એકમ 13

હાઈડ્રોકાર્બન (Hydrocarbons)

હેતુઓ :

આ એકમના અભ્યાસ પછી તમે...

- IUPAC નામકરણ પદ્ધતિ મુજબ હાઈડ્રોકાર્બનના નામ જણાવી શકશો.
- આલ્કેન, આલ્કીન, આલ્કાઈનના સમઘટકોની ઓળખ કરી શકશો અને તેમના બંધારણો લખી શકશો.
- હાઈડ્રોકાર્બનની બનાવટ માટેની વિવિધ પદ્ધતિઓ વિષે શીખશો.
- ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મોના આધારે આલ્કેન, આલ્કીન, આલ્કાઈન અને ઍરોમૅટિક હાઈડ્રોકાર્બન વચ્ચેના ભેદ સમજી શકશો.
- ઈથેનના વિવિધ સંરૂપોને દોરી શકશો અને તેમની વચ્ચેનો તફાવત સમજી શકશો.
- હાઈડ્રોકાર્બનની ઊર્જાસ્રોત તરીકેની ભૂમિકા તથા ઔદ્યોગિક ઉપયોગિતાની નોંધ લઈ શકશો.
- ઇલેક્ટ્રૉનીય ક્રિયાવિધિના આધારે અસમમિત આલ્કીન અને આલ્કાઈન સંયોજનોની યોગશીલ નીપજ બનવાનું અનુમાન કરી શકશો.
- બેન્ઝિનનું બંધારણ વર્ણવી શકશો, ઍરોમૅટિકતા સમજાવી શકશો અને ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાની ક્રિયાવિધિ સમજી શકશો.
- એક વિસ્થાપિત બેન્ઝિન વલયમાં વિસ્થાપક સમૂહોની સ્થાન નિર્દેશક અસરનું અનુમાન કરી શકશો.
- કેન્સરજન્યતા અને વિષાલુતા અંગે શીખશો.

હાઈડ્રોકાર્બન ઊર્જાના મુખ્ય સ્રોત છે.

હાઈડ્રૉકાર્બન શબ્દ સ્વયં સ્પષ્ટ છે, જેનો અર્થ માત્ર કાર્બન અને હાઈડ્રોજનના સંયોજનો એમ થાય છે. આપણા રોજિંદા જીવનમાં હાઈડ્રોકાર્બન મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. તમે LPG અને CNG જેવા સંક્ષિપ્ત શબ્દોથી પરિચિત હશો, જેને ઇંધણ તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. LPG પ્રવાહીકૃત પેટ્રોલિયમ વાયુનું (Liquified Petroleum Gas) ટૂંકું રૂપ છે, જ્યારે CNG સંકોચિત કુદરતી વાયુનું (Compressed Natural Gas) ટૂંકું રૂપ છે. હાલમાં બીજો સંક્ષિપ્ત શબ્દ LNG (Liquified Natural Gas) પ્રવાહીકૃત કુદરતી વાયુ માટે પ્રચલિત છે. આ પણ ઇંધણ છે, જે કુદરતી વાયુના પ્રવાહીકરણથી પ્રાપ્ત થાય છે. પેટ્રોલિયમ પૃથ્વીના પોપડાની નીચેથી મળે છે, જેનું વિભાગીય નિસ્યંદન કરતા પેટ્રોલ, ડીઝલ તથા કેરોસીન પ્રાપ્ત થાય છે. કોલગૅસ કોલસાના વિચ્છેદક નિસ્યંદનથી (destructive distillation) પ્રાપ્ત થાય છે. કુદરતી વાયુ, તેલના કૂવાઓના ખોદાણ દરમિયાન ઉપરના સ્તરમાંથી મળે છે. સંકોચિત કરેલા વાયુને સંકોચિત કુદરતી વાયુ કહે છે. LPGનો ઉપયોગ ઘરેલુ ઇંધણ તરીકે થાય છે, જે સૌથી ઓછું પ્રદૂષણ કરનાર વાયુ છે. કેરોસીનનો ઉપયોગ પણ ઘરેલુ ઇંધણ તરીકે થાય છે પણ તેનાથી થોડુંક પ્રદૂષણ થાય છે. સ્વયંસંચાલિત (Automobile) વાહનોના ઇંધણ માટે પેટ્રોલ, ડીઝલ તથા CNG જરૂરી બને છે. પેટ્રોલ અને CNGથી ચાલતા વાહનોથી પ્રદૂષણ ઓછું થાય છે. આ બધા ઇંધણ હાઈડ્રોકાર્બનના મિશ્રણ હોય છે, જે ઊર્જાના સ્રોત છે. હાઈડ્રોકાર્બનનો ઉપયોગ પોલિથીન, પોલિપ્રોપીન, પોલિસ્ટાયરિન વગેરે પોલિમરના ઉત્પાદનમાં થાય છે. ઊંચા આણ્વીયદળ ધરાવતા હાઈડ્રોકાર્બનનો ઉપયોગ રંગમાં દ્રાવક તરીકે તથા ઘણા રંગકો અને ઔષધોના ઉત્પાદનમાં પ્રારંભિક પદાર્થ તરીકે કરવામાં આવે છે. આમ તમે તમારા રોજિંદા જીવનમાં હાઈડ્રોકાર્બનનું મહત્ત્વ સારી રીતે સમજી શકો છો. આ એકમમાં તમે હાઈડ્રોકાર્બન વિષે વધુ શીખશો.

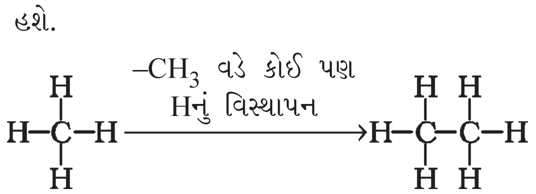
13.1 વર્ગીકરણ (Classification)

હાઈડ્રોકાર્બન વિભિન્ન પ્રકારના હોય છે. તેઓમાં રહેલા કાર્બન-કાર્બન બંધના પ્રકારના આધારે તેઓનું મુખ્યત્વે ત્રણ વર્ગમાં વર્ગીકરણ કરવામાં આવ્યું છે : (i) સંતૃપ્ત (ii) અસંતૃપ્ત (iii) ઍરોમૅટિક હાઈડ્રોકાર્બન. સંતૃપ્ત

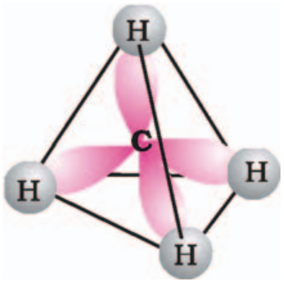
હાઇડ્રોકાર્બનમાં કાર્બન-કાર્બન અને કાર્બન-હાઇડ્રોજન એકલબંધ હોય છે. જો જુદા-જુદા કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે એકલબંધથી જોડાઈને સરળ શૃંખલા બનાવે તો તેને આલ્કેન કહે છે, જે તમે એકમ 12માં શીખ્યા છો. બીજી તરફ જો કાર્બન પરમાણુઓ બંધ શૃંખલા કે વલય બનાવે તો તેને ચક્રિય આલ્કેન (સાયક્લોઆલ્કેન) કહે છે. અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બનમાં કાર્બન-કાર્બન બહુબંધો જેવા કે દ્વિબંધ, ત્રિબંધ અથવા બંને બંધો રહેલા હોય છે. ઍરોમૅટિક હાઇડ્રોકાર્બન ચક્રિય સંયોજનોનો એક વિશિષ્ટ પ્રકાર છે. તમે કાર્બનની ચતુર્સંયોજકતા તથા હાઇડ્રોજનની એકલ સંયોજકતાને ધ્યાનમાં રાખી આવા અણુઓના બંને પ્રકારના (સરળ શૃંખલા અને બંધ શૃંખલા) અનેક અણુ મૉડેલ બનાવી શકો છો. આલ્કેનના મૉડેલ બનાવવા માટે તમે બંધ તરીકે ટૂથપિક (દાંતખોતરણી) તથા પરમાણુઓ માટે પ્લાસ્ટિકના દડાનો ઉપયોગ કરી શકો છો. આલ્કીન, આલ્કાઈન અને ઍરોમૅટિક હાઇડ્રોકાર્બન માટે સ્પ્રિંગ મૉડેલ પણ બનાવી શકાય છે.

13.2 આલ્કેન સંયોજનો (Alkanes)

અગાઉ જણાવ્યું છે તે મુજબ આલ્કેન સંયોજનો કાર્બન-કાર્બન એકલબંધ ધરાવતા સંતૃપ્ત મુક્ત શૃંખલાવાળા હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો છે. મિથેન (CH_4) આ પરિવારનો પ્રથમ સભ્ય છે. મિથેન એક વાયુ છે, જે કોલસાની ખાણ તથા પંકિલ ભૂમિમાં (marshy places) મળી આવે છે. જો તમે મિથેનના એક હાઇડ્રોજન પરમાણુનું વિસ્થાપન કાર્બન પરમાણુ દ્વારા કરી, હાઇડ્રોજન પરમાણુની આવશ્યક સંખ્યા જોડીને જોડાયેલ બીજા કાર્બનની ચતુર્સંયોજકતાને સંતોષો તો તમને શું પ્રાપ્ત થશે ? તમને C_2H_6 અણુ પ્રાપ્ત થશે. આ હાઇડ્રોકાર્બન કે જેનું આણ્વીય સૂત્ર C_2H_6 છે તે ઇથેન કહેવાય છે. આમ તમે CH_4ના એક હાઇડ્રોજન પરમાણુનું વિસ્થાપન $-CH_3$ સમૂહ દ્વારા કરી C_2H_6 મેળવી શકો છો. આ પ્રમાણે તમે હાઇડ્રોજનને મિથાઈલ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત કરીને અન્ય કેટલાક આલ્કેન બનાવી શકો છો. આ રીતે મળતાં અણુઓ C_3H_8, C_4H_{10},... વગેરે હશે.



આ હાઇડ્રોકાર્બન સામાન્ય પરિસ્થિતિઓમાં નિષ્ક્રિય હોય છે. કારણ કે તે ઍસિડ, બેઇઝ અને અન્ય પ્રક્રિયકો સાથે કોઈ પ્રક્રિયા કરતો નથી. તેથી શરૂઆતમાં તેઓને પૅરાફિન (લેટિન શબ્દો : Purum - થોડું, affinis - ક્રિયાશીલ) કહેવાતું હતું. શું તમે આલ્કેન પરિવાર અથવા **સમાનધર્મી શ્રેણી**ના સામાન્ય સૂત્ર વિષે અનુમાન કરી શકો છો ? આલ્કેનનું સામાન્ય સૂત્ર C_nH_{2n+2} છે, જ્યાં n કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યા તથા 2n + 2 હાઇડ્રોજન પરમાણુની સંખ્યા દર્શાવે છે. શું તમે મિથેન અણુના બંધારણને યાદ કરી શકો છો ? VSEPR સિદ્ધાંત (એકમ 4) મુજબ મિથેનનું બંધારણ સમચતુષ્ફલકીય હોય છે, જે બહુસમતલીય (multiplanar) છે, જેમાં કાર્બન પરમાણુ કેન્દ્રમાં અને ચાર હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ સમતચુષ્ફલકના ચાર ખૂણા પર ગોઠવાયેલા હોય છે. આ પ્રમાણે બધા H–C–H બંધકોણ 109.5^oના હોય છે.



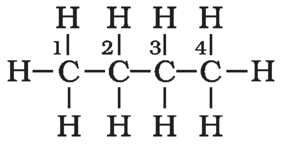
આકૃતિ 13.1 મિથેનનું બંધારણ

આલ્કેન સંયોજનોમાં સમચતુષ્ફલક રચના એકબીજા સાથે જોડાયેલા રહે છે, જેમાં C–C અને C–H બંધલંબાઈ 154 pm અને 112 pm હોય છે (એકમ 12). તમે અગાઉ શીખી ચૂક્યા છો કે C–C અને C–H σ બંધનું નિર્માણ કાર્બન પરમાણુની sp^3 સંકૃત કક્ષક તથા હાઇડ્રોજન પરમાણુઓની 1s કક્ષકોનું સમ્મુખ (બંધ રેખા પર) સંમિશ્રણ થવાથી થાય છે.

13.2.1 નામકરણ અને સમઘટકતા (Nomenclature and Isomerism)

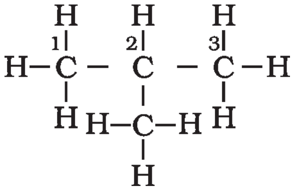
તમે એકમ 12માં કાર્બનિક સંયોજનોના જુદા જુદા વર્ગોના નામકરણ અંગે અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો. આલ્કેનનું નામકરણ અને સમઘટકતાને કેટલાક વધુ ઉદાહરણો દ્વારા વિશેષ સમજી શકાય છે. સામાન્ય નામ કૌંસમાં આપવામાં આવેલું છે. પ્રથમ ત્રણ સભ્યો મિથેન, ઇથેન અને પ્રોપેનમાં માત્ર એક જ બંધારણ જોવા મળે છે, જ્યારે ઉચ્ચતર આલ્કેન સંયોજનોમાં એક કરતા વધુ બંધારણો જોવા મળે છે. ચાલો આપણે C_4H_{10}ના બંધારણો લખીએ. C_4H_{10}માં ચાર કાર્બન પરમાણુઓ સરળ શૃંખલામાં અથવા શાખિત શૃંખલામાં નીચે દર્શાવ્યા મુજબ બે રીતે જોડાયેલા હોય છે.

I



બ્યુટેન (n-બ્યુટેન), (ઉ.બિં. 273 K)

II

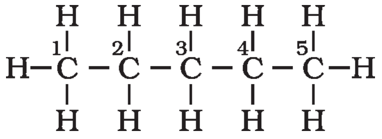


2-મિથાઈલપ્રોપેન (આઇસોબ્યુટેન)

(ઉ.બિં. 261 K)

તમે C_5H_{12}માં રહેલા પાંચ કાર્બન પરમાણુઓ અને બાર હાઇડ્રોજન પરમાણુઓને કેટલી રીતે જોડી શકો છો ? તેઓને બંધારણો III-Vમાં દર્શાવ્યા મુજબ ત્રણ રીતે ગોઠવી શકાય છે.

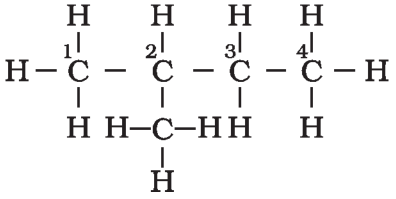
III



પેન્ટેન (n-પેન્ટેન)

(ઉ.બિં. 309 K)

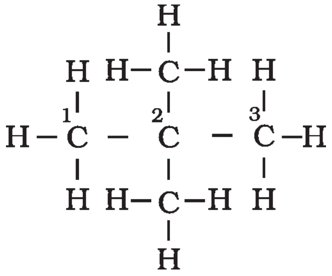
IV



2-મિથાઈલબ્યુટેન (આઇસોપેન્ટેન)

(ઉ.બિં. 301 K)

V



2,2-ડાયમિથાઈલપ્રોપેન (નિયોપેન્ટેન)

(ઉ.બિં. 282.5 K)

બંધારણો I અને II સમાન આણ્વીય સૂત્રો ધરાવે છે, પણ તેઓના ઉત્કલનબિંદુ અને અન્ય ગુણધર્મો જુદા જુદા છે. તેવી જ રીતે બંધારણો III, IV અને V સમાન આણ્વીય સૂત્રો ધરાવે છે, પણ તેઓના ગુણધર્મો જુદા જુદા છે. બંધારણો I અને II બ્યુટેનના સમઘટકો છે, જ્યારે બંધારણો III, IV અને V પેન્ટેનના સમઘટકો છે. તેઓના ગુણધર્મોમાં જોવા મળતો તફાવત તેઓના બંધારણોમાં જોવા મળતા તફાવતને કારણે છે. આથી તેઓને **બંધારણીય સમઘટકો** (structural isomers) કહે છે. વધુમાં બંધારણ I અને III સરળ શૃંખલાવાળું બંધારણ ધરાવે છે. જ્યારે બંધારણ II, IV અને V શાખિત શૃંખલાવાળા બંધારણો ધરાવે છે. આમ, એવા બંધારણીય સમઘટકો કે જેઓ કાર્બન પરમાણુની શૃંખલાને કારણે જુદા પડે છે, તેઓને **શૃંખલા સમઘટકો** (chain isomers) કહેવાય છે. આમ, તમે જોયું કે C_4H_{10} અને C_5H_{12} અનુક્રમે બે અને ત્રણ શૃંખલા સમઘટકો ધરાવે છે.

કોયડો 13.1

આણ્વીય સૂત્ર C_6H_{14} વાળા અણુના વિભિન્ન શૃંખલા સમઘટકો લખો તથા તેઓના IUPAC નામ પણ લખો.

ઉકેલ :

(i) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

n-હેક્ઝેન

(ii) $CH_3 - CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$
    |
    CH_3

2-મિથાઈલપેન્ટેન

(iii) $CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_3$
    |
    CH_3

3-મિથાઈલપેન્ટેન

(iv) $CH_3 - CH - CH - CH_3$
    | |
    CH_3 CH_3

2,3-ડાયમિથાઈલબ્યુટેન

    CH_3
    |
(v) $CH_3 - C - CH_2 - CH_3$
    |
    CH_3

2,2-ડાયમિથાઈલબ્યુટેન

કાર્બન પરમાણુ સાથે જોડાયેલા અન્ય કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યાના આધારે કાર્બન પરમાણુઓને પ્રાથમિક (1°), દ્વિતીયક (2°), તૃતીયક (3°) અને ચતુર્થક (4°) કાર્બન પરમાણુ કહે છે. મિથેનમાં જેમ એક કાર્બન પરમાણુ સાથે અન્ય કોઈ કાર્બન પરમાણુ જોડાયેલો નથી તેવા કાર્બનને અથવા ઈથેનમાં જેમ એક કાર્બન પરમાણુ સાથે અન્ય એક કાર્બન પરમાણુ જોડાયેલો છે તેવા કાર્બનને પ્રાથમિક કાર્બન કહે છે. અંતિમ છેડે રહેલા કાર્બન પરમાણુ હંમેશાં પ્રાથમિક પ્રકારના હોય છે. જે કાર્બન પરમાણુ અન્ય બે કાર્બન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલો હોય તેને દ્વિતીયક કાર્બન કહે છે. તૃતીયક કાર્બન ત્રણ કાર્બન પરમાણુઓ સાથે તથા નિયો અથવા ચતુર્થક કાર્બન અન્ય ચાર કાર્બન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલા હોય છે. શું તમે બંધારણ I થી V માં 1°, 2°, 3° અને 4° કાર્બન પરમાણુઓને ઓળખી શકશો ? જો તમે ઉચ્ચતર આલ્કેનના બંધારણો બનાવતા રહેશો

તો કેટલાય પ્રકારના સમઘટકો મળશે. C_6H_{14}ના પાંચ, C_7H_{16}ના નવ અને $C_{10}H_{22}$ના પંચોતેર સમઘટકો શક્ય છે.

બંધારણો II, IV અને Vમાં તમે જોયું કે $-CH_3$ સમૂહ બીજા કાર્બન સાથે જોડાયેલો છે. આલ્કેનના કાર્બન પરમાણુઓ અથવા અન્ય વર્ગોના સંયોજનોમાં $-CH_3$, $-C_2H_5$, $-C_3H_7$ જેવા સમૂહોને આલ્કાઈલ સમૂહ કહેવાય છે. કારણ કે તેઓને આલ્કેનના હાઈડ્રોજન પરમાણુના વિસ્થાપન દ્વારા પ્રાપ્ત કરી શકાય છે. આલ્કાઈલ સમૂહનું સામાન્ય સૂત્ર C_nH_{2n+1} (એકમ 12) છે.

ચાલો આપણે અગાઉ એકમ 12માં ચર્ચેલા નામકરણના સામાન્ય નિયમોને યાદ કરીએ. વિસ્થાપિત આલ્કેનના નામકરણને નીચેના કોયડાને ધ્યાને લઈને સમજી શકીશું.

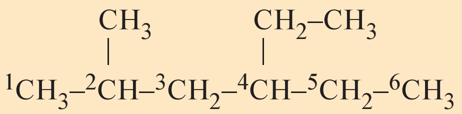
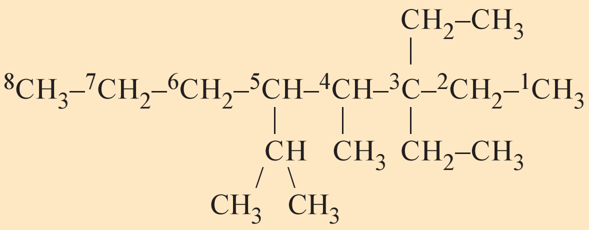
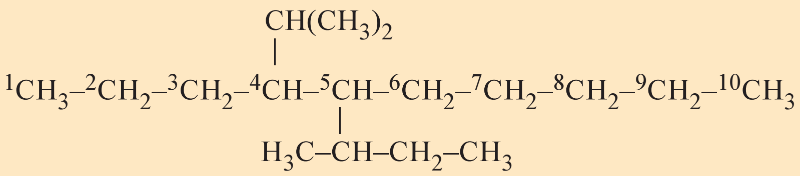
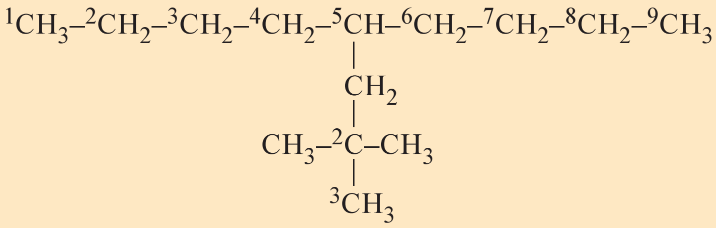
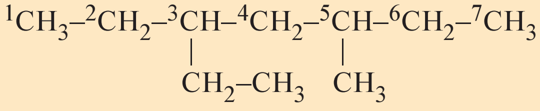
કોયડો 13.2

C_5H_{11} આણ્વીય સૂત્રવાળા આલ્કાઈલ સમૂહના વિવિધ સમઘટકોના બંધારણો લખો તથા વિભિન્ન કાર્બન શૃંખલા પર –OH સમૂહ જોડાવાથી બનતા આલ્કોહૉલના IUPAC નામ જણાવો.

ઉકેલ :

C_5H_{11} સમૂહના બંધારણો	અનુવર્તી આલ્કોહૉલ
(i) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ પેન્ટેન-1-ઑલ
(ii) $CH_3-\underset{\vert}{CH}-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-\underset{\underset{OH}{\vert}}{CH}-CH_2-CH_2-CH_3$ પેન્ટેન-2-ઑલ
(iii) $CH_3-CH_2-\underset{\vert}{CH}-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{\vert}}{CH}-CH_2-CH_3$ પેન્ટેન-3-ઑલ
(iv) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_2-CH_2-$	$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_2-CH_2-OH$ 3-મિથાઈલબ્યુટેન-1-ઑલ
(v) $CH_3-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_2-$	$CH_3-CH_2-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_2-OH$ 2-મિથાઈલબ્યુટેન-1-ઑલ
(vi) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\vert}{C}}-CH_2-CH_3$	$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{OH}{\vert}}{C}}-CH_2-CH_3$ 2-મિથાઈલબ્યુટેન-2-ઑલ
(vii) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2-$	$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2OH$ 2,2-ડાયમિથાઈલપ્રોપેન-1-ઑલ
(viii) $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{CH}-\overset{\vert}{CH}-CH_3$	$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{CH}-\overset{\overset{OH}{\vert}}{CH}-CH_3$ 3-મિથાઈલબ્યુટેન-2-ઑલ

કોષ્ઠક 13.1 કેટલાક કાર્બનિક સંયોજનોનું નામકરણ

બંધારણ અને IUPAC નામ	નોંધ
(a)  (4-ઇથાઇલ-2-મિથાઈલહેક્ઝેન)	ન્યૂનતમ સરવાળો અને અંગ્રેજી મૂળાક્ષરોના ક્રમમાં ગોઠવણી
(b)  (3,3-ડાયઇથાઈલ-5-આઇસોપ્રોપ્રાઇલ-4-મિથાઈલઑક્ટેન)	ન્યૂનતમ સરવાળો અને અંગ્રેજી મૂળાક્ષરોના ક્રમમાં ગોઠવણી
(c)  (5-દ્વિતીયક-બ્યુટાઇલ-4-આઇસોપ્રોપાઇલડેકેન)	અંગ્રેજી મૂળાક્ષરોની ગોઠવણીમાં દ્વિતીયક(secondary)ને ગણતરીમાં નથી લેવાતો, આઇસોપ્રોપાઇલને એક શબ્દ માનવામાં આવે છે.
(d)  5-(2,2-ડાયમિથાઈલપ્રોપાઇલ)નોનેન	ઉપશાખામાં વિસ્થાપકોને પુનઃ ક્રમ આપવામાં આવે છે.
(e)  3-ઇથાઇલ-5-મિથાઈલહેપ્ટેન	અંગ્રેજી મૂળાક્ષરોના ક્રમમાં અગ્રીમતાક્રમ

કોયડો 13.3

નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોના IUPAC નામ લખો :

(i) $(CH_3)_3\ C\ CH_2\ C\ (CH_3)_3$

(ii) $(CH_3)_2\ C\ (C_2H_5)_2$

(iii) ટેટ્રા-તૃતીયક-બ્યુટાઇલમિથેન

ઉકેલ :

(i) 2,2,4,4-ટેટ્રામિથાઈલપેન્ટેન

(ii) 3,3-ડાયમિથાઈલપેન્ટેન

(iii) 3,3-ડાય-તૃતીયક-બ્યુટાઇલ-2,2,4,4-ટેટ્રામિથાઈલપેન્ટેન

જો આપેલા બંધારણ પરથી તેનું સાચું IUPAC નામ લખવું મહત્ત્વપૂર્ણ છે તો આપેલા IUPAC નામ પરથી તેનું સાચું બંધારણ લખવું તેટલું જ મહત્ત્વનું છે. તે માટે સૌપ્રથમ જનક આલ્કેનના કાર્બન પરમાણુઓની દીર્ઘતમ શૃંખલાને લખવામાં આવે છે. ત્યારબાદ કાર્બન પરમાણુઓને ક્રમ આપવામાં આવે છે. બાદમાં વિસ્થાપક સમૂહોને યોગ્ય કાર્બન પરમાણુ સાથે જોડવામાં આવે છે અને અંતમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુની યોગ્ય સંખ્યા દ્વારા કાર્બન પરમાણુની સંયોજકતાને સંતોષવામાં આવે છે. આ બાબતને 3-ઇથાઇલ-2,2-ડાયમિથાઈલપેન્ટેનના બંધારણીય સૂત્રને નીચે જણાવેલા તબક્કા પ્રમાણે દોરીને સ્પષ્ટ કરી શકાય છે.

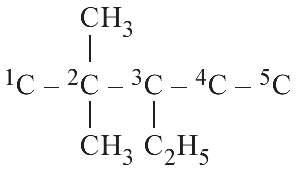
(i) પાંચ કાર્બન પરમાણુઓની શૃંખલા દોરો :

C – C – C – C – C

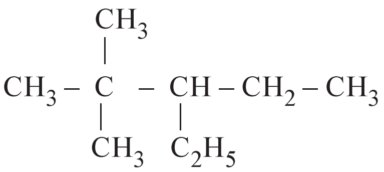
(ii) કાર્બન પરમાણુઓને ક્રમ આપો :

$C^1 – C^2 – C^3 – C^4 – C^5$

(iii) ત્રીજા કાર્બન પર ઇથાઇલ સમૂહ અને બીજા કાર્બન પર બે મિથાઈલ સમૂહો જોડો :



(iv) પ્રત્યેક કાર્બન પરમાણુની સંયોજકતાને હાઇડ્રોજન પરમાણુઓની આવશ્યક સંખ્યા વડે સંતોષો :



આમ, આપણે સાચા બંધારણ સુધી પહોંચી જઈએ છીએ. જો તમે આપેલા નામ પરથી બંધારણ લખતા સમજી લીધું હોય તો નીચે દર્શાવેલા કોયડાના ઉકેલ આપો :

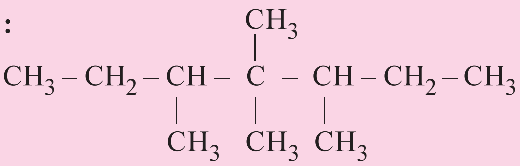
કોયડો 13.4

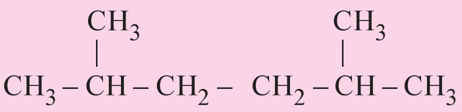
નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોના બંધારણીય સૂત્રો લખો :

(i) 3,4,4,5-ટેટ્રામિથાઈલહેપ્ટેન

(ii) 2,5-ડાયમિથાઈલહેક્ઝેન

ઉકેલ :

(i) 

(ii) 

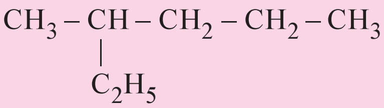
કોયડો 13.5

નીચે દર્શાવેલા દરેક સંયોજનના બંધારણ દોરો. લખેલા નામ શા માટે ખોટા છે ? સાચા IUPAC નામ લખો.

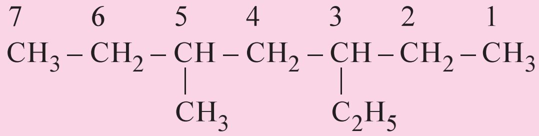
(i) 2-ઇથાઇલપેન્ટેન

(ii) 5-ઇથાઇલ-3-મિથાઈલહેપ્ટેન

ઉકેલ :

(i) 

આ સંયોજનની દીર્ઘતમ શૃંખલા પાંચ કાર્બન પરમાણુઓની નહિ પણ છ કાર્બન પરમાણુઓની હોવી જોઈએ, તેથી સાચું નામ 3-મિથાઈલહેક્ઝેન છે.

(ii) 

આ સંયોજનમાં કાર્બન પરમાણુઓનો ક્રમ એ છેડેથી શરૂ કરવો જોઈએ કે જે છેડે ઇથાઇલ સમૂહને ક્રમ ઓછો મળે. તેથી સાચું નામ 3-ઇથાઇલ-5-મિથાઈલહેપ્ટેન છે.

13.2.2 બનાવટ (Preparation)

આલ્કેનના મુખ્ય સ્રોત પેટ્રોલિયમ અને કુદરતી વાયુઓ છે, તેમ છતાં આલ્કેન સંયોજનોને નીચે દર્શાવેલી પદ્ધતિઓ દ્વારા બનાવી શકાય છે.

1. અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનોમાંથી :

સૂક્ષ્મ વિભાજિત ઉદ્દીપક જેવા કે પ્લેટિનમ, પેલેડિયમ અથવા નિકલની હાજરીમાં આલ્કીન અને આલ્કાઈન સંયોજનોમાં ડાયહાઇડ્રોજન વાયુ ઉમેરાઈને આલ્કેન સંયોજનો બને છે. આ પ્રક્રિયાને **હાઇડ્રોજનીકરણ** કહે છે. આ ધાતુઓ ડાયહાઇડ્રોજન વાયુને પોતાની સપાટી પર શોષે છે અને હાઇડ્રોજન-હાઇડ્રોજન બંધને સક્રિય કરે છે. પ્લેટિનમ અને પેલેડિયમ ઓરડાના તાપમાને પ્રક્રિયાને ઉદ્દીપિત (catalyse) કરે છે, પરંતુ નિકલ ઉદ્દીપક માટે ઊંચા તાપમાન અને દબાણની જરૂરિયાત રહે છે.

$$\underset{\text{ઇથિન}}{CH_2=CH_2} + H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{ઇથેન}}{CH_3-CH_3} \qquad (13.1)$$

$$\underset{\text{પ્રોપિન}}{CH_3-CH=CH_2} + H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{પ્રોપેન}}{CH_3-CH_2-CH_3} \qquad (13.2)$$

$$\underset{\text{પ્રોપાઇન}}{CH_3-C\equiv C-H} + 2H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{પ્રોપેન}}{CH_3-CH_2-CH_3} \qquad (13.3)$$

2. આલ્કાઈલ હેલાઈડ સંયોજનોમાંથી :

(i) આલ્કાઇલ હેલાઈડ સંયોજનોનું (ફ્લોરાઇડ સિવાય) ઝિંક અને મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ વડે રિડક્શન થઈ આલ્કેન સંયોજનો પ્રાપ્ત થાય છે.

$$\underset{\text{ક્લોરોમિથેન}}{CH_3-Cl} + H_2 \xrightarrow{Zn,H^+} \underset{\text{મિથેન}}{CH_4} + HCl \qquad (13.4)$$

$$C_2H_5-Cl + H_2 \xrightarrow{Zn,H^+} C_2H_6 + HCl \qquad (13.5)$$

ક્લોરોઇથેન ઇથેન

$$CH_3CH_2CH_2Cl + H_2 \xrightarrow{Zn,H^+} CH_3CH_2CH_3 + HCl$$

1-ક્લોરોપ્રોપેન પ્રોપેન (13.6)

(ii) શુષ્ક ઈથરીય દ્રાવણમાં (ભેજમુક્ત) આલ્કાઈલ હેલાઈડ સંયોજનોની સોડિયમ ધાતુ સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા ઉચ્ચતર આલ્કેન સંયોજનો મળે છે. આ પ્રક્રિયાને **વુર્ટ્ઝ પ્રક્રિયા** (Wurtz Reaction) કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ બેકી સંખ્યામાં કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતાં ઉચ્ચતર આલ્કેન સંયોજનો બનાવવામાં થાય છે.

$$CH_3Br + 2Na + BrCH_3 \xrightarrow{\text{શુષ્ક ઈથર}} CH_3-CH_3 + 2NaBr$$

બ્રોમોમિથેન ઈથેન (13.7)

$$C_2H_5Br + 2Na + BrC_2H_5 \xrightarrow{\text{શુષ્ક ઈથર}} C_2H_5-C_2H_5$$

બ્રોમોઇથેન n-બ્યુટેન

(13.8)

જો બે અસમાન આલ્કાઈલ હેલાઈડ સંયોજનો લઈએ તો શું થાય ?

3. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોમાંથી :

(i) કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોના સોડિયમ ક્ષારને સોડા લાઈમ (સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ અને કેલ્શિયમ ઑક્સાઇડનું મિશ્રણ) સાથે ગરમ કરતાં કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ કરતાં એક ઓછા કાર્બન પરમાણુવાળા આલ્કેન સંયોજનો મળે છે. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાંથી કાર્બન ડાયોક્સાઇડના વિલોપનની આ પ્રક્રિયાને **ડિકાર્બોક્સિલેશન** (decarboxylation) કહે છે.

$$CH_3COO^-Na^+ + NaOH \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_4 + Na_2CO_3$$

સોડિયમ ઈથેનોએટ

કોયડો 13.6

પ્રોપેનની બનાવટ માટે કયા ઍસિડના સોડિયમ ક્ષારની જરૂર પડશે ? આ પ્રક્રિયા માટેનું સમીકરણ લખો.

ઉકેલ :

બ્યુટેનોઇક ઍસિડ

$$CH_3CH_2CH_2COO^-Na^+ + NaOH \xrightarrow{CaO} CH_3CH_2CH_3 + Na_2CO_3$$

(ii) **કૉલ્બેની વિદ્યુતવિભાજન પદ્ધતિ :** કાર્બોક્સિલિક ઍસિડના સોડિયમ અથવા પોટેશિયમ ક્ષારના જલીય દ્રાવણનું વિદ્યુતવિભાજન કરવાથી ઍનોડ પર બેકી સંખ્યામાં કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતો આલ્કેન પ્રાપ્ત થાય છે.

$$2CH_3COO^-Na^+ + 2H_2O$$

સોડિયમ એસિટેટ

↓ વિદ્યુતવિભાજન

$$CH_3-CH_3 + 2CO_2 + H_2 + 2NaOH \qquad (13.9)$$

આ પ્રક્રિયા નીચે દર્શાવેલા માર્ગે થતી હોય છે.

(i) $2CH_3COO^-Na^+ \rightleftharpoons 2CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O^- + 2Na^+$

(ii) **ઍનોડ પર :**

$$2CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-O^- \xrightarrow{-2e^-} 2CH_3-\overset{\overset{O}{||}}{C}-\dot{\underset{\cdot\cdot}{O}}: \rightarrow 2\dot{C}H_3 + 2CO_2\uparrow$$

એસિટેટ આયન — એસિટેટ મુક્તમૂલક — મિથાઈલ મુક્તમૂલક

(iii) $H_3\dot{C} + \dot{C}H_3 \rightarrow H_3C-CH_3\uparrow$

(iv) **કૅથોડ પર :**

$$H_2O + e^- \rightarrow {}^-OH + \dot{H}$$

$$2\dot{H} \rightarrow H_2\uparrow$$

મિથેન આ પદ્ધતિથી બનાવી શકાતો નથી. શા માટે ?

13.2.3 ગુણધર્મો (Properties)

ભૌતિક ગુણધર્મો :

આલ્કેન અણુઓમાં C–C અને C–H બંધની સહસંયોજક લાક્ષણિકતા તથા કાર્બન અને હાઇડ્રોજન પરમાણુઓની વિદ્યુતઋણતામાં ઓછા તફાવતને કારણે મોટા ભાગના આલ્કેન અણુઓ અધ્રુવીય હોય છે. તેઓમાં નિર્બળ વાન્ ડર વાલ્સ બળ રહેલું હોય છે. આ નિર્બળ બળનાં કારણે આલ્કેન શ્રેણીના પ્રથમ ચાર સભ્યો C_1થી C_4 વાયુ, C_5 થી C_{17} પ્રવાહી અને 18 કાર્બન કે તેથી વધુ કાર્બન ધરાવતા આલ્કેન 298 K તાપમાને ઘન સ્વરૂપમાં હોય છે. તેઓ રંગવિહીન અને વાસવિહીન હોય છે. આલ્કેન સંયોજનોના અધ્રુવીય સ્વભાવના આધારે તેઓની પાણીમાં દ્રાવ્યતા અંગે તમે શું વિચારો છો ? પેટ્રોલ હાઇડ્રોકાર્બનનું મિશ્રણ છે. તે સ્વયંસંચાલિત વાહનોમાં ઇંધણ તરીકે ઉપયોગી છે. પેટ્રોલ અને પેટ્રોલિયમમાં નિમ્ન ઘટકો કપડાં પર પડેલા ગ્રીઝના ડાઘને દૂર કરવા ડ્રાયક્લીનીંગમાં ઉપયોગી છે. આ અવલોકનના આધારે તમે ગ્રીઝી (ચીકણા) પદાર્થના સ્વભાવ અંગે શું વિચારો છો ? જો તમે એમ કહેતા હોય કે ગ્રીઝ (ઉચ્ચતમ આલ્કેન સંયોજનોનું મિશ્રણ) અધ્રુવીય છે, એટલે કે જળવિરાગી

પ્રકૃતિ ધરાવે છે તો તમે સાચા છો. પદાર્થની દ્રાવકમાં દ્રાવ્યતા અંગે સામાન્ય રીતે એવું જોવા મળ્યું છે કે ધ્રુવીય પદાર્થ ધ્રુવીય દ્રાવકમાં અને અધ્રુવીય પદાર્થ અધ્રુવીય દ્રાવકમાં દ્રાવ્ય થાય છે, એટલે કે સમાન સમાનને ઓગાળે છે.

કોષ્ટક 13.2માં વિભિન્ન આલ્કેન સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુ (b.p.) આપવામાં આવ્યા છે. તેના પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે આણ્વીય દળમાં વધારો થવાના સાથે આલ્કેન સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુમાં નિયત વધારો થાય છે. આ તે સત્ય પર આધારિત છે કે આણ્વીય કદ અથવા અણુની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ વધવાની સાથે સાથે તેમાં આંતરઆણ્વીય વાન્ ડર વાલ્સ બળ વધે છે.

પેન્ટેનના ત્રણ સમઘટકો (પેન્ટેન, 2-મિથાઈલબ્યુટેન અને 2,2-ડાયમિથાઈલપ્રોપેન)ના ઉત્કલનબિંદુઓનું (કોષ્ટક 13.1) અવલોકન કરવાથી માલૂમ પડે છે કે પાંચ કાર્બન પરમાણુઓવાળી પેન્ટેનની સરળ શૃંખલાનું ઉત્કલનબિંદુ સૌથી ઊંચું (309.1 K), જ્યારે 2,2-ડાયમિથાઈલપ્રોપેન 282.2 K તાપમાને ઉકળે છે. શાખાઓની સંખ્યા વધવાની સાથે સાથે અણુનો આકાર લગભગ ગોળાકાર (sperical) થઈ જાય છે, તેથી આવા અણુની સંપર્ક સપાટીનું ક્ષેત્રફળ નાનું થઈ જાય છે. પરિણામે ગોળાકાર અણુઓ વચ્ચેના નિર્બળ આંતર આણ્વીય બળને કારણે તેઓનું ઉત્કલનબિંદુ નીચું હોય છે.

રાસાયણિક ગુણધર્મો :

અગાઉ જણાવ્યું છે તેમ આલ્કેન સંયોજનો સામાન્ય રીતે ઍસિડ, બેઇઝ, ઑક્સિડેશનકર્તા અને રિડક્શનકર્તા પ્રત્યે નિષ્ક્રિય હોય છે. તેમ છતાં વિશેષ પરિસ્થિતિઓમાં આલ્કેન સંયોજનો નીચે દર્શાવેલી પ્રક્રિયાઓ આપે છે.

1. વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ

આલ્કેન સંયોજનના એક અથવા વધુ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ હેલોજન, નાઇટ્રોસમૂહ અને સલ્ફોનિક ઍસિડ સમૂહ વડે વિસ્થાપન પામે છે. **હેલોજીનેશન** ઊંચા તાપમાને (573-773K) કે વિસરિત સૂર્યપ્રકાશ કે પારજાંબલી પ્રકાશની હાજરીમાં થાય છે. નિમ્ન આલ્કેન સંયોજનો (નીચા આણ્વીયદળ-વાળા) નાઇટ્રેશન કે સલ્ફોનેશન પ્રક્રિયા આપતા નથી. આ પ્રક્રિયાઓમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનું વિસ્થાપન થાય છે, તેથી તેમને વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ કહેવામાં આવે છે. મિથેનનું ક્લોરિનેશન ઉદાહરણ સ્વરૂપે નીચે દર્શાવ્યું છે.

હેલોજીનેશન

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} \underset{\text{ક્લોરોમિથેન}}{CH_3Cl} + HCl \quad (13.10)$$

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} \underset{\text{ડાયક્લોરોમિથેન}}{CH_2Cl_2} + HCl \quad (13.11)$$

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} \underset{\text{ટ્રાયક્લોરોમિથેન}}{CHCl_3} + HCl \quad (13.12)$$

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} \underset{\text{ટેટ્રાક્લોરોમિથેન}}{CCl_4} + HCl \quad (13.13)$$

કોષ્ટક 13.2 આલ્કેન સંયોજનાના ગલનબિંદુ અને ઉત્કલનબિંદુમાં તફાવત

આણ્વીય સૂત્ર	નામ	આણ્વીય દળ/u	ઉ.બિં./(K)	ગ.બિં./(K)
CH_4	મિથેન	16	111.0	90.5
C_2H_6	ઈથેન	30	184.4	101.0
C_3H_8	પ્રોપેન	44	230.9	85.3
C_4H_{10}	બ્યુટેન	58	272.4	134.6
C_4H_{10}	2-મિથાઈલપ્રોપેન	58	261.0	114.7
C_5H_{12}	પેન્ટેન	72	309.1	143.3
C_5H_{12}	2-મિથાઈલબ્યુટેન	72	300.9	113.1
C_5H_{12}	2,2-ડાયમિથાઈલપ્રોપેન	72	282.5	256.4
C_6H_{14}	હેક્ઝેન	86	341.9	178.5
C_7H_{16}	હેપ્ટેન	100	371.4	182.4
C_8H_{18}	ઑક્ટેન	114	398.7	216.2
C_9H_{20}	નોનેન	128	423.8	222.0
$C_{10}H_{22}$	ડેકેન	142	447.1	243.3
$C_{20}H_{42}$	આઈકોસેન	282	615.0	236.2

$$CH_3 - CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3 - CH_2Cl + HCl$$
ક્લોરોઇથેન (13.14)

આલ્કેન સંયોજનોની હેલોજન સાથેની પ્રક્રિયાના વેગનો ક્રમ $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$ છે. આલ્કેન સંયોજનોમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુના વિસ્થાપન પ્રક્રિયાના વેગનો ક્રમ $3^o > 2^o > 1^o$ છે. ફ્લોરિનેશન પ્રક્રિયા પ્રચંડ હોવા છતાં નિયંત્રિત કરી શકાય છે, જ્યારે આયોડિનેશન વધુ ધીમું અને પ્રતિવર્તી હોય છે. આ પ્રક્રિયા HIO_3 અથવા HNO_3 જેવા ઑક્સિડેશનકર્તાની હાજરીમાં થાય છે.

$$CH_4 + I_2 \rightleftharpoons CH_3I + HI \quad (13.15)$$

$$HIO_3 + 5HI \rightarrow 3I_2 + 3H_2O \quad (13.16)$$

મુક્તમૂલક શૃંખલા પ્રક્રિયા દ્વારા થતા હેલોજીનેશનની ક્રિયાવિધિમાં સંકળાયેલા ત્રણ તબક્કાઓ પ્રારંભન (initiation), સંચરણ (propagation) અને સમાપન (termination) નીચે દર્શાવ્યા છે.

ક્રિયાવિધિ

(i) પ્રારંભન : આ પ્રક્રિયા પ્રકાશ અથવા ગરમીની હાજરીમાં ક્લોરિન અણુના સમવિભાજનથી પ્રારંભ થાય છે. Cl–Cl બંધ, C–C અને C–H બંધ કરતાં નિર્બળ છે તેથી તે સરળતાથી તૂટી શકે છે.

$$Cl - Cl \xrightarrow{h\nu} \dot{Cl} + \dot{Cl}$$
સમવિભાજન ક્લોરિન મુક્તમૂલકો

(ii) સંચરણ : ક્લોરિન મુક્તમૂલક મિથેન અણુ પર હુમલો કરી, C–H બંધને તોડીને પ્રક્રિયાને પુરોગામી દિશામાં આગળ ધકેલી મિથાઈલ મુક્તમૂલક અને H-Cl બનાવે છે.

(a) $CH_4 + \dot{Cl} \xrightarrow{h\nu} \dot{C}H_3 + H - Cl$

આ મિથાઈલ મુક્તમૂલક બીજા ક્લોરિન અણુ પર હુમલો કરવાથી ક્લોરિન અણુના સમવિભાજનથી બીજો ક્લોરિન મુક્તમૂલક મળે છે અને $CH_3 - Cl$ બને છે.

(b) $\dot{C}H_3 + Cl - Cl \xrightarrow{h\nu} CH_3 - Cl + \dot{Cl}$
ક્લોરિન મુક્તમૂલક

પ્રક્રિયા (a) અને પ્રક્રિયા (b) દરમિયાન અનુક્રમે ઉત્પન્ન થયેલા મિથાઈલ અને ક્લોરિન મુક્તમૂલક પુનઃયોગ્ય સ્થિતિ પ્રાપ્ત કરી શૃંખલા પ્રક્રિયાનો પ્રારંભ કરે છે. સંચરણ તબક્કામાં પ્રક્રિયા (a) અને (b)થી વધુ પ્રમાણમાં હેલોજનયુક્ત નીપજો નીચે દર્શાવ્યા મુજબ મળે છે :

$$CH_3Cl + \dot{Cl} \rightarrow \dot{C}H_2Cl + HCl$$

$$\dot{C}H_2Cl + Cl - Cl \rightarrow CH_2Cl_2 + \dot{Cl}$$

(iii) સમાપન : કેટલાક સમય બાદ પ્રક્રિયક વપરાઈ જવાથી કે નીચે જણાવ્યા મુજબની આડપ્રક્રિયાઓ થવાથી પ્રક્રિયા થંભી જાય છે.

(a) $\dot{Cl} + \dot{Cl} \rightarrow Cl - Cl$

(b) $H_3\dot{C} + \dot{C}H_3 \rightarrow H_3C - CH_3$

(c) $H_3\dot{C} + \dot{Cl} \rightarrow H_3C - Cl$

અહીં પ્રક્રિયા (c)માં $CH_3 - Cl$ એક નીપજ મળે છે, પણ મુક્તમૂલકો વપરાઈ જાય છે અને શૃંખલાનું સમાપન થાય છે. ઉપરની ક્રિયાવિધિ આપણને મિથેનના ક્લોરિનેશન દરમિયાન ઉપપેદાશ તરીકે ઈથેન મળવાનું કારણ સમજવામાં મદદરૂપ થાય છે.

2. દહન

આલ્કેન વાયુઓને હવા અથવા ડાયઑક્સિજનની હાજરીમાં ગરમ કરવાથી તેઓનું સંપૂર્ણ ઑક્સિડેશન થઈ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણી બને છે અને સાથે સાથે અધિક માત્રામાં ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l); \quad \Delta_cH^\ominus = -890 kJ\ mol^{-1} \quad (13.17)$$

$$C_4H_{10}(g) + 13/2\ O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(l); \quad \Delta_cH^\ominus = -2875.84\ kJ\ mol^{-1} \quad (13.18)$$

કોઈ પણ આલ્કેનના દહન માટેનું સામાન્ય સૂત્ર :

$$C_nH_{2n+2} + \left(\frac{3n+1}{2}\right)O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O \quad (13.19)$$

આલ્કેન સંયોજનના દહન દરમિયાન અધિક માત્રામાં ઉષ્મા પેદા થવાના કારણે તેઓનો ઉપયોગ ઈંધણ તરીકે થાય છે.

અપૂરતી હવા અથવા અપૂરતા ડાયઑક્સિજનને કારણે આલ્કેન સંયોજનોનું અપૂર્ણ દહન થાય છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન કાર્બન બ્લેક નામનો પદાર્થ મળે છે, જેનો ઉપયોગ શાહી, પ્રિન્ટરની શાહી તથા કાળા વર્ણકોના ઉત્પાદનમાં થાય છે. ઉપરાંત કાર્બન બ્લેક કેટલાક સ્થાનોએ પૂરક પદાર્થ (filler) તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

$$CH_4(g) + O_2(g) \xrightarrow[\text{દહન}]{\text{અપૂર્ણ}} C(s) + 2H_2O(l) \quad (13.20)$$

3. નિયંત્રિત ઑક્સિડેશન

આલ્કેન સંયોજનોની ઊંચા દબાણે હવા કે ડાયઑક્સિજનના નિયંત્રિત પ્રવાહ સાથે યોગ્ય ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પ્રક્રિયા થવાથી વિવિધ પ્રકારની ઑક્સિડેશન નીપજ મળે છે.

(i) $2CH_4 + O_2 \xrightarrow{\text{Cu/523K/100 વાતા.}} 2CH_3OH$ (મિથેનોલ) (13.21)

(ii) $CH_4 + O_2 \xrightarrow[\Delta]{Mo_2O_3} HCHO + H_2O$ (મિથેનાલ) (13.22)

(iii) $2CH_3CH_3 + 3O_2 \xrightarrow[\Delta]{(CH_3COO)_2 Mn} 2CH_3COOH + 2H_2O$ (ઈથેનોઈક ઍસિડ) (13.23)

(iv) સામાન્ય રીતે આલ્કેન સંયોજનો ઑક્સિડેશનને અવરોધે છે, પરંતુ તૃતીયક હાઈડ્રોજન પરમાણુવાળા આલ્કેન પોટેશિયમ પરમૅંગેનેટ દ્વારા ઑક્સિડેશન પામી અનુવર્તી આલ્કોહોલ બનાવે છે.

$$(CH_3)_3CH \xrightarrow[\text{ઑક્સિડેશન}]{KMnO_4} (CH_3)_3COH \quad (13.24)$$

2-મિથાઈલપ્રોપેન → 2-મિથાઈલપ્રોપેન-2-ઑલ

4. સમઘટકીકરણ

n-આલ્કેન સંયોજનોને નિર્જળ ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઈડ અને હાઈડ્રોજન ક્લોરાઈડ વાયુની હાજરીમાં ગરમ કરતાં તેઓ શાખિત શૃંખલામાં સમઘટીકૃત થાય છે. મુખ્ય નીપજ નીચે સમીકરણમાં દર્શાવેલી છે. કેટલીક અલ્પ પ્રમાણમાં બનતી નીપજ પણ શક્ય હોય છે, જેના વિશે તમે વિચારી શકો છો. સામાન્ય રીતે કાર્બનિક પ્રક્રિયામાં અલ્પપ્રમાણમાં મળતી નીપજોને દર્શાવવામાં આવતી નથી.

$$CH_3(CH_2)_4CH_3 \xrightarrow{\text{નિર્જળ}\cdot AlCl_3/HCl}$$

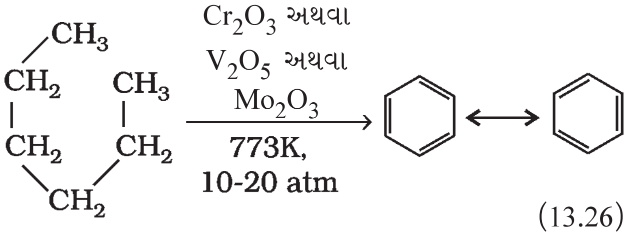
n-હેક્ઝેન

$$CH_3CH(CH_3)-(CH_2)_2-CH_3 + CH_3CH_2-CH(CH_3)-CH_2CH_3 \quad (13.25)$$

2-મિથાઈલપેન્ટેન, 3-મિથાઈલપેન્ટેન

5. ઍરોમૅટિકીકરણ

છ કે તેથી વધુ કાર્બન પરમાણુવાળા n-આલ્કેન સંયોજનોને ઍલ્યુમિનાના આધાર પર રહેલા વેનેડિયમ, મોલિબ્ડેનમ અથવા ક્રોમિયમના ઑક્સાઈડ સંયોજનોની હાજરીમાં 773 K તાપમાને અને 10-20 વાતાવરણ દબાણે ગરમ કરવાથી તેઓ **વિહાઈડ્રોજનીકૃત** (dehydrogenated) થઈને બેન્ઝિન અને તેના સમાનધર્મીઓમાં ચક્રિયકૃત થાય છે. આ પ્રક્રિયાને ઍરોમૅટિકીકરણ અથવા પુનર્નિર્માણ (reforming) કહે છે.



(13.26)

ટોલ્યુઈન (C_7H_8) બેન્ઝિનની મિથાઈલ વ્યુત્પન્ન છે. તમે ટોલ્યુઈનની બનાવટ માટે કયું આલ્કેન સંયોજન સૂચવો છો ?

6. વરાળ સાથે પ્રક્રિયા

મિથેન 1273 K તાપમાને નિકલ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં વરાળ સાથે પ્રક્રિયા કરી કાર્બન મોનૉક્સાઈડ અને ડાયહાઈડ્રોજન બનાવે છે. આ પદ્ધતિ ડાયહાઈડ્રોજનના ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{Ni} CO + 3H_2 \quad (13.27)$$

7. ઉષ્મીય વિભાજન

ઉચ્ચતર આલ્કેન સંયોજનોને ઊંચા તાપમાને ગરમ કરતાં તેઓ નિમ્નતર આલ્કેન કે આલ્કીન સંયોજનોમાં વિઘટન પામે છે. ઉષ્માના ઉપયોગથી નાના ઘટકોમાં રૂપાંતર પામવાની આ વિઘટન પ્રક્રિયાને ઉષ્મીય વિભાજન (pyrolysis) કે ઉષ્મીય ભંજન કહે છે.

$$C_6H_{14} \xrightarrow{773K} \begin{cases} C_6H_{12} + H_2 \\ C_4H_8 + C_2H_6 \\ C_3H_6 + C_2H_4 + CH_4 \end{cases} \quad (13.28)$$

આલ્કેનના ઉષ્મીય વિભાજનને એક મુક્તમૂલક પ્રક્રિયા માનવામાં આવે છે. કેરોસીન તેલ અથવા પેટ્રોલમાંથી તેલ વાયુ (oil gas) અથવા પેટ્રોલ વાયુ (petrol gas) બનાવવાની પ્રક્રિયામાં ઉષ્મીય વિભાજનનો સિદ્ધાંત સમાયેલો છે. દા.ત., ડોડેકેન કે જે કેરોસીન તેલનો ઘટક છે તેને 973 K તાપમાને પ્લૅટિનમ, પેલેડિયમ અથવા નિકલ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં ગરમ કરવાથી હેપ્ટેન અને પેન્ટીનનું મિશ્રણ મળે છે.

$$C_{12}H_{26} \xrightarrow[973K]{Pt/Pd/Ni} C_7H_{16} + C_5H_{10} + \text{અન્ય નીપજ} \quad (13.29)$$

ડોડેકેન, હેપ્ટેન, પેન્ટીન

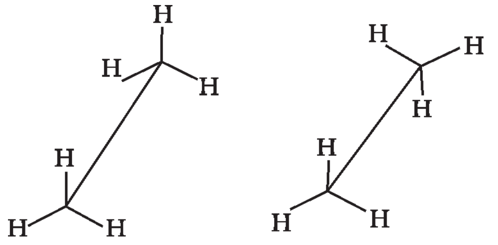
13.2.4 સંરૂપણ (Conformation)

આલ્કેન સંયોજનોમાં કાર્બન-કાર્બન સિગ્મા (σ) બંધો હોય છે. કાર્બન-કાર્બન (C–C) બંધના આંતરકેન્દ્રિય અક્ષની ચારે બાજુ સિગ્મા આણ્વીય કક્ષકનું ઇલેક્ટ્રૉન વિતરણ સમમિત હોય છે, કે જે તેના અક્ષની આસપાસ થતા ભ્રમણથી ખલેલ પામતું નથી. તેથી C–C એકલ બંધની આસપાસ મુક્ત ભ્રમણ થાય છે. આ ભ્રમણના પરિણામે અવકાશમાં પરમાણુઓની વિભિન્ન અવકાશીય ગોઠવણીઓ શક્ય બને છે કે જે એકબીજામાં પરિવર્તન પામી શકે છે. પરમાણુઓની આવી અવકાશીય ગોઠવણી કે જે C–C એકલ બંધના ભ્રમણને કારણે એકબીજામાં પરિવર્તન પામી શકે છે. તેને **સંરૂપણ** (conformation) અથવા **સંરૂપણીય સમઘટકો** (conformers) અથવા **ઘૂર્ણી** (rotamers) કહેવાય છે. આમ, આલ્કેનમાં C–C એકલ બંધના ભ્રમણના કારણે અસંખ્ય સંરૂપણ શક્ય છે, પરંતુ એ બાબત ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ કે C–C એકલ બંધનું ભ્રમણ સંપૂર્ણ મુક્ત નથી હોતું. આ અવરોધ સંલગ્ન બંધો વચ્ચેના નિર્બળ અપાકર્ષણીય પારસ્પરિકક્રિયાને કારણે ઉદ્ભવતા 1-20 kJ mol^{-1} ઊર્જા અવરોધના પરિણામે હોય છે. આ પ્રકારની અપાકર્ષણીય આંતરક્રિયાને **મરોડીવિકૃતિ** (torsional strain) કહેવાય છે.

ઈથેનનું સંરૂપણ : ઈથેન (C_2H_6) અણુમાં કાર્બન-કાર્બન એકલ બંધ હોય છે, જેમાં પ્રત્યેક કાર્બન પરમાણુ પર ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુ જોડાયેલા હોય છે. ઈથેનના દડા અને સળી મૉડેલને લઈને જો આપણે એક કાર્બનને સ્થિર રાખી બીજા કાર્બન પરમાણુને C–C અક્ષ પર ભ્રમણ કરાવીએ તો એક કાર્બન પરમાણુના હાઇડ્રોજન બીજા કાર્બન પરમાણુના હાઇડ્રોજનના સંદર્ભમાં અસંખ્ય અવકાશીય ગોઠવણી દર્શાવે છે. જેને **સંરૂપણીય સમઘટકો** (conformational isomers) (Conformers) કે સંરૂપો કહે છે. આમ, ઈથેનને અસંખ્ય સંરૂપો હોય છે. જોકે તેમાંથી બે સંરૂપોનો ચરમ (Extreme) કિસ્સામાં સમાવેશ થાય છે. એક સંરૂપમાં બંને કાર્બન પરમાણુ પરના હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ એકબીજાની વધુ નજીક થઈ જાય છે, જેને **ગ્રસ્ત** (Eclipsed) **સંરૂપણ** કહે છે. બીજા સંરૂપમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુ બીજા કાર્બન પરમાણુના હાઇડ્રોજન પરમાણુઓથી બહુ દૂર હોય છે, જેને **સાંતરિત** (Staggered) **સંરૂપણ** કહે છે. આ સિવાયના કોઈ પણ મધ્યવર્તી સંરૂપણ **વિષમતલીય** (Skew) સંરૂપણ કહેવાય છે. અહીં એ બાબત યાદ રહે કે બધા સંરૂપણોમાં બંધ કોણ અને બંધ લંબાઈ સમાન રહે છે. ગ્રસ્ત અને સાંતરિત સંરૂપણોને **સોહોર્સ** (Sawhorse) અને **ન્યુમેન** (Newman) **પ્રક્ષેપણ** (Projection) દ્વારા દર્શાવી શકાય છે.

1. સોહોર્સ પ્રક્ષેપણ :

આ પ્રક્ષેપણમાં અણુને આણ્વીય અક્ષની દિશામાં જોવામાં આવે છે. કાગળ પર મધ્યસ્થ C–C દર્શાવવા માટે લાંબી સીધી લીટી દોરવામાં આવે છે. આ લીટીનો ઉપરનો છેડો સહેજ જમણી કે ડાબી બાજુ તરફ નમેલો હોય છે. આગળના કાર્બનને લીટીના નીચેના છેડે દર્શાવવામાં આવે છે, જ્યારે પાછળના કાર્બનને લીટીના ઉપરના છેડે દર્શાવવામાં આવે છે. દરેક કાર્બનને જોડાયેલા ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓને ત્રણ લીટી દોરીને દર્શાવી શકાય છે. આ લીટીઓ એકબીજા સાથે 120° નો ખૂણો બનાવીને નમેલી રહે છે. ઈથેનના ગ્રસ્ત અને સાંતરિત સંરૂપણોને સોહોર્સ પ્રક્ષેપણ દ્વારા આકૃતિ 13.2માં દર્શાવ્યા મુજબ રજૂ કરી શકાય છે.

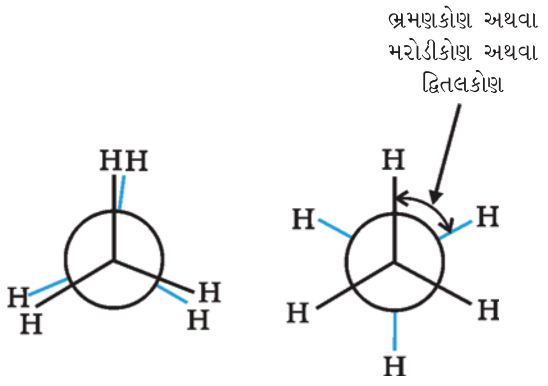


(i) ગ્રસ્ત (Eclipsed) (ii) સાંતરિત (Staggered)

આકૃતિ 13.2 ઈથેનના સોહોર્સ પ્રક્ષેપણો

2. ન્યૂમેન પ્રક્ષેપણ

આ પ્રક્ષેપણમાં અણુને સામેની તરફથી જોવામાં આવે છે. આંખની નજીકના કાર્બનને એક બિંદુ દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. આગળના કાર્બન સાથે જોડાયેલા ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓને એકબીજા સાથે 120°ના ખૂણે રહે તેવી ત્રણ લીટીઓથી દર્શાવવામાં આવે છે. અન્ય કાર્બન પરમાણુને (આંખથી દૂર રહેલો કાર્બન પરમાણુ) વર્તુળ દ્વારા દર્શાવી તેની સાથે જોડાયેલા ત્રણ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓને એકબીજા સાથે 120°ના ખૂણે રહે તેવી ત્રણ ટૂંકી લીટીઓથી દર્શાવવામાં આવે છે. ન્યૂમેન પ્રક્ષેપણોને આકૃતિ 13.3માં દર્શાવ્યા છે.



(i) ગ્રસ્ત (ii) સાંતરિત

આકૃતિ 13.3 ઈથેનના ન્યૂમેન પ્રક્ષેપણો

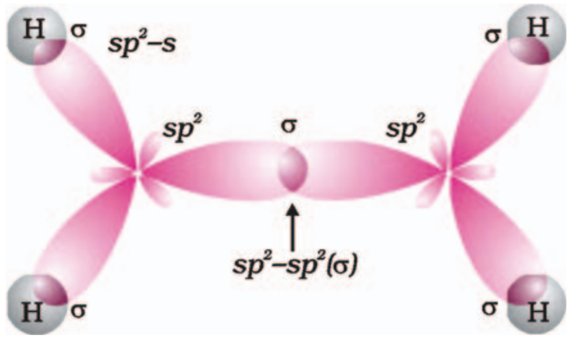
સંરૂપણોની સાપેક્ષ સ્થાયીતા : અગાઉ જણાવ્યું છે તે મુજબ ઈથેનના સાંતરિત (સ્ટેગર્ડ) સંરૂપણમાં કાર્બન-હાઇડ્રોજન બંધના ઇલેક્ટ્રૉન વાદળ એકબીજાથી મહત્તમ અંતરે હોય છે. તેથી તેમાં ન્યૂનતમ અપાકર્ષણબળ, ન્યૂનતમ ઊર્જા તથા અણુની મહત્તમ સ્થાયીતા હોય છે. બીજી તરફ જ્યારે સાંતરિત સંરૂપણ ગ્રસ્ત (ઇક્લિપ્સ્ડ) સંરૂપણમાં પરિવર્તન પામે છે ત્યારે કાર્બન-હાઇડ્રોજન બંધનું ઇલેક્ટ્રૉન વાદળ એકબીજાની એટલા નજીક હોય છે કે તેમના ઇલેક્ટ્રૉન વાદળો વચ્ચે અપાકર્ષણ વધતું જાય છે. આ વધેલા અપાકર્ષણને દૂર કરવા માટે અણુને વધુ ઊર્જાની જરૂર પડે છે, તેથી તેની સ્થાયીતા ઘટી જાય છે. અગાઉ જણાવ્યા મુજબ ઇલેક્ટ્રૉન વાદળો વચ્ચેની અપાકર્ષી પારસ્પરિક ક્રિયા કે જે સંરૂપણની સ્થાયીતાને અસર કરે છે તેને **મરોડી વિકૃતિ** કહે છે. મરોડી વિકૃતિની માત્રા C–C એકલબંધના ભ્રમણકોણ પર આધાર રાખે છે. આ ખૂણાને **દ્વિતલકોણ** (dihedral angle) અથવા **મરોડીકોણ** પણ કહે છે. ઈથેનના બધા સંરૂપણોમાં, મરોડીકોણ સાંતરિત સંરૂપણમાં ન્યૂનતમ અને ગ્રસ્ત સંરૂપણમાં મહત્તમ હોય છે. આમ એ તારણ કાઢવામાં આવે છે કે ઈથેનમાં C–C બંધનું ભ્રમણ સંપૂર્ણ મુક્ત નથી. બે ચરમ સંરૂપણો વચ્ચે ઊર્જાનો તફાવત 12.5 kJ mol^{-1} છે, જે અત્યંત ઓછો છે. સામાન્ય તાપમાને ઈથેન અણુ આંતરઆણ્વીય સંઘાત (collisions) દ્વારા ઉષ્મીય અને ગતિજ ઊર્જા મેળવે છે, જે 12.5 kJ mol^{-1} જેટલા ઊર્જા અવરોધને પાર કરવા માટે પૂરતી હોય છે. આમ, ઈથેનમાં કાર્બન-કાર્બન એકલ બંધના ભ્રમણ બધા પ્રાયોગિક કાર્ય માટે લગભગ મુક્ત હોય છે. ઈથેનના વિવિધ સંરૂપણોને અલગ કરવા શક્ય નથી.

13.3 આલ્કીન સંયોજનો (Alkenes)

આલ્કીન સંયોજનો ઓછામાં ઓછો એક દ્વિબંધ ધરાવનારા અસંતૃપ્ત હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો છે. આલ્કીન સંયોજનોનું સામાન્ય સૂત્ર શું હોવું જોઈએ ? જો આલ્કીન સંયોજનોમાં બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે એક દ્વિબંધ હોય તો તેઓમાં આલ્કેન સંયોજનો કરતાં બે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ ઓછા હોવા જોઈએ. આમ, આલ્કીન સંયોજનોનું સામાન્ય સૂત્ર C_nH_{2n} હોવું જોઈએ. આલ્કીન સંયોજનો કે જેને ઓલીફીન (તૈલી સંયોજનો બનાવનાર) પણ કહે છે. તેના પ્રથમ સભ્ય ઈથીલીન અથવા ઈથીનની ક્લોરિન સાથેની પ્રક્રિયાથી તૈલી પ્રવાહી પ્રાપ્ત થાય છે.

13.3.1 દ્વિબંધનું બંધારણ (Structure of Double Bond)

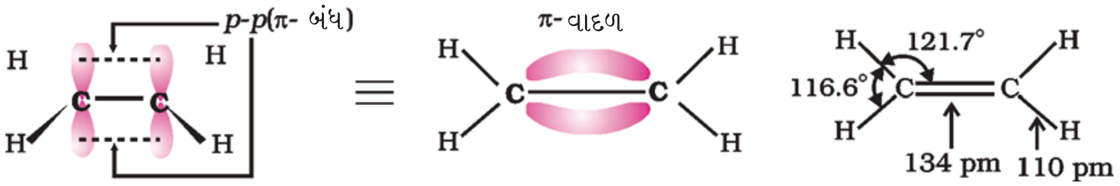
આલ્કીન સંયોજનોમાં કાર્બન-કાર્બન દ્વિબંધ હોય છે, જે પૈકીનો એક મજબૂત સિગ્મા (σ) બંધ (બંધ એન્થાલ્પી આશરે 397 kJ mol^{-1}) હોય છે, જે કાર્બન પરમાણુઓની sp^2 સંકૃત કક્ષકોના સમ્મુખ (બંધરેખા પર) સંમિશ્રણથી બને છે, જ્યારે બે કાર્બન પરમાણુઓની બે $2p$ અસંકૃત કક્ષકોના બાજુથી થતાં સંમિશ્રણના પરિણામે એક નિર્બળ પાઈ (π) બંધ (બંધ એન્થાલ્પી આશરે 284 kJ mol^{-1}) બને છે. કાર્બન-કાર્બન દ્વિબંધની બંધ લંબાઈ (134 pm), કાર્બન-કાર્બન એકલ બંધની બંધલંબાઈ (154 pm) કરતાં ઓછી હોય છે. તમે અગાઉ શીખ્યા છો કે π બંધ બે $2p$ કક્ષકોના બાજુએથી થતાં નિર્બળ સંમિશ્રણના કારણે નિર્બળ હોય છે. તેથી π બંધવાળા આલ્કીન સંયોજનોને નિર્બળ બંધિત ગતિશીલ ઇલેક્ટ્રૉનના સ્રોત કહેવાય છે. પરિણામે એવા પ્રક્રિયકો અથવા સંયોજનો કે જે ઇલેક્ટ્રૉનની શોધમાં હોય છે, તેઓ સરળતાથી આલ્કીન સંયોજનો પર હુમલો કરી શકે છે. આવા પ્રક્રિયકોને **ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયકો** કહે છે. નિર્બળ π બંધની હાજરી આલ્કીન સંયોજનોને આલ્કેન સંયોજનોની સાપેક્ષે અસ્થાયી બનાવે છે. તેથી આલ્કીન સંયોજનો ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક સાથે જોડાઈને એકલ બંધવાળા સંયોજનો બનાવે છે. કાર્બન-કાર્બન દ્વિબંધની મજબૂતાઈ (બંધ એન્થાલ્પી, 681 kJ mol^{-1}) ઈથેનમાં રહેલા કાર્બન-કાર્બન એકલ બંધની મજબૂતાઈ (બંધ એન્થાલ્પી, 384 kJ mol^{-1}) કરતાં વધુ હોય છે. ઈથીન અણુની કક્ષકીય રેખાકૃતિ આકૃતિ 13.4 અને 13.5માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 13.4 માત્ર σ બંધને દર્શાવતું ઈથીનનું કક્ષકીય ચિત્ર

13.3.2 નામકરણ (Nomenclature)

આલ્કીન સંયોજનના IUPAC નામકરણ માટે કાર્બન પરમાણુઓની દ્વિબંધયુક્ત દીર્ઘતમ શૃંખલાને પસંદ કરવામાં આવે છે. દ્વિબંધ નજીક હોય તેવા છેડેથી કાર્બન શૃંખલામાં કાર્બન પરમાણુઓને ક્રમ આપવામાં આવે છે. આલ્કેન નામમાં રહેલા પ્રત્યય 'એન' (ane)ને બદલે 'ઇન' (ene) પ્રત્યય લખવામાં



આકૃતિ 13.5 ઈથીનનું કક્ષકીય ચિત્ર કે જે દર્શાવે છે (a) π-બંધનું નિર્માણ (b) π ઇલેક્ટ્રૉન વાદળનું નિર્માણ (c) બંધકોણ અને બંધ લંબાઈ

આવે છે. એ યાદ રહેવું જોઈએ કે આલ્કીન શ્રેણીનું પ્રથમ સભ્ય CH_2 (C_nH_{2n}માં n ના સ્થાને 1 મૂકવાથી) છે, જે મિથિન તરીકે ઓળખાય છે, પરંતુ તેનું આયુષ્ય અતિ ટૂંકું છે. અગાઉ જણાવ્યું છે તે પ્રમાણે આલ્કીન શ્રેણીનો પ્રથમ સભ્ય C_2H_4 કે જે ઈથીલીન (સામાન્ય નામ) અથવા ઈથીનથી (IUPAC નામ) ઓળખાય છે. કેટલાક આલ્કીન સંયોજનોના IUPAC નામ નીચે દર્શાવ્યા છે.

બંધારણ	**IUPAC નામ**
$CH_3-CH=CH_2$	પ્રોપિન
$CH_3-CH_2-CH=CH_2$	બ્યુટ-1-ઈન
$CH_3-CH=CH-CH_3$	બ્યુટ-2-ઈન
$CH_2=CH-CH=CH_2$	બ્યુટા-1,3-ડાઈન
$CH_2=C(CH_3)-CH_3$	2-મિથાઈલપ્રોપ-1-ઈન
$CH_2=CH-CH(CH_3)-CH_3$	3-મિથાઈલબ્યુટ-1-ઈન

કોયડો 13.7

નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોના IUPAC નામ લખો.

(i) $(CH_3)_2CH-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH(C_2H_5)-CH_3$

(ii)

(iii) $CH_2=C(CH_2CH_2CH_3)_2$

(iv) $CH_3CH_2CH_2CH_2-CH(CH_3)-CH=C(CH_2CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

(iv) મૂળ બંધારણ: $CH_3CH_2CH_2CH_2$ અને CH_2CH_3 શાખાઓ સાથે $CH_3-CHCH=C-CH_2-CHCH_3$, CH_3 શાખા સાથે

ઉકેલ :

(i) 2,8-ડાયમિથાઈલડેકા-3,6-ડાઇન

(ii) ઓક્ટા-1,3,5,7-ટેટ્રાઇન

(iii) 2-n-પ્રોપાઈલપેન્ટ-1-ઈન

(iv) 4-ઇથાઇલ-2,6-ડાયમિથાઈલડેક-4-ઈન

કોયડો 13.8

ઉપરના બંધારણોમાં (i - iv) રહેલા સિગ્મા (σ) અને પાઇ (π) બંધોની સંખ્યાની ગણતરી કરો :

ઉકેલ :

σ બંધ : 33, π બંધ : 2

σ બંધ : 17, π બંધ : 4

σ બંધ : 23, π બંધ : 1

σ બંધ : 41, π બંધ : 1

13.3.3 સમઘટકતા (Isomerism)

આલ્કીન સંયોજનો બંધારણીય અને ભૌમિતિક એમ બંને પ્રકારની સમઘટકતા દર્શાવે છે.

બંધારણીય સમઘટકતા : આલ્કેન સંયોજનોની જેમ ઈથીન (C_2H_4) અને પ્રોપિન (C_3H_6)માં માત્ર એક જ બંધારણ હોય છે, પરંતુ પ્રોપિનથી ઉચ્ચતમ આલ્કીન સંયોજનો જુદા જુદા બંધારણ ધરાવે છે. C_4H_8 આણ્વીય સૂત્રવાળા આલ્કીન સંયોજનને નીચે મુજબ ત્રણ રીતે દર્શાવી શકાય છે.

I. $\overset{1}{C}H_2=\overset{2}{C}H-\overset{3}{C}H_2-\overset{4}{C}H_3$

બ્યુટ-1-ઈન

(C_4H_8)

II. $\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}H=\overset{3}{C}H-\overset{4}{C}H_3$

બ્યુટ-2-ઈન

(C_4H_8)

III. $\overset{1}{CH_2} = \overset{2}{C} - \overset{3}{CH_3}$
       |
       CH_3
2-મિથાઈલપ્રોપ-1-ઈન
(C_4H_8)

બંધારણો I અને III તથા II અને III **શૃંખલા સમઘટકતા**ના ઉદાહરણો છે, જ્યારે બંધારણો I અને II **સ્થાન સમઘટકો** છે.

કોયડો 13.9

C_5H_{10}વાળા આલ્કીન સંયોજનોના વિભિન્ન બંધારણીય સમઘટકોના બંધારણો અને IUPAC નામ લખો.

ઉકેલ :

(a) $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$
પેન્ટ-1-ઈન

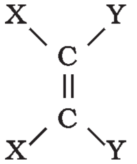
(b) $CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$
પેન્ટ-2-ઈન

(c) $CH_3 - C = CH - CH_3$
       |
       CH_3
2-મિથાઈલબ્યુટ-2-ઈન

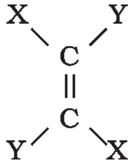
(d) $CH_3 - CH - CH = CH_2$
       |
       CH_3
3-મિથાઈલબ્યુટ-1-ઈન

(e) $CH_2 = C - CH_2 - CH_3$
       |
       CH_3
2-મિથાઈલબ્યુટ-1-ઈન

ભૌમિતિક સમઘટકતા : દ્વિબંધિત કાર્બન પરમાણુઓની બાકીની બે સંયોજકતાઓ બે પરમાણુ અથવા સમૂહો જોડાઈને સંતોષાય છે. જો પ્રત્યેક કાર્બનની સાથે જોડાયેલા બે પરમાણુઓ અથવા સમૂહો જુદા જુદા હોય તો તે YXC = CXY જેવું બંધારણ દર્શાવે છે. YXC = CXYની અવકાશીય ગોઠવણી નીચે મુજબ બે રીતે દર્શાવી શકાય છે :

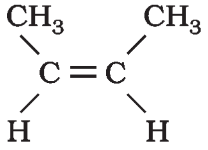


(a)

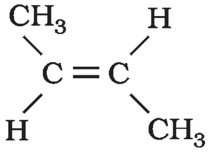


(b)

બંધારણ (a)માં બે સમાન પરમાણુઓ એટલે કે બંને X અથવા બંને Y દ્વિબંધથી જોડાયેલા કાર્બન પરમાણુઓ સાથે એક જ બાજુ જોડાયેલા છે, જ્યારે બંધારણ (b)માં બંને X અથવા બંને Y દ્વિબંધથી જોડાયેલા કાર્બન પરમાણુઓ સાથે વિરુદ્ધ દિશામાં જોડાયેલા છે. પરમાણુઓ અને સમૂહોની અવકાશમાં ભિન્ન ગોઠવણીને કારણે બે જુદી જુદી ગોઠવણી એટલે કે જુદા જુદા ભૌમિતિક બંધારણો (a) અને (b) જોવા મળે છે. તેથી તેઓ **અવકાશીય સમઘટકો** (stereoisomers) છે. તેઓની ભૂમિતિ સમાન ત્યારે થાય કે જ્યારે C=Cની આસપાસ પરમાણુઓ કે સમૂહોનું ભ્રમણ થઈ શકે, પરંતુ C=Cની આસપાસ મુક્ત ભ્રમણ થતું નથી. તે પ્રતિબંધિત (restricted) હોય છે. આ સંકલ્પનાને સમજવા માટે, બે સખત જાડા પૂંઠાના ટુકડા લો. તે બંનેને બે ખીલીઓની મદદથી જોડો. એક પૂંઠાને એક હાથથી પકડીને બીજા પૂંઠાને ભ્રમણ આપવાનો પ્રયાસ કરો. શું વાસ્તવમાં તમે બીજા પૂંઠાનું ભ્રમણ કરી શકો છો ? ના. કારણ કે તે ભ્રમણ પ્રતિબંધિત છે. આમ, પરમાણુઓ અને સમૂહોનું દ્વિબંધથી જોડાયેલા કાર્બન પરમાણુઓની આસપાસનું ભ્રમણ પ્રતિબંધિત હોવાના કારણે આવા સંયોજનો ભિન્ન ભૌમિતિક આકાર દર્શાવે છે. આ પ્રકારના અવકાશીય સમઘટકોને **ભૌમિતિક સમઘટકો** (geometrical isomers) કહે છે. આ પૈકીના જે સમઘટકમાં બે સમાન પરમાણુઓ કે સમૂહો દ્વિબંધથી જોડાયેલા કાર્બન પરમાણુઓની સાથે એક જ દિશામાં જોડાયેલા હોય તે તેને **સિસ** (સમપક્ષ) (cis) **સમઘટક** કહે છે. ઉપરાંત અન્ય સમઘટક કે જેમાં સમાન પરમાણુઓ કે સમૂહો દ્વિબંધથી જોડાયેલા કાર્બન પરમાણુઓની સાથે વિરુદ્ધ દિશામાં જોડાયેલા હોય તો તેને **ટ્રાન્સ** (વિપક્ષ) (trans) **સમઘટક** કહે છે. આમ, સિસ અને ટ્રાન્સ સમઘટકો સમાન બંધારણ ધરાવે છે પણ તેમનો વિન્યાસ (અવકાશમાં પરમાણુઓ અને સમૂહોની ગોઠવણી) ભિન્ન હોય છે. પરમાણુઓ અને સમૂહોની અવકાશમાં ભિન્ન ગોઠવણીના કારણે આ સમઘટકો તેઓના ગુણધર્મો જેવા કે ગલનબિંદુ, ઉત્કલનબિંદુ, દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રા, દ્રાવ્યતા વગેરેમાં તફાવત દર્શાવે છે. બ્યુટ-2-ઈનના ભૌમિતિક અથવા સિસ-ટ્રાન્સ સમઘટકોને નીચે દર્શાવવામાં આવ્યા છે.



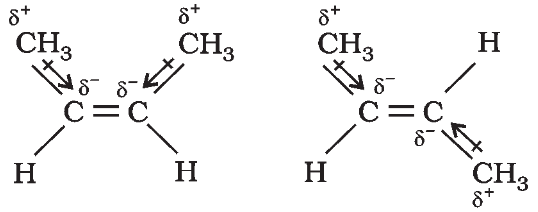
સિસ-બ્યુટ-2-ઈન
(ઉ.બિં. 277 K)



ટ્રાન્સ-બ્યુટ-2-ઈન
(ઉ.બિં. 274 K)

આલ્કીનના સિસ સમઘટક, ટ્રાન્સ સમઘટકની સાપેક્ષે વધુ ધ્રુવીય હોય છે. દા.ત., સિસ-બ્યુટ-2-ઈનની દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રા 0.33 ડીબાય છે, જ્યારે ટ્રાન્સ-બ્યુટ-2-ઈન માટે તેનું મૂલ્ય લગભગ શૂન્ય હોય છે, જે દર્શાવે છે કે ટ્રાન્સ-બ્યુટ-2-ઈન

અધ્રુવીય છે. આ બંને સમઘટકોના નીચે દર્શાવ્યા મુજબ વિભિન્ન બંધારણો દોરવાથી તે સ્પષ્ટ થયું કે ટ્રાન્સ-બ્યુટ-2-ઇનમાં બે મિથાઈલ સમૂહો એકબીજાની વિરુદ્ધ દિશામાં જોડાયેલા હોય છે, તેથી તેમાં રહેલા C–CH_3 બંધ એકબીજાની દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રાને નષ્ટ કરે છે, આમ ટ્રાન્સ સમઘટક અધ્રુવીય હોય છે.



સિસ-બ્યુટ-2-ઈન (μ = 0.33 D)   ટ્રાન્સ-બ્યુટ-2-ઈન (μ = 0)

ઘન સંયોજનોના કિસ્સામાં, ટ્રાન્સ સમઘટકનું ગલનબિંદુ સિસ સમઘટક કરતાં ઊંચું હોય છે.

ભૌમિતિક અથવા સિસ-ટ્રાન્સ સમઘટકતા XYC = CXZ અને XYC = CZW પ્રકારના આલ્કીન સંયોજનો દ્વારા પણ દર્શાવી શકાય છે.

કોયડો 13.10

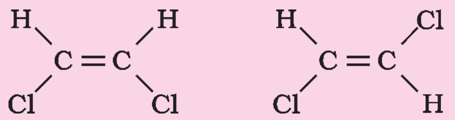
નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોના સિસ અને ટ્રાન્સ સમઘટકો દોરો અને તેમના IUPAC નામ લખો.

(i) CHCl = CHCl

(ii) $C_2H_5CCH_3 = CCH_3C_2H_5$

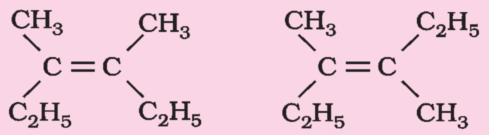
ઉકેલ :

(i)



સિસ-1,2-ડાયક્લોરોઇથેન   ટ્રાન્સ-1,2-ડાયક્લોરોઇથેન

(ii)



સિસ-3,4-ડાયમિથાઈલહેક્ઝ-3-ઇન   ટ્રાન્સ-3-4-ડાયમિથાઈલહેક્ઝ-3-ઇન

કોયડો 13.11

નીચે દર્શાવેલા ક્યા સંયોજનો સિસ-ટ્રાન્સ સમઘટકતા દર્શાવે છે ?

(i) $(CH_3)_2C = CH - C_2H_5$

(ii) $CH_2 = CBr_2$

(iii) $C_6H_5CH = CH–CH_3$

(iv) $CH_3CH = CClCH_3$

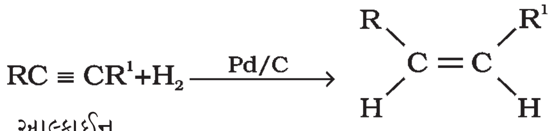
ઉકેલ :

(iii) અને (iv). બંધારણ (i) અને (ii)માં બે સમાન સમૂહો દ્વિબંધ ધરાવતા કોઈ એક જ કાર્બન પરમાણુ સાથે જોડાયેલા છે.

13.3.4 બનાવટ (Preparation)

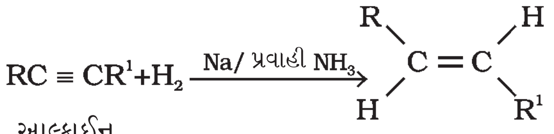
1. **આલ્કાઈન સંયોજનોમાંથી :** આલ્કાઈન સંયોજનોનું ડાયહાઇડ્રોજનના ગણતરીપૂર્વકના જથ્થા સાથે પેલેડિકૃત ચારકોલ કે જેને સલ્ફર સંયોજનો અથવા ક્વીનોલીન જેવા ઝેરી પદાર્થોથી નિષ્ક્રિય કરવામાં આવ્યો હોય છે તેની હાજરીમાં આંશિક રિડક્શન થવાથી આલ્કીન સંયોજનો બને છે. આંશિક રીતે નિષ્ક્રિય બનેલા પેલેડિકૃત ચારકોલને લિંડલાર ઉદ્દીપક (Lindlar's catalyst) કહે છે. આ રીતે પ્રાપ્ત થતા આલ્કીન સંયોજનોનું બંધારણ સિસ પ્રકારનું હોય છે. જ્યારે આલ્કાઈન સંયોજનોનું પ્રવાહી એમોનિયામાં રહેલા સોડિયમ સાથે રિડક્શન થવાથી ટ્રાન્સ આલ્કીન સંયોજનો બને છે.

(i)



આલ્કાઈન   સિસ-આલ્કીન   (13.30)

(ii)



આલ્કાઈન   ટ્રાન્સ-આલ્કીન   (13.31)

(iii) $CH{\equiv}CH + H_2 \xrightarrow{Pd/C} CH_2{=}CH_2$ (13.32)

ઇથાઇન   ઇથીન

(iv) $CH_3{-}C{\equiv}CH + H_2 \xrightarrow{Pd/C} CH_3{-}CH{=}CH_2$

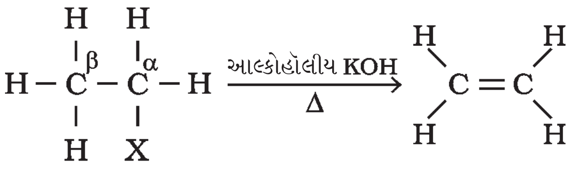
પ્રોપાઇન   પ્રોપિન

(13.33)

શું આ રીતે પ્રાપ્ત પ્રોપિન ભૌમિતિક સમઘટકતા દર્શાવશે ? તમારા જવાબની તરફેણ માટેનું કારણ શોધો.

2. **આલ્કાઈલ હેલાઈડ સંયોજનોમાંથી :** આલ્કાઈલ હેલાઈડ સંયોજનોને (R-X) આલ્કોહૉલીય પોટાશની (પોટેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડને ઇથેનોલ જેવા આલ્કોહૉલમાં દ્રાવ્ય

કરવાથી) હાજરીમાં ગરમ કરવાથી હેલોજન ઍસિડના એક અણુનું વિલોપન થઈ આલ્કીન સંયોજન બને છે. આ પ્રક્રિયાને **ડિહાઈડ્રોહેલોજીનેશન** કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયા **β-વિલોપન પ્રક્રિયા**નું ઉદાહરણ છે. કારણ કે β-કાર્બન પરમાણુ (જે કાર્બન સાથે હેલોજન પરમાણુ જોડાયેલો છે, તેની પછીનો કાર્બન પરમાણુ) પરથી હાઈડ્રોજન પરમાણુનું વિલોપન થાય છે.



(X = Cl, Br, I) (13.34)

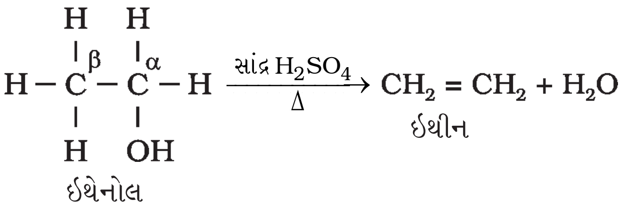
હેલોજન પરમાણુનો સ્વભાવ અને આલ્કાઈલ સમૂહ આ પ્રક્રિયાનો વેગ નક્કી કરે છે. હેલોજન પરમાણુ માટેનો ક્રમ આ મુજબનો જોવા મળ્યો છે : આયોડિન > બ્રોમિન > ક્લોરિન. જ્યારે આલ્કાઈલ સમૂહો માટેનો ક્રમ : તૃતીયક > દ્વિતીયક > પ્રાથમિક જોવા મળ્યો છે.

3. **વિસિનલ ડાયહેલાઈડ સંયોજનોમાંથી :** એવા ડાયહેલાઈડ સંયોજનો કે જેમાં બે સંલગ્ન કાર્બન પરમાણુઓ પર બે હેલોજન પરમાણુઓ જોડાયેલા હોય તો તેને વિસિનલ (સંનિધિ) ડાયહેલાઈડ સંયોજનો કહે છે. વિસિનલ ડાયહેલાઈડની ઝિંક ધાતુ સાથે પ્રક્રિયાથી ZnX_2 અણુ દૂર થઈ આલ્કીન બને છે. આ પ્રક્રિયાને **ડિહેલોજીનેશન** (dehalogenation) કહે છે.

$$CH_2Br - CH_2Br + Zn \rightarrow CH_2 = CH_2 + ZnBr_2 \quad (13.35)$$

$$CH_3CHBr - CH_2Br + Zn \rightarrow CH_3CH = CH_2 + ZnBr_2 \quad (13.36)$$

4. **આલ્કોહૉલ સંયોજનોમાંથી ઍસિડિક નિર્જળીકરણ દ્વારા :** એકમ 12માં વિભિન્ન સમાનધર્મી શ્રેણીના નામકરણ દરમિયાન તમે વાંચ્યું હશે કે આલ્કોહૉલ સંયોજનો, આલ્કેન સંયોજનોના હાઈડ્રૉક્સિ વ્યુત્પન્નો છે. તેઓને R–OH વડે દર્શાવાય છે. જ્યાં $R=C_nH_{2n+1}$. આલ્કોહૉલ સંયોજનોને સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરતાં પાણીનો એક અણુ દૂર થઈ આલ્કીન સંયોજન બને છે. આમ, ઍસિડની હાજરીમાં આલ્કોહૉલ અણુમાંથી પાણીનો અણુ દૂર થાય છે. આ પ્રક્રિયાને **આલ્કોહૉલ સંયોજનોનું ઍસિડિક નિર્જળીકરણ** કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયા β-વિલોપન પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ છે. કારણ કે –OH સમૂહ β-કાર્બન પરમાણુ પરના H પરમાણુનું વિલોપન કરે છે.



13.3.5 ગુણધર્મો (Properties)

ભૌતિક ગુણધર્મો :

સમઘટકતાના પ્રકારો અને ધ્રુવીય સ્વભાવ સિવાયના ભૌતિક ગુણધર્મોમાં આલ્કીન સંયોજનો, આલ્કેન સંયોજનો સાથે સમાનતા દર્શાવે છે. પ્રથમ ત્રણ સભ્યો વાયુ, પછીના ચૌદ સભ્યો પ્રવાહી અને તેથી વધુ કાર્બન સંખ્યાવાળા સભ્યો ઘનસ્વરૂપે હોય છે. ઈથીન રંગવિહીન અને થોડી મીઠી સુગંધવાળો વાયુ છે. અન્ય બધા આલ્કીન સંયોજનો રંગવિહીન, વાસવિહીન, પાણીમાં અદ્રાવ્ય પણ અધ્રુવીય દ્રાવકો જેવા કે બેન્ઝિન, પેટ્રોલિયમ ઈથર વગેરેમાં દ્રાવ્ય હોય છે. અણુનું કદ વધવાની સાથે તેના ઉત્કલનબિંદુમાં નિયમિત વધારો થાય છે, એટલે કે, પ્રત્યેક $–CH_2$ સમૂહ ઉમેરાવાથી તેના ઉત્કલનબિંદુમાં 20-30 Kનો વધારો થાય છે. આલ્કેન સંયોજનોની જેમ સરળ શૃંખલાવાળા આલ્કીન સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુ, સમઘટકીય શાખિત શૃંખલાવાળા આલ્કીન સંયોજનોની સરખામણીમાં ઊંચા હોય છે.

રાસાયણિક ગુણધર્મો :

આલ્કીન સંયોજનો નિર્બળ બંધિત π ઇલેક્ટ્રૉનના મહત્ત્વના સ્રોત છે. તેથી તેઓ યોગશીલ પ્રક્રિયા દર્શાવે છે, જેમાં ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક કાર્બન-કાર્બન દ્વિબંધ પર જોડાઈને યોગશીલ નીપજ બનાવે છે. કેટલાક પ્રક્રિયકો મુક્તમૂલક ક્રિયાવિધિથી પણ ઉમેરાય છે. કેટલીક વિશેષ પરિસ્થિતિઓમાં આલ્કીન સંયોજનો મુક્તમૂલક પ્રક્રિયાઓ દર્શાવે છે. આલ્કીન સંયોજનોમાં ઑક્સિડેશન અને ઓઝોનોલિસીસ પ્રક્રિયા મુખ્ય છે. આલ્કીન સંયોજનોની વિભિન્ન પ્રક્રિયાનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન નીચે આપવામાં આવ્યું છે.

1. **ડાયહાઈડ્રોજનનું ઉમેરણ :** આલ્કીન સંયોજનોમાં સૂક્ષ્મ વિભાજિત નિકલ, પેલેડિયમ અથવા પ્લેટિનમની હાજરીમાં ડાયહાઈડ્રોજન વાયુનો એક અણુ ઉમેરાઈને આલ્કેન સંયોજનો બનાવે છે (મુદ્દા નં. 13.2.2).
2. **હેલોજન તત્ત્વોનું ઉમેરણ :** આલ્કીન સંયોજનોમાં બ્રોમિન અથવા ક્લોરિન જેવા હેલોજન તત્ત્વો ઉમેરાઈને વિસિનલ ડાયહેલાઈડ બનાવે છે. જોકે આયોડિન સામાન્ય પરિસ્થિતિમાં યોગશીલ પ્રક્રિયા દર્શાવતું નથી, જ્યારે

બ્રોમિન અસંતૃપ્ત સ્થાન સાથે જોડાય છે ત્યારે તેનો લાલ-નારંગી રંગ દૂર થાય છે. આ પ્રક્રિયા અસંતૃપ્તતાની પરખ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. આલ્કીનમાં હેલોજનનું ઉમેરણ ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી યોગશીલ પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ છે. જેમાં ચક્રિય હેલોનિયમ આયનનું નિર્માણ સંકળાયેલું છે. જેનો અભ્યાસ તમે પછીના ધોરણમાં કરશો.

(i) $CH_2 = CH_2 + Br - Br \xrightarrow{CCl_4} CH_2(Br) - CH_2(Br)$

ઇથીન → 1,2-ડાયબ્રોમોઇથેન (13.38)

(ii) $CH_3{-}CH{=}CH_2 + Cl{-}Cl \longrightarrow CH_3{-}CH(Cl){-}CH_2(Cl)$

પ્રોપિન → 1,2-ડાયક્લોરોપ્રોપેન (13.39)

3. હાઇડ્રોજન હેલાઇડ સંયોજનોનું ઉમેરણ : આલ્કીન સંયોજનોમાં હાઇડ્રોજન હેલાઇડ સંયોજનો (HCl, HBr, HI) ઉમેરાઈને આલ્કાઇલ હેલાઇડ સંયોજનો બનાવે છે. હાઇડ્રોજન સંયોજનોની પ્રતિક્રિયાત્મકતાનો ક્રમ HI > HBr > HCl છે. આલ્કીન સંયોજનોમાં હેલોજન તત્ત્વોના ઉમેરણની જેમ આલ્કીન સંયોજનોમાં હાઇડ્રોજન હેલાઇડ સંયોજનોનું ઉમેરણ ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી યોગશીલ પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ છે. હવે આપણે આ બાબતને સમમિત અને અસમમિત આલ્કીન સંયોજનોની HBr સાથેની યોગશીલ પ્રક્રિયાના ઉદાહરણથી સમજીએ.

સમમિત આલ્કીન સંયોજનોમાં HBrની યોગશીલ પ્રક્રિયા

સમમિત આલ્કીન સંયોજનોમાં (દ્વિબંધ સાથે સમાન સમૂહો જોડાયેલા હોય છે) HBrની યોગશીલ પ્રક્રિયા ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી યોગશીલ પ્રક્રિયાની ક્રિયાવિધિ મુજબ થાય છે.

$$CH_2 = CH_2 + H - Br \longrightarrow CH_3 - CH_2 - Br \quad (13.40)$$

$$CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3{-}CH_2CH(Br)CH_3 \quad (13.41)$$

અસમમિત આલ્કીન સંયોજનોમાં HBrની યોગશીલ પ્રક્રિયા (માર્કોવનીકોવનો નિયમ)

પ્રોપિનમાં HBr કેવી રીતે ઉમેરાશે ? તેમાં બે સંભવિત નીપજો I અને II છે.

$$CH_3 - CH = CH_2 + H - Br \longrightarrow$$

I: $CH_3 - CH(Br) - CH_3$ 2-બ્રોમોપ્રોપેન

II: $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}Br$ 1-બ્રોમોપ્રોપેન

(13.42)

રશિયન રસાયણવિજ્ઞાની માર્કોવનીકોવે (Markovnikov) આવી પ્રક્રિયાઓનો ઊંડાણમાં અભ્યાસ કર્યા બાદ 1869માં એક સામાન્ય નિયમ રજૂ કર્યો કે જેને **માર્કોવનીકોવનો નિયમ** કહે છે. આ નિયમ મુજબ ઉમેરાનાર અણુનો ઋણ ભાગ આલ્કીન સંયોજનમાં જે કાર્બન પર હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ ઓછા હોય ત્યાં ઉમેરાય છે. આમ, આ નિયમ મુજબ નીપજ (I) એટલે કે 2-બ્રોમોપ્રોપેન અપેક્ષિત છે. વાસ્તવિક વ્યવહારમાં નીપજ (I) તે પ્રક્રિયાની મુખ્ય નીપજ છે. માર્કોવનીકોવના નિયમના સામાન્યીકરણને પ્રક્રિયાની ક્રિયાવિધિ દ્વારા સારી રીતે સમજી શકાય છે.

ક્રિયાવિધિ

હાઇડ્રોજન બ્રોમાઇડ ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક H^+ આપે છે કે જે દ્વિબંધ પર હુમલો કરી નીચે દર્શાવ્યા મુજબ કાર્બોકેટાયન બનાવે છે.

$$\overset{3}{H_3C} - \overset{2}{CH} = \overset{1}{CH_2} + H - Br \xrightarrow{H^+}$$

$H_3C{-}CH_2{-}\overset{+}{C}H_2 + \overset{-}{Br}$ — (a) ઓછું સ્થાયી પ્રાથમિક કાર્બોકેટાયન

$H_3C{-}\overset{+}{C}H{-}CH_3 + \overset{-}{Br}$ — (b) વધુ સ્થાયી દ્વિતીયક કાર્બોકેટાયન

(i) દ્વિતીયક કાર્બોકેટાયન (b), પ્રાથમિક કાર્બોકેટાયન (a) કરતાં વધુ સ્થાયી છે, તેથી દ્વિતીયક કાર્બોકેટાયન વિશેષ પ્રમાણમાં બનશે કારણ કે તે ઝડપી બને છે.

(ii) કાર્બોકેટાયન (b) પર Br^-ના હુમલાથી નીચે દર્શાવ્યા મુજબની નીપજ બને છે.

$$Br^- + H_3C - \overset{+}{C}H - CH_3 \longrightarrow H_3C - CH(Br) - CH_3$$

2-બ્રોમોપ્રોપેન (મુખ્ય નીપજ)

પ્રતિમાર્કોવનીકોવ યોગશીલ અથવા પૅરૉક્સાઇડ અસર અથવા ખરાશ અસર

પેરૉક્સાઇડની હાજરીમાં પ્રોપિન જેવા અસમમિત આલ્કીન સંયોજનોમાં HBrનું ઉમેરણ માર્કોવનીકોવ નિયમથી ઊલટું જોવા મળે છે. આવું માત્ર HBr સાથે જોવા મળે છે, પરંતુ HCl અને HI સાથે આવું જોવા મળતું નથી. આ યોગશીલ પ્રક્રિયાનો અભ્યાસ 1933માં શિકાગો યુનિવર્સિટીમાં એમ. એસ. ખરાશ (M. S. Kharash) અને એફ. આર. મેયો (F. R. Mayo) દ્વારા કરવામાં આવ્યો હતો. આ પ્રક્રિયાને પેરૉક્સાઇડ અથવા ખરાશ અસર અથવા પ્રતિમાર્કોવનીકોવ યોગશીલ પ્રક્રિયા કહેવામાં આવે છે.

$$CH_3-CH=CH_2+HBr \xrightarrow{(C_6H_5CO)_2O_2} CH_3-CH_2-CH_2Br$$

1-બ્રોમોપ્રોપેન (13.43)

ક્રિયાવિધિ : પેરૉક્સાઇડ અસર, જે મુક્તમૂલક શૃંખલા ક્રિયાવિધિ દ્વારા થાય છે, તે નીચે દર્શાવેલ છે.

(i)

$$C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_5 \xrightarrow{\text{સમવિભાજન}}$$

બેન્ઝોઇલ પેરૉક્સાઇડ

$$2C_6H_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\ddot{\dot{O}}: \rightarrow 2\dot{C}_6H_5 + 2CO_2$$

(ii) $\dot{C}_6H_5 + H-Br \xrightarrow{\text{સમવિભાજન}} C_6H_6 + \dot{B}r$

(iii) $CH_3-CH=CH_2 + \dot{B}r$ ↓ સમવિભાજન

$CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{CH}}-\dot{C}H_2$ (a) (ઓછુ સ્થાયી પ્રાથમિક મુક્તમૂલક)

$CH_3-\dot{C}H-CH_2-Br$ (b) (વધુ સ્થાયી દ્વિતીયક મુક્તમૂલક)

(iv) $CH_3-\dot{C}H-CH_2Br + H-Br \xrightarrow{\text{સમવિભાજન}} CH_3-CH_2-CH_2Br + \dot{B}r$

(મુખ્ય નીપજ)

(v) $CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{CH}}-\dot{C}H_2 + H-Br \xrightarrow{\text{સમવિભાજન}} CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{CH}}-CH_3 + \dot{B}r$

(અલ્પ નીપજ)

ઉપરોક્ત ક્રિયાવિધિથી (તબક્કો (iii)) બનેલા દ્વિતીયક મુક્તમૂલક, પ્રાથમિક મુક્તમૂલકની સરખામણીમાં વધુ સ્થાયી છે. તેથી 1-બ્રોમોપ્રોપેન મુખ્ય નીપજ તરીકે પ્રાપ્ત થાય છે. આ બાબત ધ્યાન રાખવા જેવી છે કે પેરૉક્સાઇડ અસર HCl અને HIની યોગશીલ પ્રક્રિયામાં જોવા મળતી નથી. આમ થવાનું કારણ એ છે કે H–Cl બંધ ($430.5\ kJ\ mol^{-1}$) H–Br બંધ ($363.7\ kJ\ mol^{-1}$) કરતાં વધુ મજબૂત હોય છે, જેનું મુક્તમૂલક દ્વારા ખંડન થતું નથી, જ્યારે H–I બંધ ($296.8\ kJ\ mol^{-1}$) નિર્બળ હોય છે, તેથી આયોડિન મુક્તમૂલક દ્વિબંધમાં ઉમેરાવાના બદલે એકબીજા સાથે જોડાઈને આયોડિન અણુ બનાવે છે.

કોયડો 13.12

હેક્ઝ-1-ઈનની HBr સાથેની યોગશીલ પ્રક્રિયાથી મળતી નીપજોના IUPAC નામ લખો.

(i) પેરૉક્સાઇડની ગેરહાજરીમાં

(ii) પેરૉક્સાઇડની હાજરીમાં

ઉકેલ :

(i) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3+H-Br$ (હેક્ઝ-1-ઈન)

↓ પેરૉક્સાઇડની ગેરહાજરી

$CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

2-બ્રોમોહેક્ઝેન

(ii) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3+H-Br$

↓ પેરૉક્સાઇડ

$\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

1-બ્રોમોહેક્ઝેન

4. **સલ્ફ્યુરિક ઍસિડનું ઉમેરણ :** આલ્કીન સંયોજનોમાં ઠંડા સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને ઉમેરવામાં આવે છે ત્યારે માર્કોવનીકોવના નિયમ મુજબ ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી યોગશીલ પ્રક્રિયા દ્વારા આલ્કાઈલ હાઇડ્રોજન સલ્ફેટ બને છે.

$$CH_2 = CH_2 + H-O-\overset{\overset{O}{||}}{\underset{\underset{O}{||}}{S}}-O-H \longrightarrow CH_3-CH_2-O\,SO_2-OH \text{ અથવા } C_2H_5HSO_4$$

ઈથાઈલ હાઇડ્રોજન સલ્ફેટ

(13.44)

$$CH_3-CH=CH_2 + HOSO_2OH \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{OSO_2OH}{|}}{CH}-CH_3$$

પ્રોપાઈલ હાઇડ્રૉજન સલ્ફેટ

(13.45)

5. પાણીનું ઉમેરણ : સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના થોડા ટીપાઓની (drops) હાજરીમાં આલ્કીન સંયોજનો પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી માર્કોવનીકોવના નિયમ મુજબ આલ્કોહૉલ સંયોજનો બનાવે છે.

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} (CH_3)_2\underset{\underset{OH}{|}}{C}-CH_3$$

2-મિથાઈલપ્રોપિન 2-મિથાઈલપ્રોપેન-2-ઑલ

(13.46)

6. ઑક્સિડેશન :

(a) આલ્કીન સંયોજનો ઠંડા, મંદ પોટેશિયમ પરમેંગેનેટના જલીય દ્રાવણ (બેયર પ્રક્રિયક) સાથે પ્રક્રિયા કરી વિસિનલ ગ્લાયકોલ બનાવે છે. $KMnO_4$નું દ્રાવણ રંગવિહીન બનવાની પ્રક્રિયા, અસંતૃપ્તાની પરખ માટેની કસોટી તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

$$CH_2=CH_2 + H_2O + O \xrightarrow[273\ K]{\text{મંદ } KMnO_4} \underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}-\underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}$$

ઈથેન-1,2-ડાયોલ (ગ્લાયકોલ)

(13.47)

$$CH_3-CH=CH_2 + H_2O + O \xrightarrow[273\,K]{\text{મંદ } KMnO_4} CH_3CH(OH)CH_2OH$$

પ્રોપેન-1,2-ડાયોલ

(13.48)

(b) આલ્કીન સંયોજનો ઍસિડિક પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ અથવા ઍસિડિક પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ દ્વારા કિટોન અને/અથવા ઍસિડ સંયોજનોમાં ઑક્સિડેશન પામે છે. આ પ્રક્રિયાની નીપજ આલ્કીનના સ્વભાવ અને પ્રક્રિયાની પરિસ્થિતિ પર આધાર રાખે છે.

$$(CH_3)_2C=CH_2 \xrightarrow{KMnO_4/H^+} (CH_3)_2C=O + CO_2 + H_2O$$

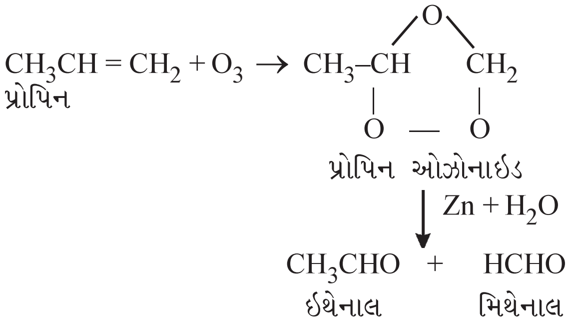
2-મિથાઈલપ્રોપિન પ્રોપેન-2-ઑન (13.49)

$$CH_3-CH=CH-CH_3 \xrightarrow{KMnO_4/H^+} 2CH_3COOH$$

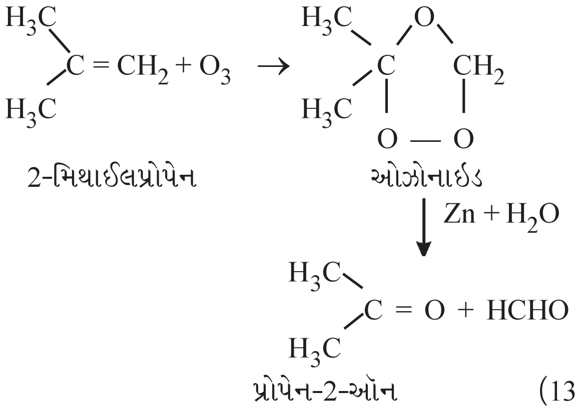
બ્યુટ-2-ઈન ઈથેનોઈક ઍસિડ

(13.50)

7. ઓઝોનોલિસીસ : આલ્કીન સંયોજનમાં ઓઝોન અણુ ઉમેરાઈને ઓઝોનાઇડ બનાવે છે, જે $Zn-H_2O$ દ્વારા તૂટીને નાના અણુઓમાં ફેરવાય છે. આ પ્રક્રિયાને ઓઝોનોલિસીસ કહે છે. આ પ્રક્રિયા આલ્કીન અથવા અસંતૃપ્ત સંયોજનોમાં દ્વિબંધનું સ્થાન નક્કી કરવામાં વધુ ઉપયોગી છે.



(13.51)



(13.52)

8. પોલિમરાઈઝેશન (બહુલીકરણ) : તમે પોલિથીન થેલીઓ અને પોલિથીન શીટથી પરિચિત હશો. ઊંચા તાપમાને, ઊંચા દબાણે અને ઉદ્દીપકની હાજરીમાં અનેક ઈથીન અણુઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને પોલિથીન બનાવે છે. આ રીતે મળતા મોટા અણુને પોલિમર કહે છે. આ પ્રક્રિયાને **પોલિમરાઈઝેશન** (બહુલીકરણ) કહે છે. જે સાદા અણુઓમાંથી પોલિમર બને છે તે સાદા અણુને **મોનોમર** કહે છે. અન્ય આલ્કીન સંયોજનો પણ પોલિમરાઇઝેશન દર્શાવે છે.

$$n(CH_2{=}CH_2) \xrightarrow[\text{ઉદ્દીપક}]{\text{ઊંચું તાપમાન/દબાણ}} \left(CH_2 - CH_2 \right)_n$$

પોલિથીન

(13.53)

$$n(CH_3{-}CH{=}CH_2) \xrightarrow[\text{ઉદ્દીપક}]{\text{ઊંચું તાપમાન/દબાણ}} \left(\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_2 \right)_n$$

પોલિપ્રોપિન

(13.54)

પોલિમર સંયોજનોનો ઉપયોગ પ્લાસ્ટિકની બૅગ, બોટલ, રેફ્રિજરેટર, ડિશ, રમકડાં, પાઇપો, રેડિયો અને ટી.વી. કેબિનેટ વગેરે બનાવવામાં થાય છે. પોલિપ્રોપિલીનનો ઉપયોગ દૂધના કૅરેટ, પ્લાસ્ટિકની ડોલો અને અન્ય ચોક્કસ બીબાં ઢાળીને બનાવાતી (moulded) વસ્તુઓ વગેરે બનાવવામાં થાય છે. જો કે હાલમાં પોલિથીન અને પ્રોલિપ્રોપિલીનનો વધુ પડતો ઉપયોગ આપણા માટે ચિંતાનો વિષય બની ગયો છે.

13.4 આલ્કાઈન સંયોજનો (Alkynes)

આલ્કીન સંયોજનોની જેમ આલ્કાઈન સંયોજનો પણ અસંતૃપ્ત હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનો છે. તેમાં બે કાર્બનની વચ્ચે ઓછામાં ઓછો એક ત્રિબંધ આવેલો હોય છે. આલ્કેન અથવા આલ્કીન સંયોજનોની સરખાણીમાં આલ્કાઈન સંયોજનોમાં હાઇડ્રૉજન પરમાણુઓની સંખ્યા ઓછી હોય છે. તેમનું સામાન્ય સૂત્ર C_nH_{2n-2} છે.

આલ્કાઈન શ્રેણીનું પ્રથમ સ્થાયી સભ્ય ઇથાઇન છે કે જે એસિટિલીનના નામથી પ્રચલિત છે. એસિટિલીનનો ઉપયોગ આર્ક વેલ્ડિંગ માટેની ઑક્સિએસિટિલીન જ્યોતમાં થાય છે કે જે ઑક્સિજન વાયુ અને ઍસિટિલીનના મિશ્રણથી બને છે. આલ્કાઈન સંયોજનો ઘણા કાર્બનિક સંયોજનોની બનાવટ માટે પ્રારંભિક પદાર્થ તરીકે વપરાય છે. આમ કાર્બનિક સંયોજનોના આ વર્ગનો અભ્યાસ રસપ્રદ છે.

13.4.1 નામકરણ અને સમઘટકતા (Nomenclature and Isomerism)

સામાન્ય પદ્ધતિમાં આલ્કાઈન સંયોજનો એસિટિલીન વ્યુત્પન્નોના નામથી ઓળખાય છે. IUPAC પદ્ધતિમાં તેમના નામકરણ માટે અનુવર્તી આલ્કેનના પ્રત્યય 'એન' સ્થાને 'આઈન' પ્રત્યય લગાવવામાં આવે છે. ત્રિબંધનું સ્થાન ત્રિબંધની સાથે જોડાયેલ પ્રથમ કાર્બનના ક્રમથી દર્શાવવામાં આવે છે. આલ્કાઈન શ્રેણીના કેટલાક સભ્યોના સામાન્ય અને IUPAC નામ કોષ્ટક 13.2માં દર્શાવ્યા છે.

તમે અગાઉ શીખ્યા છો તે પ્રમાણે ઈથાઈન અને પ્રોપાઈન અણુઓનું માત્ર એક જ બંધારણ શક્ય હોય છે, પરંતુ બ્યુટાઈનમાં બે બંધારણો શક્ય છે : (i) બ્યુટ-1-આઈન અને (ii) બ્યુટ-2-આઈન. આ બે સંયોજનોના બંધારણો તેમાં રહેલા ત્રિબંધના સ્થાનને કારણે જુદા પડે છે, તેથી તેઓને **સ્થાન સમઘટકો** કહે છે. પછીનો સમાનધર્મી શ્રેણીનો ઘટક એટલે પછીનું આલ્કાઈન સંયોજન કે જેનું આણ્વીય સૂત્ર C_5H_8 છે. તેના બંધારણો તમે કેટલી રીતે દોરી શકશો ? તો ચાલો આપણે પાંચ કાર્બનને સરળ શૃંખલા અને ઉપશૃંખલામાં ગોઠવવાનો પ્રયત્ન કરીએ. તેના શક્ય બંધારણો નીચે દર્શાવ્યા છે.

	બંધારણ	IUPAC નામ
I.	$\overset{1}{H}\overset{2}{C}\equiv \overset{3}{C}-\overset{4}{CH_2}-\overset{5}{CH_2}-CH_3$	પેન્ટ-1-આઈન
II.	$\overset{1}{H_3C}-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{CH_2}-\overset{5}{CH_3}$	પેન્ટ-2-આઈન
III.	$\overset{4}{H_3C}-\overset{3}{\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{CH}}-\overset{2}{C}\equiv\overset{1}{CH}$	3-મિથાઈલબ્યુટ-1-આઈન

બંધારણો I અને II સ્થાન સમઘટકો અને બંધારણો I અને III તથા II અને III શૃંખલા સમઘટકો છે.

કોયડો 13.13

આલ્કાઈન શ્રેણીના પાંચમા સભ્યના વિભિન્ન સમઘટકો દોરો અને તેઓના IUPAC નામ લખો. વિભિન્ન પ્રકારના સમઘટકોની જોડીઓ કઈ સમઘટકતા દર્શાવે છે ?

ઉકેલ :

આલ્કાઈન શ્રેણીના પાંચમા સભ્યનું આણ્વીય સૂત્ર C_6H_{10} છે. તેના શક્ય સમઘટકો :

કોષ્ટક 13.2 આલ્કાઈન સંયોજનોના સામાન્ય અને IUPAC નામ (C_nH_{2n-2})

nનું મૂલ્ય	સૂત્ર	બંધારણ	સામાન્ય નામ	IUPAC નામ
2	C_2H_2	H-C≡CH	એસિટિલીન	ઈથાઈન
3	C_3H_4	CH_3-C≡CH	મિથાઈલએસિટિલીન	પ્રોપાઈન
4	C_4H_6	CH_3CH_2-C≡CH	ઈથાઇલએસિટિલીન	બ્યુટ-1-આઈન
4	C_4H_6	CH_3-C≡C-CH_3	ડાયમિથાઈલએસિટિલીન	બ્યુટ-2-આઈન

(a) $HC \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
હેક્ઝ-1-આઈન

(b) $CH_3 - C \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_3$
હેક્ઝ-2-આઈન

(c) $CH_3 - CH_2 - C \equiv C - CH_2 - CH_3$
હેક્ઝ-3-આઈન

(d) $HC \equiv C - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$
3-મિથાઈલપેન્ટ-1-આઈન

(e) $HC \equiv C - CH_2 - CH(CH_3) - CH_3$
4-મિથાઈલપેન્ટ-1-આઈન

(f) $CH_3 - C \equiv C - CH(CH_3) - CH_3$
4-મિથાઈલપેન્ટ-2-આઈન

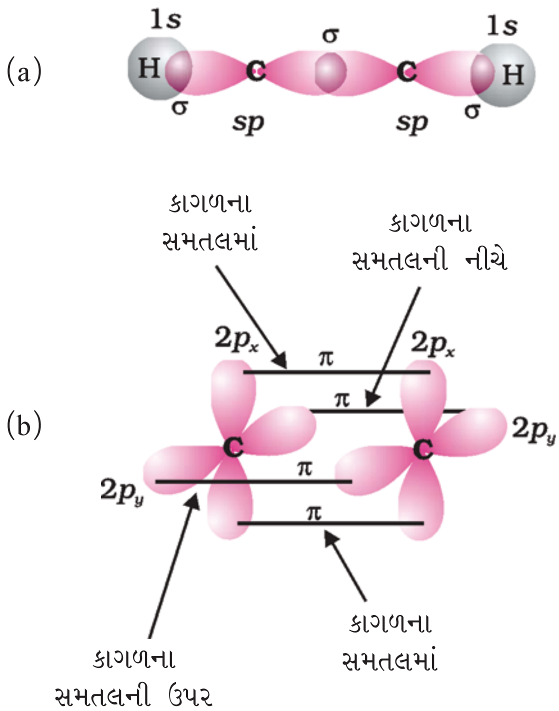
(g) $HC \equiv C - C(CH_3)_2 - CH_3$
3,3-ડાયમિથાઈલબ્યુટ-1-આઈન

વિભિન્ન સમઘટકોની જોડીઓ સ્થાન અને શૃંખલા સમઘટકતા દર્શાવે છે.

13.4.2 ત્રિબંધનું બંધારણ (Structure of Triple Bond)

ઈથાઈન આલ્કાઈન શ્રેણીનો સૌથી સાદો અણુ છે. ઈથાઈનનું બંધારણ આકૃતિ 13.6માં દર્શાવેલ છે.

ઈથાઈનના પ્રત્યેક કાર્બન પાસે બે *sp* સંકૃત કક્ષકો છે. ઈથાઈનના બંને કાર્બનની એક-એક *sp* કક્ષકો બંધરેખા પર સંમિશ્રણ પામી કાર્બન-કાર્બન સિગ્મા (σ) બંધ બનાવે છે, જ્યારે બંને કાર્બનની બાકીની *sp* સંકૃત કક્ષકો બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની એક-એક 1*s* કક્ષક સાથે આંતરકેન્દ્રિય અક્ષ પર સંમિશ્રણ પામી બે C–H સિગ્મા બંધ બનાવે છે. તેથી H–C–C બંધકોણ 180° નો હોય છે. પ્રત્યેક કાર્બન પાસે બે અસંકૃત *p* કક્ષકો હોય છે જે એકબીજાને લંબ અને C–C



આકૃતિ 13.6 ઈથાઈનની કક્ષકીય આકૃતિમાં (a) સિગ્મા સંમિશ્રણ (b) પાઈ સંમિશ્રણ

સિગ્માબંધના સમતલને પણ લંબ હોય છે. એક કાર્બનની 2*p* કક્ષકો બીજા કાર્બનની 2*p* કક્ષકોને સમાંતર હોય છે, કે જેઓ બાજુએથી સંમિશ્રણ પામી બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે બે પાઈ (π) બંધો બનાવે છે. આમ, ઈથાઈન અણુ એક C–C σ બંધ, બે C–H σ બંધ અને બે C–C π બંધ ધરાવે છે. $C \equiv C$ બંધ (બંધ એન્થાલ્પી 823 kJ mol^{-1}), $C = C$ બંધ (બંધ એન્થાલ્પી 681 kJ mol^{-1}) અને C–C બંધ (બંધ એન્થાલ્પી 348 kJ mol^{-1}) કરતાં વધુ મજબૂત છે. $C \equiv C$ બંધલંબાઈ(120 pm), C=C (133 pm) અને C–C (154 pm) બંધલંબાઈ કરતાં ટૂંકી છે. ઈલેક્ટ્રૉન વાદળ બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચેના આંતરકેન્દ્રિય અક્ષ પર નળાકારીય સમમિતિય રીતે છવાયેલું હોય છે. આમ, ઈથાઈન એક રેખીય અણુ છે.

13.4.3 બનાવટ (Preparation)

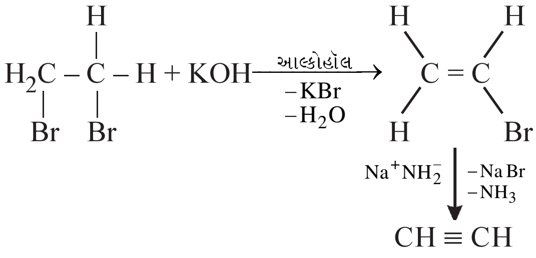
1. **કેલ્શિયમ કાર્બાઈડમાંથી :** ઔદ્યોગિક સ્તરે ઈથાઈનને કેલ્શિયમ કાર્બાઈડની પાણી સાથેની પ્રક્રિયાથી બનાવવામાં આવે છે. કળી ચૂનાને (quick lime) કૉક સાથે ગરમ કરવાથી કેલ્શિયમ કાર્બાઈડ બનાવી શકાય છે. કળી ચૂનો નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે ચૂનાના પથ્થરને ગરમ કરવાથી મેળવી શકાય છે.

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2 \qquad (13.55)$$

$$CaO + 3C \rightarrow \underset{\text{કેલ્શિયમ કાર્બાઈડ}}{CaC_2} + CO \quad (13.56)$$

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2 \quad (13.57)$$

2. વિસિનલ ડાયહેલાઈડ સંયોજનોમાંથી : વિસિનલ ડાયહેલાઈડ સંયોજનોની આલ્કોહૉલીય પોટેશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા થવાથી ડિહાઇડ્રોહેલોજીનેશન થાય છે. હાઇડ્રૉજન હેલાઈડના એક અણુનું વિલોપન થવાથી આલ્કીનાઈલ (alkenyl) હેલાઈડ બને છે, જેની સોડાલાઇમ સાથે પ્રક્રિયા થવાથી આલ્કાઈન મળે છે.



(13.58)

13.4.4 ગુણધર્મો (Properties)

ભૌતિક ગુણધર્મો

આલ્કાઈન સંયોજનોના ભૌતિક ગુણધર્મો, આલ્કીન અને આલ્કેન સંયોજનોના ભૌતિક ગુણધર્મોના વલણને અનુસરે છે. આલ્કાઈન શ્રેણીના પ્રથમ ત્રણ સભ્યો વાયુ, તે પછીના આઠ સભ્યો પ્રવાહી અને તેથી વધુ કાર્બન ધરાવતા સભ્યો ઘન સ્વરૂપમાં હોય છે. બધા આલ્કાઈન સંયોજનો રંગવિહીન હોય છે. ઇથાઇન લાક્ષણિક વાસ ધરાવે છે, જ્યારે અન્ય સભ્યો વાસવિહીન હોય છે. આલ્કાઈન સંયોજનો નિર્બળ ધ્રુવીય સ્વભાવ ધરાવે છે. તેઓ પાણી કરતાં હલકા અને પાણી સાથે અમિશ્રિત હોય છે, પરંતુ કાર્બનિક દ્રાવકો જેવા કે ઇથર, કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડ અને બેન્ઝિનમાં દ્રાવ્ય હોય છે. તેઓના મોલરદળ વધવાની સાથે ગલનબિંદુ, ઉત્કલનબિંદુ અને ઘનતા વધતી જાય છે.

રાસાયણિક ગુણધર્મો

આલ્કાઈન સંયોજનો નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઍસિડિક સ્વભાવ, યોગશીલ પ્રક્રિયા અને પૉલિમરાઇઝેશન પ્રક્રિયાઓ આપે છે.

A. આલ્કાઈનનો ઍસિડિક સ્વભાવ : સોડિયમ ધાતુ અને સોડામાઇડ ($NaNH_2$) પ્રબળ બેઇઝ છે. તેઓ ઇથાઇન સાથે પ્રક્રિયા કરી ડાયહાઇડ્રોજન વાયુ મુક્ત કરીને સોડિયમ એસિટિલાઇડ બનાવે છે. ઇથીન અને ઇથેન આવી પ્રક્રિયાઓ આપતા નથી જે દર્શાવે છે કે ઇથીન અને ઇથેનની સાપેક્ષમાં ઇથાઇન ઍસિડિક સ્વભાવ ધરાવે છે. આવું કેમ ? શું તેના બંધારણ અને સંકરણના કારણે થતું હશે ? તમે એ શીખ્યા છો કે ઇથાઇનમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુ *sp* સંકૃત કાર્બન સાથે, ઇથીનમાં sp^2 સંકૃત કાર્બન પરમાણુ સાથે તથા ઇથેનમાં sp^3 સંકૃત કાર્બન પરમાણુ સાથે જોડાયેલા હોય છે. ઇથાઇન અણુમાં કાર્બન પરમાણુની *sp* સંકૃત કક્ષકમાં *s* લાક્ષણિકતા વધુ હોવાથી (50 %) તેની વિદ્યુતઋણતા વધુ હોય છે. તેથી ઇથાઇન અણુમાં કાર્બન પરમાણુની *sp* સંકૃત કક્ષક C–H બંધના સહિયારા ઇલેક્ટ્રૉન યુગ્મને પોતાની તરફ, ઇથીનમાં રહેલા કાર્બનની sp^2 સંકૃત કક્ષક અને ઇથેનમાં રહેલા કાર્બનની sp^3 સંકૃત કક્ષક કરતાં વધુ પ્રમાણમાં આકર્ષે છે. તેથી ઇથેન અને ઇથીન કરતાં ઇથાઇનમાં રહેલો હાઇડ્રોજન પરમાણુ વધુ સરળતાથી પ્રોટોન તરીકે છૂટો પડી શકે છે. આમ, ઇથાઇનમાં ત્રિબંધ ધરાવનાર કાર્બન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલા હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ ઍસિડિક સ્વભાવ ધરાવે છે. તમે નોંધી શકો છો કે આલ્કાઈન સંયોજનોના બધા હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ ઍસિડિક સ્વભાવ ધરાવતા નથી, પરંતુ માત્ર ત્રિબંધ બનાવનાર કાર્બન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલા હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ જ ઍસિડિક સ્વભાવ ધરાવે છે.

$$HC \equiv CH + Na \rightarrow \underset{\text{મોનોસોડિયમ ઇથીનાઇડ}}{HC \equiv C^-Na^+} + \frac{1}{2}H_2 \quad (13.59)$$

$$HC \equiv C^-Na^+ + Na \rightarrow \underset{\text{ડાયસોડિયમ ઇથીનાઇડ}}{Na^+C^- \equiv C^-Na^+} + \frac{1}{2}H_2 \quad (13.60)$$

$$CH_3 - C \equiv C - H \quad + \quad Na^+NH^-_2$$
$$\downarrow$$
$$\underset{\text{સોડિયમ પ્રોપિનાઇડ}}{CH_3 - C \equiv C^-Na^+} \quad + \quad NH_3 \quad (13.61)$$

આ પ્રક્રિયાઓ આલ્કેન અને આલ્કીન સંયોજનો આપતા નથી. તેથી આ પ્રક્રિયા આલ્કેન, આલ્કીન અને આલ્કાઈન સંયોજનોને વિભેદિત કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. બ્યુટ-1-આઇન તથા બ્યુટ-2-આઇન સાથે ઉપરોક્ત પ્રક્રિયા કરવામાં આવે તો શું થશે ? આલ્કેન, આલ્કીન અને આલ્કાઈન સંયોજનોના ઍસિડિક સ્વભાવનો ક્રમ નીચે દર્શાવેલ છે.

(i) $HC \equiv CH > H_2C = CH_2 > CH_3 - CH_3$

(ii) $HC{\equiv}CH > CH_3{-}C{\equiv}CH >> CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3$

B. યોગશીલ પ્રક્રિયાઓ : આલ્કાઈન સંયોજનોમાં ત્રિબંધ હોય છે. તેથી તેઓ ડાયહાઇડ્રોજન, હેલોજન, હાઇડ્રોજન

હેલાઈડ વગેરેના બે અણુઓને ઉમેરી શકે છે. યોગશીલ નીપજ નીચે દર્શાવેલા તબક્કા મુજબ બને છે.

$$-C \equiv C- + H-Z \xrightarrow{H^+} -\overset{\overset{H}{|}}{C} = \overset{\oplus}{C} - + :\bar{Z} \rightarrow -\overset{\overset{H}{|}}{C} = \overset{\overset{Z}{|}}{C}-$$

વિનાઈલિક કેટાયન

બનતી યોગશીલ નીપજનો આધાર વિનાઈલિક કેટાયનની સ્થાયીતા પર છે. અસમમિત આલ્કાઈન સંયોજનોમાં યોગશીલ પ્રક્રિયા માર્કોવનીકોવના નિયમ મુજબ થાય છે. આલ્કાઈન સંયોજનોની મોટા ભાગની પ્રક્રિયાઓ ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી યોગશીલ પ્રક્રિયાઓના ઉદાહરણો છે. કેટલીક યોગશીલ પ્રક્રિયાઓ નીચે દર્શાવેલી છે.

(i) ડાયહાઈડ્રોજનનું ઉમેરણ :

$$HC{\equiv}CH + H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} [H_2C{=}CH_2] \xrightarrow{H_2} CH_3{-}CH_3 \quad (13.62)$$

$$\underset{\text{પ્રોપાઈન}}{CH_3{-}C{\equiv}CH} + H_2 \xrightarrow{Pt/Pd/Ni} \underset{\text{પ્રોપિન}}{[CH_3{-}CH{=}CH_2]} \xrightarrow{H_2} \underset{\text{પ્રોપેન}}{CH_3{-}CH_2{-}CH_3} \quad (13.63)$$

(ii) હેલોજનનું ઉમેરણ :

$$CH_3-C \equiv CH + Br-Br \rightarrow \underset{\text{1,2-ડાયબ્રોમોપ્રોપિન}}{[CH_3CBr{=}CHBr]} \xrightarrow{Br_2} \underset{\text{1,1,2,2-ટેટ્રાબ્રોમોપ્રોપેન}}{CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{C}}-\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{CH}}} \quad (13.64)$$

આ પ્રક્રિયાથી કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડમાં બનાવેલા બ્રોમિન દ્રાવણનો લાલાશ પડતો કેસરી રંગ દૂર થાય છે. તેથી આ પ્રક્રિયા અસંતૃપ્તતાની પરખ માટેની કસોટીમાં વપરાય છે.

(iii) હાઈડ્રોજન હેલાઈડ સંયોજનોનું ઉમેરણ :

આલ્કાઈન સંયોજનોમાં હાઇડ્રોજન હેલાઈડ સંયોજનોના (HCl, HBr, HI) બે અણુઓ ઉમેરાઈને જેમ ડાયહેલાઈડ સંયોજનો (gem dihalides) (જેમાં એક જ કાર્બન પરમાણુ સાથે બે હેલોજન જોડાયેલ હોય છે) બનાવે છે.

$$H{-}C \equiv C{-}H + H{-}Br \rightarrow \underset{\text{બ્રોમોઈથીન}}{[CH_2{=}CH{-}Br]} \rightarrow \underset{\text{1,1-ડાયબ્રોમોઈથેન}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{CHBr_2}} \quad (13.65)$$

$$CH_3-C \equiv CH + H-Br \rightarrow \underset{\text{2-બ્રોમોપ્રોપિન}}{[CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{C}=CH_2]} \rightarrow \underset{\text{2,2-ડાયબ્રોમોપ્રોપેન}}{CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{C}}-CH_3} \quad (13.66)$$

(iv) પાણીનું ઉમેરણ :

આલ્કેન અને આલ્કીન સંયોજનોની જેમ આલ્કાઈન સંયોજનો પણ પાણી સાથે અમિશ્રિત રહે છે અને પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરતું નથી. આલ્કાઈન સંયોજનોમાં 333 K તાપમાને મરક્યુરિક સલ્ફેટ અને મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડની હાજરીમાં પાણીનો એક અણુ ઉમેરાઈને કાર્બોનિલ સંયોજનો બનાવે છે.

$$\underset{\text{ઈથાઈન}}{HC \equiv CH} + H-OH \xrightarrow[333K]{Hg^{2+}/H^+} CH_3 = \underset{\underset{OH}{|}}{C} - H \xrightarrow{\text{સમઘટકીકરણ}} \underset{\text{ઈથેનાલ}}{CH_3-\underset{\underset{O}{||}}{C}-H} \quad (13.67)$$

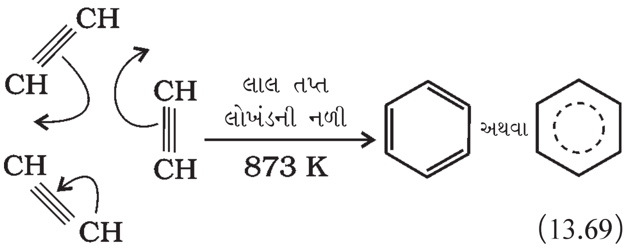
$$\underset{\text{પ્રોપાઈન}}{CH_3{-}C \equiv CH} + H-OH \xrightarrow[333K]{Hg^{2+}/H^+} CH_3-\underset{\underset{O-H}{|}}{C}=CH_2 \xrightarrow{\text{સમઘટકીકરણ}} \underset{\text{પ્રોપેનોન}}{CH_3-\underset{\underset{O}{||}}{C}-CH_3} \quad (13.68)$$

(v) પોલિમરાઈઝેશન

(a) રેખિય પોલિમરાઈઝેશન : અનુકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં ઈથાઈનનું રેખિય પોલિમરાઈઝેશન થઈ પોલિએસિટિલિન અથવા પોલિઈથાઇન બને છે જે ઊંચા આણ્વીયદળ ધરાવતો પોલિઈન છે. તે $[CH=CH-CH=CH]$ પુનરાવર્તિત એકમો ધરાવે છે. જેને $\left(CH=CH-CH=CH\right)_n$ વડે

દર્શાવાય છે. અનુકૂળ પરિસ્થિતિમાં આ પોલિમર વીજસુવાહક બને છે. પોલિએસિટિલિનની પાતળી ફિલ્મ બૅટરીમાં ઈલેક્ટ્રોડ તરીકે વપરાય છે. આ ફિલ્મ ધાતુ સુવાહક કરતા વધુ સુવાહક, હલકી અને સસ્તી હોય છે.

(b) ચક્રિય પોલિમરાઈઝેશન : ઈથાઈનને લાલ ચોળ (રક્ત તપ્ત) લોખંડની નળીમાંથી 873 K તાપમાને પસાર કરવાથી તેનું ચક્રિય પોલિમરાઈઝેશન થાય છે. ઈથાઈનના ત્રણ અણુઓના પોલિમરાઈઝેશનથી બેન્ઝિન બને છે. જે બેન્ઝિન વ્યુત્પન્નો, રંગકો, ઔષધો અને અનેક કાર્બનિક સંયોજનોની બનાવટ માટેનો પ્રારંભિક અણુ છે. એલિફેટિક સંયોજનોને ઍરોમૅટિક સંયોજનોમાં રૂપાંતરિત કરવાનો આ સર્વોત્તમ રસ્તો છે.



(13.69)

કોયડો 13.14

ઈથેનોઈક ઍસિડને બેન્ઝિનમાં કેવી રીતે પરિવર્તિત કરશો ?

ઉકેલ :

$$CH_3COOH \xrightarrow{NaOH(aq)} CH_3COONa \xrightarrow[\Delta]{\text{સોડા લાઈમ}} CH_4 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu} CH_3Cl$$

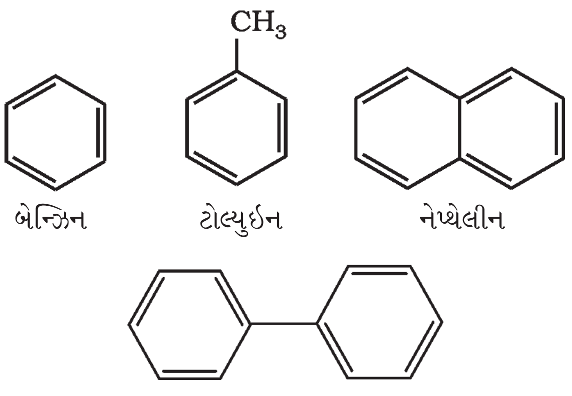
$$CH_3Cl \xrightarrow[\text{વુર્ટ્ઝ પ્રક્રિયા}]{\text{Na/શુષ્કઈથર}} C_2H_6 \xrightarrow{Cl_2} C_2H_5Cl \xrightarrow{\text{આલ્કોહૉલીય KOH}} CH_2=CH_2$$

$$CH_2=CH_2 \xrightarrow{Br_2} \underset{CH_2Br}{\overset{CH_2Br}{|}} \xrightarrow{\text{આલ્કોહૉલીય KOH}} CH_2=CHBr \xrightarrow{NaNH_2} CH\equiv CH$$

$$CH\equiv CH \xrightarrow[873\ K]{\text{લાલ તપ્ત લોખંડની નળી}}$$

13.5 ઍરોમૅટિક હાઈડ્રોકાર્બન (Aromatic Hydrocarbon)

ઍરોમૅટિક હાઈડ્રોકાર્બન સંયોજનોને **'ઍરીન સંયોજનો'** પણ કહેવામાં આવે છે કારણ કે તેના મોટા ભાગના સંયોજનો વિશિષ્ટ વાસ (ગ્રીક શબ્દ 'ઍરોમા' જેનો અર્થ સુગંધ થાય છે) ધરાવે છે. આ સંયોજનોને 'ઍરોમૅટિક સંયોજનો' કહે છે. મોટા ભાગે આવા સંયોજનો બેન્ઝિન વલય ધરાવતા હોય છે. બેન્ઝિન વલય વધુ અસંતૃપ્ત છે, પરંતુ ઍરોમૅટિક સંયોજનોની મોટા ભાગની પ્રક્રિયામાં આ અસંતૃપ્ત બેન્ઝિન વલય સચવાઈ રહે છે. જોકે ઍરોમૅટિક હાઈડ્રોકાર્બનના કેટલાક ઉદાહરણો એવા છે કે જેમાં બેન્ઝિન વલયને બદલે અન્ય ઉચ્ચ અસંતૃપ્ત વલય હોય છે. બેન્ઝિન વલય ધરાવતા ઍરોમૅટિક સંયોજનોને **બેન્ઝેનોઈડ સંયોજનો** તથા બેન્ઝિન વલય ન ધરાવતા ઍરોમૅટિક સંયોજનોને **નોન-બેન્ઝેનોઈડ સંયોજનો** કહે છે. ઍરીન સંયોજનોના કેટલાક ઉદાહરણો નીચે દર્શાવ્યા છે.

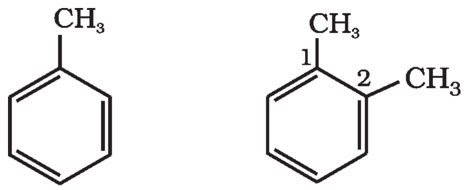


બેન્ઝિન ટોલ્યુઈન નેપ્થેલીન

બાયફિનાઈલ

13.5.1 નામકરણ અને સમઘટકતા (Nomenclature and Isomerism)

ઍરોમૅટિક સંયોજનોના નામકરણ અને સમઘટકતાની ચર્ચા આપણે એકમ 12માં કરી છે. બેન્ઝિનના બધા છ હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ સમાન છે, તેથી તે એક અને માત્ર એક પ્રકારની એક વિસ્થાપિત નીપજ બનાવે છે. જો બેન્ઝિનના બે હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ બે સમાન અથવા જુદા જુદા એક સંયોજક પરમાણુઓ અથવા સમૂહોથી વિસ્થાપિત થાય તો ત્રણ જુદા જુદા સ્થાન સમઘટકો શક્ય બને છે. જે 1, 2 અથવા 1, 6 કે જે ઑર્થો (o–); 1, 3 અથવા 1, 5 કે જે મૅટા (m–) અને 1, 4 કે જે પૅરા (p–) દ્વિવિસ્થાપિત સંયોજનો છે. બેન્ઝિન વ્યુત્પન્નોના કેટલાક ઉદાહરણો નીચે દર્શાવ્યા છે.



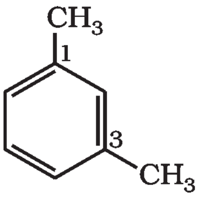
મિથાઈલબેન્ઝિન (ટોલ્યુઈન) 1,2-ડાયમિથાઈલબેન્ઝિન (o-ઝાયલીન)

ફ્રેડરિક ઑગસ્ટ કેક્યૂલે (7-9-1829 - 13-7-1896)

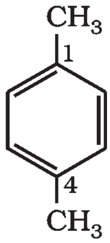
જર્મન રસાયણવિજ્ઞાની ફ્રેડરિક ઑગસ્ટ કેક્યૂલે (Friedrich August Kekulé)નો જન્મ 1829માં જર્મનીના ડાર્મસ્ડ્ટ (Darmsdt) નામના નગરમાં થયો હતો. તે 1856માં પ્રોફેસર અને 1875માં રોયલ સોસાયટીના ફેલો બન્યા. બંધારણીય કાર્બનિક રસાયણવિજ્ઞાન ક્ષેત્રે તેમણે બે મહત્ત્વપૂર્ણ યોગદાન આપ્યા. પ્રથમ 1958માં જ્યારે તેમણે એ રજૂઆત કરી કે અનેક કાર્બન પરમાણુઓ એકબીજા સાથે બંધ બનાવીને શૃંખલાઓનું નિર્માણ કરી શકે છે. બીજું તેમને 1865માં બેન્ઝિનનું બંધારણ સમજાવવામાં યોગદાન આપ્યું, જ્યારે તેમને એવી રજૂઆત કરી કે કાર્બન પરમાણુઓની શૃંખલાઓ છેડેથી જોડાઈને વલય બનાવી શકે છે ત્યારબાદ તેમને બેન્ઝિનના ગતિક બંધારણની રજૂઆત કરી, જેના પર બેન્ઝિનની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના આધારિત છે. ત્યારબાદ તેઓએ બેન્ઝિનના બંધારણની શોધને નીચે મુજબ વર્ણવી હતી :

''હું પાઠ્યપુસ્તક લખી રહ્યો હતો, પરંતુ કાર્ય આગળ વધતું ન હતું. કારણ કે મારો વિચાર કંઈક બીજો હતો. ત્યારે મેં મારી ખુરશીને અગ્નિ તરફ કરી. થોડા સમય પછી મને ઊંઘ આવી ગઈ. સ્વપ્નમાં મારી આંખોની સામે પરમાણુ નાચી રહ્યા હતા. અનેક પ્રકારના વિન્યાસના બંધારણો મારા મસ્તિષ્કની આંખ સામે ઘૂમી રહ્યા હતા. હું સ્પષ્ટ રીતે લાંબી-લાંબી શૃંખલાઓ જોઈ રહ્યો હતો. જે ક્યારેક-ક્યારેક નજીક આવી રહી હતી. તે સાપની જેમ ફરી રહી હતી, ત્યારે મેં જોયું કે એક સાપે પોતાની પૂંછડી મોંમા દબાવી લીધી છે. આ રીતે બનેલા બંધારણને હું સ્પષ્ટ રીતે જોઈ રહ્યો હતો, ત્યારે અચાનક મારી આંખ ખુલી ગઈ તથા રાત્રિનો બાકીનો સમય મેં મારા સપનાને સમજીને ઉપર્યુક્ત નિષ્કર્ષ કાઢવામાં વ્યતિત કર્યો. તેઓ આગળ કહે છે કે - સજ્જનો! આપણે સ્વપ્ના જોવાની આદત પાડવી જોઈએ, તો જ આપણે સત્યનો સાક્ષાત્કાર કરી શકીશું. પરંતુ આપણે આપણા સ્વપ્નાને ભૂલી જઈએ તે પહેલા અન્ય કોઈને તે કહી દેવું જોઈએ.'' (1890)

સો વર્ષ પછી કેક્યૂલેની જન્મ શતાબ્દી સમારોહના પ્રસંગે પોલિબેન્ઝેનોઇડ સંયોજનોના વર્ગને કેક્યૂલીન નામ આપવામાં આવ્યું.



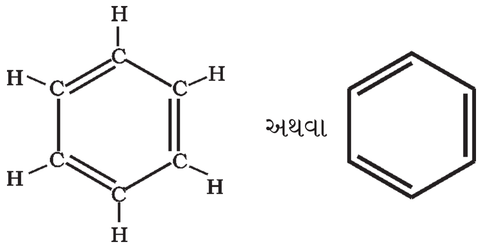
1,3-ડાયમિથાઈલબેન્ઝિન (m-ઝાયલીન)



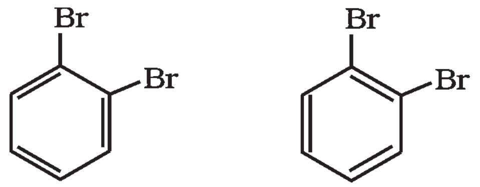
1,4-ડાયમિથાઈલબેન્ઝિન (p-ઝાયલીન)

13.5.2 બેન્ઝિનનું બંધારણ (Structure of Benzene)

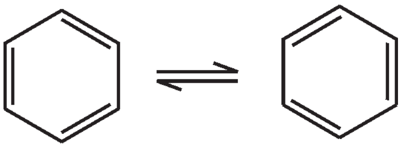
બેન્ઝિનને સૌપ્રથમ માઈકલ ફેરાડેએ (Michael Faraday) 1825માં મેળવ્યું હતું. બેન્ઝિનનું આણ્વીય સૂત્ર C_6H_6 છે. જે ઉચ્ચ અસંતૃપ્તતા દર્શાવે છે. આ આણ્વીય સૂત્ર તેને અનુરૂપ આલ્કેન, આલ્કીન કે આલ્કાઈન સંયોજનો કે જેનો અભ્યાસ તમે આ એકમની શરૂઆતમાં કર્યો છે તેની સાથે કોઈ સંબંધ દર્શાવતું નથી. તમે તેના સંભવિત બંધારણ વિશે શું વિચારો છો? તેના વિશિષ્ટ ગુણધર્મો અને અસામાન્ય સ્થાયીતાના કારણે તેનું બંધારણ નક્કી કરવામાં ઘણા વર્ષો નીકળી ગયા. બેન્ઝિન એક સ્થાયી અણુ છે. તે ટ્રાયઓઝોનોઇડ બનાવે છે, જે તેમાં રહેલા ત્રિબંધની હાજરી સૂચવે છે. વધુમાં બેન્ઝિન એક અને માત્ર એક જ એક વિસ્થાપિત વ્યુત્પન્ન બનાવે છે, જે બેન્ઝિનના છ કાર્બન અને છ હાઇડ્રોજન પરમાણુની સમાનતા સૂચવે છે. આ બધા અવલોકનોને આધારે ઑગસ્ટ કેક્યૂલેએ 1865માં બેન્ઝિનનું એક બંધારણ સૂચવ્યું જેમાં છ કાર્બન પરમાણુની ચક્રિય રચના છે. તેમાં એકાંતરે દ્વિબંધ આવેલા છે તથા પ્રત્યેક કાર્બન પરમાણુની સાથે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ જોડાયેલા છે.



કેક્યૂલે બંધારણ 1,2-ડાયબ્રોમો બેન્ઝિનના બે સમઘટકોની સંભાવના દર્શાવે છે. એક સમઘટકમાં બ્રોમિનના બંને પરમાણુઓ દ્વિબંધિત કાર્બન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલા છે, જ્યારે બીજા સમઘટકમાં એકલબંધિત કાર્બન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલા છે.



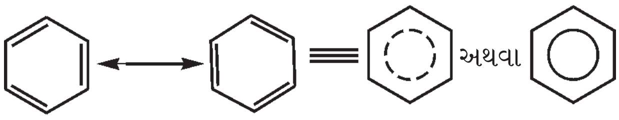
પરંતુ બેન્ઝિન માત્ર એક જ ઑર્થો દ્વિવિસ્થાપિત નીપજ બનાવે છે. આ સમસ્યાનું નિવારણ કેક્યૂલેએ બેન્ઝિનમાં રહેલા દ્વિબંધોના દોલાયમાન (oscillating) સ્વભાવની સંકલ્પના નીચે મુજબ રજૂ કરીને કર્યું હતું.



આ સુધારો પણ કેક્યૂલેના બેન્ઝિન બંધારણની અસામાન્ય સ્થાયીતા તથા યોગશીલ પ્રક્રિયાની સાપેક્ષે વિસ્થાપન પ્રક્રિયાની પ્રાથમિકતા સમજાવવામાં નિષ્ફળ રહ્યો હતો. જેને બાદમાં સસ્પંદન (resonance) દ્વારા સમજાવવામાં આવ્યું.

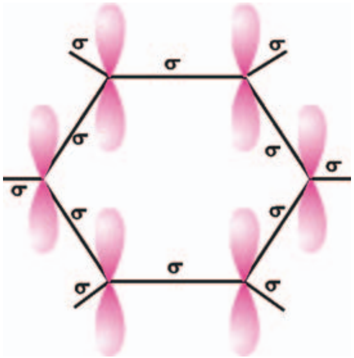
સસ્પંદન અને બેન્ઝિનની સ્થાયીતા

સંયોજકતા સિદ્ધાંત મુજબ બેન્ઝિનમાં દ્વિબંધ દોલન સંકલ્પનાને સસ્પંદન દ્વારા સમજાવવામાં આવી છે. બેન્ઝિન વિભિન્ન સસ્પંદન બંધારણોનું સંકર સૂત્ર છે. કેક્યૂલેએ સૂચવેલા બે બંધારણો A અને B મુખ્ય યોગદાન આપનાર બંધારણો છે. સંકૃત બંધારણને ષટ્કોણ રચનાની અંદર વર્તુળાકાર અથવા બિંદુ દ્વારા વર્તુળાકાર દોરીને દર્શાવાય છે (C). અંદરનું વલય બેન્ઝિન વલયના છ કાર્બન પરમાણુઓ પર વિસ્થાનીકૃત થયેલા છ ઇલેક્ટ્રૉન દર્શાવે છે.

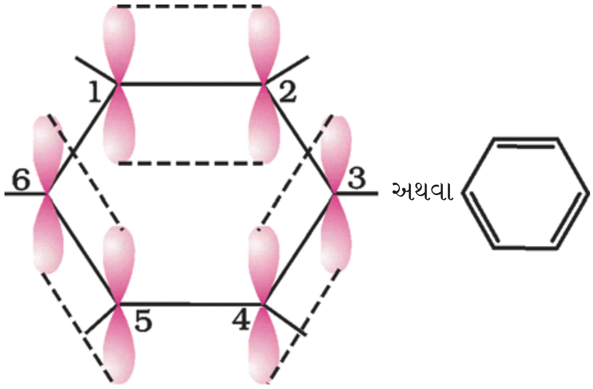


(A) (B) (C)

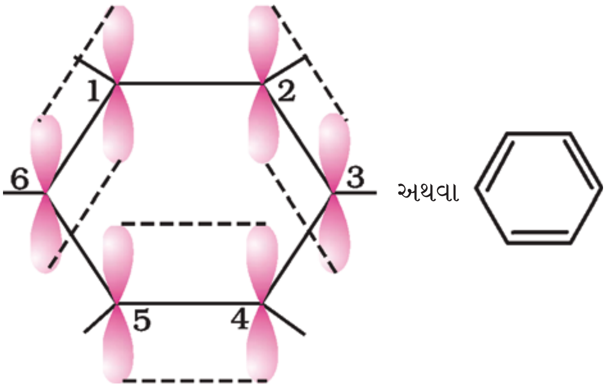
કક્ષકીય સંમિશ્રણ બેન્ઝિનના બંધારણ અંગે વિશેષ ખ્યાલ આપે છે. બેન્ઝિનમાં બધા છ કાર્બન પરમાણુઓ sp^2 સંકરણ ધરાવે છે. કાર્બનની બે sp^2 સંકૃત કક્ષકો તેને સંલગ્ન અન્ય બે કાર્બન પરમાણુઓની sp^2 સંકૃત કક્ષકો સાથે સંમિશ્ર થઈ કુલ છ C–C સિગ્મા બંધ બનાવે છે, જે ષટ્કોણીય સમતલ રચના બનાવે છે. દરેક કાર્બનની બાકી રહેલી એક-એક sp^2 સંકૃત કક્ષક છ હાઇડ્રોજન પરમાણુની એક-એક 1 *s* કક્ષક સાથે સંમિશ્ર થઈ કુલ છ C–H સિગ્મા બંધ બનાવે છે. દરેક કાર્બન પાસે એક અસંકૃત *p* કક્ષક છે કે જે નીચે દર્શાવ્યા મુજબ વલયના સમતલને લંબ ગોઠવાય છે.



કાર્બન પરમાણુની અસંકૃત *p*-કક્ષકોનું બાજુએથી સંમિશ્રણ થઈ π બંધ બને છે. C_1–C_2, C_3–C_4, C_5–C_6 અથવા C_2–C_3, C_4–C_5, C_6–C_1ની *p*-કક્ષકોના સંમિશ્રણથી અનુક્રમે નીચે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ ત્રણ π બંધ બનવાની બે પ્રકારની શક્યતાઓ રહેલી છે.



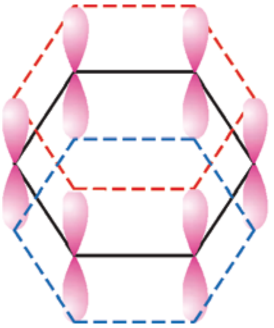
આકૃતિ 13.7 (a)



આકૃતિ 13.7 (b)

આકૃતિ 13.7(a) અને 13.7(b)માં દર્શાવેલા બંધારણો કેક્યૂલેના સ્થાયીકૃત થયેલા π બંધવાળા બે બંધારણોને અનુરૂપ છે. ક્ષ-કિરણ વિવર્તન દ્વારા નક્કી થયું કે વલયમાં રહેલા કાર્બન

પરમાણુઓના આંતરકેન્દ્રિય અંતર સમાન છે. ઉપરાંત દરેક કાર્બન પરમાણુની *p*-કક્ષકનું સંલગ્ન કાર્બન પરમાણુની *p*-કક્ષક સાથેનું સંમિશ્રણ થવાની સંભાવના સમાન છે. (આકૃતિ 13.7(c)), જેને (આકૃતિ 13.7(d)) ઇલેક્ટ્રૉન વાદળના વલય સ્વરૂપે દર્શાવવામાં આવે છે. આમ નીચે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ ષટ્કોણીય સમતલ રચનાની ઉપર એક અને નીચે એક ઇલેક્ટ્રૉન વાદળ રહે છે તેમ માનવામાં આવે છે.



અથવા

(ઇલેક્ટ્રૉન વાદળ)

આકૃતિ 13.7 (c) **આકૃતિ 13.7 (d)**

આકૃતિ 13.6(a) અને (b)માં દર્શાવ્યા મુજબ છ π ઇલેક્ટ્રૉન કોઈ પણ બે કાર્બન કેન્દ્રો પર રહેવાના બદલે વિસ્થાનીકૃત થઈ છ કાર્બન કેન્દ્રો પર મુક્ત રીતે ઘૂમી શકે છે. બે કાર્બન પરમાણુઓ વચ્ચે સ્થાનીકૃત થયેલા ઇલેક્ટ્રૉન વાદળ કરતા બધા કાર્બન પરમાણુઓના કેન્દ્ર દ્વારા વિસ્થાનીકૃત π ઇલેક્ટ્રૉન વાદળ વધુ પ્રબળતાથી આકર્ષાયેલા હોય છે. તેથી બેન્ઝિનમાં વિસ્થાનીકૃત π ઇલેક્ટ્રૉનની હાજરીથી બેન્ઝિનની સ્થાયીતા પરિકલ્પિત સાયક્લોહેક્ઝાટ્રાઇનની સાપેક્ષે વધુ હોય છે.

ક્ષ-કિરણ વિવર્તનના પરિણામો સૂચવે છે કે બેન્ઝિન સમતલીય અણુ છે. ઉપર જણાવેલ બેન્ઝિનના બંધારણોમાંથી કોઈ એક બંધારણ (A અથવા B) સાચું હોય તો બંને પ્રકારના કાર્બન-કાર્બન બંધની બંધલંબાઈ વિશે વિચારી શકાય, પરંતુ ક્ષ-કિરણ વિવર્તનના પરિણામો સૂચવે છે કે બધી છ કાર્બન-કાર્બન બંધલંબાઈ સમાન (139 pm) છે, કે જે કાર્બન-કાર્બન એકલબંધ (154 pm) અને કાર્બન-કાર્બન દ્વિબંધની (133 pm) મધ્યવર્તી છે. આમ, બેન્ઝિનમાં શુદ્ધ દ્વિબંધની ગેરહાજરી સામાન્ય પરિસ્થિતિમાં બેન્ઝિનમાં યોગશીલ પ્રક્રિયા થતી રોકે છે. આમ, આ બાબત બેન્ઝિનની અસામાન્ય વર્તણૂકનું સ્પષ્ટીકરણ છે.

13.5.3 ઍરોમૅટિકતા (Aromaticity)

શરૂઆતમાં બેન્ઝિનને ઍરોમૅટિક સંયોજનોનું જનક સંયોજન ગણવામાં આવતું હતું. હાલમાં ઍરોમૅટિક નામ બધી વલય પ્રણાલીઓ માટે વપરાય છે કે જે નીચેના ગુણધર્મો ધરાવતું હોય, પછી તેમાં બેન્ઝિન વલય હોય કે ના હોય.

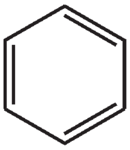
(i) સમતલીયતા

(ii) વલયમાં રહેલા π ઇલેક્ટ્રૉનનું સંપૂર્ણ વિસ્થાનીકરણ

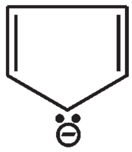
(iii) વલયમાં $(4n + 2)\,\pi$ ઇલેક્ટ્રૉનની હાજરી. જ્યાં, n = પૂર્ણાંક સંખ્યા (n = 0, 1, 2,...)

આને **હ્યુકેલનો નિયમ** (Hückel Rule) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

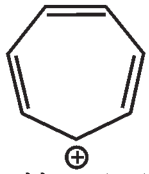
ઍરોમૅટિક સંયોજનોના કેટલાક ઉદાહરણો નીચે દર્શાવ્યા છે :



બેન્ઝિન

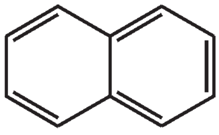


સાયક્લોપેન્ટાડાયનાઇલ ઍનાયન



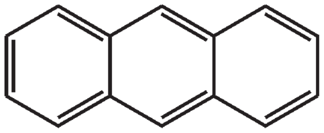
સાયક્લોહેપ્ટાટ્રાઇનાઇલ કેટાયન

(n = 1, 6π ઇલેક્ટ્રૉન)

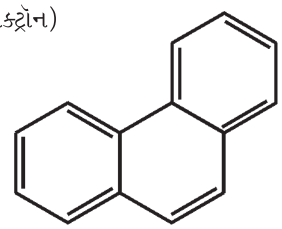


નેપ્થેલીન

(n = 2, 10π ઇલેક્ટ્રૉન)



ઍન્થ્રેસીન



ફિનાન્થ્રીન

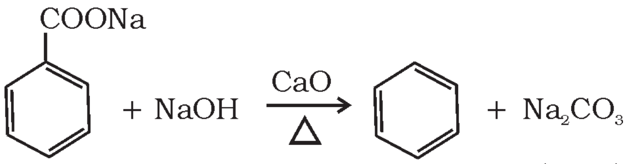
(n = 3, 14π ઇલેક્ટ્રૉન)

13.5.4 બેન્ઝિનની બનાવટ (Preparation of Benzene)

બેન્ઝિનને વ્યાપારિક ધોરણે કોલટારમાંથી મેળવાય છે. જોકે તેને પ્રયોગશાળામાં નીચે દર્શાવેલી પદ્ધતિઓ દ્વારા મેળવવામાં આવે છે.

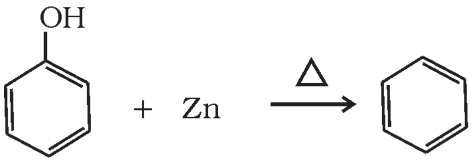
(i) ઇથાઇનનું ચક્રિય પોલિમરાઇઝેશન : (મુદ્દા નં. 13.4.4)

(ii) ઍરોમૅટિક ઍસિડનું ડિકાર્બોક્સિલેશન : બેન્ઝોઇક ઍસિડના સોડિયમ ક્ષારને સોડા લાઈમ સાથે ગરમ કરતાં બેન્ઝિન મળે છે.



(13.70)

(iii) **ફિનોલનું રિડક્શન :** ફિનોલની બાષ્પને ઝિંક ધાતુના ગરમ ભૂકા પરથી પસાર કરતાં ફિનોલનું બેન્ઝિનમાં રિડક્શન થાય છે.



(13.71)

13.5.5 ગુણધર્મો (Properties)

ભૌતિક ગુણધર્મો

ઍરોમૅટિક હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો અધ્રુવીય અણુઓ છે. સામાન્ય રીતે તેઓ વિશિષ્ટ વાસવાળા તથા રંગવિહીન પ્રવાહી અથવા ઘનપદાર્થો છે. તમે નેપ્થેલીનની (ડામરની) ગોળીઓથી પરિચિત હશો જ કે જે વિશિષ્ટ વાસ ધરાવે છે અને જીવાત પ્રતિકર્ષી (કંસારી, પતંગિયા વગેરેને દૂર રાખવાનો) ગુણધર્મ ધરાવે છે. તેથી તેનો ઉપયોગ શૌચાલયમાં અને કપડાંને સુરક્ષિત રાખવામાં થાય છે. ઍરોમૅટિક હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો પાણી સાથે અમિશ્રિત રહે છે, પરંતુ કાર્બનિક દ્રાવકો સાથે તરત જ મિશ્રિત થાય છે. તેઓ મેશવાળી જ્યોતથી બળે છે.

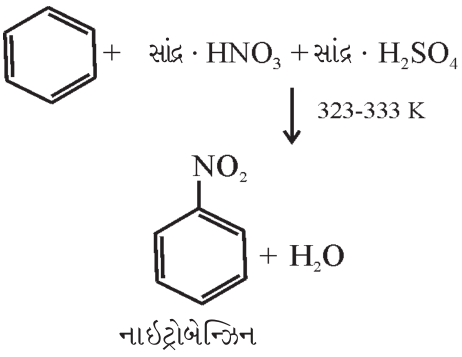
રાસાયણિક ગુણધર્મો

ઍરીન સંયોજનો ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ આપે છે, તેમ છતાં વિશિષ્ટ પરિસ્થિતિમાં તેઓ યોગશીલ અને ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ પણ આપે છે.

ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ

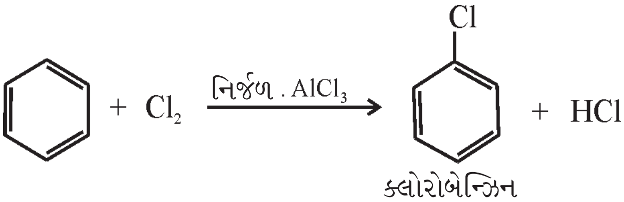
નાઇટ્રેશન, હેલોજીનેશન, સલ્ફોનેશન, ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ આલ્કાઈલેશન અને ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ એસાઇલેશન વગેરે ઍરીન સંયોજનોની સામાન્ય ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ છે કે જેમાં ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક (E^+) હુમલો કરનાર પ્રક્રિયક છે.

(i) **નાઇટ્રેશન :** જ્યારે બેન્ઝિનને સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ અને સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના મિશ્રણ (નાઇટ્રેટિંગ મિશ્રણ) સાથે ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે બેન્ઝિન વલયમાં નાઇટ્રો સમૂહને દાખલ કરી શકાય છે.



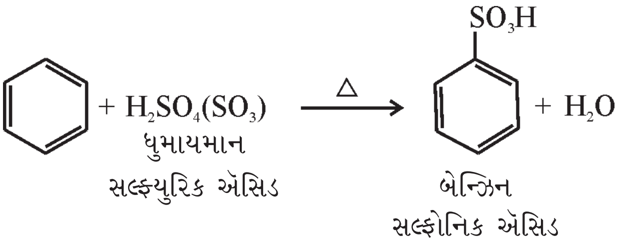
(13.72)

(ii) **હેલોજીનેશન :** ઍરીન સંયોજનો લુઇસ ઍસિડ જેવા કે નિર્જળ $FeCl_3$, $FeBr_3$ અથવા $AlCl_3$ની હાજરીમાં હેલોજન સાથે પ્રક્રિયા કરતાં હેલોઍરીન સંયોજનો આપે છે.



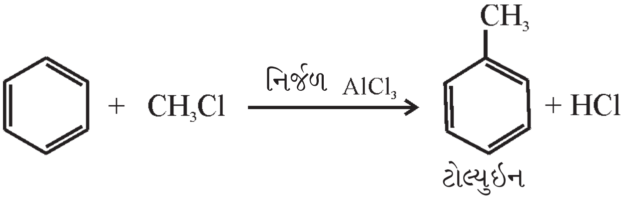
(13.73)

(iii) **સલ્ફોનેશન :** વલયમાં હાઇડ્રોજનનું સલ્ફોનિક ઍસિડ સમૂહ વડે થતા વિસ્થાપનને સલ્ફોનેશન કહે છે. આ પ્રક્રિયામાં બેન્ઝિનને ધુમાયમાન સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ (ઑલિયમ) સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે.

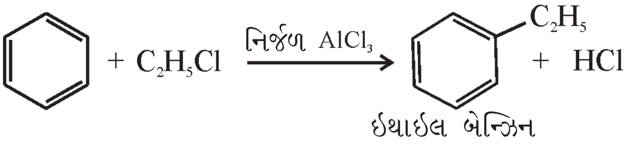


(13.74)

(iv) **ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ આલ્કાઈલેશન પ્રક્રિયા :** જ્યારે બેન્ઝિનને નિર્જળ ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડની હાજરીમાં આલ્કાઈલ હેલાઈડ સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે આલ્કાઈલ બેન્ઝિન મળે છે.



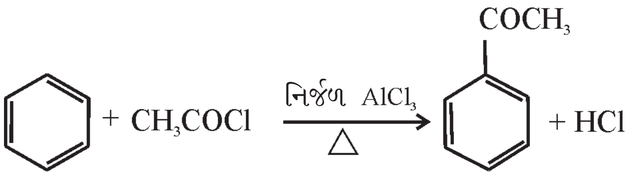
(13.75)



(13.76)

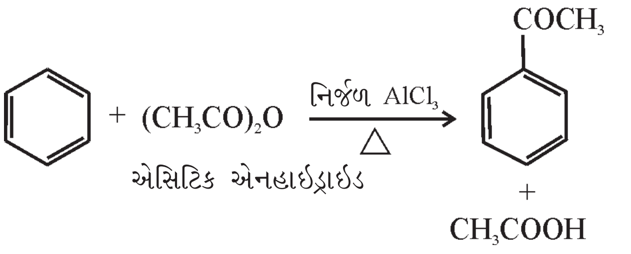
બેન્ઝિનની 1-ક્લોરોપ્રોપેન સાથેની પ્રક્રિયાથી શા માટે n-પ્રોપાઇલ બેન્ઝિનના બદલે આઇસો પ્રોપાઇલ બેન્ઝિન મળે છે ?

(v) **ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ એસાઇલેશન પ્રક્રિયા :** બેન્ઝિન લુઇસ ઍસિડ($AlCl_3$)ની હાજરીમાં એસાઇલ હેલાઇડ અથવા ઍસિડ એનહાઇડ્રાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરી એસાઇલ બેન્ઝિન બનાવે છે.



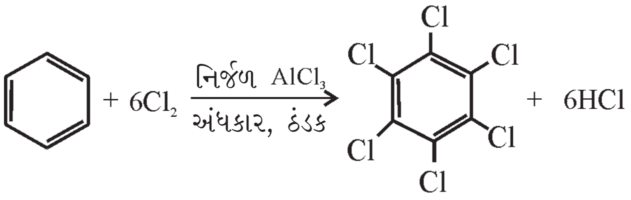
એસિટાઈલક્લોરાઈડ એસિટોફિનોન

(13.77)



(13.78)

જો ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયકનો વધુ પ્રમાણમાં ઉપયોગ કરવામાં આવે તો વિસ્થાપન પ્રક્રિયા આગળને આગળ ચાલુ રહે છે કે જેમાં બેન્ઝિન વલયના બીજા હાઈડ્રોજન પરમાણુઓનું વિસ્થાપન ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક દ્વારા થતું રહે છે. દા.ત., બેન્ઝિનની નિર્જળ $AlCl_3$ ની હાજરીમાં વધુ પ્રમાણમાં ક્લોરિન સાથે પ્રક્રિયા થવાથી હેક્ઝાક્લોરોબેન્ઝિન (C_6Cl_6) મળે છે.



હેક્ઝાક્લોરોબેન્ઝિન

(C_6Cl_6)

(13.79)

ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓની ક્રિયાવિધિ

પ્રાયોગિક સત્યોના આધારે S_E (S = Substitution = વિસ્થાપન, E = Electrophilic = ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી) પ્રક્રિયાઓ નીચે દર્શાવેલા ત્રણ તબક્કા મુજબ થાય છે.

(a) ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયકની ઉત્પત્તિ

(b) મધ્યવર્તી કાર્બોકેટાયનની બનાવટ

(c) મધ્યવર્તી કાર્બોકેટાયનમાંથી પ્રોટોનનું દૂર થવું.

(a) ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક ($E^{\oplus}$)ની ઉત્પત્તિ : બેન્ઝિનના ક્લોરિનેશન, આલ્કાઈલેશન અને એસાઈલેશન દરમિયાન લુઈસ ઍસિડ તરીકે નિર્જળ $AlCl_3$, હુમલો કરનાર પ્રક્રિયક સાથે પ્રક્રિયા કરી ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયકો અનુક્રમે Cl^+, R^+ અને RC^+O (એસાઈલિયમ આયન) આપે છે.

(i) $Cl{-}Cl + AlCl_3 \rightarrow \overset{+}{Cl} + [AlCl_4]^-$

ક્લોરોનિયમ આયન

(ii) $CH_3{-}Cl + AlCl_3 \rightarrow \overset{+}{C}H_3 + [AlCl_4]^-$

(iii) $CH_3{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}{-}Cl + AlCl_3 \rightarrow CH_3{-}\underset{\underset{O}{\|}}{\overset{+}{C}} + [AlCl_4]^-$

નાઈટ્રેશનના કિસ્સામાં, નીચે દર્શાવ્યા મુજબ નાઈટ્રિક ઍસિડ પર પ્રોટોન સ્થાનાંતર (સલ્ફ્યુરિક ઍસિડમાંથી) થવાથી ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક, નાઈટ્રોનિયમ આયન $\overset{+}{N}O_2$ બને છે.

તબક્કો I

$$HO_3SO{-}H + H{-}\ddot{O}{-}NO_2 \rightleftharpoons H{-}\overset{\overset{H}{|}}{\underset{\cdot\cdot}{O}}{}^{+}{-}NO_2 + HSO_4^-$$

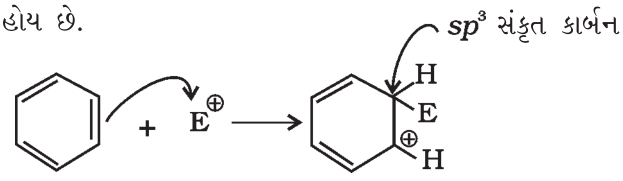
તબક્કો II

$$H{-}\overset{\overset{H}{|}}{\overset{+}{O}}{-}NO_2 \rightleftharpoons H_2O + \overset{\oplus}{N}O_2$$

પ્રોટોનેટેડ નાઈટ્રિક ઍસિડ   નાઈટ્રોનિયમ આયન

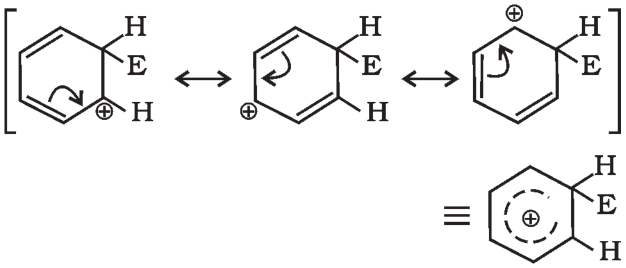
અહીં નોંધવા જેવી રસપ્રદ બાબત એ છે કે નાઈટ્રોનિયમ આયનની ઉત્પત્તિની પ્રક્રિયામાં સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ, ઍસિડ તરીકે અને નાઈટ્રિક ઍસિડ, બેઈઝ તરીકે વર્તે છે. આમ તે સામાન્ય ઍસિડ બેઈઝ સંતુલન છે.

(b) કાર્બોકેટાયનની બનાવટ (ઍરેનિયમ આયન) : ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયકના હુમલાથી σ-સંકીર્ણ અથવા ઍરેનિયમ આયન બને છે કે જેમાં એક કાર્બન sp^3 સંકૃત હોય છે.



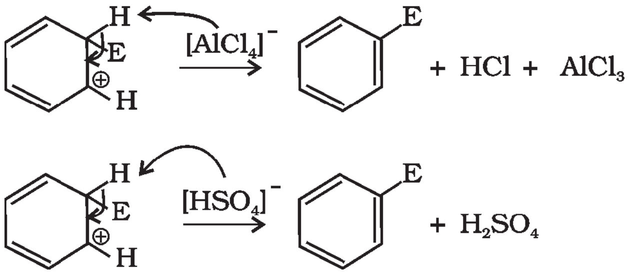
સિગ્મા સંકીર્ણ (ઍરેનિયમ આયન)

ઍરેનિયમ આયન સસ્પંદન દ્વારા સ્થાયીતા પ્રાપ્ત કરે છે.



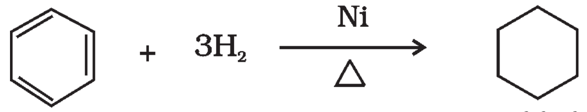
સિગ્મા સંકીર્ણ અથવા ઍરેનિયમ આયનમાં sp^3 સંકૃત કાર્બન પરમાણુ આગળ ઇલેક્ટ્રૉનનું વિસ્થાનીકરણ અટકી જાય છે, જેના કારણે સિગ્મા સંકીર્ણ અથવા ઍરેનિયમ આયન ઍરોમૅટિક ગુણ ગુમાવે છે.

(c) પ્રોટોનનું દૂર થવું : ઍરોમૅટિક ગુણને પુનઃપ્રાપ્ત કરવા માટે σ સંકીર્ણ તેમાં રહેલા sp^3 સંકૃત કાર્બન પર $(AlCl_4)^-$ (હેલોજીનેશન, આલ્કાઈલેશન અને એસાઈલેશનના કિસ્સામાં) અને HSO_4^-ના (નાઈટ્રેશનના કિસ્સામાં) હુમલા દ્વારા પ્રોટોન ગુમાવે છે.



યોગશીલ પ્રક્રિયાઓ

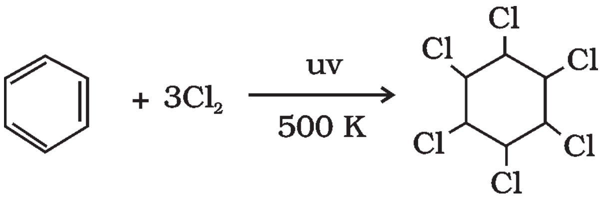
પ્રબળ પરિસ્થિતિઓમાં એટલે કે ઊંચા તાપમાને અને/અથવા દબાણે તથા નિકલ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં બેન્ઝિનનું હાઈડ્રોજીનેશન થઈને સાયક્લોહેક્ઝેન મળે છે.



સાયક્લોહેક્ઝેન

(13.80)

પારજાંબલી પ્રકાશની હાજરીમાં ક્લોરિનના ત્રણ અણુઓ બેન્ઝિન અણુમાં ઉમેરાઈને બેન્ઝિન હેક્ઝાક્લોરાઈડ $(C_6H_6Cl_6)$ બનાવે છે, જેને ગેમેક્ષીન પણ કહે છે.



બેન્ઝિન હેક્ઝાક્લોરાઈડ
(BHC)

(13.81)

દહન : જ્યારે બેન્ઝિનને હવાની હાજરીમાં ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે તે મેશવાળી જ્યોતથી બળે છે તથા CO_2 અને H_2O ઉત્પન્ન કરે છે.

$$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O \qquad (13.82)$$

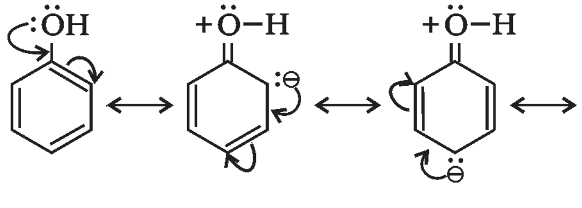
કોઈ પણ હાઈડ્રોકાર્બનની સામાન્ય દહન પ્રક્રિયાને નીચે દર્શાવેલા રાસાયણિક સમીકરણ દ્વારા દર્શાવી શકાય છે.

$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 \rightarrow x\,CO_2 + \frac{y}{2}\,H_2O \qquad (13.83)$$

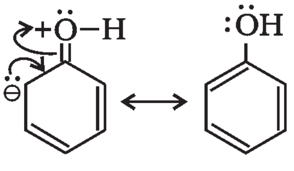
13.5.6 એક વિસ્થાપિત બેન્ઝિનમાં ક્રિયાશીલ સમૂહની સ્થાન નિર્દેશક અસર (Directive Influence of a Functional Group in Monosubstituted Benzene)

જ્યારે એક વિસ્થાપિત બેન્ઝિનનું પુનઃવિસ્થાપન કરવામાં આવે તો સંભવિત ત્રણ દ્વિવિસ્થાપિત નીપજો સમાન પ્રમાણમાં પ્રાપ્ત થતી નથી. અહીં બે પ્રકારની વર્તણૂક જોવા મળે છે. ઑર્થો અને પૅરા નીપજો મુખ્ય નીપજ તરીકે અથવા મૅટા નીપજો મુખ્ય નીપજ તરીકે. આ વર્તણૂકનો આધાર બેન્ઝિન વલયમાં નવા દાખલ થનાર સમૂહના સ્વભાવ પર નહિ, પરંતુ અગાઉથી વિસ્થાપન પામીને દાખલ થયેલા સમૂહના સ્વભાવ પર રહેલો છે. આને વિસ્થાપકોની સ્થાન નિર્દેશક અસર કહે છે. સમૂહોના ઑર્થો/પૅરા અથવા મૅટા સ્થાન નિર્દેશકના સ્વભાવ માટેના કારણોની ચર્ચા નીચે કરવામાં આવી છે.

ઑર્થો અને પૅરા સ્થાનનિર્દેશક સમૂહો : જે સમૂહો નવા દાખલ થનાર સમૂહને ઑર્થો અને પૅરા સ્થાનનો નિર્દેશ કરે છે તેઓને ઑર્થો અને પૅરા સ્થાન નિર્દેશક સમૂહો કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે આપણે ફિનોલિક સમૂહની (–OH) સ્થાન નિર્દેશક અસર ચર્ચીએ. ફિનોલ નીચે દર્શાવેલા સસ્પંદન બંધારણોનું સંકૃત બંધારણ છે.



I II III



IV V

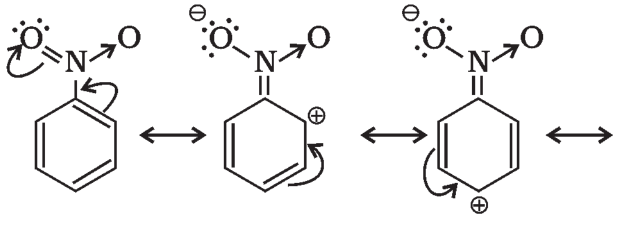
ઉપર દર્શાવેલ સસ્પંદન સૂત્રો પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે o– અને p– સ્થાનમાં ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતા વધુ છે. તેથી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા મુખ્યત્વે આ સ્થાનો પર થાય છે. વિશેષમાં નોંધવા યોગ્ય

બાબત એ છે કે –OH સમૂહની –I અસરને કારણે બેન્ઝિન વલયમાં ઓર્થો અને પૅરા સ્થાનોમાં થોડીક ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતા ઘટે છે. પરંતુ સસ્પંદનના કારણે વલયના આ સ્થાનો પર એકંદર ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતા વધે છે. તેથી –OH સમૂહ બેન્ઝિન વલયને ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયકના હુમલા માટે **સક્રિય કરે** છે. અન્ય **સક્રિયકારક** સમૂહોના ઉદાહરણો $-NH_2$, –NHR, $-NHCOCH_3$, $-OCH_3$, $-CH_3$, $-C_2H_5$ વગેરે છે.

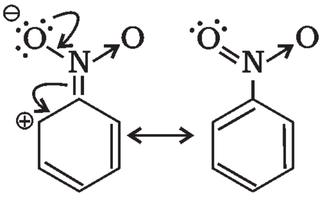
એરાઇલ હેલાઈડના કિસ્સામાં, હેલોજન મધ્યમ **અક્રિયકારક** છે, કારણ કે તેઓની પ્રબળ –I અસરને કારણે બેન્ઝિન વલયની અંદર એકંદર ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતા ઘટે છે. તેથી પછીનું વિસ્થાપન મુશ્કેલ બને છે. જો કે સસ્પંદનના કારણે *o*– અને *p*– સ્થાનો પર ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતા *m*-સ્થાન કરતાં વધુ હોય છે. તેથી તેઓ પણ *o*– અને *p*– સ્થાન નિર્દેશક સમૂહો છે.

મૅટા સ્થાન નિર્દેશક સમૂહો : જે સમૂહો નવા દાખલ થનાર સમૂહને મૅટા સ્થાનનો નિર્દેશ કરે છે તેઓને મૅટા સ્થાન નિર્દેશક સમૂહો કહે છે. મૅટા સ્થાન નિર્દેશક સમૂહોના કેટલાક ઉદાહરણો $-NO_2$, –CN, –CHO, –COR, –COOH, –COOR, $-SO_3H$ વગેરે છે.

હવે આપણે નાઇટ્રો સમૂહનું ઉદાહરણ લઈએ, નાઇટ્રો સમૂહ તેની પ્રબળ - I અસરને કારણે બેન્ઝિન વલયમાં ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતા ઓછી કરે છે. નાઇટ્રો બેન્ઝિન નીચે દર્શાવેલા સસ્પંદન બંધારણોનું સંકૃત બંધારણ છે.



I II III

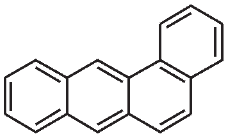


IV V

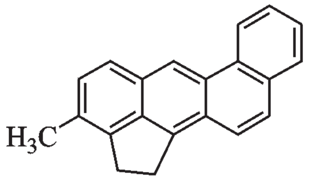
આ કિસ્સામાં બેન્ઝિનમાં એકંદર ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતા ઘટે છે, જે પુનઃવિસ્થાપન પ્રક્રિયાને મુશ્કેલ બનાવે છે. તેથી આ સમૂહોને **અક્રિયકારક સમૂહો** પણ કહે છે. મૅટા સ્થાનની સાપેક્ષે ઓર્થો અને પૅરા સ્થાનમાં ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતા ઓછી હોય છે. પરિણામે ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક ઇલેક્ટ્રૉન ધનિક મૅટા સ્થાન તરફ આકર્ષાય છે અને વિસ્થાપન પ્રક્રિયા મૅટા સ્થાનમાં થાય છે.

13.6 કૅન્સરજન્યતા અને વિષાલુતા (Carcinogenicity and Toxicity)

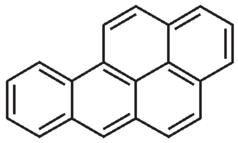
બેન્ઝિન અને બહુચક્રિય હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો (જે બે કરતાં વધુ બેન્ઝિન વલય ધરાવે છે) વિષાલુ અને કૅન્સર પ્રેરક સંયોજનો છે. કેટલાક બહુચક્રિય હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનો કાર્બનિક પદાર્થો જેવા કે તમાકુ, કોલસો અને પેટ્રોલિયમના અપૂર્ણ દહનથી ઉત્પન્ન થાય છે. જે માનવશરીરમાં પ્રવેશીને કેટલીક જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા અંતમાં DNAને નષ્ટ કરીને કૅન્સર ઉત્પન્ન કરે છે. કેટલાક કૅન્સર પ્રેરક હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનો નીચે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા છે (જૂઓ બૉક્સ).



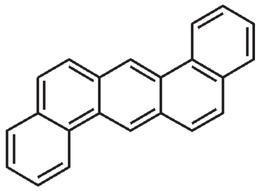
1,2-બેન્ઝએન્થ્રેસીન



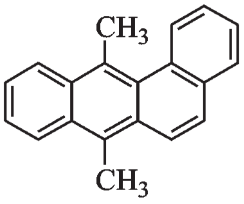
3-મિથાઈલકોલેનથ્રીન



1,2-બેન્ઝપાયરીન



1,2,5,6-ડાયબેન્ઝએન્થ્રેસીન



9,10-ડાયમિથાઈલ-1,2-બેન્ઝએન્થ્રેસીન

સારાંશ

હાઇડ્રૉકાર્બન માત્ર કાર્બન અને હાઇડ્રૉજનના સંયોજનો છે. હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનો મુખ્યત્વે કોલસા અને પેટ્રોલિયમમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે, જે **ઊર્જાના મુખ્ય સ્રોત** છે. **પેટ્રોરસાયણો** અનેક મહત્ત્વપૂર્ણ વ્યાવસાયિક નીપજોના ઉત્પાદન માટે મુખ્ય પ્રારંભિક પદાર્થ છે. ઘરના ઈંધણ તથા સ્વયં-સંચાલિત વાહનોના મુખ્ય ઊર્જાસ્રોત LPG (Liquified Petroleum Gas) અને સંકોચિત કુદરતી વાયુ (Compressed Natural Gas) છે, જેને પેટ્રોલિયમમાંથી પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે. હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનોને તેમના બંધારણોને આધારે **સરળ શૃંખલાવાળા સંતૃપ્ત** સંયોજનો (આલ્કેન સંયોજનો), **અસંતૃપ્ત સંયોજનો** (આલ્કીન અને આલ્કાઈન સંયોજનો), **ચક્રિય** (એલિસાયક્લિક) અને **ઍરોમૅટિક** સંયોજનોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

આલ્કેન સંયોજનોની મુખ્ય પ્રક્રિયાઓ **મુક્તમૂલક વિસ્થાપન, દહન, ઑક્સિડેશન** અને **ઍરોમૅટિકીકરણ** છે. આલ્કીન અને આલ્કાઈન સંયોજનો યોગશીલ પ્રક્રિયાઓ દર્શાવે છે. જે મુખ્યત્વે **ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી યોગશીલ** પ્રક્રિયા હોય છે. ઍરોમૅટિક હાઇડ્રોકાર્બન અસંતૃપ્ત હોવા છતાં મુખ્યત્વે **ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન** પ્રક્રિયા આપે છે. આ સંયોજનો વિશિષ્ટ પરિસ્થિતિઓમાં યોગશીલ પ્રક્રિયાઓ દર્શાવે છે.

આલ્કેન સંયોજનો C–C સિગ્મા બંધના મુક્ત ભ્રમણના કારણે સંરૂપણીય સમઘટકો દર્શાવે છે. ઈથેનના **સાંતરિત** (staggered) અને **ગ્રસ્ત** (eclipsed) સંરૂપણોમાંથી સાંતરિત સંરૂપણમાં હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ એકબીજાથી દૂર ગોઠવાયેલા હોવાથી તેની સ્થાયીતા વધુ હોય છે. આલ્કીન સંયોજનોમાં કાર્બન-કાર્બન દ્વિબંધની આસપાસ ભ્રમણ પ્રતિબંધિત હોવાથી **ભૌમિતિક સમઘટકતા (સિસ-ટ્રાન્સ)** જોવા મળે છે.

બેન્ઝિન અને **બેન્ઝેનોઇડ** સંયોજનો ઍરોમૅટિક લાક્ષણિકતા દર્શાવે છે. સંયોજનોની ઍરોમૅટિક લાક્ષણિકતા હ્યુકેલના નિયમ $(4n+2)\pi$ ઇલેક્ટ્રૉનના આધારે નક્કી કરી શકાય છે. બેન્ઝિન વલયમાં જોડાયેલા સમૂહો અથવા વિસ્થાપકોનો સ્વભાવ પુનઃવિસ્થાપન પ્રક્રિયા માટે વલયની સક્રિયતા અથવા અક્રિયતા તથા દાખલ થનાર સમૂહના સ્થાનને અસર કરે છે. કેટલાક બહુચક્રિય હાઇડ્રોકાર્બનમાં બેન્ઝિન વલય એકબીજા સાથે જોડાયેલા હોય છે, જે કૅન્સરજનક પ્રકૃતિ દર્શાવે છે.

સ્વાધ્યાય

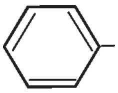
13.1 મિથેનના ક્લોરિનેશન દરમિયાન ઈથેન બને છે તે તમે કેવી રીતે સમજાવશો ?

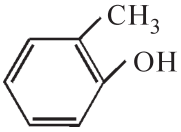
13.2 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોના IUPAC નામ લખો.

(a) $CH_3CH=C(CH_3)_2$

(b) $CH_2=CH–C\equiv C–CH_3$

(c)

(d)  $–CH_2–CH_2–CH=CH_2$

(e) 

(f) $CH_3(CH_2)_4\ CH(CH_2)_3CH_3$ with $CH_2–CH(CH_3)_2$ attached to the CH

(g) $CH_3 – CH = CH – CH_2 – CH = CH – CH(C_2H_5) – CH_2 – CH = CH_2$

13.3 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનો કે જેમાં રહેલા દ્વિબંધ અથવા ત્રિબંધની સંખ્યા દર્શાવેલી છે, તેઓના સંભવિત બધા સમઘટકોના બંધારણીય સૂત્રો અને IUPAC નામ લખો.

(a) C_4H_8 (એક દ્વિબંધ) (b) C_5H_8 (એક ત્રિબંધ)

13.4 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોના ઓઝોનોલિસીસથી મળતી નીપજના IUPAC નામ લખો.

(i) પેન્ટ-2-ઇન (ii) 3,4-ડાયમિથાઈલપેન્ટ-3-ઇન

(iii) 2-ઇથાઇલબ્યુટ-1-ઇન (iv) 1-ફિનાઇલબ્યુટ-1-ઇન

13.5 કોઈ આલ્કીન સંયોજન 'A'ના ઓઝોનોલિસીસથી ઈથેનોલ અને પેન્ટેન-3-ઑનનું મિશ્રણ મળે છે, તો સંયોજન Aનું બંધારણ અને IUPAC નામ લખો.

13.6 કોઈ આલ્કીન સંયોજન A ત્રણ C-C, આઠ C-H σ બંધ અને એક C-C π બંધ ધરાવે છે. Aનું ઓઝોનોલિસીસ થઈ 44 u મોલરદળ ધરાવતા બે મોલ આલ્ડિહાઇડ બને છે. Aનું IUPAC નામ લખો.

13.7 પ્રોપેનાલ અને પેન્ટેન-3-ઑન કોઈ એક આલ્કીનના ઓઝોનોલિસીસથી મળતી નીપજ છે, તો તે આલ્કીનનું બંધારણીય સૂત્ર લખો.

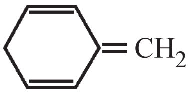
13.8 નીચે દર્શાવેલા હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનોની દહન પ્રક્રિયાના રાસાયણિક સમીકરણ લખો. (i) બ્યુટેન (ii) પેન્ટીન (iii) હેક્ઝાઇન (iv) ટોલ્યુઇન

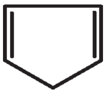
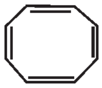
13.9 હેક્ઝ-2-ઇનના સિસ અને ટ્રાન્સ સમઘટકોના બંધારણ દોરો. કયાં સમઘટકનું ઉત્કલનબિંદુ ઊંચું હશે ? શા માટે ?

13.10 બેન્ઝિનમાં ત્રણ દ્વિબંધ હોવા છતાં તે અતિસ્થાયી શા માટે છે ?

13.11 કોઈ પ્રણાલીને ઍરોમૅટિકતા દર્શાવવા કઈ શરતો આવશ્યક છે ?

13.12 નીચે દર્શાવેલી પ્રણાલીઓ શા માટે ઍરોમૅટિકતા દર્શાવતી નથી ? સમજાવો.

(i) 

(ii) 
(iii) 

13.13 બેન્ઝિનને નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોમાં કેવી રીતે પરિવર્તિત કરશો ?

(i) *p*-નાઇટ્રૉબ્રોમોબેન્ઝિન (ii) *m*-નાઇટ્રૉક્લોરોબેન્ઝિન
(iii) *p*-નાઇટ્રોટોલ્યુઇન (iv) એસિટોફિનોન

13.14 આલ્કેન $H_3C-CH_2-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)_2$ માં 1°, 2°, 3° કાર્બન પરમાણુઓને ઓળખો અને તે પ્રત્યેક કાર્બનની સાથે જોડાયેલા હાઇડ્રૉજન પરમાણુઓની સંખ્યા પણ જણાવો.

13.15 આલ્કેન શૃંખલામાં શાખાના કારણે તેના ઉત્કલનબિંદુ પર શું અસર પડે છે ?

13.16 પ્રોપિનમાં HBr ઉમેરવાથી 2-બ્રોમોપ્રોપેન નીપજ મળે છે, જ્યારે બેન્ઝોઇલ પેરૉક્સાઇડની હાજરીમાં આ પ્રક્રિયાથી 1-બ્રોમોપ્રોપેન મળે છે, ક્રિયાવિધિ સહિત સમજાવો.

13.17 1,2-ડાયમિથાઈલબેન્ઝિન(o-ઝાયલીન)ના ઓઝોનોલિસીસથી મળતી નીપજો લખો. આ પરિણામ બેન્ઝિનના કેક્યુલે બંધારણની તરફેણ કેવી રીતે કરે છે ?

13.18 બેન્ઝિન, n-હેક્ઝેન અને ઈથાઇનને તેમની એસિડિક વર્તણૂકના ઉતરતા ક્રમમાં ગોઠવો. આ વર્તણૂકના કારણો પણ આપો.

13.19 શા માટે બેન્ઝિનમાં ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા સરળ અને કેન્દ્રાનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા મુશ્કેલ છે ?

13.20 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોને કેવી રીતે બેન્ઝિનમાં રૂપાંતરિત કરી શકાય ?

(i) ઈથાઇન (ii) ઈથીન (iii) હેક્ઝેન

13.21 એવા બધા આલ્કીન સંયોજનોના બંધારણો દોરો કે જે હાઇડ્રોજીનેશન દ્વારા 2-મિથાઈલબ્યુટેન આપે છે.

13.22 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોને તેમની ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક E^+ પ્રત્યેની સાપેક્ષ પ્રતિક્રિયાત્મકતાના ઉતરતા ક્રમમાં ગોઠવો.

(a) ક્લોરોબેન્ઝિન, 2,4-ડાયનાઇટ્રોક્લોરોબેન્ઝિન, *p*-નાઇટ્રોક્લોરોબેન્ઝિન

(b) ટોલ્યુઇન, *p*-$H_3C-C_6H_4-NO_2$, *p*-$O_2N-C_6H_4-NO_2$

13.23 બેન્ઝિન, *m*-ડાયનાઇટ્રોબેન્ઝિન અને ટોલ્યુઇનમાંથી કોનું નાઇટ્રેશન વધુ સરળતાથી થશે ? શા માટે ?

13.24 બેન્ઝિનના ઇથાઇલેશન દરમિયાન નિર્જળ એલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડના બદલે કયો લુઇસ ઍસિડ વાપરી શકાય તે સૂચવો.

13.25 કાર્બન પરમાણુની એકી સંખ્યા ધરાવતા આલ્કેનની બનાવટ માટે વુર્ટ્ઝ પ્રક્રિયા શા માટે પસંદ કરવામાં આવતી નથી ? તમારા ઉત્તરને કોઈ એક ઉદાહરણ દ્વારા સ્પષ્ટ કરો.