ક્રિયાને ધીમી કરી નાખે છે તેમજ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (Central Nervous System) નિર્બળ કરી નાખે તેના પરિણામે તાલમેલની ઊણપ, માનસિક દુર્વિધા, આળસ, સામાન્ય નિરોધન ઘટાડે છે અને અંતે બેહોશી આવી શકે છે. વ્યક્તિ રાહત અનુભવે છે, પરંતુ તેને ખ્યાલ નથી આવતો કે તેની વિચારવાની સૂઝ, સમય-નિયંત્રણ સૂઝ તથા સ્નાયુઓના તાલમેલમાં ગંભીર રીતે ઘટાડો થાય છે. ઇથેનોલથી વિપરીત મિથેનોલ થોડી માત્રામાં લેવાથી પણ મૃત્યુ થઈ શકે છે. યકૃતમાં મિથેનોલ ઓક્સિડેશન પામી મિથેનાલ બની જાય છે. મિથેનાલ યકૃતના કોષોનાં ઘટકો સાથે ત્વરિત પ્રક્રિયા કરવા લાગે છે જેથી જીવરસનું એવી જ રીતે સ્કંદન(ગંઠાઈ જવું) થાય છે, જે રીતે ઈંડાને ગરમ કરવાથી થાય છે. મિથેનોલ દૃષ્ટિચેતાને પણ અસર પહોંચાડે છે. જેનાથી વ્યક્તિ અંધ થઈ શકે છે. ઇથેનોલ એક મહત્વનું ઔદ્યોગિક દ્રાવક છે. ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે તૈયાર ઇથેનોલનો દુરુપયોગ થતો રોકવા માટે તેમાં મિથેનોલ જેવો ઝેરી પદાર્થ મિશ્ર કરવામાં આવે છે. જેથી તે પીવા યોગ્ય રહેતું નથી. આલ્કોહોલની આસાનીથી ઓળખ થઈ શકે તે માટે રંગક ઉમેરીને આલ્કોહોલને ભૂરા રંગનો બનાવવામાં આવે છે તેને વિકૃત આલ્કોહોલ (Denatured Alcohol) કહેવામાં આવે છે.

શું તમે જાણો છો ?

### બળતણ સ્વરૂપે આલ્કોહોલ

શેરડીના છોડ સૂર્યપ્રકાશને રાસાયણિક ઊર્જામાં ફેરવવા માટેના સૌથી સક્ષમ રૂપાંતરકો પૈકીના એક છે. શેરડીનો રસ મોલાસિસ બનાવવા માટે ઉપયોગી છે, જે આથવણથી આલ્કોહોલ (ઇથેનોલ) આપે છે. કેટલાક દેશોમાં આલ્કોહોલનો ઉપયોગ પેટ્રોલમાં ઉમેરણ તરીકે કરવામાં આવે છે કારણ કે તે એવું સ્વચ્છ બળતણ છે કે જે પૂરતી હવામાં (ઓક્સિજન) માત્ર કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણી ઉત્પન્ન કરે છે.

#### 4.4.2 ઇથેનોઇક એસિડના ગુણધર્મો

##### (Properties of Ethanoic Acid)

ઇથેનોઇક એસિડને સામાન્ય રીતે એસિટિક એસિડ કહેવામાં આવે છે તેમજ તે કાર્બોક્સિલિક એસિડ તરીકે ઓળખાતા એસિડના સમૂહનો સભ્ય છે. એસિટિક એસિડના પાણીમાં બનાવેલ 5-8 % દ્રાવણને સરકો (વિનેગર) કહે છે અને તેનો અથાણામાં સંરક્ષક (Preservative) તરીકે ઉપયોગ થાય છે. શુદ્ધ ઇથેનોઇક એસિડનું ગલનબિંદુ 290 K છે અને તેથી જ શિયાળામાં ઠંડી આબોહવામાં તે થીજી જાય છે. તેને કારણે તેનું નામ ગ્લેસિયલ એસિટિક એસિડ છે.

કાર્બોક્સિલિક એસિડના નામે ઓળખાતો કાર્બનિક સંયોજનોનો સમૂહ દેખીતી રીતે તેની વિશિષ્ટ એસિડિકતા દ્વારા વર્ગીકૃત થાય છે. જોકે ખનીજ એસિડ જેવા કે HCl કે જે સંપૂર્ણપણે આયનીકરણ પામે છે. તેનાથી ઊલટું કાર્બોક્સિલિક એસિડ નિર્બળ એસિડ છે.

##### પ્રવૃત્તિ : 4.8

- એક કસનળીમાં 1 mL ઇથેનોલ (પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ) અને 1 mL ગ્લેસિયલ એસિટિક એસિડ અને સાથે સાથે સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક એસિડના થોડા ટીપા ઉમેરો.
- આકૃતિ 4.11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તેને ઓછામાં ઓછી પાંચ મિનિટ સુધી જળ ઉષ્મકમાં હૂંફાળું ગરમ કરો.
- હવે તેને 20-50 mL પાણી ધરાવતા બીકરમાં રેડો અને તે મિશ્રણને સુંઘો.

ઇથેનોઇક એસિડની પ્રક્રિયાઓ :

- એસ્ટરીકરણ પ્રક્રિયા : એસ્ટર મુખ્યત્વે એસિડ અને આલ્કોહોલની પ્રક્રિયાથી બને છે. ઇથેનોઇક એસિડ ખનીજ એસિડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પરિશુદ્ધ આલ્કોહોલ સાથે પ્રક્રિયા કરી એસ્ટર બનાવે છે.



એસ્ટર મીઠી વાસ ધરાવતા પદાર્થો છે. તેનો ઉપયોગ અત્તર બનાવવા અને સ્વાદ ઉત્પન્ન-કર્તા પદાર્થ તરીકે થાય છે. સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ જે આલ્કલી છે તેની સાથે પ્રક્રિયા કરતાં એસ્ટરનું રૂપાંતર પાછું આલ્કોહોલ અને કાર્બોક્સિલિક એસિડના સોડિયમ ક્ષારમાં થાય છે. આ પ્રક્રિયા સાબુનીકરણ (Saponification) કહેવાય છે કારણ કે તે સાબુની બનાવટમાં વપરાય છે. સાબુ લાંબી શૃંખલાયુક્ત કાર્બોક્સિલિક એસિડના સોડિયમ અથવા પોટેશિયમ ક્ષારો છે.

##### પ્રવૃત્તિ 4.7

- લિટમસપેપર અને સાર્વત્રિક સૂચકનો ઉપયોગ કરી મંદ એસિટિક એસિડ અને મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક એસિડ બંનેની pHની સરખામણી કરો.
- શું લિટમસ પેપર કસોટી દ્વારા બંને એસિડની ઓળખ થાય છે ?
- શું સાર્વત્રિક સૂચક તેમને એક્સરખી પ્રબળતા ધરાવતા એસિડ દર્શાવે છે ?



આકૃતિ 4.11  
એસ્ટરનું નિર્માણ



- (ii) બેઈઝ સાથે પ્રક્રિયા : ખનીજ એસિડની માફક, ઇથેનોઈક એસિડ સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ જેવા બેઈઝ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્ષાર (સોડિયમ ઇથેનોએટ અથવા સામાન્ય રીતે કહેવાતો સોડિયમ એસિટેટ) તથા પાણી બનાવે છે.



ઇથેનોઈક એસિડ કાર્બોનેટ અને હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે કેવી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે ? આ જાણવા માટે ચાલો, આપણે એક પ્રવૃત્તિ કરીએ.

#### પ્રવૃત્તિ 4.9

- પ્રકરણ 2, પ્રવૃત્તિ 2.5 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનોની ગોઠવણ કરો.
- એક કસનળીમાં એક સ્પેચ્યુલા (spatula) ભરીને સોડિયમ કાર્બોનેટ લો અને તેમાં 2 mL મંદ ઇથેનોઈક એસિડ ઉમેરો.
- તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- ઉદ્ભવતા વાયુને તાજા બનાવેલા ચૂનાના પાણીમાં પસાર કરો. તમે શું અવલોકન કરો છો ?
- શું ઇથેનાઈક એસિડ અને સોડિયમ કાર્બોનેટ વચ્ચેની પ્રક્રિયાથી ઉદ્ભવતા વાયુની ઓળખ આ કસોટીથી થઈ શકે છે ?
- સોડિયમ કાર્બોનેટને બદલે સોડિયમ હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ લઈ આ પ્રવૃત્તિ ફરીથી કરો.

- (iii) કાર્બોનેટ અને હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા : ઇથેનોઈક એસિડ કાર્બોનેટ અને હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્ષાર, કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને પાણી બનાવે છે. ઉત્પન્ન થતા ક્ષારને સામાન્ય રીતે સોડિયમ એસિટેટ કહેવાય છે.

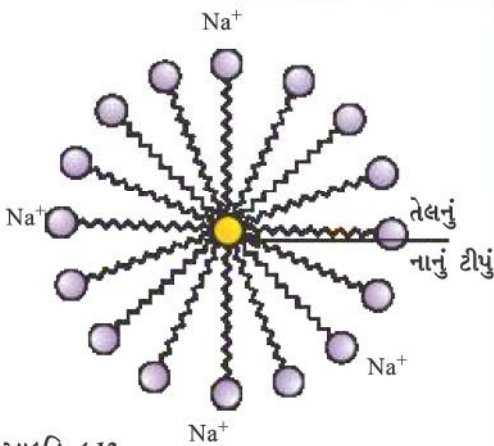


#### પ્રશ્નો

1. પ્રાયોગિક ધોરણે તમે આલ્કોહોલ અને કાર્બોક્સિલિક એસિડને કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?
2. ઓક્સિડેશનકર્તા એટલે શું ?



#### 4.5 સાબુ અને પ્રક્ષાલકો (Soaps and Detergents)



આકૃતિ 4.12  
મિસેલનું નિર્માણ

#### પ્રવૃત્તિ 4.10

- બે કસનળીમાંની દરેકમાં 10 mL પાણી લો.
- બંનેમાં એક ટીપું તેલ (ખાદ્યતેલ) ઉમેરો અને તેને 'A' અને 'B' નામ આપો.
- કસનળી 'B'માં સાબુના દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- હવે બંને કસનળીને એકસમાન સમય માટે વધુ હલાવો.
- શું તમે તેમને હલાવવાનું બંધ કર્યા પછી તરત જ બંને કસનળીમાં તેલ અને પાણીના સ્તરને અલગ જોઈ શકો છો ?
- થોડા સમય માટે બંને કસનળીને ખલેલ પહોંચાડ્યા વગર રાખી મૂકો અને અવલોકન કરો. શું તેલનું સ્તર અલગ થાય છે ? આવું સૌપ્રથમ કઈ કસનળીમાં થાય છે ?





આ પ્રવૃત્તિ સફાઈમાં સાબુની અસર દર્શાવે છે. મોટે ભાગે મેલ (dirt) સ્વભાવે તૈલી હોય છે અને તમે જાણો છો તેમ, તેલ પાણીમાં દ્રાવ્ય થઈ શકતું નથી. સાબુના અણુ લાંબી શૃંખલા ધરાવતા કાર્બોક્સિલિક એસિડના સોડિયમ અથવા પોટેશિયમ ક્ષાર છે. સાબુનો આયનીય છેડો પાણીમાં દ્રાવ્ય થાય છે, જ્યારે કાર્બન શૃંખલા તેલમાં દ્રાવ્ય થાય છે. આમ, સાબુના અણુ મિસેલ તરીકે ઓળખાતી રચના બનાવે છે (આકૃતિ 4.12), જ્યાં અણુઓનો એક છેડો તેલનાં ટીપાં તરફ જ્યારે આયનીય છેડો બહાર તરફ હોય છે. તે પાણીમાં પાયસો (ઈમલ્શન)ની રચના કરે છે. આમ, સાબુનું મિસેલ મેલને પાણીમાં ખેંચી લાવવામાં મદદ કરે છે અને આપણે આપણાં કપડાં ધોઈને ચોખ્ખાં કરી શકીએ છીએ (આકૃતિ 4.13).

શું તમે સાબુને હાઈડ્રોકાર્બનમાં ઓગાળવાથી બનતી મિસેલની સંરચના દોરી શકશો ?

**મિસેલ**

સાબુ એવા અણુ છે કે જેના બંને છેડા અલગ ગુણધર્મો ધરાવે છે. એક જળઅનુરાગી (hydrophilic) જે પાણી સાથે પારસ્પરિક ક્રિયા કરે છે, જ્યારે બીજો છેડો જળવિરાગી (hydrophobic) જે હાઈડ્રોકાર્બન સાથે પારસ્પરિક પ્રક્રિયા કરે છે. જ્યારે સાબુ પાણીની સપાટી પર રહેલો હોય છે ત્યારે સાબુની જળવિરાગી ‘પૂંછડી’ પાણીમાં દ્રાવ્ય થશે નહિ અને સાબુનો આયનીય છેડો પાણીની અંદર અને હાઈડ્રોકાર્બન ‘પૂંછડી’ પાણીની બહારની તરફ રહે તે રીતે સાબુ પાણીની સપાટી પર ગોઠવાશે.

જળઅનુરાગી છેડો      જળવિરાગી છેડો  
સાબુનો અણુ  
Na<sup>+</sup>

જળઅનુરાગી છેડો  
જળવિરાગી છેડો  
ગ્રીઝ અથવા મેલ

Na<sup>+</sup>      Na<sup>+</sup>      Na<sup>+</sup>      Na<sup>+</sup>

પાણીની અંદર આ અણુઓની એક વિશિષ્ટ પ્રકારની ગોઠવણી હોય છે જે હાઈડ્રોકાર્બન ભાગને પાણીની બહાર રાખે છે. આમ, જળવિરાગી પૂંછડી ઝૂમખા (ગુચ્છ)ના અંદરના ભાગમાં હોય છે જ્યારે તેનો આયનીય છેડો ઝૂમખાની સપાટી પર હોય છે. આ રચના મિસેલ કહેવાય છે. મિસેલના રૂપમાં સાબુ સફાઈ કરવા માટે સક્ષમ હોય છે, કેમકે તૈલી મેલ મિસેલના કેન્દ્રમાં એકત્રિત થાય છે. આ મિસેલ દ્રાવણમાં કલિલ સ્વરૂપે રહે છે આયન-આયન વચ્ચેના અપાકર્ષણના કારણે તે અવક્ષેપિત થવા માટે એકત્ર થતાં નથી. આમ, મિસેલમાં નિલંબિત થયેલા મેલને આસાનીથી ધોઈ શકાય છે. સાબુના મિસેલ મોટા પાયે પ્રકાશનું પ્રકીર્ણન કરી શકે છે. આ જ કારણ છે કે સાબુનું દ્રાવણ ધૂંધળું (વાદળ જેવું) દેખાય છે.

આકૃતિ 4.13 સફાઈકાર્યમાં સાબુની અસર

#### પ્રવૃત્તિ 4.11

- જુદી-જુદી કસનળીમાં 10 mL નિસ્કંદિત પાણી (અથવા વરસાદનું પાણી) અને 10 mL કઠિન પાણી (કૂવાનું અથવા હેન્ડપંપનું પાણી) લો.
- બંનેમાં સાબુના દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો.
- બંને કસનળીને એક સમાન સમય માટે જોશપૂર્વક હલાવો અને ઉત્પન્ન થતા ફીણની માત્રાનું અવલોકન કરો.
- કઈ કસનળીમાં તમને વધારે ફીણ મળે છે ?
- કઈ કસનળીમાં દહીં જેવા સફેદ અવક્ષેપ મળે છે ?

**શિક્ષક માટે નોંધ :** જો તમારી આસપાસ કઠિન પાણી ઉપલબ્ધ ન હોય તો પાણીમાં મેગ્નેશિયમ કે કેલ્શિયમના હાઈડ્રોજન કાર્બોનેટ/સલ્ફેટ/ ક્લોરાઈડ ઓગાળીને કઠિન પાણી તૈયાર કરો.

#### પ્રવૃત્તિ 4.12

- બે કસનળી લઈ તે દરેકમાં 10 mL કઠિન પાણી લો.
- એકમાં સાબુના દ્રાવણનાં પાંચ ટીપાં અને બીજામાં પ્રક્ષાલકનાં દ્રાવણનાં પાંચ ટીપાં ઉમેરો.
- બંને કસનળીને એકસમાન સમય સુધી હલાવો.
- શું બંને કસનળીઓ ફીણનું સમાન પ્રમાણ ધરાવે છે ?
- કઈ કસનળીમાં દહીં જેવો ઘન પદાર્થ ઉદ્ભવે છે ?

શું તમે સ્નાન કરતી વખતે ક્યારેય એવો અનુભવ કર્યો છે કે ફીણ મુશ્કેલીથી બની રહ્યું છે અને પાણીથી શરીર ધોઈ લીધા પછી કોઈ અદ્રાવ્ય પદાર્થ (મેલનું સ્તર) જમા રહે છે ? આવું એટલા માટે થાય છે કે સાબુ કઠિન પાણીમાં રહેલ કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ ક્ષારો સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. જેનાથી તમારે વધુ માત્રામાં સાબુનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. અન્ય વર્ગનાં સંયોજનો કે જેને પ્રક્ષાલકો કહે છે તેનો સફાઈકર્તા (cleansing agents) તરીકે ઉપયોગ કરી આ સમસ્યાનું નિવારણ લાવી શકાય છે. પ્રક્ષાલકો સામાન્ય રીતે સલ્ફોનિક એસિડના સોડિયમ ક્ષાર કે ક્લોરાઈડ અથવા બ્રોમાઈડ આયનો ધરાવતા એમોનિયમ ક્ષાર છે. બંને લાંબી હાઈડ્રોકાર્બન શૃંખલા ધરાવે છે. આ સંયોજનોના વીજભારિત છેડા કઠિન પાણીમાં હાજર કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો સાથે અદ્રાવ્ય અવક્ષેપ બનાવતા નથી. આમ, તે કઠિન પાણીમાં પણ અસરકારક રહે છે. સામાન્ય રીતે પ્રક્ષાલકોનો ઉપયોગ શેમ્પૂ અને કપડાં ધોવાના પદાર્થો બનાવવા માટે થાય છે.

#### પ્રશ્નો

1. શું તમે પ્રક્ષાલકનો ઉપયોગ કરી ચકાસી શકો છો કે પાણી કઠિન છે કે નહિ ?
2. લોકો કપડાં ધોવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે. સામાન્ય રીતે સાબુ ઉમેર્યા પછી લોકો કપડાં પથ્થર પર પછાડે છે કે પાવડી (Paddle) સાથે પછાડે છે. બ્રશથી ઘસે છે અથવા મિશ્રણને વોશિંગ મશીનમાં ક્ષોભિત (ખુબ જોરથી હલાવે) (agitate) કરે છે. સાફ કપડાં મેળવવા માટે તેને ઘસવાની જરૂર શા માટે પડે છે ?



## તમે શીખ્યાં કે

- કાર્બન એક સર્વતોમુખી તત્વ છે જે તમામ સજીવો તેમજ આપણા ઉપયોગમાં આવતી અનેક વસ્તુઓનો પાયાનો પદાર્થ છે.
- તે ચતુઃસંયોજકતા તેમજ કેટેનેશનનો ગુણધર્મ દર્શાવે છે, તેના કારણે કાર્બન દ્વારા મોટી સંખ્યામાં સંયોજનોની રચના થાય છે.
- સહસંયોજક બંધની રચના બે પરમાણુઓ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારીથી થાય છે કે જેથી બંને સંપૂર્ણ ભરાયેલ બાહ્યતમ કક્ષા પ્રાપ્ત કરે છે.
- કાર્બન પોતાની જ સાથે તેમજ અન્ય તત્વો જેવાં કે હાઈડ્રોજન, ઓક્સિજન, સલ્ફર, નાઈટ્રોજન અને ક્લોરિન સાથે સહસંયોજક બંધ રચે છે.
- કાર્બન અન્ય કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે દ્વિ અથવા ત્રિબંધ હોય એવાં સંયોજનો પણ રચે છે જેમાં આ કાર્બનની શૃંખલાઓ સરળ શૃંખલા, શાખિય શૃંખલા અથવા વલયના રૂપમાં હોઈ શકે છે.
- કાર્બનની શૃંખલા બનાવી શકવાની ક્ષમતાને કારણે સંયોજનોની સમાનધર્મી શ્રેણી ઉદ્ભવે છે કે જેમાં જુદી-જુદી લંબાઈ ધરાવતી કાર્બન શૃંખલાઓ સાથે સમાન ક્રિયાશીલ સમૂહ જોડાયેલ હોય છે.
- ક્રિયાશીલ સમૂહો જેવાં કે આલ્કોહોલ, આલ્ડિહાઈડ, કિટોન અને કાર્બોક્સિલિક એસિડ ધરાવતાં કાર્બન સંયોજનોના લાક્ષણિક ગુણધર્મો જે-તે ક્રિયાશીલ સમૂહને આભારી છે.
- કાર્બન અને તેનાં સંયોજનો આપણા બળતણના મુખ્ય સ્ત્રોતો પૈકીના અમુક છે.
- ઇથેનોલ અને ઇથેનોઈક એસિડ એવાં કાર્બન સંયોજનો છે કે જેમનું આપણા રોજિંદા જીવનમાં ઘણું મહત્વ છે.
- સાબુ અને પ્રક્ષાલકની પ્રક્રિયા અણુમાં રહેલા જળઅનુરાગી અને જળવિરાગી સમૂહોની હાજરી પર આધારિત છે. તેની મદદથી તૈલી મેલના પાયસો (ઈમલ્સન) રચાય છે અને મેલ દૂર થાય છે.

## સ્વાધ્યાય

1. ઇથેન અણુનું આણ્વીય સૂત્ર  $C_2H_6$  છે, તેમાં
  - (a) 6 સહસંયોજક બંધ છે.
  - (b) 7 સહસંયોજક બંધ છે.
  - (c) 8 સહસંયોજક બંધ છે.
  - (d) 9 સહસંયોજક બંધ છે.
2. બ્યુટેનોન ચાર-કાર્બન ધરાવતું સંયોજન છે કે જેમાં ક્રિયાશીલ સમૂહ
 

(a) કાર્બોક્સિલિક એસિડ	(b) આલ્ડિહાઈડ
(c) કિટોન	(d) આલ્કોહોલ
3. ખોરાક રાંધતી વખતે, જો વાસણના તળિયા બહારથી કાળા થઈ રહ્યા હોય, તો તેનો અર્થ એ છે કે
  - (a) ખોરાક સંપૂર્ણ રંધાયો નથી.
  - (b) બળતણનું સંપૂર્ણ દહન થયું નથી.
  - (c) બળતણ ભીનું છે.
  - (d) બળતણ સંપૂર્ણ દહન પામી રહ્યું છે.





4.  $\text{CH}_3\text{Cl}$  માં બંધ નિર્માણનો ઉપયોગ કરી સહસંયોજક બંધની પ્રકૃતિ સમજાવો.
5. ઇલેક્ટ્રોન બિંદુ-રચના દોરો.
  - (a) ઇથેનોઇક એસિડ
  - (b)  $\text{H}_2\text{S}$
  - (c) પ્રોપેનોન
  - (d)  $\text{F}_2$
6. સમાનધર્મી શ્રેણી એટલે શું ? ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.
7. ભૌતિક તેમજ રાસાયણિક ગુણધર્મોને આધારે ઇથેનોલ અને ઇથેનોઇક એસિડને તમે કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?
8. જ્યારે સાબુને પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે ત્યારે મિસેલનું નિર્માણ શા માટે થાય છે ? શું ઇથેનોલ જેવા બીજા દ્રાવકો દ્વારા પણ મિસેલનું નિર્માણ થશે ?
9. કાર્બન અને તેનાં સંયોજનોનો ઉપયોગ મોટે ભાગે બળતણ તરીકે શા માટે થાય છે ?
10. કઠિન પાણીમાં સાબુનો ઉપયોગ કરવાથી થતાં ફીણનું નિર્માણ સમજાવો.
11. જો તમે લિટમસ પેપર (લાલ અથવા ભૂરું)થી સાબુને ચકાસો તો શું ફેરફાર અવલોકિત કરશો ?
12. હાઇડ્રોજનીકરણ એટલે શું ? તેની ઔદ્યોગિક ઉપયોગિતા શું છે ?
13. આપેલ હાઇડ્રોકાર્બન પૈકી કોની યોગશીલ પ્રક્રિયા થાય છે :  
 $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  અને  $\text{CH}_4$
14. સંતૃપ્ત અને અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનને વિભેદિત કરવા ઉપયોગમાં લેવાતી એક કસોટી જણાવો.
15. સાબુની સફાઈક્રિયાની ક્રિયાવિધિ સમજાવો.

## જૂથ-પ્રવૃત્તિ

- (I) આણ્વીય મોડેલ કિટનો ઉપયોગ કરીને આ પ્રકરણમાં તમે શીખી ગયેલ સંયોજનોના મોડેલ બનાવો.
- (II) ■ એક બીકરમાં 20 mL એરંડાનું તેલ/કપાસના બીજનું તેલ/ તલનું તેલ/સોયાબિનનું તેલ લો. તેમાં 20 % સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડનું 30 mL દ્રાવણ ઉમેરો. મિશ્રણને ઘટ્ટ બને ત્યાં સુધી થોડા સમય માટે હલાવતા-હલાવતાં ગરમ કરો. તેમાં 5-10 g સામાન્ય ક્ષાર (મીઠું) ઉમેરો. મિશ્રણને યોગ્ય રીતે હલાવીને તેને ઠંડું કરો.
  - સાબુને તમે આકર્ષક આકારમાં કાપી શકો છો. તેના જામી જતાં પહેલાં તમે તેમાં અત્તર પણ ઉમેરી શકો છો.