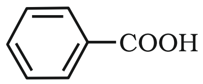
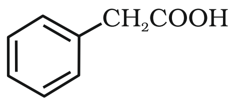
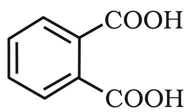
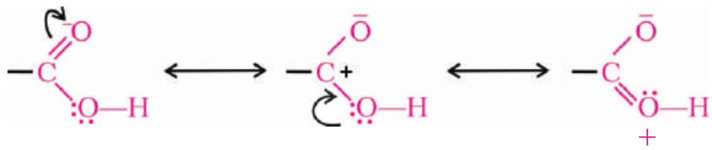
	બેન્ઝોઇક ઍસિડ	બેન્ઝિનકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ (બેન્ઝોઇક ઍસિડ)
	ફિનાઈલ એસિટિક ઍસિડ	2-ફિનાઇલઇથેનોઇક ઍસિડ
	થ્પેલિક ઍસિડ	બેન્ઝિન-1,2-ડાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ

12.6.2 કાર્બોક્સિલ સમૂહનું બંધારણ (Structure of Carboxyl Group)

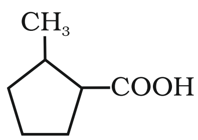
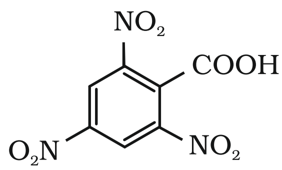
કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોમાં કાર્બોક્સિલ કાર્બન સાથે જોડાયેલા બધા બંધો એક જ સમતલમાં હોય છે અને તેઓ એકબીજાથી 120^0 ખૂણાથી અલગ થયેલા હોય છે. કાર્બોક્સિલિક કાર્બન નીચે દર્શાવેલા શક્ય સસ્પંદન બંધારણોને કારણે કાર્બોનિલ કાર્બન કરતા ઓછો ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી છે.



લખાણ સંબંધિત પ્રશ્નો

12.6 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોના IUPAC નામ લખો :

(i) Ph CH_2CH_2COOH (ii) $(CH_3)_2C=CHCOOH$

(iii)  (iv) 

12.7 કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોની બનાવટ માટેની પદ્ધતિઓ (Methods of preparation of Carboxylic Acids)

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોની બનાવટ માટેની કેટલીક અગત્યની પદ્ધતિઓ નીચે દર્શાવેલી છે :

1. પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ સંયોજનો અને આલ્ડિહાઇડ સંયોજનોમાંથી

પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ સંયોજનો સામાન્ય ઑક્સિડેશનકર્તાઓ જેવા કે તટસ્થ, ઍસિડિક અથવા આલ્કલાઇન માધ્યમમાં પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ ($KMnO_4$) અથવા ઍસિડિક માધ્યમમાં પોટૅશિયમ ડાયક્રોમેટ ($K_2Cr_2O_7$) અને ક્રોમિયમ ટ્રાયૉક્સાઇડ (CrO_3) દ્વારા સરળતાથી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોમાં ઑક્સિડેશન પામે છે.

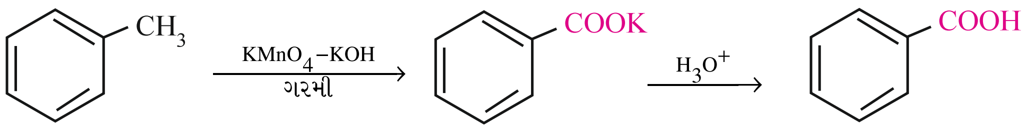
$$RCH_2OH \xrightarrow[\text{2. } H_3\overset{+}{O}]{\text{1. આલ્કલાઇન } KMnO_4} RCOOH$$

$$\underset{\text{ડેકેન-1-ઑલ}}{CH_3(CH_2)_8CH_2OH} \xrightarrow[\text{જોન્સ પ્રક્રિયક}]{CrO_3-H_2SO_4} \underset{\text{ડેકેનોઇક ઍસિડ}}{CH_3(CH_2)_8COOH}$$

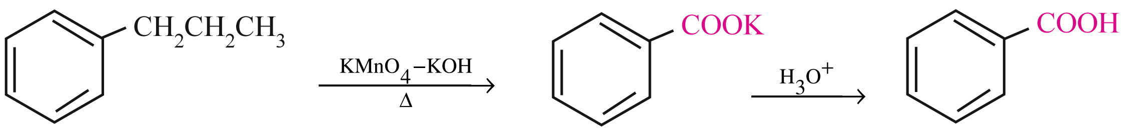
મંદ ઑક્સિડેશનકર્તાઓના ઉપયોગ દ્વારા આલ્ડિહાઇડ સંયોજનોમાંથી પણ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો બનાવી શકાય છે (વિભાગ 12.4).

2. *આલ્કાઇલબેન્ઝિન સંયોજનોમાંથી*

એરોમેટિક કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો, આલ્કાઇલ બેન્ઝિન સંયોજનોના ક્રોમિક ઍસિડ અથવા ઍસિડિક કે આલ્કલાઇન પોટૅશિયમ પરમેંગેનેટ સાથે ઉગ્ર ઑક્સિડેશન દ્વારા બનાવી શકાય છે. શાખા ગમે તેટલી લાંબી હોય તોપણ સંપૂર્ણ શાખાનું ઑક્સિડેશન કાર્બોક્સિલ સમૂહમાં થાય છે. પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક આલ્કાઇલ સમૂહો આ પ્રમાણે ઑક્સિડેશન પામે છે, જ્યારે તૃતીયક સમૂહ પર કોઈ અસર થતી નથી. યોગ્ય વિસ્થાપિત આલ્કીન સંયોજનો પણ આ ઑક્સિડેશનકર્તાઓ દ્વારા કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોમાં ઑક્સિડેશન પામે છે (જુઓ એકમ-13, ધોરણ XI).



બેન્ઝોઇક ઍસિડ



બેન્ઝોઇક ઍસિડ

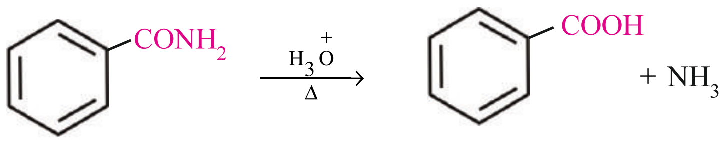
3. *નાઇટ્રાઇલ અને એમાઇડ સંયોજનોમાંથી*

નાઇટ્રાઇલ સંયોજનો H^+ અથવા OH^- ઉદ્દીપકની હાજરીમાં પહેલા એમાઇડ સંયોજનોમાં અને ત્યારબાદ ઍસિડ સંયોજનોમાં જળવિભાજન પામે છે. પ્રક્રિયાને એમાઇડ તબક્કે રોકવા માટે હળવી (mild) પ્રક્રિયા પરિસ્થિતિનો ઉપયોગ થાય છે.

$$R\text{-}CN \xrightarrow[H_2O]{\overset{+}{H}\text{ અથવા }\overset{-}{O}H} R\text{-}\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}\text{-}NH_2 \xrightarrow[\Delta]{\overset{+}{H}\text{ અથવા }\overset{-}{O}H} RCOOH$$

$$CH_3CONH_2 \xrightarrow[\Delta]{H_3\overset{+}{O}} CH_3COOH + NH_3$$

ઇથેનેમાઇડ ઇથેનોઇક ઍસિડ



બેન્ઝેમાઇડ બેન્ઝોઇક ઍસિડ

4. *ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયકોમાંથી*

ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયકો ઘન કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ (સૂકો બરફ) સાથે પ્રક્રિયા કરી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોના ક્ષાર બનાવે છે, જેને ખનીજ ઍસિડ વડે ઍસિડિક કરતા અનુવર્તી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોમાં રૂપાંતર પામે છે.

$$R\text{-}Mg\text{-}X + O{=}C{=}O \xrightarrow{\text{શુષ્ક ઈથર}} R\text{-}C(=O)\text{-}O^-\,MgX^+ \xrightarrow{H_3O^+} RCOOH$$

આપણે જાણીએ છીએ તે મુજબ ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયકો અને નાઇટ્રાઇલ સંયોજનોને આલ્કાઇલ હેલાઇડ સંયોજનોમાંથી બનાવી શકાય છે (જુઓ એકમ-10, ધોરણ XII).

ઉપરોક્ત પદ્ધતિઓ (3 અને 4) આલ્કાઈલ હેલાઈડ સંયોજનોનું તેના અનુવર્તી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોમાં રૂપાંતર કરવા માટે ઉપયોગી છે. અહીં આલ્કાઈલ હેલાઈડ સંયોજનોમાં રહેલા કાર્બન પરમાણુની સંખ્યા કરતાં કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોમાં એક કાર્બન પરમાણુ વધુ હોય છે (શ્રેણીમાં આગળ વધવું).

5. *એસાઈલ હેલાઈડ અને એનહાઈડ્રાઈડ સંયોજનોમાંથી*

ઍસિડ ક્લોરાઈડ સંયોજનો પાણી સાથે જળવિભાજન પામી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો બનાવે છે અથવા જલીય બેઈઝ સાથે સરળતાથી જળવિભાજન પામી કાર્બોક્સિલેટ આયનો બનાવે છે, જેને એસિડિક બનાવતા અનુવર્તી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો બને છે. જ્યારે બીજી બાજુ એનહાઈડ્રાઈડ સંયોજનો પાણી સાથે જળવિભાજન પામી અનુવર્તી ઍસિડ સંયોજનો બનાવે છે.

$$RCOCl \xrightarrow{H_2O} RCOOH + Cl^-$$

$$RCOCl \xrightarrow{^-OH/H_2O} RCOO^- + Cl^- \xrightarrow{H_3O^+} RCOOH$$

$$(C_6H_5CO)_2O \xrightarrow{H_2O} 2C_6H_5COOH$$

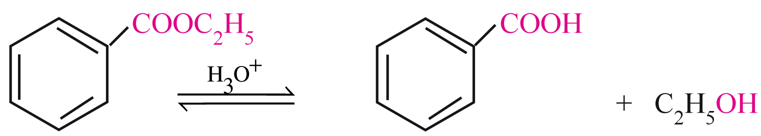
બેન્ઝોઈક એનહાઈડ્રાઈડ → બેન્ઝોઈક ઍસિડ

$$C_6H_5COOCOCH_3 \xrightarrow{H_2O} C_6H_5COOH + CH_3COOH$$

બેન્ઝોઈક ઈથેનોઈક એનહાઈડ્રાઈડ → બેન્ઝોઈક ઍસિડ + ઈથેનોઈક ઍસિડ

6. *એસ્ટર સંયોજનોમાંથી*

એસ્ટર સંયોજનોનું ઍસિડિક જળવિભાજન સીધેસીધા કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો આપે છે, જ્યારે બેઝિક જળવિભાજન કાર્બોક્સિલેટ આયનો આપે છે, જેને ઍસિડિક બનાવતા અનુવર્તી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો આપે છે.



ઈથાઈલ બેન્ઝોએટ → બેન્ઝોઈક ઍસિડ

$$CH_3CH_2CH_2COOC_2H_5 \overset{NaOH}{\rightleftharpoons} CH_3CH_2CH_2COONa + C_2H_5OH$$

ઈથાઈલ બ્યુટેનોએટ

$$\downarrow H_3O^+$$

$$CH_3CH_2CH_2COOH$$

બ્યુટેનોઈક ઍસિડ

કોયડો 12.5 નીચે દર્શાવેલા પરિવર્તનો માટે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ લખો :

(i) બ્યુટેન-1-ઑલમાંથી બ્યુટેનોઈક ઍસિડ

(ii) બેન્ઝાઈલ આલ્કોહૉલમાંથી ફિનાઈલઈથેનોઈક ઍસિડ

(iii) 1-બ્રોમો-3-નાઈટ્રોબેન્ઝિનમાંથી 3-નાઈટ્રોબેન્ઝોઈક ઍસિડ

(iv) 4-મિથાઈલ એસિટોફિનોનમાંથી બેન્ઝિન-1,4-ડાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ

(v) સાયક્લોહેક્ઝીનમાંથી હેક્ઝેન-1,6-ડાયોઈક ઍસિડ

(vi) બ્યુટેનાલમાંથી બ્યુટેનોઈક ઍસિડ

ઉકેલ :

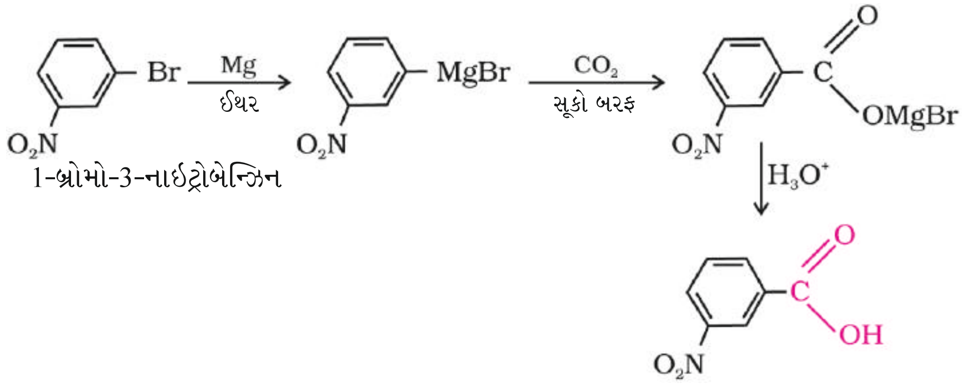
(i) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH \xrightarrow[\text{જોન્સ પ્રક્રિયક}]{CrO_3-H_2SO_4} CH_3CH_2CH_2COOH$

બ્યુટેન-1-ઑલ → બ્યુટેનોઇક ઍસિડ

(ii) $C_6H_5CH_2OH \xrightarrow{HBr} C_6H_5CH_2Br \xrightarrow{KCN} C_6H_5CH_2CN \xrightarrow{H_3O^+} C_6H_5CH_2COOH$

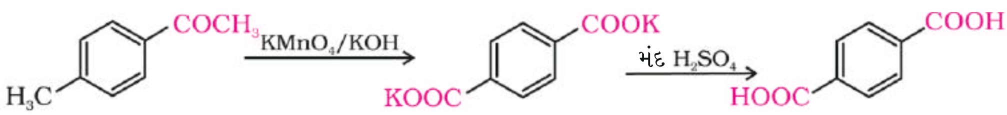
બેન્ઝાઇલ આલ્કોહૉલ → બેન્ઝાઇલ બ્રોમાઇડ → બેન્ઝાઇલ સાયનાઇડ → ફિનાઇલઇથેનોઇક ઍસિડ

(iii)



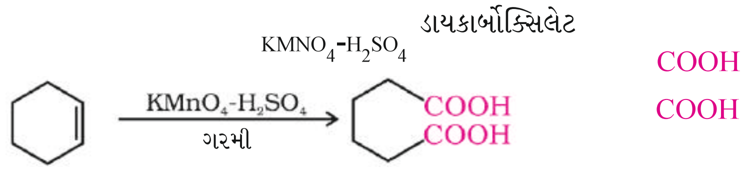
1-બ્રોમો-3-નાઇટ્રોબેન્ઝિન → 3-નાઇટ્રોબેન્ઝોઇક ઍસિડ

(iv)



4-મિથાઇલએસિટોફિનોન → ડાયપોટૅશિયમ બેન્ઝિન-1,4-ડાયકાર્બોક્સિલેટ → બેન્ઝિન-1,4-ડાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ (ટેરેપ્થેલિક ઍસિડ)

(v)



સાયક્લોહેક્ઝીન → હેક્ઝેન-1,6-ડાયોઇકઍસિડ (ઍડિપિક ઍસિડ)

(vi) $CH_3CH_2CH_2CHO \xrightarrow[\text{(ટોલેન્સ પ્રક્રિયક)}]{\text{એમોનિયામય } AgNO_3} CH_3CH_2CH_2COOH$

બ્યુટેનાલ → બ્યુટેનોઇક ઍસિડ

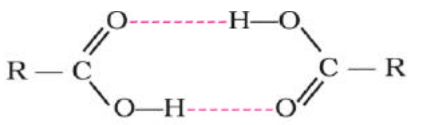
લખાણ સંબંધિત પ્રશ્નો

12.7 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોને કેવી રીતે બેન્ઝોઇક ઍસિડમાં રૂપાંતરિત કરી શકાય તે દર્શાવો :

(i) ઈથાઇલબેન્ઝિન (ii) એસિટોફિનોન

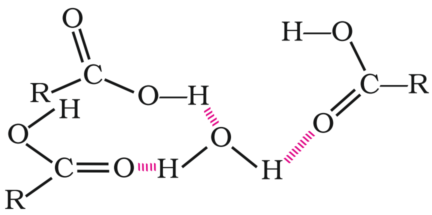
(iii) બ્રોમોબેન્ઝિન (iv) ફિનાઇલઈથીન (સ્ટાયરિન)

12.8 ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties)



દ્વિઅણુ (ડાયમર)

વાયુઅવસ્થામાં અથવા એપ્રોટિક દ્રાવકમાં



RCOOH અને H_2O વચ્ચે હાઈડ્રોજન બંધન

નવ કાર્બન પરમાણુઓ સુધીના એલિફેટિક કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો ઓરડાના તાપમાને અરુચિકર વાસ ધરાવતા રંગવિહિન પ્રવાહીઓ હોય છે. ઉચ્ચ ઍસિડ સંયોજનો મીણ જેવા ઘન સ્વરૂપે હોય છે તથા નીચી બાષ્પશીલતાના કારણે વ્યવહારિક રીતે વાસવિહિન હોય છે. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુઓ સમાન આણ્વીયદળ ધરાવતા આલ્ડિહાઈડ, કિટોન સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુઓ કરતાં અને આલ્કોહૉલ સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુઓ કરતાં પણ ઊંચા હોય છે. આમ થવાનું કારણ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોનું આંતરઆણ્વીય હાઈડ્રોજન બંધન દ્વારા જોડાણ છે. આ હાઈડ્રોજન બંધ વાયુ અવસ્થામાં પણ સંપૂર્ણપણે તૂટતા નથી. વાસ્તવમાં મોટા ભાગના કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો વાયુઅવસ્થામાં અથવા એપ્રોટિક દ્રાવકોમાં દ્વિઅણુ (ડાયમર) સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે.

ચાર કાર્બન પરમાણુઓ સુધીના એલિફેટિક કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો પાણી સાથે હાઈડ્રોજન બંધ બનાવતા હોવાથી પાણી સાથે મિશ્રિત થાય છે. કાર્બન પરમાણુની સંખ્યા વધે તેમ દ્રાવ્યતા ઘટે છે. ઉચ્ચ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોમાં હાઈડ્રોકાર્બન ભાગની જળવિરાગી (hydrophobic) પારસ્પરિક ક્રિયામાં થતા વધારાના કારણે તેઓ વ્યવહારિક રીતે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે. સાદામાં સાદો એરોમેટિક કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ જેવો કે બેન્ઝોઇક ઍસિડ ઠંડા પાણીમાં લગભગ અદ્રાવ્ય હોય છે. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો ઓછા ધ્રુવીય કાર્બનિક દ્રાવકો જેવા કે બેન્ઝિન, ઈથર, આલ્કોહૉલ, ક્લોરોફોર્મ, વગેરેમાં દ્રાવ્ય હોય છે.

12.9 રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ (Chemical Reactions)

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને નીચે મુજબ વર્ગીકૃત કરી શકાય :

12.9.1 પ્રક્રિયાઓ જેમાં O-H બંધ તૂટે છે (Reactions Involving Cleavage of O-H Bond)

એસિડિકતા

ધાતુઓ અને બેઇઝ સંયોજનો સાથે પ્રક્રિયાઓ

આલ્કોહૉલ સંયોજનોની જેમ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો વિદ્યુતધન ધાતુઓ સાથે હાઈડ્રોજન મુક્ત કરે છે અને ફિનોલ સંયોજનોની જેમ બેઇઝ પદાર્થો સાથે ક્ષાર બનાવે છે. તેમ છતાં ફિનોલ સંયોજનથી જુદી રીતે તેઓ નિર્બળ બેઇઝ જેવા કે કાર્બોનેટ અને હાઈડ્રોજનકાર્બોનેટ સાથે પ્રક્રિયા કરી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ મુક્ત કરે છે. આ પ્રક્રિયા કાર્બનિક સંયોજનમાં કાર્બોક્સિલ સમૂહની હાજરી પારખવા માટે ઉપયોગી થાય છે.

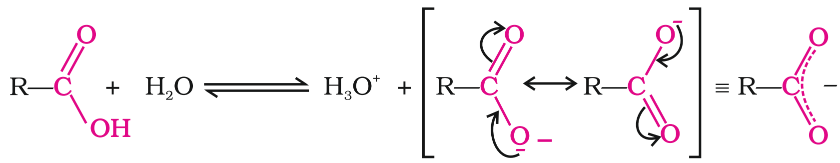
$$2R\text{-}COOH + 2Na \rightarrow 2R\text{-}COO^-Na^+ + H_2$$

સોડિયમ કાર્બોક્સિલેટ

$$R\text{-}COOH + NaOH \rightarrow R\text{-}COO^-Na^+ + H_2O$$

$$R\text{-}COOH + NaHCO_3 \rightarrow R\text{-}COO^-Na^+ + H_2O + CO_2$$

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો પાણીમાં વિયોજન પામી સસ્પંદન સ્થાયીકૃત કાર્બોક્સિલેટ ઋણાયનો અને હાઈડ્રોનિયમ આયન આપે છે.



ઉપરોક્ત પ્રક્રિયા માટે :

$$K_{eq} = \frac{[H_3\overset{+}{O}][RCO\overset{-}{O}]}{[H_2O][RCOOH]} \quad K_a = K_{eq}\,[H_2O] = \frac{[H_3\overset{+}{O}][RCO\overset{-}{O}]}{[RCOOH]}$$

જ્યાં K_{eq} સંતુલન અચળાંક છે અને K_a ઍસિડ વિયોજન અચળાંક છે.

અનુકૂળતા માટે, ઍસિડની પ્રબળતાને સામાન્યરીતે તેના K_a મૂલ્યને બદલે pK_a મૂલ્યથી દર્શાવવામાં આવે છે.

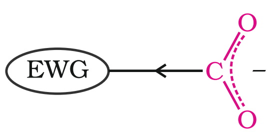
$pK_a = -\log K_a$

હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડના pK_aનું મૂલ્ય -7.0 હોય છે, જ્યારે ટ્રાયફ્લોરોએસિટિક ઍસિડ (સૌથી વધુ પ્રબળ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ), બેન્ઝોઇક ઍસિડ અને એસિટિક ઍસિડના pK_a મૂલ્યો અનુક્રમે 0.23, 4.19 અને 4.76 છે.

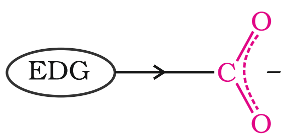
ઍસિડના pK_aનું મૂલ્ય જેટલું ઓછું તેટલી તેની પ્રબળતા વધુ હોય છે (સારો પ્રોટોન દાતા). પ્રબળ ઍસિડ સંયોજનોના pK_a મૂલ્યો < 1 હોય છે, જે ઍસિડ સંયોજનોના pK_aના મૂલ્યો 1 અને 5ની વચ્ચે હોય તેને મધ્યમ પ્રબળ ઍસિડ સંયોજનો તરીકે ગણવામાં આવે છે. નિર્બળ ઍસિડ સંયોજનોના pK_a મૂલ્યો 5 અને 15ની વચ્ચે હોય છે અને અતિ નિર્બળ ઍસિડ સંયોજનોના pK_a મૂલ્યો > 15 હોય છે.

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો, ખનીજ ઍસિડ સંયોજનો કરતા નિર્બળ હોય છે, પણ તેઓ આલ્કોહૉલ સંયોજનો અને ઘણા સાદા ફિનોલ સંયોજનો (ઇથેનોલ માટે $pK_a \sim 16$ અને ફિનોલ માટે $pK_a \sim 10$) કરતા પ્રબળ ઍસિડ સંયોજનો છે. વાસ્તવમાં તમે અત્યાર સુધી જે કાર્બનિક સંયોજનોનો અભ્યાસ કર્યો છે તે પૈકી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો સૌથી વધુ એસિડિક હોય છે. તમે પહેલેથી જાણો છો કે ફિનોલ સંયોજનો, આલ્કોહૉલ સંયોજનો કરતાં શા માટે વધુ એસિડિક છે. આ જ રીતે કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોની ફિનોલ સંયોજનો કરતા ઊંચી એસિડિક પ્રબળતા સમજી શકાય છે. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડનો સંયુગ્મી બેઇઝ કાર્બોક્સિલેટ આયન બે સમતુલ્ય સસ્પંદન બંધારણો દ્વારા સ્થાયીતા પ્રાપ્ત કરે છે, જેમાં ઋણવીજભાર વધુ વિદ્યુતઋણમય ઑક્સિજન પરમાણુ પર રહેલો હોય છે. ફિનોલનો સંયુગ્મી બેઇઝ ફિનૉક્સાઇડ આયન અસમતુલ્ય સસ્પંદન બંધારણો ધરાવે છે, જેમાં ઋણવીજભાર ઓછા વિદ્યુતઋણમય કાર્બન પરમાણુ પર રહેલો હોય છે. તેથી ફિનૉક્સાઇડમાં સસ્પંદન એટલું મહત્ત્વનું નથી જેટલું કાર્બોક્સિલેટ આયનમાં હોય છે. વધુમાં કાર્બોક્સિલેટ આયનમાં બે ઑક્સિજન પરમાણુઓ પર ઋણવીજભાર વિસ્થાનીકૃત થયેલો હોય છે, જ્યારે ફિનૉક્સાઇડ આયનમાં તે એક ઑક્સિજન પરમાણુ પર અને ઓછા વિદ્યુતઋણમય કાર્બન પરમાણુઓ પર ઓછી અસરકારક રીતે વિસ્થાનીકૃત થયેલો હોય છે (એકમ-11, ધોરણ-XII). આમ, કાર્બોક્સિલેટ આયન, ફિનૉક્સાઇડ આયન કરતા વધુ સ્થાયી હોય છે. તેથી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો, ફિનોલ સંયોજનો કરતા વધુ ઍસિડિક હોય છે.

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોની એસિડિક પ્રબળતા *પર વિસ્થાપકોની અસર :* વિસ્થાપકો સંયુગ્મી બેઇઝની સ્થાયીતા પર અસર કરી શકે છે અને તેથી તેઓ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોની ઍસિડિકતા પર પણ અસર કરે છે. ઇલેક્ટ્રૉન આકર્ષક સમૂહો પ્રેરક અસર અને / અથવા સસ્પંદન અસર દ્વારા ઋણવીજભારના વિસ્થાનીકરણથી સંયુગ્મી બેઇઝનું સ્થાયીકરણ કરીને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોની એસિડિક પ્રબળતામાં વધારો કરે છે. તેનાથી વિપરીત ઇલેક્ટ્રૉનદાતા સમૂહો સંયુગ્મો બેઇઝને અસ્થાયી બનાવીને એસિડિક પ્રબળતા ઘટાડે છે.



ઇલેક્ટ્રૉન આકર્ષક સમૂહ (EWG) કાર્બોક્સિલેટ ઋણાયનને સ્થાયી બનાવે છે અને ઍસિડની પ્રબળતા વધારે છે.



ઇલેક્ટ્રૉનદાતા સમૂહ (EDG) કાર્બોક્સિલેટ ઋણાયનને અસ્થાયી બનાવે છે અને ઍસિડને નિર્બળ બનાવે છે.

નીચે દર્શાવેલા સમૂહોનો ઍસિડિકતા વધારવાની અસરનો ક્રમ

$Ph < I < Br < Cl < F < CN < NO_2 < CF_3$ છે.

આમ, નીચે દર્શાવેલા ઍસિડ સંયોજનોને ઍસિડિકતા વધવાના ક્રમમાં ગોઠવેલ છે (pK_a મૂલ્યોના આધારે) :

$CF_3COOH > CCl_3COOH > CHCl_2COOH > NO_2CH_2COOH > NC\text{-}CH_2COOH >$

←

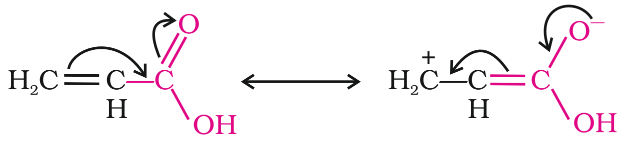
$FCH_2COOH > ClCH_2COOH > BrCH_2COOH > HCOOH > ClCH_2CH_2COOH >$

[સળંગ (continue)] ←

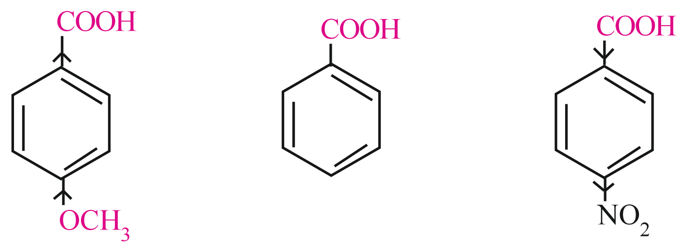
$C_6H_5COOH > C_6H_5CH_2COOH > CH_3COOH > CH_3CH_2COOH$

[સળંગ (continue)] ←

કાર્બોક્સિલ સમૂહ સાથે ફિનાઈલ અને વિનાઇલ જેવા સમૂહો સીધા જ જોડાવાથી અનુવર્તી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડની એસિડિક પ્રબળતા વધે છે, જે નીચે દર્શાવેલી સસ્પંદન અસરને કારણે અપેક્ષિત ઘટાડાથી વિપરીત છે.



આમ થવાનું કારણ કાર્બોક્સિલ કાર્બન જે sp^2 સંકૃત કાર્બન સાથે જોડાયેલ હોય છે તેની ઉચ્ચ વિદ્યુતઋણમયતા છે. એરોમેટિક કાર્બોક્સિલિક ઍસિડમાં બેન્ઝિન વલય પર જો ઇલેક્ટ્રૉન આકર્ષક સમૂહ હાજર હોય તો તે ઍસિડ સંયોજનોની ઍસિડિકતા વધારે છે, જ્યારે ઇલેક્ટ્રૉનદાતા સમૂહ તેમની ઍસિડિકતા ઘટાડે છે.

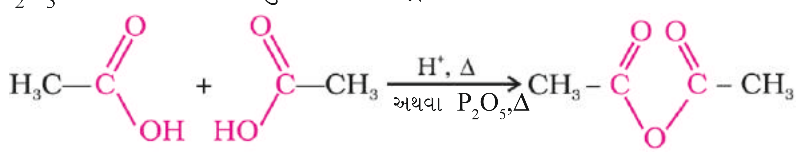


4-મિથૉક્સિબેન્ઝોઇક ઍસિડ	બેન્ઝોઇક ઍસિડ	4-નાઇટ્રોબેન્ઝોઇક ઍસિડ
($pK_a = 4.46$)	($pK_a = 4.19$)	($pK_a = 3.41$)

12.9.2 પ્રક્રિયાઓ જેમાં C-OH બંધ તૂટે છે (Reactions Involving Cleavage of C-OH Bond)

1. એનહાઈડ્રાઈડનું બનવું

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોને H_2SO_4 જેવા ખનીજ ઍસિડ સંયોજનો સાથે અથવા P_2O_5 સાથે ગરમ કરતા અનુવર્તી એનહાઇડ્રાઇડ સંયોજનો મળે છે.



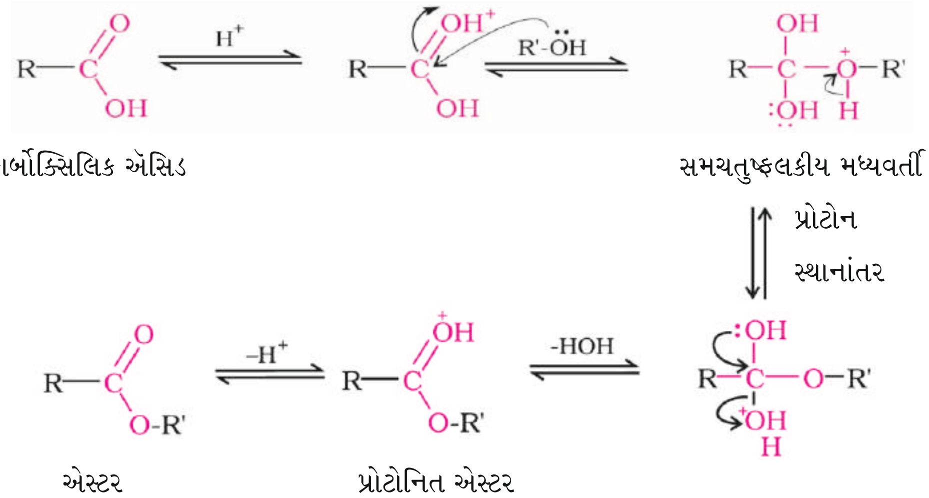
ઈથેનોઈક ઍસિડ ઈથેનોઈક એનહાઈડ્રાઈડ

2. એસ્ટરીકરણ

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો સાંદ્ર H_2SO_4 જેવા ખનીજ ઍસિડ અથવા HCl વાયુ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં આલ્કોહૉલ સંયોજનો અથવા ફિનોલસંયોજનો સાથે એસ્ટર બનાવે છે.

$$RCOOH + R'OH \xrightleftharpoons{H^+} RCOOR' + H_2O$$

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોના એસ્ટરીકરણની ક્રિયાવિધિ : કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોનું આલ્કોહૉલ સાથેનું એસ્ટરીકરણ એક પ્રકારની કેન્દ્રાનુરાગી એસાઇલ વિસ્થાપન પ્રક્રિયા છે. કાર્બોનિલ ઑક્સિજનનું પ્રોટોનીકરણ કાર્બોનિલ સમૂહને આલ્કોહૉલની કેન્દ્રાનુરાગી યોગશીલ પ્રક્રિયા તરફ સક્રિય કરે છે. સમચતુષ્ફલકીય મધ્યવર્તીમાં એક પ્રોટોન સ્થાનાંતર હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહને -$^{+}OH_2$ સમૂહમાં રૂપાંતરિત કરે છે, જે ઉત્તમ દૂર થનાર સમૂહ તરીકે તટસ્થ પાણી અણુ સ્વરૂપે વિલોપન પામે છે. આમ, આ રીતે બનેલા પ્રોટોનિત એસ્ટર પ્રોટોન ગુમાવીને એસ્ટર બનાવે છે.



3. PCl_5, PCl_3 અને $SOCl_2$ સાથે પ્રક્રિયાઓ

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોના હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ આલ્કોહૉલ સંયોજનોના હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહની જેમ વર્તે છે અને PCl_5, PCl_3 અથવા $SOCl_2$ સાથે પ્રક્રિયા કરવાથી તે ક્લોરિન પરમાણુ દ્વારા વિસ્થાપિત થાય છે. થાયોનિલ ક્લોરાઇડ ($SOCl_2$)ને અગ્રિમતા આપવામાં આવે છે કારણ કે આ પ્રક્રિયાની અન્ય બે નીપજો વાયુમય હોય છે, જે પ્રક્રિયા મિશ્રણમાંથી બહાર નીકળી જાય છે, જેથી નીપજોનું શુદ્ધીકરણ સરળ બને છે.

$$RCOOH + PCl_5 \rightarrow RCOCl + POCl_3 + HCl$$

$$3RCOOH + PCl_3 \rightarrow 3RCOCl + H_3PO_3$$

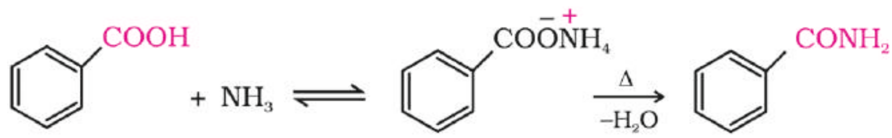
$$RCOOH + SOCl_2 \rightarrow RCOCl + SO_2 + HCl$$

4. એમોનિયા સાથે પ્રક્રિયા

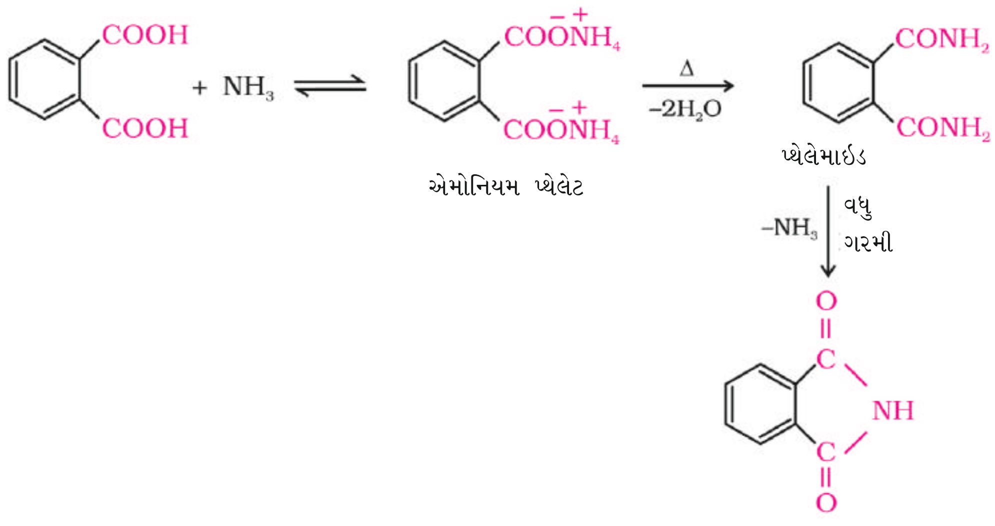
કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો એમોનિયા સાથે પ્રક્રિયા કરી એમોનિયમ ક્ષાર આપે છે, જેને ઊંચા તાપમાને ગરમ કરતા એમાઇડ સંયોજનો મળે છે. દા.ત.,

$$CH_3COOH + NH_3 \rightleftharpoons CH_3CO\overset{-}{O}\overset{+}{N}H_4 \xrightarrow[-H_2O]{\Delta} CH_3CONH_2$$

એમોનિયમ એસિટેટ   એસિટેમાઇડ



એમોનિયમ બેન્ઝોએટ   બેન્ઝેમાઇડ



12.9.3 પ્રક્રિયાઓ જેમાં -COOH સમૂહ ભાગ લે છે. (Reactions Involving -COOH Group)

1. રિડક્શન

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો લિથિયમ ઍલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રાઇડ દ્વારા અથવા ડાયબોરેન દ્વારા વધુ સારી રીતે પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ સંયોજનોમાં રિડક્શન પામે છે. ડાયબોરેન એસ્ટર, નાઇટ્રો, હેલો વગેરે જેવા ક્રિયાશીલ સમૂહોનું સરળતાથી રિડક્શન કરતા નથી. સોડિયમ બોરોહાઇડ્રાઇડ, કાર્બોક્સિલ સમૂહનું રિડક્શન કરતા નથી.

$$R\text{-}COOH \xrightarrow[\text{(ii) } H_3O^+]{\text{(i) } LiAlH_4 / \text{ઈથર અથવા } B_2H_6} R\text{-}CH_2OH$$

2. ડિકાર્બોક્સિલેશન

જ્યારે કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોના સોડિયમ ક્ષારને સોડાલાઇમ (NaOH અને CaO 3 : 1 પ્રમાણમાં) સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ગુમાવીને હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો બનાવે છે. આ પ્રક્રિયાને ડિકાર્બોક્સિલેશન કહે છે.

$$R\text{-}COONa \xrightarrow[\text{ગરમી}]{NaOH \text{ અને } CaO} R\text{-}H + Na_2CO_3$$

કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોના આલ્કલી ધાતુ ક્ષાર તેઓના જલીય દ્રાવણોના વિદ્યુતવિભાજનથી પણ ડિકાર્બોક્સિલેશન પ્રક્રિયા અનુભવે છે અને ઍસિડના આલ્કાઇલ સમૂહમાં રહેલા કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યા કરતા બમણી સંખ્યામાં કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતા હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો બનાવે છે. આ પ્રક્રિયા કોલ્બે વિદ્યુતવિભાજન **(Kolbe electrolysis)** (એકમ-13, ધોરણ XI) તરીકે ઓળખાય છે.

12.9.4 હાઇડ્રોકાર્બન ભાગમાં વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ (Substitution Reactions in the Hydrocarbon Part)

1. હેલોજીનેશન

α-હાઇડ્રોજન ધરાવતા કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો લાલ ફૉસ્ફરસની અલ્પમાત્રાની હાજરીમાં ક્લોરિન અથવા બ્રોમિન સાથે પ્રક્રિયા કરી α-હેલોકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો બનાવે છે. આ પ્રક્રિયા હેલ-વોલ્હાર્ડ-ઝેલિન્સ્કી પ્રક્રિયા **(Hell-Volhard-Zelinsky Reaction)** તરીકે ઓળખાય છે.

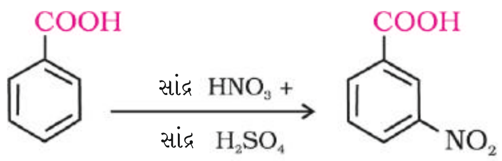
$$R\text{-}CH_2\text{-}COOH \xrightarrow[\text{(ii) } H_2O]{\text{(i) } X_2/\text{લાલ ફૉસ્ફરસ}} R\text{-}\underset{\displaystyle X}{\underset{|}{CH}}\text{-}COOH$$

X = Cl, Br

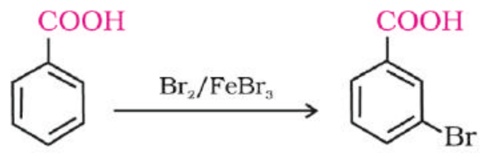
α–હેલોકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ

2. *વલય વિસ્થાપન*

એરોમેટિક કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓ અનુભવે છે, જેમાં કાર્બોક્સિલ સમૂહ અક્રિયકારક અને મેટા નિર્દેશક સમૂહ તરીકે વર્તે છે. જોકે તેઓ ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ પ્રક્રિયા અનુભવતા નથી (કારણ કે કાર્બોક્સિલ સમૂહ અક્રિયકારક છે અને ઉદ્દીપક ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ (લુઈસ ઍસિડ) કાર્બોક્સિલ સમૂહ સાથે બંધ બનાવે છે).



m-નાઇટ્રોબેન્ઝોઇક ઍસિડ



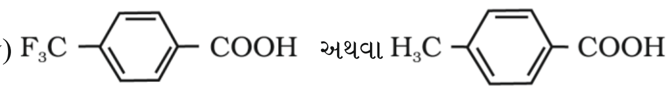
m-બ્રોમોબેન્ઝોઇક ઍસિડ

લખાણ સંબંધિત પ્રશ્ન

12.8 અહીંયા દર્શાવેલી દરેક જોડીમાં તમે ક્યાં ઍસિડની વધુ પ્રબળ ઍસિડ તરીકે અપેક્ષા રાખો છો ?

(i) CH_3CO_2H અથવા CH_2FCO_2H (ii) CH_2FCO_2H અથવા CH_2ClCO_2H

(iii) $CH_2FCH_2CH_2CO_2H$ અથવા $CH_3CHFCH_2CO_2H$

(iv) 

12.10 કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોના ઉપયોગો (Uses of Carboxylic Acids)

મિથેનોઇક ઍસિડ રબર, કાપડ, રંગ, ચામડાં અને ઇલેક્ટ્રૉપ્લેટિંગ ઉદ્યોગોમાં ઉપયોગી થાય છે. ઇથેનોઇક ઍસિડ દ્રાવક તરીકે અને ખાદ્ય ઉદ્યોગમાં વિનેગર તરીકે વપરાય છે. હેક્ઝેનડાયોઇક ઍસિડ નાયલોન-6, 6ના ઉત્પાદનમાં ઉપયોગી થાય છે. બેન્ઝોઇક ઍસિડના એસ્ટરનો ઉપયોગ અત્તર ઉદ્યોગમાં થાય છે. સોડિયમ બેન્ઝોએટ ખાદ્યપદાર્થ પરિરક્ષક તરીકે વપરાય છે. ઉચ્ચ ફેટીએસિડ સંયોજનોનો ઉપયોગ સાબુ અને પ્રક્ષાલકોના ઉત્પાદનમાં થાય છે.

સારાંશ

આલ્ડિહાઇડ, કિટોન અને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો કાર્બોનિલ સમૂહ ધરાવતા કાર્બનિક સંયોજનોના કેટલાક અગત્યના વર્ગો છે. આ ઉચ્ચ ધ્રુવીય અણુઓ છે. તેથી તેઓ સમાન આણ્વીયદળ ધરાવતા હાઇડ્રોકાર્બન અને ઈથર જેવા નિર્બળ ધ્રુવીય સંયોજનો કરતાં ઊંચા તાપમાને ઉકળે છે. નિમ્ન સંયોજનો પાણીમાં વધુ દ્રાવ્ય હોય છે કારણ કે તેઓ પાણી સાથે હાઇડ્રોજન બંધ બનાવે છે. ઉચ્ચ સંયોજનો તેમના કાર્બન પરમાણુઓની જળવિરાગી શૃંખલાના મોટા કદના કારણે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે પરંતુ સામાન્ય કાર્બનિક દ્રાવકોમાં દ્રાવ્ય હોય છે. આલ્ડિહાઇડ સંયોજનોને પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ સંયોજનોના નિર્જળીકરણ દ્વારા અથવા નિયંત્રિત ઑક્સિડેશન દ્વારા અને એસાઇલ હેલાઇડ સંયોજનોના નિયંત્રિત અથવા પસંદગીયુક્ત રિડક્શન દ્વારા બનાવી શકાય છે. એરોમેટિક આલ્ડિહાઇડ સંયોજનોને (i) એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડની હાજરીમાં મિથાઇલ બેન્ઝિનના ક્રોમાઇલ ક્લોરાઇડ અથવા CrO_3 દ્વારા ઑક્સિડેશનથી (ii) નિર્જળ ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ અથવા ક્યુપ્રસ ક્લોરાઇડની હાજરીમાં એરિન સંયોજનોના કાર્બન મોનૉક્સાઇડ અને હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ દ્વારા ફોર્માઇલેશનથી (iii) બેન્ઝાલ ક્લોરાઇડના જળવિભાજનથી બનાવી શકાય છે. કિટોન સંયોજનોને દ્વિતીયક આલ્કોહૉલ સંયોજનોના ઑક્સિડેશન દ્વારા અને આલ્કીન સંયોજનોના જલીયકરણ દ્વારા બનાવવામાં આવે છે. કિટોન સંયોજનોને એસાઇલક્લોરાઇડની ડાયઆલ્કાઇલકેડમિયમ સાથેની પ્રક્રિયાથી પણ બનાવવામાં આવે છે. એરોમેટિક કિટોન સંયોજનોને બનાવવાની એક સારી પદ્ધતિ એરોમેટિક હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનોનું એસાઇલક્લોરાઇડ સંયોજનો અથવા એનહાઇડ્રાઇડ સંયોજનો સાથેનું ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ એસાઇલેશન છે. આલ્ડિહાઇડ અને કિટોન બંને સંયોજનોને આલ્કીન સંયોજનોના ઓઝોનોલીસિસ દ્વારા પણ બનાવી શકાય છે. આલ્ડિહાઇડ અને કિટોન સંયોજનો HCN, $NaHSO_3$, આલ્કોહૉલ સંયોજનો (ડાયોલ સંયોજનો),

એમોનિયા વ્યુત્પન્નો અને ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયકો જેવા કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયકો દ્વારા કાર્બોનિલ સમૂહ પર કેન્દ્રાનુરાગી યોગશીલ પ્રક્રિયાઓ અનુભવે છે. આલ્ડિહાઇડ અને કિટોન સંયોજનોમાં α-હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ ઍસિડિક હોય છે. તેથી ઓછામાં ઓછો એક α-હાઇડ્રોજન પરમાણુ ધરાવતા આલ્ડિહાઇડ અને કિટોન સંયોજનો બેઇઝની હાજરીમાં આલ્ડોલ સંઘનન દ્વારા અનુક્રમે α-હાઇડ્રૉક્સિઆલ્ડિહાઇડ (આલ્ડોલ) અને α-હાઇડ્રૉક્સિકિટોન (કિટોલ) સંયોજનો બનાવે છે. α-હાઇડ્રોજન પરમાણુ ન ધરાવતા આલ્ડિહાઇડ સંયોજનો સાંદ્ર બેઇઝની હાજરીમાં કેનિઝારો પ્રક્રિયા કરે છે. આલ્ડિહાઇડ અને કિટોન સંયોજનો $NaBH_4$, $LiAlH_4$ અથવા ઉદ્દીપકીય હાઇડ્રોજનીકરણ દ્વારા આલ્કોહૉલ સંયોજનોમાં રિડક્શન પામે છે. આલ્ડિહાઇડ અને કિટોન સંયોજનોના કાર્બોનિલ સમૂહનું ક્લેમનસન રિડક્શન અથવા વુલ્ફ-કિશનર રિડક્શન દ્વારા મિથિલિન સમૂહમાં રિડક્શન કરી શકાય છે. આલ્ડિહાઇડ સંયોજનો મંદ ઑક્સિડેશનકર્તા જેવા કે ટોલેન્સ પ્રક્રિયક અને ફેહલિંગ પ્રક્રિયક દ્વારા સરળતાથી કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોમાં ઑક્સિડેશન પામે છે. આ ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ આલ્ડિહાઇડ સંયોજનોને કિટોન સંયોજનોથી વિભેદિત કરવા માટે ઉપયોગી છે. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોને પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ, આલ્ડિહાઇડ અને આલ્કીન સંયોજનોના ઑક્સિડેશન દ્વારા, નાઇટ્રાઇલ સંયોજનોના જળવિભાજન દ્વારા અને ગ્રિગ્નાર્ડ પ્રક્રિયકોની કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા બનાવાય છે. આલ્કાઇલબેન્ઝિન સંયોજનોના શાખા ઑક્સિડેશન દ્વારા ઍરોમેટિક કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો પણ બનાવી શકાય છે. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો આલ્કોહૉલ સંયોજનો અને મોટા ભાગના સાદા ફિનોલ સંયોજનો કરતાં વધુ ઍસિડિક હોય છે. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો $LiAlH_4$ અથવા ઈથરમાં ડાયબોરેનના દ્રાવણ દ્વારા પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ સંયોજનોમાં રિડક્શન પામે છે. કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો લાલ ફૉસ્ફરસની હાજરીમાં Cl_2 અને Br_2 સાથે α-હેલોજીનેશન પ્રક્રિયા આપે છે (હેલ-વોલ્હાર્ડ-ઝેલિન્સ્કી પ્રક્રિયા). મિથેનાલ, ઈથેનાલ, પ્રોપેનોન, બેન્ઝાલ્ડિહાઇડ, ફૉર્મિક ઍસિડ, એસિટિક ઍસિડ અને બેન્ઝોઇક ઍસિડ ઉદ્યોગોમાં વધુ ઉપયોગી સંયોજનો છે.

સ્વાધ્યાય

12.1 નીચેનાં પદોનો શું અર્થ થાય છે ? દરેક માટે પ્રક્રિયાનું એક ઉદાહરણ લખો :

(i) સાયનોહાઇડ્રિન (ii) ઍસિટાલ (iii) સેમિકાર્બેઝોન
(iv) આલ્ડોલ (v) હેમિઍસિટાલ (vi) ઓક્ઝાઇમ
(vii) કિટાલ (viii) ઇમાઇન (ix) 2,4-DNP વ્યુત્પન્ન
(x) સ્કિફ બેઇઝ

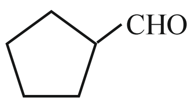
12.2 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોનાં નામ IUPAC નામકરણ પદ્ધતિ મુજબ લખો :

(i) $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2CHO$ (ii) $CH_3CH_2COCH(C_2H_5)CH_2CH_2Cl$
(iii) $CH_3CH{=}CHCHO$ (iv) $CH_3COCH_2COCH_3$
(v) $CH_3CH(CH_3)CH_2C(CH_3)_2COCH_3$ (vi) $(CH_3)_3CCH_2COOH$
(vii) $OHCC_6H_4CHO$-p

12.3 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોનાં બંધારણો દોરો :

(i) 3-મિથાઇલબ્યુટેનાલ (ii) p-નાઇટ્રોપ્રોપિઓફિનોન
(iii) p-મિથાઇલબેન્ઝાલ્ડિહાઇડ (iv) 4-મિથાઇલપેન્ટ-3-ઇન-2-ઓન
(v) 4-ક્લોરોપેન્ટેન-2-ઓન (vi) 3-બ્રોમો-4-ફિનાઇલપેન્ટેનોઇક ઍસિડ
(vii) p,p′- ડાયહાઇડ્રૉક્સિબેન્ઝોફિનોન (viii) હેક્ઝ-2-ઇન-4-આઇનોઇક ઍસિડ

12.4 નીચે દર્શાવેલા કિટોન અને આલ્ડિહાઇડ સંયોજનોના IUPAC નામ લખો. જ્યાં શક્ય હોય ત્યાં સામાન્ય નામ પણ લખો :

(i) $CH_3CO(CH_2)_4CH_3$ (ii) $CH_3CH_2CHBrCH_2CH(CH_3)CHO$
(iii) $CH_3(CH_2)_5CHO$ (iv) Ph-CH=CH-CHO
(v) 

(vi) PhCOPh

12.5 નીચે દર્શાવેલી વ્યુત્પન્નોનાં બંધારણો દોરો :

(i) બેન્ઝાલ્ડિહાઇડના 2,4-ડાયનાઇટ્રોફિનાઇલહાઇડ્રેઝોન (ii) સાયક્લોપ્રોપેનોન ઓક્ઝાઇમ
(iii) એસિટાલ્ડિહાઇડડાયમિથાઇલએસિટાલ (iv) સાયક્લોબ્યુટેનોનનો સેમિકાર્બેઝોન
(v) હેક્ઝેન-3-ઓનનો ઈથીલીન કિટાલ (vi) ફૉર્માલ્ડિહાઇડનો મિથાઇલ હેમિઍસિટાલ

12.6 જ્યારે સાયક્લોહેક્ઝેનકાર્બઆલ્ડિહાઇડ નીચે દર્શાવેલા પ્રક્રિયકો સાથે પ્રક્રિયા કરે છે ત્યારે બનનારી નીપજોનું અનુમાન કરો :

(i) PhMgBr અને પછી H_3O^+ (ii) ટોલેન્સ પ્રક્રિયક

(iii) સેમિકાર્બેઝાઇડ અને નિર્બળ ઍસિડ (iv) વધુ પ્રમાણમાં ઈથેનોલ અને ઍસિડ

(v) ઝિંક એમાલ્ગમ (સંરસ) અને મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ

12.7 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનો પૈકી કયા સંયોજનો આલ્ડોલ સંઘનન કરશે, ક્યા સંયોજનો કેનિઝારો પ્રક્રિયા કરશે અને કયા સંયોજનો આ બંને પ્રક્રિયા પૈકીની એકપણ પ્રક્રિયા નહીં કરે ? આલ્ડોલ સંઘનન અને કેનિઝારો પ્રક્રિયાની સંભવિત નીપજોનાં બંધારણો દોરો :

(i) મિથેનાલ (ii) 2-મિથાઇલપેન્ટેનાલ (iii) બેન્ઝાલ્ડિહાઇડ

(iv) બેન્ઝોફિનોન (v) સાયક્લોહેક્ઝેનોન (vi) 1-ફિનાઇલપ્રોપેનોન

(vii) ફિનાઇલએસિટાલ્ડિહાઇડ (viii) બ્યુટેન-1-ઑલ (ix) 2,2-ડાયમિથાઇલબ્યુટેનાલ

12.8 તમે ઈથેનાલને નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોમાં કેવી રીતે પરિવર્તિત કરશો ?

(i) બ્યુટેન-1,3-ડાયોલ (ii) બ્યુટ-2-ઈનાલ (iii) બ્યુટ-2-ઈનોઇકઍસિડ

12.9 પ્રોપેનાલ અને બ્યુટેનાલના આલ્ડોલ સંઘનનથી મળતી ચાર સંભવિત નીપજોનાં નામ અને બંધારણીય સૂત્રો લખો. દરેક કિસ્સામાં દર્શાવો કે કયું આલ્ડિહાઇડ સંયોજન કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયક તરીકે અને કયું આલ્ડિહાઇડ સંયોજન ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી પ્રક્રિયક તરીકે વર્તે છે ?

12.10 એક કાર્બનિક સંયોજનનું આણ્વીયસૂત્ર $C_9H_{10}O$ છે, 2,4-DNP વ્યુત્પન્ન બનાવે છે, ટોલેન્સ પ્રક્રિયકનું રિડક્શન કરે છે અને કેનિઝારો પ્રક્રિયા કરે છે. ઉગ્ર ઑક્સિડેશન દ્વારા તે 1,2-બેન્ઝિનડાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ આપે છે, તો આ સંયોજનને ઓળખો.

12.11 એક કાર્બનિક પદાર્થ (A) (આણ્વીય સૂત્ર $C_8H_{16}O_2$) મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે જળવિભાજન પામીને કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ (B) અને આલ્કોહૉલ (C) આપ્યા હતા. ક્રોમિક ઍસિડ વડે (C)ના ઑક્સિડેશનથી (B) બન્યું હતું. (C) એ નિર્જળીકરણ પામીને બ્યુટ-1-ઈન આપ્યું હતું. અહીં સમાવિષ્ટ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓના સમીકરણો લખો.

12.12 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોને કૌંસમાં સૂચવેલા તેમના ગુણધર્મોના આધારે ચઢતા ક્રમમાં ગોઠવો :

(i) એસિટાલ્ડિહાઇડ, એસિટોન, ડાય-તૃતીયક બ્યુટાઇલ કિટોન, મિથાઇલ તૃતીયક-બ્યુટાઇલ કિટોન (HCN પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાત્મકતા)

(ii) $CH_3CH_2CH(Br)COOH$, $CH_3CH(Br)CH_2COOH$, $(CH_3)_2CHCOOH$, $CH_3CH_2CH_2COOH$ (ઍસિડ પ્રબળતા)

(iii) બેન્ઝોઇક ઍસિડ, 4-નાઇટ્રોબેન્ઝોઇક ઍસિડ, 3,4-ડાયનાઇટ્રોબેન્ઝોઇક ઍસિડ, 4-મિથૉક્સિબેન્ઝોઇક ઍસિડ (ઍસિડ પ્રબળતા)

12.13 નીચે દર્શાવેલી જોડીમાંના સંયોજનોને વિભેદિત કરવા માટેની સાદી રાસાયણિક કસોટીઓ જણાવો :

(i) પ્રોપેનાલ અને પ્રોપેનોન (ii) એસિટોફિનોન અને બેન્ઝોફિનોન

(iii) ફિનોલ અને બેન્ઝોઇક ઍસિડ (iv) બેન્ઝોઇક ઍસિડ અને ઇથાઇલ બેન્ઝોએટ

(v) પેન્ટેન-2-ઑન અને પેન્ટેન-3-ઑન (vi) બેન્ઝાલ્ડિહાઇડ અને એસિટોફિનોન

(vii) ઈથેનાલ અને પ્રોપેનાલ

12.14 તમે બેન્ઝિનમાંથી નીચે દર્શાવેલા સંયોજનો કેવી રીતે બનાવશો ? તમે કોઈ પણ અકાર્બનિક પ્રક્રિયક અને એકથી વધુ કાર્બન પરમાણુઓ ન હોય તેવા કોઈ પણ કાર્બનિક પ્રક્રિયકનો ઉપયોગ કરી શકો છો :

(i) મિથાઇલ બેન્ઝોએટ (ii) *m*-નાઇટ્રોબેન્ઝોઇક ઍસિડ (iii) *p*-નાઇટ્રોબેન્ઝોઇક ઍસિડ

(iv) ફિનાઈલ એસિટિક ઍસિડ (v) *p*-નાઇટ્રોબેન્ઝાલ્ડિહાઇડ

12.15 તમે નીચે દર્શાવેલા પરિવર્તનોને મહત્તમ બે તબક્કામાં કેવી રીતે કરશો ?

(i) પ્રોપેનોનમાંથી પ્રોપીન (ii) બેન્ઝોઇક ઍસિડમાંથી બેન્ઝાલ્ડિહાઇડ

(ii) ઈથેનોલમાંથી 3-હાઇડ્રૉક્સિબ્યુટેનાલ (iv) બેન્ઝિનમાંથી *m*-નાઇટ્રોએસિટોફિનોન

(v) બેન્ઝાલ્ડિહાઇડમાંથી બેન્ઝોફિનોન (vi) બ્રોમોબેન્ઝિનમાંથી 1-ફિનાઇલઇથેનોલ

(vii) બેન્ઝાલ્ડિહાઇડમાંથી 3-ફિનાઇલપ્રોપેન-1-ઑલ

(viii)બેન્ઝાલ્ડિહાઇડમાંથી α-હાઇડ્રોક્સિફિનાઇલએસિટિક ઍસિડ

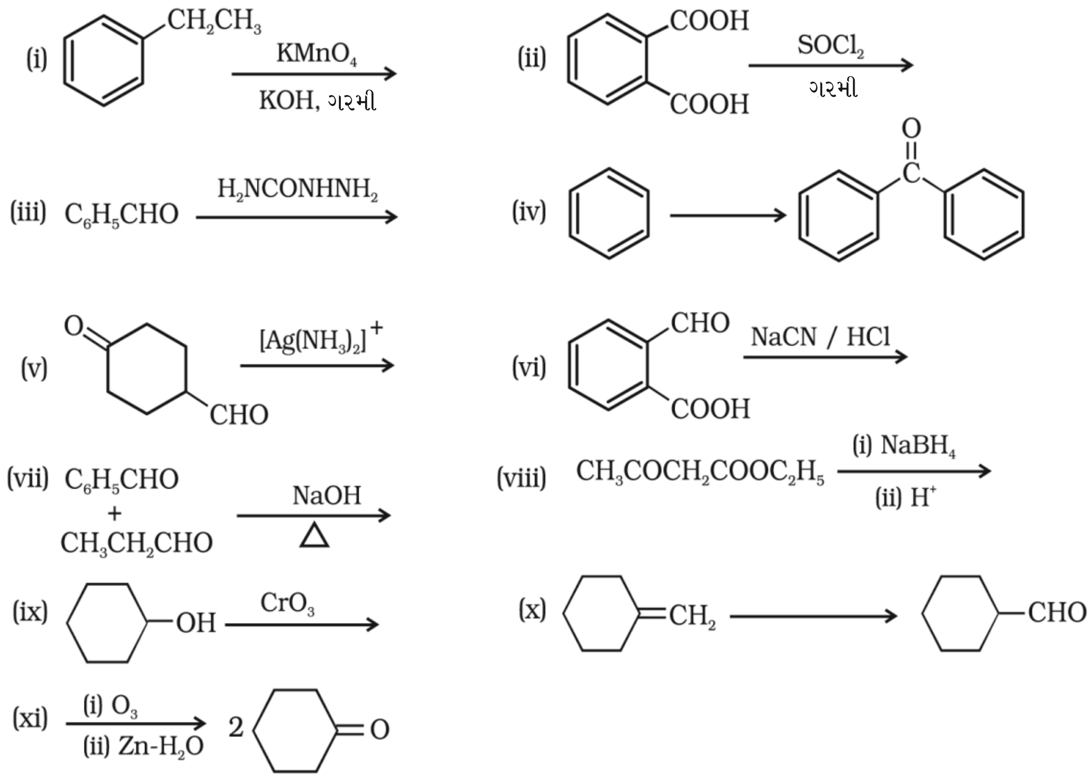
(ix) બેન્ઝોઇક ઍસિડમાંથી *m*-નાઇટ્રોબેન્ઝાઇલ આલ્કોહૉલ

12.16 નીચે દર્શાવેલાં પદો વર્ણવો :

(i) ઍસિટાઇલેશન (ii) કેનિઝારો પ્રક્રિયા

(iii) ક્રોસ આલ્ડોલ સંઘનન (iv) ડિકાર્બોક્સિલેશન

12.17 નીચે દર્શાવેલા પ્રત્યેક સંશ્લેષણમાં પ્રારંભિક પદાર્થ, પ્રક્રિયક અથવા નીપજોના ખાલી સ્થાનોને પૂર્ણ કરો.



12.18 નીચે દર્શાવેલા પ્રત્યેક માટે સત્યતાભાસવાળું (બુદ્ધિગમ્ય) સ્પષ્ટીકરણ જણાવો :

(i) સાયક્લોહેક્ઝેનોન વધુ પ્રમાણમાં સાયનોહાઈડ્રિન નીપજ બનાવે છે, પણ 2,2,6-ટ્રાયમિથાઈલ સાયક્લો-હેક્ઝેનોન આવું કરતું નથી.

(ii) સેમિકાર્બેઝાઇડમાં બે-NH_2 સમૂહો હોય છે, પરંતુ સેમિકાર્બેઝોન સંયોજનો બનવામાં માત્ર એક જ સંકળાયેલું હોય છે.

(iii) કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ અને આલ્કોહૉલમાંથી ઍસિડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં એસ્ટર બનવાની પ્રક્રિયા દરમિયાન બનતા પાણી અથવા એસ્ટરને બનવાની સાથે જ દૂર કરવા જોઈએ.

12.19 એક કાર્બનિક સંયોજન 69.77% કાર્બન, 11.63% હાઇડ્રોજન અને બાકીનો ઑક્સિજન ધરાવે છે. સંયોજનનું આણ્વીયદળ 86 છે. તે ટોલેન્સ પ્રક્રિયકનું રિડક્શન કરતો નથી, પરંતુ તે સોડિયમ હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇટ સાથે યોગશીલ સંયોજન બનાવે છે અને તે આયોડોફોર્મ કસોટીમાં હકારાત્મક પરિણામ આપે છે. ઉગ્ર ઑક્સિડેશન દ્વારા તે ઈથેનોઈક અને પ્રોપેનોઈક ઍસિડ બનાવે છે. આ સંયોજનનું શક્ય બંધારણ લખો.

12.20 કાર્બોક્સિલેટ આયન કરતા ફિનૉક્સાઇડ આયન વધુ સંખ્યામાં સસ્પંદન બંધારણો ધરાવે છે, તેમ છતાં ફિનોલ કરતાં કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ વધુ પ્રબળ ઍસિડ છે. શા માટે ?

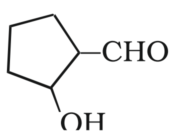
લખાણ સંબંધિત કેટલાક પ્રશ્નોના ઉત્તર

12.1

(i) $H_3C{-}CH(OCH_3){-}C({=}O){-}H$

(ii) $H_3C{-}CH(OH){-}CH_2{-}C({=}O){-}H$

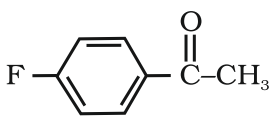
(iii)

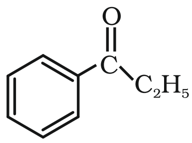
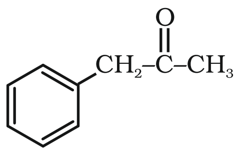
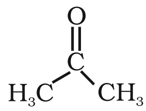
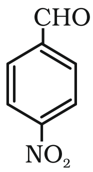


(iv) $CH_3{-}C({=}O){-}CH_2{-}CH_2{-}CHO$

(v) $CH_3CH_2CH(CH_3){-}C({=}O){-}CH(CH_3){-}CH_2CH_3$

(vi)

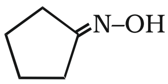
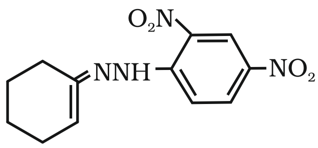


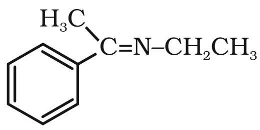
12.2 (i)  (ii)  (iii)  (iv) 

12.3 $CH_3CH_2CH_3 < CH_3OCH_3 < CH_3CHO < CH_3CH_2OH$

12.4 (i) બ્યુટેનોન < પ્રોપેનોન < પ્રોપેનાલ < ઈથેનાલ

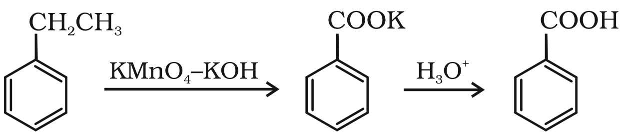
(ii) એસિટોફિનોન < p-ટોલ્યુઆલ્ડિહાઈડ < બેન્ઝાલ્ડિહાઈડ < p-નાઈટ્રોબેન્ઝાલ્ડિહાઈડ

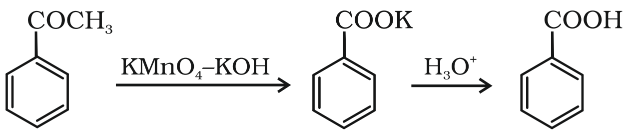
12.5 (i)  (ii) 

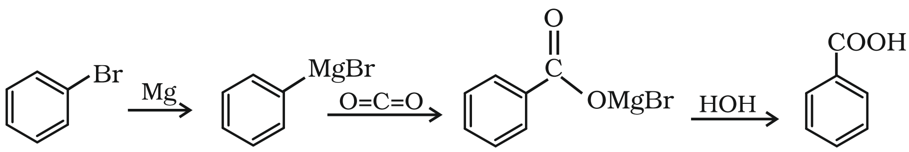
(iii) R–CH=CH–CH=N–NH–C(=O)–NH_2 (iv) 

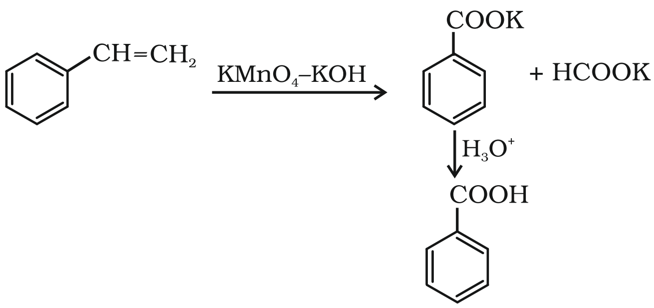
12.6 (i) 3-ફિનાઈલપ્રોપેનોઈક એસિડ (ii) 3-મિથાઈલબ્યુટ-2-ઈનોઈક એસિડ

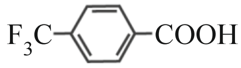
(iii) 2-મિથાઈલસાયક્લોપેન્ટેનકાર્બોક્સિલિક એસિડ (iv) 2,4,6-ટ્રાયનાઈટ્રોબેન્ઝોઈક એસિડ

12.7 (i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) 

12.8 (i) CH_2FCO_2H (ii) CH_2FCOOH (iii) CH_3CHFCH_2COOH (iv) 

એકમ

13

એમાઇન સંયોજનો

(Amines)

હેતુઓ

આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછી તમે ....

- એમાઇન સંયોજનોને પિરામિડલ બંધારણ ધરાવતા એમોનિયાના વ્યુત્પન્નો તરીકે વર્ણવી શકશો.
- એમાઇન સંયોજનોને પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઇન સંયોજનોમાં વર્ગીકૃત કરી શકશો.
- એમાઇન સંયોજનોના સામાન્ય અને IUPAC પદ્ધતિ પ્રમાણેના નામ કહી શકશો.
- એમાઇન સંયોજનોની બનાવટની કેટલીક અગત્યની પદ્ધતિઓ વર્ણવી શકશો.
- એમાઇન સંયોજનોના ગુણધર્મો સમજાવી શકશો.
- પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઇન સંયોજનોને વિભેદિત કરી શકશો.
- ડાયએઝોનિયમ ક્ષારની બનાવટની પદ્ધતિ અને એઝોરંગકો સહિતના એરોમેટિક શ્રેણીના સંયોજનોના સંશ્લેષણમાં તેઓની અગત્ય વર્ણવી શકશો.

એમાઇન સંયોજનોનો મુખ્ય વ્યાપારિક ઉપયોગ ઔષધો અને રેસાઓના સંશ્લેષણમાં મધ્યવર્તી સંયોજનો તરીકેનો છે.

એમાઇન સંયોજનો, એમોનિયા અણુમાંથી એક અથવા વધારે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓના આલ્કાઇલ / એરાઇલ સમૂહ (સમૂહો) દ્વારા વિસ્થાપનથી બનતા કાર્બનિક સંયોજનોનો એક અગત્યનો વર્ગ છે. કુદરતમાં તેઓ પ્રોટીન, વિટામિન, આલ્કેલોઇડ અને હોર્મોનમાં મળી આવે છે. સાંશ્લેષિત ઉદાહરણોમાં પોલિમર પદાર્થો, રંગકો અને ઔષધોનો સમાવેશ થાય છે. બે જૈવસક્રિય સંયોજનો-એડ્રિનાલિન અને એફેડ્રિન દ્વિતીયક એમિનો સમૂહ ધરાવે છે, આ બંને સંયોજનો રુધિર દબાણ (blood pressure) વધારવામાં ઉપયોગી થાય છે. નોવાકેન એક સાંશ્લેષિત એમિનો સંયોજન છે, જે દંતચિકિત્સામાં નિશ્ચેતક તરીકે વપરાય છે. બેનાડ્રિલ પ્રચલિત પ્રતિહિસ્ટામાઇન ઔષધ છે, જે પણ તૃતીયક એમિનો સમૂહ ધરાવે છે. ચતુર્થક એમોનિયમ ક્ષારો પૃષ્ઠ સક્રિયકો (surfactants) તરીકે ઉપયોગી છે. ડાયએમોનિયમ ક્ષારો રંગકો સહિતના વિવિધ એરોમેટિક સંયોજનોની બનાવટમાં મધ્યવર્તી સંયોજનો હોય છે. આ એકમમાં તમે એમાઇન સંયોજનો અને ડાયએઝોનિયમ ક્ષારો વિષે શીખશો.

I. એમાઇન સંયોજનો

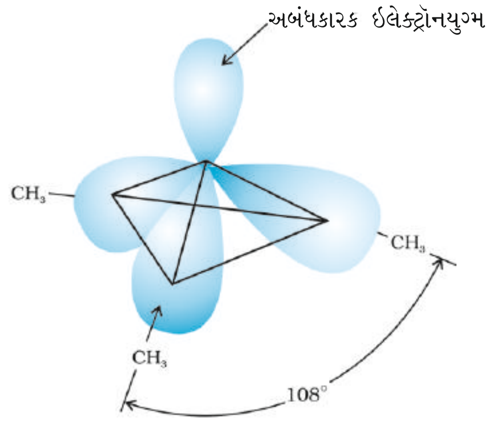
એમાઇન સંયોજનોને એમોનિયાના વ્યુત્પન્ન તરીકે ગણી શકાય છે, જેને એમોનિયામાં રહેલા એક, બે અથવા ત્રણેય હાઇડ્રોજન પરમાણુઓના આલ્કાઇલ અને / અથવા એરાઇલ સમૂહો દ્વારા વિસ્થાપનથી મેળવવામાં આવે છે. દા.ત.,

$$CH_3\text{-}NH_2,\ C_6H_5\text{-}NH_2,\ CH_3\text{-}NH\text{-}CH_3,\ CH_3\text{-}N(CH_3)_2$$

13.1 એમાઇન સંયોજનોના બંધારણ (Structure of Amines)

એમોનિયાની જેમ એમાઇન સંયોજનોનો નાઇટ્રોજન પરમાણુ ત્રિસંયોજક છે અને અબંધકારક ઇલેક્ટ્રૉનયુગ્મ ધરાવે છે. એમાઇન સંયોજનોમાં નાઇટ્રોજનની કક્ષકો sp^3 સંકૃત છે અને તેથી એમાઇન સંયોજનોની ભૂમિતિ પિરામિડલ (pyramidal) છે. એમાઇન સંયોજનોના સંઘટનના આધારે નાઇટ્રોજન પરમાણુની ત્રણ sp^3 સંકૃત કક્ષકો પૈકીની દરેક કક્ષક હાઇડ્રોજન અથવા કાર્બનની કક્ષકો સાથે સંમિશ્રણ કરે છે. બધા એમાઇન સંયોજનોમાં નાઇટ્રોજન પરમાણુની ચોથી કક્ષક અબંધકારક ઇલેક્ટ્રૉનયુગ્મ ધરાવે છે. અબંધકારક ઇલેક્ટ્રૉન યુગ્મની હાજરીના કારણે C-N-E (જ્યાં E એ C

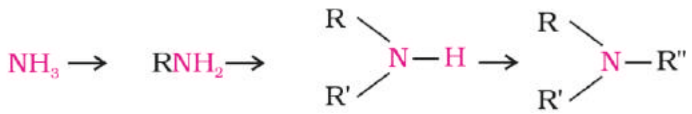
અથવા H છે) બંધકોણ 109.5^0 કરતા નાનો હોય છે, દા.ત., આકૃતિ 13.1માં દર્શાવ્યા મુજબ ટ્રાયમિથાઈલ એમાઈનના કિસ્સામાં તે બંધકોણ 108^0નો હોય છે.



આકૃતિ 13.1 : ટ્રાયમિથાઈલએમાઈનનો પિરામિડલ આકાર

13.2 વર્ગીકરણ (Classification)

એમોનિયા અણુમાં આલ્કાઈલ અથવા એરાઈલ સમૂહો દ્વારા વિસ્થાપિત થયેલા હાઇડ્રોજન પરમાણુઓની સંખ્યાના આધારે એમાઈન સંયોજનોને પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઈનમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. જો એમોનિયાનો એક હાઇડ્રોજન પરમાણુ R અથવા Ar વડે વિસ્થાપિત થાય તો આપણને પ્રાથમિક એમાઈન (1^0) RNH_2 અથવા $ArNH_2$ મળે છે. જો એમોનિયાના બે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ અથવા $R\text{-}NH_2$નો એક હાઇડ્રોજન પરમાણુ અન્ય આલ્કાઈલ / એરાઈલ (R′) સમૂહ વડે વિસ્થાપિત થાય તો તમને શું મળશે ? તમને દ્વિતીયક એમાઈન R-NHR′ મળે છે. બીજો આલ્કાઈલ / એરાઈલ સમૂહ સમાન અથવા જુદો હોઈ શકે છે. અન્ય એક હાઇડ્રોજન પરમાણુનું આલ્કાઈલ / એરાઈલ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપન તૃતીયક એમાઈનના નિર્માણ તરફ લઈ જાય છે. એમાઈન સંયોજનોમાં જ્યારે બધા આલ્કાઈલ અથવા એરાઈલ સમૂહો સમાન હોય તો આ એમાઈન સંયોજનોને 'સાદા' અને જ્યારે તે બધા સમૂહો જુદા જુદા હોય તો આ એમાઈન સંયોજનોને 'મિશ્રિત' કહેવામાં આવે છે.



પ્રાથમિક (1^0)   દ્વિતીયક (2^0)   તૃતીયક (3^0)

13.3 નામકરણ (Nomenclature)

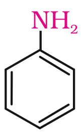
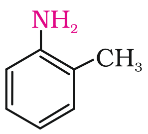
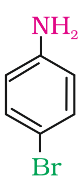
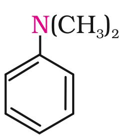
સામાન્ય પદ્ધતિમાં એલિફેટિક એમાઈનના નામ માટે એમાઈન શબ્દને આલ્કાઈલ સમૂહનું નામ પૂર્વગ તરીકે લગાવવામાં આવે છે. એટલે કે એક શબ્દ આલ્કાઈલએમાઈન (દા.ત., મિથાઈલએમાઈન), દ્વિતીયક અને તૃતીયક સંયોજનોમાં, જો બે કે તેથી વધુ સમાન સમૂહો હોય તો આલ્કાઈલ સમૂહના નામની પૂર્વે ડાય અથવા ટ્રાય પૂર્વગ લગાવવામાં આવે છે. IUPAC પદ્ધતિમાં એમાઈન સંયોજનોનું નામકરણ **આલ્કેનેમાઈન (alkanamine)** તરીકે થાય છે, જેને આલ્કેનના અંગ્રેજી સ્પેલિંગમાં અંતે રહેલા 'e'નું 'amine' વડે વિસ્થાપન કરીને વ્યુત્પિત કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, CH_3NH_2ને મિથેનેમાઈન (methanamine) નામ અપાય છે. જો જનક શૃંખલામાં એક કરતા વધુ એમિનો સમૂહો જુદા જુદા સ્થાને હાજર હોય તો તેઓના સ્થાનોને $-NH_2$ સમૂહો જે કાર્બન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલો હોય તેમના ક્રમાંક વડે દર્શાવાય છે અને યોગ્ય પૂર્વગ જેવા કે ડાય, ટ્રાય વગેરેને એમાઈન સાથે જોડવામાં આવે છે. અહીં હાઇડ્રોકાર્બન ભાગના અંગ્રેજી સ્પેલિંગમાં અંતે રહેલા 'e' ને દૂર કરવામાં આવતો નથી. ઉદાહરણ તરીકે $H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$ ને ઈથેન-1,2-ડાયએમાઈન (ethane-1,2-diamine) નામ અપાય છે.

દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઈન સંયોજનોનું નામ લખતી વખતે નાઇટ્રોજન પરમાણુ સાથે જોડાયેલ વિસ્થાપકનું સ્થાન દર્શાવવા માટે Nનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે $CH_3NHCH_2CH_3$નું નામ N-મિથાઈલઈથેનેમાઈન અને

$(CH_3CH_2)_3$ Nનું નામ N,N-ડાયઈથાઈલઈથેનેમાઈન આપવામાં આવે છે. વધુ ઉદાહરણો કોષ્ટક 13.1માં આપેલા છે.

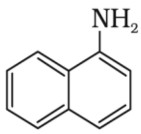
એરાઈલ એમાઈન સંયોજનોમાં $-NH_2$ સમૂહ સીધું બેન્ઝિન વલય સાથે જોડાયલું હોય છે. $C_6H_5NH_2$ સૌથી સાદા એરાઈલએમાઈનનું ઉદાહરણ છે. સામાન્ય પદ્ધતિમાં તે એનિલિન તરીકે ઓળખાય છે. તેને IUPAC નામ તરીકે પણ સ્વીકારવામાં આવ્યું છે. જ્યારે એરાઈલએમાઈનના IUPAC પદ્ધતિ પ્રમાણેના નામકરણ માટે એરિન સંયોજનના અંગ્રેજી સ્પેલિંગના અંતમાં રહેલા ‘e’ ને ‘amine’ વડે વિસ્થાપિત કરવામાં આવે છે. આમ, IUPAC પદ્ધતિમાં $C_6H_5-NH_2$ને બેન્ઝીનેમાઈન (benzenamine) નામ આપવામાં આવે છે. કેટલાક આલ્કાઈલએમાઈન અને એરાઈલએમાઈન સંયોજનોના સામાન્ય અને IUPAC નામ કોષ્ટક 13.1માં દર્શાવવામાં આવ્યા છે.

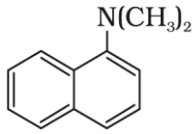
કોષ્ટક 13.1 : કેટલાક આલ્કાઈલએમાઈન અને એરાઈલએમાઈનનું નામકરણ

એમાઈન	સામાન્ય નામ	IUPAC નામ
$CH_3-CH_2-NH_2$	ઈથાઈલએમાઈન	ઈથેનેમાઈન
$CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$	n-પ્રોપાઈલએમાઈન	પ્રોપેન-1-એમાઈન
$CH_3-CH(NH_2)-CH_3$	આઈસોપ્રોપાઈલએમાઈન	પ્રોપેન-2-એમાઈન
$CH_3-N(H)-CH_2-CH_3$	ઈથાઈલમિથાઈલએમાઈન	N-મિથાઈલઈથેનેમાઈન
$CH_3-N(CH_3)-CH_3$	ટ્રાયમિથાઈલએમાઈન	N,N-ડાયમિથાઈલમિથેનેમાઈન
$C_2H_5-N(C_2H_5)-\overset{1}{C}H_2-\overset{2}{C}H_2-\overset{3}{C}H_2-\overset{4}{C}H_3$	N,N-ડાયઈથાઈલબ્યુટાઈલએમાઈન	N,N-ડાયઈથાઈલબ્યુટેન-1-એમાઈન
$NH_2-\overset{1}{C}H_2-\overset{2}{C}H=\overset{3}{C}H_2$	એલાઈલએમાઈન	પ્રોપ-2-ઈન-1-એમાઈન
$NH_2-(CH_2)_6-NH_2$	હેક્ઝામિથિલિનડાયએમાઈન	હેક્ઝેન-1,6-ડાયએમાઈન
	એનિલિન	એનિલિન અથવા બેન્ઝિનેમાઈન
	*o*-ટોલ્યુડિન	2-મિથાઈલએનિલિન
	*p*-બ્રોમોએનિલિન	4-બ્રોમોબેન્ઝિનેમાઈન અથવા 4-બ્રોમોએનિલિન
	N,N-ડાયમિથાઈલએનિલિન	N,N-ડાયમિથાઈલબેન્ઝિનેમાઈન

લખાણ સંબંધિત પ્રશ્નો

13.1 નીચે દર્શાવેલા એમાઈન સંયોજનોને પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અથવા તૃતીયક એમાઈન તરીકે વર્ગીકૃત કરો :

(i) 

(ii) 

(iii) $(C_2H_5)_2CHNH_2$ (iv) $(C_2H_5)_2NH$

13.2 (i) આણ્વીય સૂત્ર $C_4H_{11}N$ વાળા જુદા જુદા સમઘટકીય એમાઈન સંયોજનોનાં બંધારણો લખો.

(ii) આ બધા સમઘટકોના IUPAC નામ લખો.

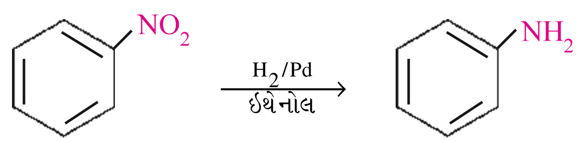
(iii) એમાઈન સંયોજનોની જુદી જુદી જોડીઓ ક્યા પ્રકારની સમઘટકતા પ્રદર્શિત કરે છે ?

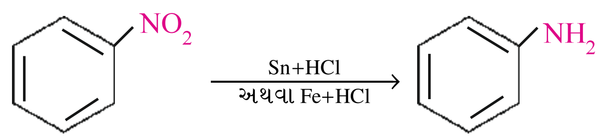
13.4 એમાઈન સંયોજનોની બનાવટ (Preparation of Amines)

એમાઈન સંયોજનોને નીચે દર્શાવેલી પદ્ધતિઓ દ્વારા બનાવી શકાય છે :

1. નાઈટ્રોસંયોજનોનું રિડક્શન

સૂક્ષ્મ વિભાજિત નિકલ, પેલેડિયમ અથવા પ્લેટિનમની હાજરીમાં હાઈડ્રોજન વાયુ પસાર કરવાથી અને એસિડિક માધ્યમમાં ધાતુઓ સાથે પ્રક્રિયા કરવાથી પણ નાઈટ્રો સંયોજનો એમાઈન સંયોજનોમાં રિડક્શન પામે છે. નાઈટ્રોઆલ્કેન સંયોજનો પણ આવી જ રીતે અનુવર્તી આલ્કેનેમાઈન સંયોજનોમાં રિડક્શન પામે છે.

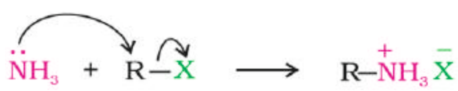
(i) 

(ii) 

નકામા લોખંડ અને હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ દ્વારા થતા રિડક્શનને પ્રથમ પસંદગી આપવામાં આવે છે કારણ કે પ્રક્રિયા દરમિયાન બનતો $FeCl_2$ જળવિભાજન પામીને હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ મુક્ત કરે છે. આમ, પ્રક્રિયાનો પ્રારંભ કરવા માટે જ માત્ર થોડા જથ્થામાં હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડની જરૂર પડે છે.

2. આલ્કાઈલ હેલાઈડ સંયોજનોનું એમોનોલિસીસ

તમે (એકમ-10, ધોરણ XII) વાંચ્યું છે કે આલ્કાઈલ અથવા બેન્ઝાઈલ હેલાઈડ સંયોજનોમાં કાર્બન-હાઈડ્રોજન બંધ કેન્દ્રનુરાગી પ્રક્રિયક દ્વારા સરળતાથી તૂટી શકે છે. આમ, આલ્કાઈલ અથવા બેન્ઝાઈલ હેલાઈડ, એમોનિયાના ઈથેનોલીય દ્રાવણ સાથે કેન્દ્રાનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કરે છે, જેમાં હાઈડ્રોજન પરમાણુ, એમિનો સમૂહ ($-NH_2$) દ્વારા વિસ્થાપન પામે છે. એમોનિયા અણુ દ્વારા C-X બંધ તૂટવાનો પ્રક્રમ **એમોનોલિસીસ** તરીકે ઓળખાય છે. આ પ્રક્રિયા સંપૂર્ણ રીતે બંધ કરેલી નળીમાં 373 K તાપમાને કરવામાં આવે છે. આ રીતે પ્રાપ્ત પ્રાથમિક એમાઈન કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયકની જેમ વર્તે છે અને ફરીથી તે આલ્કાઈલ હેલાઈડ સાથે પ્રક્રિયા કરી દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઈન સંયોજનો અને છેવટે ચતુર્થક એમોનિયમ ક્ષાર બનાવે છે.



કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયક વિસ્થાપિત એમોનિયમ ક્ષાર

$$RNH_2 \xrightarrow{RX} R_2NH \xrightarrow{RX} R_3N \xrightarrow{RX} R_4\overset{+}{N}\overset{-}{X}$$

(1°) (2°) (3°) ચતુર્થક એમોનિયમ ક્ષાર

એમોનિયમક્ષારની પ્રબળ બેઇઝ સાથેની પ્રક્રિયાથી મુક્ત એમાઇન મેળવી શકાય છે.

$$R\text{–}\overset{+}{N}H_3\overset{-}{X} + NaOH \longrightarrow R\text{–}NH_2 + H_2O + \overset{+}{Na}\overset{-}{X}$$

એમોનોલિસીસની પ્રતિકૂળતા એ છે કે તે પ્રાથમિક, દ્વિતીયક, તૃતીયક અને ચતુર્થક એમોનિયમ ક્ષારનું મિશ્રણ આપે છે. જોકે વધુ પડતા એમોનિયાનો ઉપયોગ કરવાથી મુખ્ય નીપજ તરીકે પ્રાથમિક એમાઇન મળે છે.

આ પ્રક્રિયામાં હેલાઇડ સમૂહોની એમાઇન સંયોજનો સાથેની પ્રતિક્રિયાત્મકતાનો ક્રમ RI > RBr > RCl છે.

કોયડો 13.1 નીચે દર્શાવેલી પ્રક્રિયાઓના રાસાયણિક સમીકરણો લખો :

(i) ઇથેનોલીય NH_3ની C_2H_5Cl સાથે પ્રક્રિયા.

(ii) બેન્ઝાઇલ ક્લોરાઇડના એમોનોલિસીસ અને પ્રાપ્ત એમાઇનની બે મોલ CH_3Cl સાથે પ્રક્રિયા.

ઉકેલ :

(i)

$$C_2H_5\text{–}Cl \xrightarrow{NH_3} C_2H_5\text{–}NH_2 \xrightarrow{C_2H_5\text{-}Cl} C_2H_5\text{–}\underset{}{\overset{H}{\overset{|}{N}}}\text{–}C_2H_5 \xrightarrow{C_2H_5\text{-}Cl} C_2H_5\text{–}\underset{\underset{C_2H_5}{|}}{N}\text{–}C_2H_5 \xrightarrow{C_2H_5Cl} (C_2H_5)_4\overset{+}{N}\overset{-}{Cl}$$

ક્લોરોઇથેન ઇથેનેમાઇન N-ઇથાઇલ-ઇથેનેમાઇન N,N-ડાયઇથાઇલ ઇથેનેમાઇન ચતુર્થક એમોનિયમ ક્ષાર

(ii)

$$C_6H_5\text{–}CH_2\text{–}Cl \xrightarrow{NH_3} C_6H_5\text{–}CH_2NH_2 \xrightarrow{2CH_3Cl} C_6H_5\text{–}CH_2\text{–}\underset{\underset{CH_3}{|}}{N}\text{–}CH_3$$

બેન્ઝાઇલક્લોરાઇડ બેન્ઝાઇલએમાઇન N,N-ડાયમિથાઇલફિનાઇલમિથેનેમાઇન

3. નાઇટ્રાઇલ સંયોજનોનું રિડક્શન

નાઇટ્રાઇલ સંયોજનો લિથિયમ ઍલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રાઇડ ($LiAlH_4$) અથવા ઉદ્દીપકીય હાઇડ્રોજનીકરણ દ્વારા રિડક્શન પામીને પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનો બનાવે છે. આ પ્રક્રિયા ચઢતી એમાઇન શ્રેણી એટલે કે પ્રારંભિક એમાઇન સંયોજન કરતાં એક વધુ કાર્બનવાળા એમાઇન સંયોજનની બનાવટમાં ઉપયોગી થાય છે.

$$R\text{-}C{\equiv}N \xrightarrow[Na(Hg)/C_2H_5OH]{H_2/Ni} R\text{-}CH_2\text{-}NH_2$$

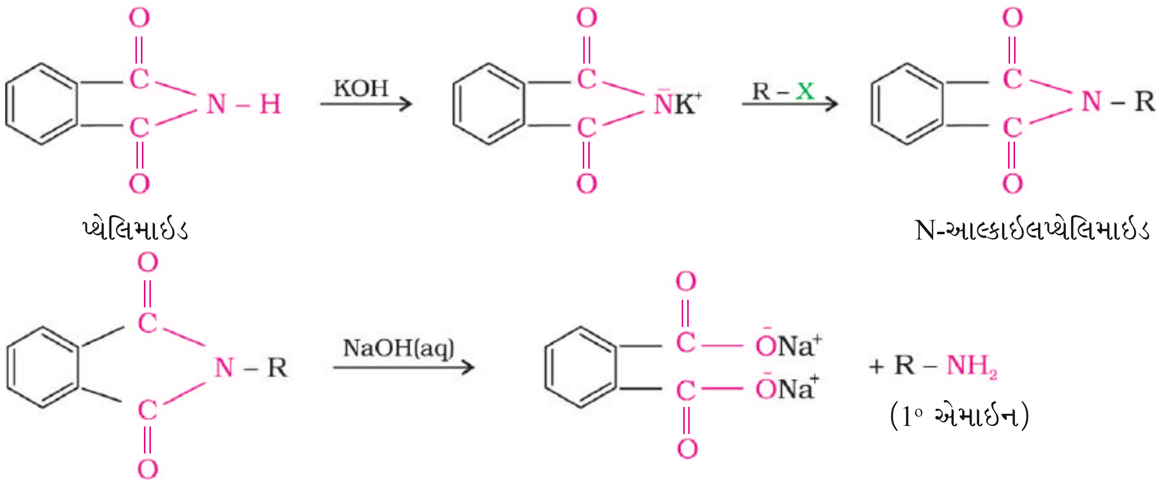
4. એમાઇડ સંયોજનોનું રિડક્શન

એમાઇડ સંયોજનો લિથિયમ ઍલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રાઇડ દ્વારા રિડક્શન પામીને એમાઇન સંયોજનો બનાવે છે.

$$R\text{–}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{–}NH_2 \xrightarrow[(ii)\ H_2O]{(i)\ LiAlH_4} R\text{–}CH_2\text{–}NH_2$$

5. *ગેબ્રિયલ થેલિમાઇડ સંશ્લેષણ*

ગ્રેબિયલ સંશ્લેષણ પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનોની બનાવટમાં ઉપયોગી થાય છે. થેલિમાઇડની ઇથેનોલીય પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરતાં થેલિમાઇડનો પોટૅશિયમક્ષાર મળે છે. જેને આલ્કાઇલ હેલાઇડ સાથે ગરમ કરીને આલ્કલાઇન જળવિભાજન કરતાં અનુવર્તી પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજન મળે છે. આ પદ્ધતિથી ઍરોમેટિક પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનો બનાવી શકાતા નથી, કારણ કે ઍરાઇલ હેલાઇડ સંયોજનો થેલિમાઇડથી બનતા ઋણાયન સાથે કેન્દ્રાનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કરતા નથી.



6. *હોફમૅન બ્રોમેમાઇડ વિઘટન પ્રક્રિયા*

હોફમૅને એમાઇડ સંયોજનની સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના જલીય અથવા ઇથેનોલીય દ્રાવણમાં બ્રોમિન સાથે પ્રક્રિયા કરી પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનો બનાવવાની પદ્ધતિ વિકસાવી હતી. આ વિઘટન પ્રક્રિયામાં એમાઇડ સમૂહના કાર્બોનિલ કાર્બન પરમાણુ પરથી એક આલ્કાઇલ અથવા ઍરાઇલ સમૂહનું સ્થાનાંતર નાઇટ્રોજન પરમાણુ પર થાય છે. આમ, એમાઇડ સંયોજનમાં રહેલા કાર્બન પરમાણુ કરતાં એક ઓછા કાર્બન પરમાણુવાળું એમાઇન સંયોજન બને છે.

$$R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NH_2 + Br_2 + 4NaOH \longrightarrow R-NH_2 + Na_2CO_3 + 2NaBr + 2H_2O$$

કોયડો 13.2 નીચે દર્શાવેલા પરિવર્તનો માટે રાસાયણિક સમીકરણો લખો :

(i) CH_3-CH_2-Cl માંથી CH_3-CH_2-CH_2-NH_2

(ii) C_6H_5-CH_2-Cl માંથી C_6H_5-CH_2-CH_2-NH_2

ઉકેલ :

(i) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}Cl \xrightarrow{\text{ઇથેનોલીય NaCN}} CH_3\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}N \xrightarrow{\text{રિડક્શન}} CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$

ક્લોરોઇથેન — પ્રોપેનનાઇટ્રાઇલ — પ્રોપેન-1-એમાઇન

(ii) $C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}Cl \xrightarrow{\text{ઇથેનોલીય NaCN}} C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}N \xrightarrow{H_2/Ni} C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$

ક્લોરોફિનાઇલમિથેન (બેન્ઝાઇલ ક્લોરાઇડ) — ફિનાઇલઇથેનનાઇટ્રાઇલ (બેન્ઝાઇલ સાયનાઇડ) — 2-ફિનાઇલઇથેનેમાઇન

કોયડો 13.3 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોનાં બંધારણો અને IUPAC નામ લખો :

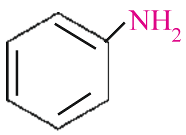
(i) એમાઇડ સંયોજન કે જે હોફમૅન બ્રોમેમાઇડ પ્રક્રિયા દ્વારા પ્રોપેનેમાઇન આપે છે.

(ii) એમાઇન સંયોજન કે જે બેન્ઝેમાઇડની હોફમૅન વિઘટન પ્રક્રિયાથી બને છે.

ઉકેલ : (i) પ્રોપેનેમાઇન ત્રણ કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવે છે. તેથી, એમાઇડ અણુ ચાર કાર્બન પરમાણુઓ જ ધરાવતો હોવો જોઈએ. ચાર કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતા પ્રારંભિક એમાઇડ સંયોજનનું બંધારણ અને IUPAC નામ નીચે દર્શાવેલ છે.

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}NH_2$$ બ્યુટેનેમાઇડ

(ii) બેન્ઝેમાઇડ સાત કાર્બન પરમણુઓ ધરાવતું ઍરોમેટિક એમાઇડ સંયોજન છે. તેથી બેન્ઝેમાઇડમાંથી બનતો એમાઇન છ કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતું ઍરોમેટિક પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજન છે.



એનિલિન અથવા બેન્ઝિનેમાઇન

લખાણ સંબંધિત પ્રશ્ન

13.3 તમે કેવી રીતે પરિવર્તિત કરશો ?

(i) બેન્ઝિનને એનિલિનમાં (ii) બેન્ઝિનને N,N-ડાયમિથાઇલ એનિલિનમાં

(iii) $Cl\text{-}(CH_2)_4\text{-}Cl$ ને હેક્ઝેન-1,6-ડાયએમાઇનમાં

13.5 ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties)

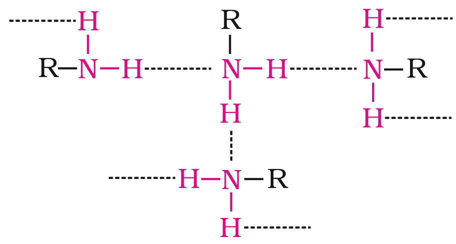
નિમ્નતર એલિફેટિક એમાઇન સંયોજનો માછલી જેવી વાસવાળા વાયુઓ છે. પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનો ત્રણ કે તેથી વધુ કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતા પ્રવાહી છે અને તેનાથી ઉચ્ચતર એમાઇન સંયોજનો ઘન હોય છે. સામાન્ય રીતે એનિલીન અને અન્ય એરાઇલ એમાઇન સંયોજનો રંગવિહીન હોય છે. પરંતુ સંગ્રહ દરમિયાન વાતાવરણીય ઑક્સિડેશનને કારણે તે રંગીન બને છે.

નિમ્નતર એલિફેટિક એમાઇન સંયોજનો પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે કારણ કે તેઓ પાણીના અણુઓ સાથે હાઇડ્રોજન બંધ બનાવે છે. જોકે એમાઇન સંયોજનોમાં જળવિરાગી આલ્કાઇલ ભાગનું કદ વધવાના કારણે મોલર દળ વધે છે અને દ્રાવ્યતા ઘટે છે. ઉચ્ચતર એમાઇન સંયોજનો અનિવાર્ય રીતે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે. એમાઇન સંયોજનોમાં નાઇટ્રોજન અને આલ્કોહૉલ સંયોજનમાં ઑક્સિજનની વિદ્યુતઋણતા અનુક્રમે 3.0 અને 3.5 ધ્યાને લઈને તમે એમાઇન સંયોજનો અને આલ્કોહૉલ સંયોજનોની પાણીમાં દ્રાવ્યતાની ભાતનું અનુમાન કરી શકો છો. બ્યુટેન-1-ઑલ અને બ્યુટેન-1-એમાઇન પૈકી પાણીમાં કોની દ્રાવ્યતા વધુ હશે ? શા માટે ? એમાઇન સંયોજનો કાર્બનિક દ્રાવકો જેવા કે આલ્કોહૉલ, ઈથર અને બેન્ઝિનમાં દ્રાવ્ય હોય છે. તમને યાદ હશે કે આલ્કોહૉલ સંયોજનો, એમાઇન સંયોજનો કરતાં વધુ ધ્રુવીય હોય છે અને એમાઇન સંયોજનો કરતાં પ્રબળ આંતરઆણ્વીય હાઇડ્રોજન બંધ બનાવે છે.

પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક એમાઇન સંયોજનો તેમના એક અણુના નાઇટ્રોજન પરમાણુ અને બીજા અણુના હાઇડ્રોજન પરમાણુ વચ્ચેના હાઇડ્રોજન બંધના કારણે આંતરઆણ્વીય જોડાણમાં રહેલા હોય છે. પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનોમાં હાઇડ્રોજન બંધના નિર્માણ માટે બે હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ પ્રાપ્ય હોય છે, તેથી પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનોમાં આંતરઆણ્વીય જોડાણ દ્વિતીયક એમાઇન સંયોજનો કરતાં વધુ હોય છે. તૃતીયક એમાઇન સંયોજનોમાં હાઇડ્રોજન બંધ બનવા માટેના હાઇડ્રોજન પરમાણુની ગેરહાજરીના કારણે આંતરઆણ્વીય જોડાણ હોતું નથી. તેથી સમઘટકીય એમાઇન સંયોજનોના ઉત્કલન બિંદુઓનો ક્રમ નીચે પ્રમાણે છે :

પ્રાથમિક > દ્વિતીયક > તૃતીયક

પ્રાથમિક એમાઈન સંયોજનોમાં આંતરઆણ્વીય હાઈડ્રોજન બંધન આકૃતિ 13.2માં દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 13.2 : પ્રાથમિક એમાઈન સંયોજનોમાં આંતરઆણ્વીય હાઈડ્રોજન બંધન

સમાન મોલરદળ ધરાવતા એમાઈન, આલ્કોહૉલ અને આલ્કેન સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુઓ કોષ્ટક 13.2માં દર્શાવેલા છે.

કોષ્ટક 13.2 : સમાન મોલરદળ ધરાવતા એમાઈન, આલ્કોહૉલ અને આલ્કેન સંયોજનોના ઉત્કલનબિંદુઓની સરખામણી

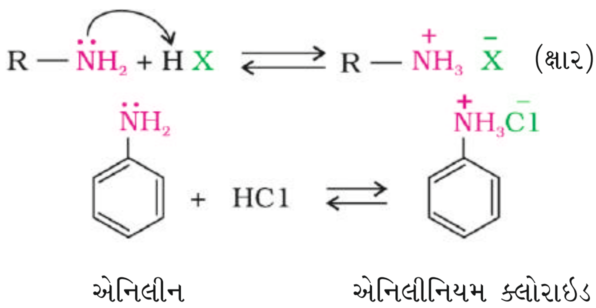
ક્રમ	સંયોજન	મોલરદળ	ઉ.બિં/K
1.	n-$C_4H_9NH_2$	73	350.8
2.	$(C_2H_5)_2NH$	73	329.3
3.	$C_2H_5N(CH_3)_2$	73	310.5
4.	$C_2H_5CH(CH_3)_2$	72	300.8
5.	n-C_4H_9OH	74	390.3

13.6 રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ (Chemical Reactions)

નાઈટ્રોજન અને હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ વચ્ચેનો વિદ્યુતઋણતાનો તફાવત અને નાઈટ્રોજન પરમાણુ પર અબંધકારક ઈલેક્ટ્રૉનયુગ્મની હાજરી એમાઈન સંયોજનોને પ્રતિક્રિયાત્મક બનાવે છે. નાઈટ્રોજન પરમાણુને જોડાયેલા હાઈડ્રોજન પરમાણુઓની સંખ્યા એમાઈન સંયોજનોની પ્રક્રિયાનો માર્ગ નક્કી કરે છે, તેથી પ્રાથમિક ($-NH_2$), દ્વિતીયક (>N-H) અને તૃતીયક એમાઈન (>N-) સંયોજનો ઘણી પ્રક્રિયાઓમાં જુદા પડે છે. આનાથી વિશેષ, એમાઈન સંયોજનો અબંધકારક ઈલેક્ટ્રૉનયુગ્મની હાજરીના કારણે કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયક તરીકે વર્તે છે. એમાઈન સંયોજનોની કેટલીક પ્રક્રિયાઓ નીચે વર્ણવી છે :

1. એમાઈન સંયોજનોનું બેઝિક લક્ષણ

એમાઈન સંયોજનો તેમના બેઝિક સ્વભાવના કારણે ઍસિડ સંયોજનો સાથે પ્રક્રિયા કરીને ક્ષાર બનાવે છે.



એમાઈન ક્ષારની NaOH જેવા બેઈઝ સાથે પ્રક્રિયા કરતા જનક એમાઈન પુનઃ પ્રાપ્ત થાય છે.

$$R\overset{+}{N}H_3X^- + {}^-OH \rightarrow R\ddot{N}H_2 + H_2O + X^-$$

એમાઈન ક્ષાર પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે પરંતુ ઈથર જેવા કાર્બનિક દ્રાવકોમાં અદ્રાવ્ય હોય છે. આ પ્રક્રિયા પાણીમાં અદ્રાવ્ય બેઝિક ન હોય તેવા કાર્બનિક સંયોજનોમાંથી એમાઈન સંયોજનોને અલગ કરવા માટેનો આધાર છે.

એમાઈન સંયોજનોની ખનીજ ઍસિડ સંયોજનો સાથેની પ્રક્રિયા એમોનિયમ ક્ષાર બનાવે છે, જે દર્શાવે છે કે એમાઈન સંયોજનો સ્વભાવે બેઝિક છે. એમાઈન સંયોજનો તેના નાઈટ્રોજન પરમાણુ પર રહેલા અબંધકારક ઈલેક્ટ્રૉનયુગ્મને કારણે **લુઈસ બેઈઝ** તરીકે વર્તે છે. એમાઈન સયોજનના બેઝિક લક્ષણને નીચે સમજાવ્યા મુજબ તેઓના K_b અને pK_b મૂલ્યોના સ્વરૂપે વધુ સારી રીતે સમજી શકાય છે.

$$R\text{-}NH_2 + H_2O \rightleftharpoons R\text{-}\overset{+}{N}H_3 + {}^-OH$$

$$K = \frac{[R-\overset{+}{N}H_3][{}^-OH]}{[R-NH_2][H_2O]}$$

અથવા $$K[H_2O] = \frac{[R-\overset{+}{N}H_3][{}^-OH]}{[R-NH_2]}$$

અથવા $$K_b = \frac{[R-\overset{+}{N}H_3][{}^-OH]}{[R-NH_2]}$$

$$pK_b = -\log K_b$$

K_bનું મૂલ્ય જેટલું વધુ હોય છે અથવા pK_bનું મૂલ્ય જેટલું ઓછું હોય છે બેઈઝ તેટલો વધુ પ્રબળ હોય છે. કેટલાક એમાઈન સંયોજનોના pK_b મૂલ્યોને કોષ્ટક 13.3માં દર્શાવેલા છે.

એમોનિયાના pK_bનું મૂલ્ય 4.75 છે. એલિફેટિક એમાઈન સંયોજનોમાં આલ્કાઈલ સમૂહોની +I અસરના કારણે નાઈટ્રોજન પરમાણુ પર ઉચ્ચ ઈલેક્ટ્રૉનઘનતા હોવાથી એલિફેટિક એમાઈન સંયોજનો એમોનિયા કરતા વધુ બેઝિક હોય છે. તેઓના pK_bનું મૂલ્ય 3થી 4.22ના વિસ્તારમાં હોય છે. બીજી બાજુ, એરાઈલ સમૂહના ઈલેક્ટ્રૉન આકર્ષક સ્વભાવના કારણે એરોમેટિક એમાઈન સંયોજનો એમોનિયા કરતાં વધુ નિર્બળ બેઈઝ છે.

કોષ્ટક 13.3 : જલીય માધ્યમમાં એમાઈન સંયોજનોના pK_b મૂલ્યો

એમાઈન સંયોજનના નામ	pK_b
મિથેનેમાઈન	3.38
N-મિથાઈલમિથેનેમાઈન	3.27
N,N-ડાયમિથાઈલમિથેનેમાઈન	4.22
ઈથેનેમાઈન	3.29
N-ઈથાઈલઈથેનેમાઈન	3.00
N,N-ડાયઈથાઈલઈથેનેમાઈન	3.25
બેન્ઝિનેમાઈન	9.38
ફિનાઈલમિથેનેમાઈન	4.70
N-મિથાઈલએનિલીન	9.30
N,N-ડાયમિથાઈલએનિલીન	8.92

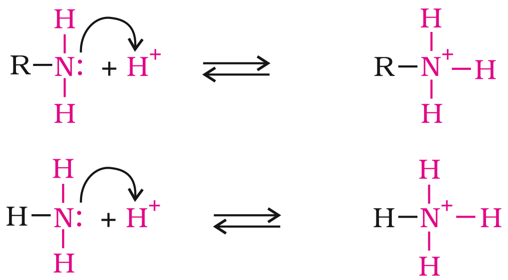
વિસ્થાપકોની +I અથવા -I અસરના આધારે એમાઇન સંયોજનોના K_b મૂલ્યના અર્થઘટન કરવાના પ્રયત્નમાં તમને કેટલીક વિસંગતતા જોવા મળશે. પ્રેરક અસર સિવાય કેટલીક અન્ય અસરો જેવી કે દ્રાવક યોજન (solvation) અસર, અવકાશીય અવરોધ વગેરે એમાઇન સંયોજનોની બેઝિક પ્રબળતા પર અસર કરે છે. આ અંગે વિચાર કરો. તમને આ અંગેનો ઉત્તર નીચે દર્શાવેલા ફકરાઓમાં મળી જશે.

એમાઈન સંયોજનના બંધારણ અને બેઝિકતા વચ્ચેનો સંબંધ

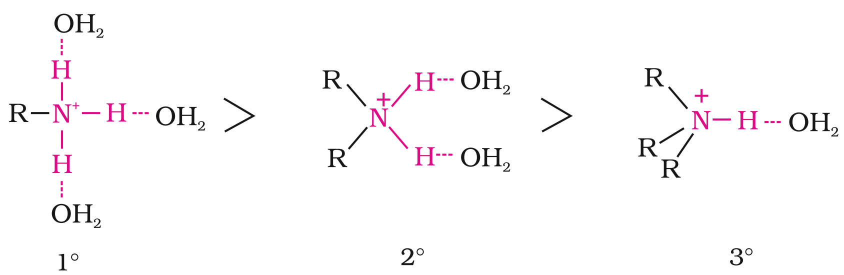
એમાઇન સંયોજનોની બેઝિકતા તેમના બંધારણ સાથે સંબંધિત હોય છે. એમાઇન સંયોજનના બેઝિક લક્ષણનો આધાર ઍસિડ પાસેથી પ્રોટોન સ્વીકારીને કેટાયન બનવાની સરળતા પર હોય છે. એમાઇન સંયોજનની સરખામણીમાં કેટાયન જેટલો વધારે સ્થાયી હોય તેટલો એમાઇન વધુ બેઝિક હોય છે.

(a) ***આલ્કેનેમાઈન સંયોજનો વિરુદ્ધ એમોનિયા***

ચાલો, આપણે આલ્કેનેમાઈન સંયોજન અને એમોનિયાની બેઝિકતાની સરખામણી કરવા માટે તેમની પ્રોટોન સાથેની પ્રક્રિયાને ધ્યાને લઈએ.



આલ્કાઇલ સમૂહના ઇલેક્ટ્રૉન મુક્ત કરવાના સ્વભાવના કારણે તે (R) ઇલેક્ટ્રૉનને નાઇટ્રોજન પરમાણુ તરફ ધકેલે છે અને ઍસિડના પ્રોટોન સાથે ભાગીદારી કરવા નાઇટ્રોજન પરમાણુના અબંધકારક ઇલેક્ટ્રૉનયુગ્મને વધુ પ્રાપ્ય બનાવે છે. વધુમાં આલ્કાઇલ સમૂહની +I અસર દ્વારા ધનભાર વિક્ષેપિત થવાના કારણે એમાઇનમાંથી બનેલો વિસ્થાપિત એમોનિયમ આયન સ્થાયીતા પ્રાપ્ત કરે છે. તેથી આલ્કાઇલ એમાઇન સંયોજનો, એમોનિયા કરતાં વધુ પ્રબળ બેઇઝ હોય છે. આમ, એલિફેટિક એમાઇન સંયોજનોનો બેઝિક સ્વભાવ આલ્કાઇલ સમૂહોની સંખ્યા વધવાની સાથે વધવો જોઈએ. આ વલણ વાયુ અવસ્થામાં અનુસરાય છે. વાયુમય અવસ્થામાં એમાઇન સંયોજનોની બેઝિકતાનો ક્રમ અપેક્ષિત ક્રમને અનુસરે છે. તૃતીયક એમાઇન > દ્વિતીયક એમાઇન > પ્રાથમિક એમાઇન > NH_3. જલીય અવસ્થામાં આ વલણ નિયમિત જોવા મળતું નથી, જે કોષ્ટક 13.3માં દર્શાવેલા તેઓના pK_b મૂલ્યો પરથી પુરવાર થાય છે. જલીય માધ્યમમાં વિસ્થાપિત એમોનિયમ ક્ષાર માત્ર આલ્કાઇલ સમૂહની (+I) ઇલેક્ટ્રૉન મુક્ત કરવાની અસર દ્વારા જ નહીં પણ પાણીના અણુઓ સાથે દ્રાવકયોજનથી પણ સ્થાયીતા પ્રાપ્ત કરે છે. આયનનું મોટું કદ દ્રાવક યોજનને ઘટાડે છે અને તેથી આયન ઓછી સ્થાયીતા પ્રાપ્ત કરે છે. આયનોની સ્થાયીતાનો ક્રમ નીચે દર્શાવ્યા મુજબનો છે :



1°   2°   3°

પાણીમાં હાઈડ્રોજનબંધનની વ્યાપ્તિ અને દ્રાવકયોજન દ્વારા આયનોની સ્થાયીતાનો ઉતરતો ક્રમ.

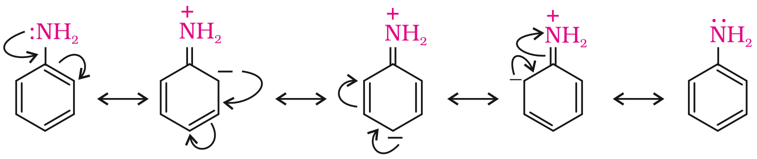
વિસ્થાપિત એમોનિયમ કેટાયનની સ્થાયીતા જેટલી વધારે હોય છે, તેને અનુવર્તી એમાઇન સંયોજનની બેઝિકતા તેટલી જ વધારે હોવી જોઈએ. આમ, એલિફેટિક એમાઇન સંયોજનોની બેઝિકતાનો ક્રમઃ પ્રાથમિક > દ્વિતીયક > તૃતીયક હોવો જોઈએ, જે પ્રેરક અસર આધારિત ક્રમથી વિપરીત છે. બીજું, જ્યારે આલ્કાઈલ સમૂહ -CH_3 સમૂહ જેવો નાનો હોય ત્યારે H-બંધન માટે અવકાશીય અવરોધ હોતો નથી. -CH_3 સમૂહથી મોટા આલ્કાઈલ સમૂહના કિસ્સામાં H-બંધન માટે અવકાશીય અવરોધ ઉદ્ભવે છે. તેથી આલ્કાઈલ સમૂહના સ્વભાવમાં ફેરફાર દા.ત., -CH_3ના સ્થાને -C_2H_5 થવાથી બેઝિક પ્રબળતાનો ક્રમ બદલાય છે. આમ, આલ્કાઈલ સમૂહની પ્રેરક અસર, દ્રાવક યોજન અને અવકાશીય અવરોધની જટિલ પારસ્પરિક ક્રિયા, જલીય માધ્યમમાં આલ્કાઈલ એમાઇન સંયોજનોની બેઝિક પ્રબળતા નક્કી કરે છે. જલીય દ્રાવણમાં મિથાઈલ વિસ્થાપિત એમાઇન સંયોજનો અને ઈથાઈલ વિસ્થાપિત એમાઇન સંયોજનો માટેની બેઝિક પ્રબળતાનો ક્રમ નીચે દર્શાવ્યા મુજબનો છે :

$(C_2H_5)_2NH > (C_2H_5)_3N > C_2H_5NH_2 > NH_3$

$(CH_3)_2NH > CH_3NH_2 > (CH_3)_3N > NH_3$

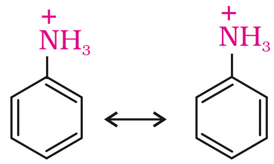
(b) ***એરાઈલ એમાઇન સંયોજનો વિરુદ્ધ એમોનિયા***

એનિલીનના pK_bનું મૂલ્ય ઘણું વધારે છે. આવું શા માટે ? તેનું કારણ એનિલીન અથવા અન્ય એરાઈલ સંયોજનોમાં -NH_2 સમૂહ સીધો જ બેન્ઝિન વલય સાથે જોડાયેલો હોય છે, તેથી નાઈટ્રોજન પરમાણુ પર રહેલું અબંધકારક ઈલેક્ટ્રૉનયુગ્મ બેન્ઝિન વલય સાથે સંયુગ્મનમાં હોવાથી પ્રોટોનેશન માટે ઓછું પ્રાપ્ય હોય છે. જો તમે એનિલીનના જુદા જુદા સસ્પંદન બંધારણો દોરશો તો તમને એનિલીન નીચે દર્શાવેલા પાંચ સસ્પંદન બંધારણોના સંકૃત બંધારણ તરીકે મળશે.



I II III IV V

બીજી તરફ, પ્રોટોન સ્વીકારવાથી મળતા એનિલીનિયમ આયનના માત્ર બે જ સસ્પંદન બંધારણો (કેક્યુલે) મળી શકે છે.



I II

આપણે જાણીએ છીએ કે જેટલા વધારે સસ્પંદન બંધારણો હોય છે, સ્થાયીતા તેટલી જ વધારે હોય છે. તેથી તમે તારણ કાઢી શકશો કે એનિલીન (પાંચ સસ્પંદન બંધારણો) એનિલીનિયમ આયન કરતાં વધુ સ્થાયી હોય છે. આમ, એનિલીન અથવા અન્ય એરોમેટિક એમાઇન સંયોજનોની પ્રોટોન સ્વીકાર્યતા અથવા બેઝિક સ્વભાવ એમોનિયા કરતાં ઓછો હોય છે. વિસ્થાપિત એનિલીનના કિસ્સામાં જોવા મળે છે કે ઈલેક્ટ્રૉન મુક્ત કરનાર સમૂહો જેવા કે -OCH_3, -CH_3 બેઝિક પ્રબળતામાં વધારો કરે છે જ્યારે ઈલેક્ટ્રૉન આકર્ષક સમૂહો જેવા કે -NO_2, -SO_3H, -COOH, -X બેઝિક પ્રબળતા ઘટાડે છે.

કોયડો 13.4 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોને તેઓની બેઝિક પ્રબળતાના ઉતરતા ક્રમમાં ગોઠવો :

$C_6H_5NH_2$, $C_2H_5NH_2$, $(C_2H_5)_2NH$, NH_3

ઉકેલ : ઉપરોક્ત એમાઇન સંયોજનો અને એમોનિયાની બેઝિક પ્રબળતાનો ઉતરતો ક્રમ નીચે દર્શાવેલા ક્રમને અનુસરે છે.

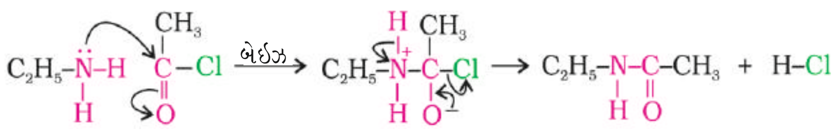
$(C_2H_5)_2NH > C_2H_5NH_2 > NH_3 > C_6H_5NH_2$

2. *આલ્કાઈલેશન*

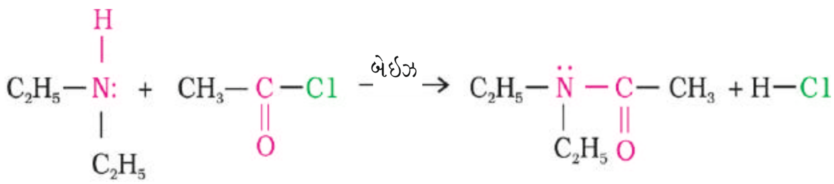
એમાઈન સંયોજનો આલ્કાઈલ હેલાઈડ સંયોજનો સાથે આલ્કાઈલેશન પ્રક્રિયા કરે છે (જુઓ એકમ 10, ધોરણ XII).

3. *એસાઈલેશન*

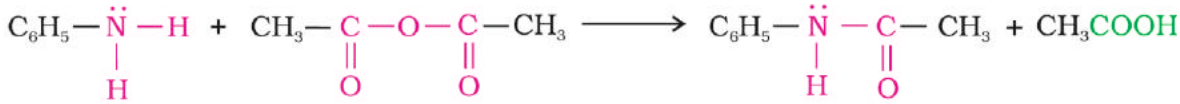
એલિફેટિક અને એરોમેટિક પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક એમાઈન સંયોજનો ઍસિડ ક્લોરાઈડ, એનહાઈડ્રાઈડ અને એસ્ટર સંયોજનો સાથે કેન્દ્રાનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા કરે છે. આ પ્રક્રિયા એસાઈલેશન તરીકે ઓળખાય છે. તમે આ પ્રક્રિયાને $-NH_2$ અથવા > N-H સમૂહના હાઈડ્રોજન પરમાણુના એસાઈલ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપન તરીકે સમજી શકો છો. એસાઈલેશન પ્રક્રિયા દ્વારા મળતી નીપજને એમાઈડ સંયોજનો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા એમાઈન કરતાં વધુ પ્રબળ બેઈઝ જેવા કે પિરિડીનની હાજરીમાં કરવામાં આવે છે, જે પ્રક્રિયા દરમિયાન બનતા HClને દૂર કરે છે અને સંતુલનને જમણી બાજુ તરફ ખસેડે છે.



ઈથનેમાઈન N-ઈથાઈલઈથેનેમાઈડ



N-ઈથાઈલઈથેનેમાઈન N,N-ડાયઈથાઈલઈથેનેમાઈડ



બેન્ઝિનેમાઈન ઈથેનોઈક એનહાઈડ્રાઈડ N-ફિનાઈલઈથેનેમાઈડ અથવા એસિટેનિલાઈડ

. એમાઈન સંયોજનો બેન્ઝોઈલ ક્લોરાઈડ (C_6H_5COCl) સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. આ પ્રક્રિયા બેન્ઝોઈલેશન (benzoylation) તરીકે ઓળખાય છે.

$$CH_3NH_2 + C_6H_5COCl \rightarrow CH_3NHCOC_6H_5 + HCl$$

મિથેનેમાઈન બેન્ઝોઈલ ક્લોરાઈડ N-મિથાઈલબેન્ઝેમાઈડ

એમાઈન સંયોજનોની કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનો સાથેની પ્રક્રિયાની નીપજો વિશે તમે શું વિચારો છો ? ઓરડાના તાપમાને તેઓ એમાઈન સંયોજનો સાથે ક્ષાર બનાવે છે.

4. *કાર્બાઈલએમાઈન પ્રક્રિયા*

એલિફેટિક અને એરોમેટિક પ્રાથમિક એમાઈન સંયોજનોને ક્લોરોફોર્મ અને ઈથેનોલીય પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ સાથે ગરમ કરતા ખરાબ વાસ ધરાવતા આઈસોસાયનાઈડ અથવા કાર્બાઈલએમાઈન સંયોજનો બને છે. દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઈન સંયોજનો આ પ્રક્રિયા દર્શાવતા નથી. આ પ્રક્રિયાને **કાર્બાઈલએમાઈન પ્રક્રિયા** અથવા **આઈસોસાયનાઈડ કસોટી** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ કસોટીનો ઉપયોગ પ્રાથમિક એમાઈનની પરખ માટે થાય છે.

$$R\text{-}NH_2 + CHCl_3 + 3KOH \xrightarrow{\text{ગરમી}} R\text{-}NC + 3KCl + 3H_2O$$

5. *નાઈટ્રસ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા*

ખનિજ ઍસિડ અને સોડિયમ નાઈટ્રાઈટમાંથી સ્વસ્થાને (in situ) બનાવેલા નાઈટ્રસ ઍસિડ સાથે ત્રણેય વર્ગોના એમાઈન સંયોજનો જુદી જુદી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે.

(a) પ્રાથમિક એલિફેટિક એમાઈન સંયોજનો નાઈટ્રસ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને એલિફેટિક ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર બનાવે છે, જે અસ્થાયી હોવાના કારણે માત્રાત્મકતઃ (quantitatively) નાઈટ્રોજન મુક્ત કરે છે અને આલ્કોહૉલ સંયોજનો બનાવે છે. નાઈટ્રોજનની માત્રાત્મક પ્રાપ્તિ એમિનો ઍસિડ અને પ્રોટીન સંયોજનોના માપનમાં ઉપયોગી બને છે.

$$R\text{-}NH_2 + HNO_2 \xrightarrow{NaNO_2 + HCl} [R\text{-}\overset{+}{N_2}Cl^-] \xrightarrow{H_2O} ROH + N_2 + HCl$$

(b) નીચા તાપમાને (273-278 K) એરોમેટિક એમાઈન સંયોજનો નાઈટ્રસ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરી ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર બનાવે છે. આ સંયોજનોનો એક અગત્યનો વર્ગ છે કે જેનો ઉપયોગ વિવિધ પ્રકારના એરોમેટિક સંયોજનોના સશ્લેષણમાં થાય છે, જેની ચર્ચા વિભાગ 13.7માં કરેલી છે.

$$C_6H_5\text{-}NH_2 \xrightarrow[273-278\,K]{NaNO_2+2HCl} C_6H_5\text{-}\overset{+}{N_2}\overset{-}{Cl} + NaCl + 2H_2O$$

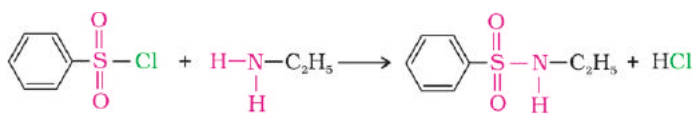
એનિલીન — બેન્ઝિનડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઈડ

દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઈન સંયોજનો નાઈટ્રસ ઍસિડ સાથે જુદી જુદી રીતે પ્રક્રિયા કરે છે.

6. *એરાઈલસલ્ફોનાઈલ ક્લોરાઈડ સાથે પ્રક્રિયા*

બેન્ઝિનસલ્ફોનાઈલ ક્લોરાઈડ ($C_6H_5SO_2Cl$), જે **હીન્સબર્ગ પ્રક્રિયક** (Hinsberg's reagent) તરીકે ઓળખાય છે, આ પ્રક્રિયક પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક એમાઈન સંયોજનો સાથે પ્રક્રિયા કરી સલ્ફોનેમાઈડ સંયોજનો બનાવે છે.

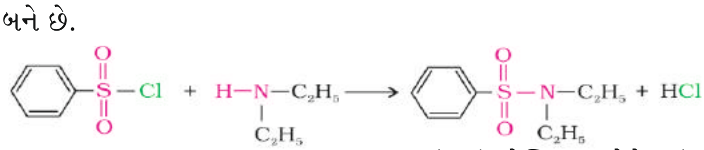
(a) બેન્ઝિનસલ્ફોનાઈલ ક્લોરાઈડ, પ્રાથમિક એમાઈન સાથે પ્રક્રિયા કરીને N-ઈથાઈલબેન્ઝિનસલ્ફોનાઈલએમાઈડ બનાવે છે.



N-ઈથાઈલબેન્ઝિનસલ્ફોનેમાઈડ
(આલ્કલીમાં દ્રાવ્ય)

સલ્ફોનેમાઈડમાં નાઈટ્રોજન સાથે જોડાયેલો હાઈડ્રોજન પરમાણુ પ્રબળ ઈલેક્ટ્રૉન આકર્ષક સલ્ફોનાઈલ સમૂહની હાજરીના કારણે પ્રબળ ઍસિડિક હોય છે, તેથી તે આલ્કલીમાં દ્રાવ્ય હોય છે.

(b) દ્વિતીયક એમાઈન સાથેની પ્રક્રિયામાં N,N-ડાયઈથાઈલબેન્ઝિનસલ્ફોનેમાઈડ બને છે.



N,N-ડાયઈથાઈલબેન્ઝિનસલ્ફોનેમાઈડ

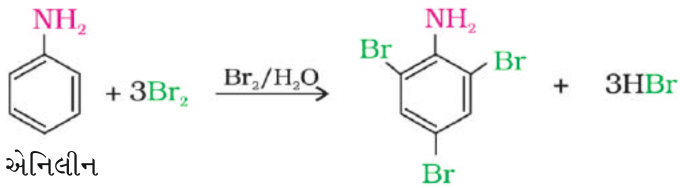
N,N-ડાયઇથાઇલબેન્ઝિનસલ્ફોનેમાઇડમાં નાઇટ્રોજન પરમાણુ સાથે એક પણ હાઇડ્રોજન પરમાણુ જોડાયેલો નથી, તેથી તે ઍસિડિક નથી અને આલ્કલીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે.

(c) તૃતીયક એમાઇન સંયોજનો બેન્ઝિનસલ્ફોનાઇલ ક્લોરાઇડ સાથે પ્રક્રિયા કરતા નથી. એમાઇન સંયોજનોનો બેન્ઝિનસલ્ફોનાઇલ ક્લોરાઇડ સાથે જુદી જુદી રીતે પ્રક્રિયા કરવાનો આ ગુણધર્મ પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઇન સંયોજનોને વિભેદિત કરવા અને તેમના મિશ્રણના અલગીકરણમાં ઉપયોગી થાય છે. જોકે હાલમાં બેન્ઝિનસલ્ફોનાઇલ ક્લોરાઇડના સ્થાને *p*-ટોલ્યુઈનસલ્ફોનાઇલ ક્લોરાઇડનો ઉપયોગ થાય છે.

7. ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન

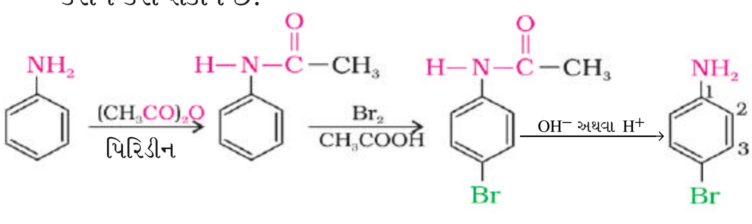
તમે પહેલા વાંચ્યું છે કે એનિલીન પાંચ સસ્પંદન બંધારણોનું સંકૃત બંધારણ છે. આ બંધારણોમાં તમને મહત્તમ ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતા ક્યાં જોવા મળે છે ? $-NH_2$ સમૂહના ઓર્થો અને પેરા સ્થાનો ઉચ્ચ ઇલેક્ટ્રૉન ઘનતાનું કેન્દ્ર બને છે. આમ, $-NH_2$ સમૂહ ઓર્થો અને પેરા નિર્દેશક તથા શક્તિશાળી સક્રિયકારક સમૂહ છે.

(a) બ્રોમિનેશન : ઓરડાના તાપમાને એનિલીન બ્રોમિનજળ સાથે પ્રક્રિયા કરી 2,4,6-ટ્રાયબ્રોમોએનિલીનના સફેદ અવક્ષેપ આપે છે.



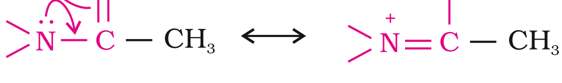
2,4,6-ટ્રાયબ્રોમોએનિલીન

એરોમેટિકએમાઇન સંયોજનોની ઈલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉદ્ભવતો મુખ્યપ્રશ્ન તેઓની અતિઉચ્ચ પ્રતિક્રિયાત્મકતા છે. વિસ્થાપન ઓર્થો અને પેરાસ્થાનોમાં થાય છે. જો આપણે એનિલીનનો એકવિસ્થાપિત વ્યુત્પન્ન બનાવવો હોય તો $-NH_2$ સમૂહની સક્રિયકારક અસરને કેવી રીતે નિયંત્રિત કરીશું ? આ નિયંત્રણ-NH_2 સમૂહને એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડ દ્વારા એસિટિલેશનથી સંરક્ષિત કર્યાબાદ ઇચ્છિત વિસ્થાપન કર્યા પછી વિસ્થાપિત એમાઇડનું વિસ્થાપિત એમાઇનમાં જળવિભાજન કરીને કરી શકાય છે.



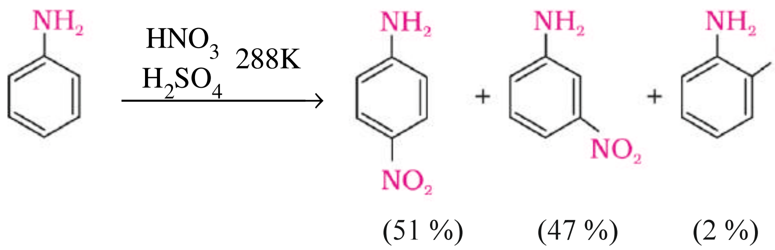
એનિલીન N-ફિનાઇલઇથેનેમાઇડ (એસિટેનિલાઇડ) (મુખ્ય) 4-બ્રોમોએનિલીન

એસિટેનિલાઇડના નાઇટ્રોજન પરમાણુ પર રહેલું અબંધકારક ઇલેક્ટ્રૉન યુગ્મ નીચે દર્શાવ્યા મુજબ સસ્પંદનના કારણે ઑક્સિજન પરમાણુ સાથે પારસ્પરિક ક્રિયા કરે છે.

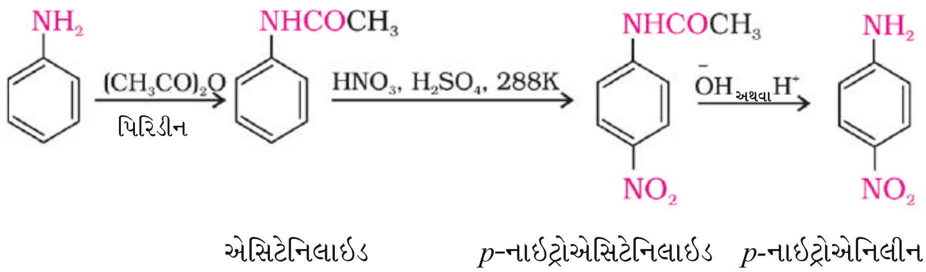


તેથી, નાઇટ્રોજનનું અબંધકારક ઇલેક્ટ્રૉનયુગ્મ બેન્ઝિન વલયને દાન કરવા માટે સસ્પંદન દ્વારા ઓછું પ્રાપ્ય હોય છે. પરિણામે -$NHCOCH_3$ સમૂહની સક્રિયકારક અસર એમિનો સમૂહ કરતાં ઓછી હોય છે.

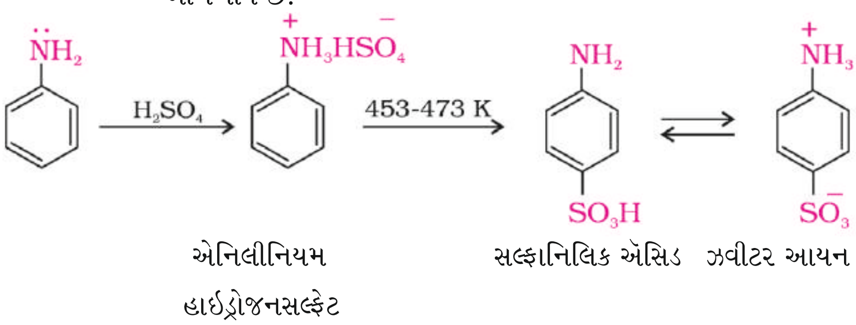
(b) *નાઇટ્રેશન :* એનિલીનનું સીધુ નાઇટ્રેશન નાઇટ્રો વ્યુત્પન્નો ઉપરાંત કોલટારી (ડામરી) ઑક્સિડેશન નીપજો આપે છે. વધુમાં પ્રબળ એસિડિક માધ્યમમાં એનિલીન પ્રોટોનિત થઈને એનિલીનિયમ આયન બનાવે છે, જે મેટાનિર્દેશક હોય છે. તેથી ઓર્થો અને પેરા વ્યુત્પન્ન સિવાય મેટા વ્યુત્પન્ન પણ અર્થસૂચક પ્રમાણમાં બને છે.



જોકે એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડ વડે એસિટિલેશન પ્રક્રિયા દ્વારા -NH_2 સમૂહને સંરક્ષિત કરી નાઇટ્રેશન પ્રક્રિયાને નિયંત્રિત કરી શકાય છે અને *p*-નાઇટ્રો વ્યુત્પન્નને મુખ્ય નીપજ તરીકે મેળવી શકાય છે.



(c) *સલ્ફોનેશન :* એનિલીન સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરીને એનિલીનિયમ હાઇડ્રોજન સલ્ફેટ બનાવે છે. જેને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ સાથે 453-473 K તાપમાને ગરમ કરતા મુખ્ય નીપજ તરીકે *p*-એમિનોબેન્ઝિન સલ્ફોનિક ઍસિડ બને છે, જે સામાન્ય રીતે સલ્ફાનિલિક ઍસિડ તરીકે ઓળખાય છે.



ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ સાથે ક્ષાર બનવાના કારણે એનિલીન ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ પ્રક્રિયા (આલ્કાઇલેશન અને એસાઇલેશન) કરતું નથી. ઍલ્યુમિનિયમ ક્લોરાઇડ લુઈસ ઍસિડ છે જે આ પ્રક્રિયામાં ઉદ્દીપક તરીકે વર્તે છે. ક્ષાર બનવાના કારણે એનિલીનનો નાઇટ્રોજન પરમાણુ ધન ભાર મેળવે છે અને તેથી પછીની પ્રક્રિયામાં તે પ્રબળ અક્રિયકારક સમૂહ તરીકે વર્તે છે.

લખાણ સંબંધિત પ્રશ્નો

13.4 નીચેના સંયોજનોને તેમની બેઝિક પ્રબળતાના ચઢતા ક્રમમાં ગોઠવો :

(i) $C_2H_5NH_2$, $C_6H_5NH_2$, NH_3, $C_6H_5CH_2NH_2$ અને $(C_2H_5)_2NH$

(ii) $C_2H_5NH_2$, $(C_2H_5)_2NH$, $(C_2H_5)_3N$, $C_6H_5NH_2$

(iii) CH_3NH_2, $(CH_3)_2NH$, $(CH_3)_3N$, $C_6H_5NH_2$,$C_6H_5CH_2NH_2$

13.5 નીચે દર્શાવેલી ઍસિડ-બેઇઝ પ્રક્રિયાઓને પૂર્ણ કરો અને નીપજોનાં નામ લખો :

(i) $CH_3CH_2CH_2NH_2 + HCl \rightarrow$ (ii) $(C_2H_5)_3N + HCl \rightarrow$

13.6 સોડિયમ કાર્બોનેટ દ્રાવણની હાજરીમાં વધુ પડતા મિથાઇલ આયોડાઇડ સાથેની એનિલીનના આલ્કાઇલેશનની અંતિમ નીપજ માટેની પ્રક્રિયાઓ લખો.

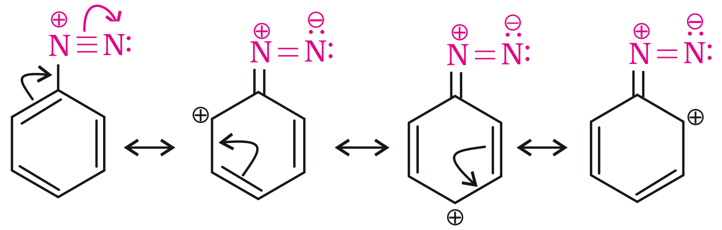
13.7 એનિલીનની બેન્ઝોઇલ ક્લોરાઇડ સાથેની રાસાયણિક પ્રક્રિયા લખો અને મળતી નીપજના નામ લખો.

13.8 આણ્વીય સૂત્ર C_3H_9Nને અનુવર્તી વિવિધ સમઘટકોનાં બંધારણો લખો. જે સમઘટકો નાઇટ્રસ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરી નાઇટ્રોજન વાયુ મુક્ત કરે છે તેના IUPAC નામ લખો.

II. ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર

ડાયએઝોનિયમ ક્ષારનું સામાન્ય સૂત્ર $R\overset{+}{N}_2\overset{-}{X}$ છે. જ્યાં R એક એરાઇલ સમૂહ છે અને X^- આયન તરીકે Cl^-, Br^-, HSO_4^-, BF_4^- વગેરે પૈકીનું હોઈ શકે છે. તેમનાં નામ લખવા માટે તેઓ જે જનક હાઇડ્રોકાર્બનમાંથી બન્યા હોય તેના નામને ડાયએઝોનિયમ પ્રત્યય લગાવવામાં આવે છે ત્યારબાદ એનાયનના નામ જેમ કે ક્લોરાઇડ, હાઇડ્રોજન સલ્ફેટ વગેરે લખવામાં આવે છે. $\overset{+}{N}_2$ સમૂહને ડાયએઝોનિયમ સમૂહ કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે, $C_6H_5\overset{+}{N}_2Cl^-$ને બેન્ઝિન ડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડ નામથી અને $C_6H_5\overset{+}{N}_2HSO_4^-$ ને બેન્ઝિનડાયએઝોનિયમ હાઇડ્રોજન સલ્ફેટ નામથી ઓળખવામાં આવે છે.

પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનો અતિ અસ્થાયી આલ્કાઇલડાયએઝોનિયમ ક્ષાર બનાવે છે (જુઓ વિભાગ 13.6). પ્રાથમિક એરોમેટિક એમાઇન સંયોજનો એરિનડાયએઝોનિયમ ક્ષાર બનાવે છે, જે નીચા તાપમાને (273-278 K) દ્રાવણમાં થોડા સમય માટે સ્થાયી હોય છે. એરિનડાયએઝોનિયમ આયનની સ્થાયીતાને સસ્પંદનના આધારે સમજાવી શકાય છે.



13.7 ડાયએઝોનિયમ ક્ષારની બનાવટ માટેની પદ્ધતિ (Method of Preparation of Diazonium salts)

બેન્ઝિનડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડને 273-278 K તાપમાને એનિલીનની નાઇટ્રસ ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાથી બનાવી શકાય છે. નાઇટ્રસ ઍસિડને પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં જ સોડિયમ નાઇટ્રાઇટની હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાથી ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે. પ્રાથમિક એરોમેટિક એમાઇન સંયોજનોનું ડાયએઝોનિયમ ક્ષારમાં પરિવર્તન ડાયએઝોટાઇઝેશન **(diazotisation)** તરીકે ઓળખાય છે. ડાયએઝોનિયમ ક્ષારની અસ્થાયીતાના કારણે તેનો સંગ્રહ કરવામાં આવતો નથી અને બન્યા પછી તરત જ તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

$$C_6H_5NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \xrightarrow{273-278K} C_6H_5\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + NaCl + 2H_2O$$

13.8 ભૌતિક ગુણધર્મો (Physical Properties)

બેન્ઝિનડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડ એક રંગવિહીન સ્ફટિકીય ઘન છે. તે પાણીમાં દ્રાવ્ય છે અને તે ઠંડા પાણીમાં સ્થાયી છે. પરંતુ જ્યારે ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. શુષ્કઅવસ્થામાં તે સરળતાથી વિઘટન પામે છે. બેન્ઝિનડાયએઝોનિયમ ફ્લોરોબોરેટ પાણીમાં અદ્રાવ્ય અને ઓરડાના તાપમાને સ્થાયી હોય છે.

13.9 રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ (Chemical Reactions)

ડાયએઝોનિયમ ક્ષારની પ્રક્રિયાઓને મુખ્યત્વે બે વર્ગોમાં વહેંચી શકાય છે. (A) પ્રક્રિયાઓ જેમાં નાઇટ્રોજનનું વિસ્થાપન થાય છે અને (B) પ્રક્રિયાઓ જેમાં ડાયએઝોસમૂહ સચવાયેલો (Retention) રહે છે.

A *પ્રક્રિયાઓ જેમાં નાઇટ્રોજનનું વિસ્થાપન થાય છે.*

અતિસારા દૂર થનારા સમૂહ તરીકે ડાયએઝોનિયમ સમૂહ અન્ય સમૂહો જેવા કે Cl^-, Br^-, I^-, CN^- અને OH^- દ્વારા વિસ્થાપિત થાય છે, જે એરોમેટિક વલયમાંથી નાઇટ્રોજનનું વિસ્થાપન કરે છે. બનેલો નાઇટ્રોજન પ્રક્રિયા મિશ્રણમાંથી વાયુ સ્વરૂપે બહાર નીકળી જાય છે.

1. *હેલાઇડ અથવા સાયનાઇડ આયન દ્વારા વિસ્થાપન :* Cl^-, Br^- અને CN^- કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયકોને Cu(I) આયનની હાજરીમાં બેન્ઝિન વલયમાં સરળતાથી દાખલ કરી શકાય છે. આ પ્રક્રિયાને સેન્ડમેયર પ્રક્રિયા **(Sandmeyer reaction)** કહેવાય છે.

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu_2Cl_2/HCl} ArCl + N_2$$
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu_2Br_2/HBr} ArBr + N_2$$
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{CuCN/KCN} ArCN + N_2$$

વૈકલ્પિક રીતે, કૉપર પાઉડરની હાજરીમાં ડાયએઝોનિયમ ક્ષારના દ્રાવણની અનુવર્તી હેલોજન ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાથી ક્લોરિન અને બ્રોમિનને બેન્ઝિન વલયમાં દાખલ કરી શકાય છે. આ પ્રક્રિયાને ગાટરમાન પ્રક્રિયા કહે છે.

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu/HCl} ArCl + N_2 + CuX$$
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{X} \xrightarrow{Cu/HBr} ArBr + N_2 + CuX$$

ગાટરમાન પ્રક્રિયાની સરખામણીમાં સેન્ડમેયર પ્રક્રિયામાં વધુ સારી નીપજ મળે છે.

2. *આયોડાઇડ આયન દ્વારા વિસ્થાપન :* આયોડિનને સીધું બેન્ઝિન વલયમાં સરળતાથી દાખલ કરી શકાતું નથી, પરંતુ જ્યારે ડાયએઝોનિયમ ક્ષારના દ્રાવણની પ્રક્રિયા પોટૅશિયમ આયોડાઇડ સાથે કરવામાં આવે છે ત્યારે આયોડોબેન્ઝિન બને છે.

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + KI \rightarrow ArI + KCl + N_2$$

3. *ફ્લોરાઇડ આયન દ્વારા વિસ્થાપન :* જ્યારે એરિનડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડની ફ્લોરોબોરિક ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા થાય છે ત્યારે એરિન ડાયએઝોનિયમ ફ્લોરોબોરેટ અવક્ષેપિત થાય છે, જેને ગરમ કરતા વિઘટન થઈ એરાઇલ ફ્લોરાઇડ બને છે.

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + HBF_4 \rightarrow Ar\text{-}\overset{+}{N}_2\overset{-}{BF_4} \xrightarrow{\Delta} Ar\text{-}F + BF_3 + N_2$$

4. *H દ્વારા વિસ્થાપન :* કેટલાક નિર્બળ રિડક્શનકર્તાઓ જેવાકે હાઇપોફૉસ્ફરસ ઍસિડ (ફૉસ્ફીનિક ઍસિડ) અથવા ઇથેનોલ ડાયએઝોનિયમ ક્ષારનું એરિન સંયોજનોમાં રિડક્શન કરે છે અને પોતે અનુક્રમે ફૉસ્ફરસ ઍસિડ અને ઇથેનાલમાં ઑક્સિડેશન પામે છે.

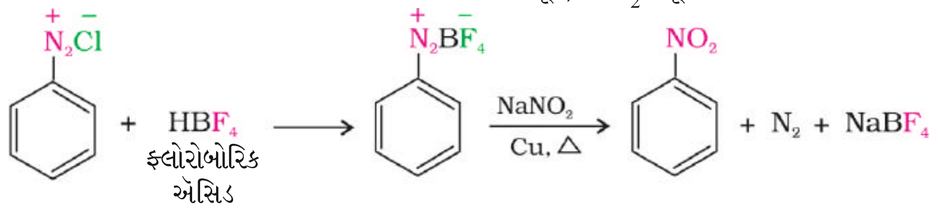
$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + H_3PO_2 + H_2O \longrightarrow ArH + N_2 + H_3PO_3 + HCl$$

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + CH_3CH_2OH \longrightarrow ArH + N_2 + CH_3CHO + HCl$$

5. *હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપન :* જો ડાયએઝોનિયમ ક્ષારના દ્રાવણનું તાપમાન 283 K સુધી વધવા દેવામાં આવે, તો ક્ષાર જળવિભાજન પામીને ફિનોલ આપે છે.

$$Ar\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} + H_2O \rightarrow ArOH + N_2 + HCl$$

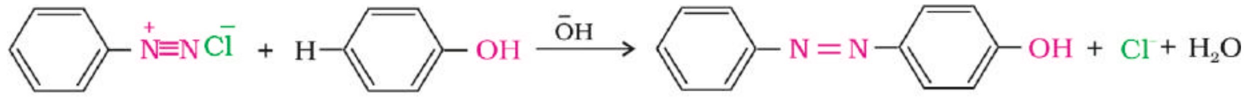
6. *-NO_2 સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપન :* જ્યારે ડાયએઝોનિયમ ફ્લોરોબોરેટને કૉપરની હાજરીમાં સોડિયમ નાઇટ્રાઇટના જલીય દ્રાવણ સાથે ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે ડાયએઝોનિયમ સમૂહ, -NO_2 સમૂહ દ્વારા વિસ્થાપિત થાય છે.



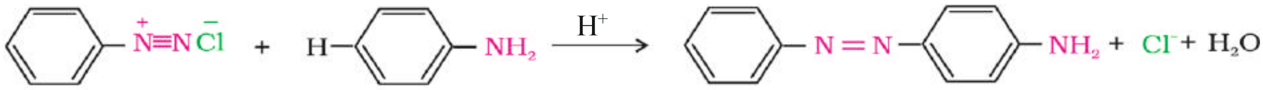
B. પ્રક્રિયાઓ જેમાં ડાયએઝોસમૂહ સચવાયેલો રહે છે

યુગ્મન પ્રક્રિયાઓ

યુગ્મન પ્રક્રિયાથી મળતી એઝોનીપજોમાં -N=N- બંધ દ્વારા જોડાયેલા બંને એરોમેટિક વલયો વિસ્તારિત સંયુગ્મન પ્રણાલી ધરાવે છે. આ સંયોજનો મોટે ભાગે રંગીન હોય છે અને તેઓ રંગકો તરીકે ઉપયોગી થાય છે. બેન્ઝિન ડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડ, ફિનોલ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે જેમાં ફિનોલ અણુ તેના પેરાસ્થાનમાં ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર સાથે યુગ્મન પામીને *p*-હાઇડ્રૉક્સિએઝોબેન્ઝિન બનાવે છે. આ પ્રકારની પ્રક્રિયા યુગ્મનપ્રક્રિયા (coupling reaction) તરીકે ઓળખાય છે. આવી જ રીતે ડાયએઝોનિયમ ક્ષારની એનિલીન સાથેની પ્રક્રિયા *p*-એમિનોએઝોબેન્ઝિન આપે છે. આ ઇલેક્ટ્રૉનઅનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાનું એક ઉદાહરણ છે.



p-હાઇડ્રૉક્સિએઝોબેન્ઝિન (નારંગી રંગક)



p-એમિનોએઝોબેન્ઝિન (પીળો રંગક)

13.10 એરોમેટિક સંયોજનોના સંશ્લેષણમાં ડાયએઝોનિયમ ક્ષારની અગત્ય (Importance of Diazonium Salts in Synthesis of Aromatic Compounds)

ઉપરની પ્રક્રિયાઓ પરથી તે સ્પષ્ટ છે કે એરોમેટિક વલયમાં -F, -Cl, -Br, -I, -CN, -OH, -NO_2 ને દાખલ કરવા માટે ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર અત્યંત સારા મધ્યવર્તી સંયોજનો છે.

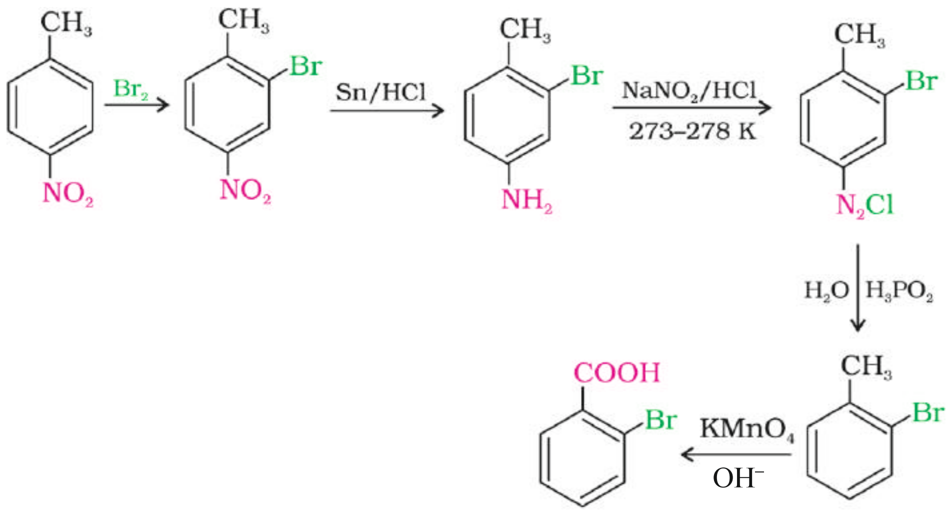
એરાઇલ ફ્લોરાઇડ અને આયોડાઇડ સંયોજનોને સીધા હેલોજીનેશનથી બનાવી શકાતા નથી. ક્લોરોબેન્ઝિનમાં ક્લોરિનના કેન્દ્રાનુરાગી વિસ્થાપન દ્વારા સાયનો સમૂહને દાખલ કરી શકાતો નથી પરંતુ ડાયએઝોનિયમ ક્ષારમાંથી સાયનોબેન્ઝિનને સરળતાથી મેળવી શકાય છે.

આમ, બેન્ઝિન અથવા વિસ્થાપિત બેન્ઝિનમાં સીધા વિસ્થાપન દ્વારા જે વિસ્થાપિત

એરોમેટિક સંયોજનો બનાવી શકાતા નથી, તેમની બનાવટમાં ડાયએઝોસમૂહનું અન્ય સમૂહો દ્વારા વિસ્થાપન મદદરૂપ થાય છે.

કોયડો 13.5 તમે 4-નાઇટ્રોટોલ્યુઇનને 2-બ્રોમોબેન્ઝોઇક ઍસિડમાં કેવી રીતે પરિવર્તિત કરશો ?

ઉકેલ :



લખાણ સંબંધિત પ્રશ્ન

13.9 પરિવર્તિત કરો :

(i) 3-મિથાઇલએનિલીનને 3-નાઇટ્રોટોલ્યુઇનમાં

(ii) એનિલીનને 1, 3, 5-ટ્રાયબ્રોમોબેન્ઝિનમાં

સારાંશ

એમાઇન સંયોજનોને એમોનિયાના વ્યુત્પન્નો ગણવામાં આવે છે. આ વ્યુત્પન્નો એમોનિયાના હાઇડ્રોજન પરમાણુઓના આલ્કાઇલ અથવા એરાઇલ સમૂહો દ્વારા વિસ્થાપનથી મેળવવામાં આવે છે. એમોનિયાના એક હાઇડ્રોજન પરમાણુના વિસ્થાપનથી **$R-NH_2$** પ્રકારનું બંધારણ મળે છે, જેને પ્રાથમિક એમાઇન તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. દ્વિતીયક એમાઇન સંયોજનોને **R_2NH** અથવા **$R-NHR'$** બંધારણ વડે અને તૃતીયક એમાઇન સંયોજનોને **R_3N, $RNR'R''$** અથવા **R_2NR'** બંધારણ વડે દર્શાવાય છે. દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઇન સંયોજનોમાં જો બધા આલ્કાઇલ અથવા એરાઇલ સમૂહો સમાન હોય તો તેઓ સાદા એમાઇન સંયોજનો તરીકે અને જો તે બધા સમૂહો જુદા જુદા હોય તો તેમને મિશ્રિત એમાઇન સંયોજનો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. એમોનિયાની જેમ ત્રણેય પ્રકારના એમાઇન સંયોજનોમાં નાઇટ્રોજન પરમાણુ પર અબંધકારક ઇલેક્ટ્રૉનયુગ્મ હોવાથી તેઓ લુઈસ બેઇઝ તરીકે વર્તે છે.

સામાન્ય રીતે એમાઇન સંયોજનો નાઇટ્રો સંયોજનો, હેલાઇડ, એમાઇડ, ઇમાઇડ સંયોજનો વગેરેમાંથી બનાવાય છે. તેઓ હાઇડ્રોજન બંધ દર્શાવે છે જે તેમના ભૌતિક ગુણધર્મોને અસર કરે છે. આલ્કાઇલએમાઇન સંયોજનોમાં ઇલેક્ટ્રૉન મુક્ત કરવાનો, અવકાશીય અને H-બંધન પરિબળો સંયુક્ત પણે પ્રોટિક ધ્રુવીય દ્રાવકોમાં વિસ્થાપિત એમોનિયમ કેટાયનોની સ્થાયીતાને અસર કરે છે અને તેથી એમાઇન સંયોજનોની બેઝિકતાને અસર કરે છે. આલ્કાઇલ એમાઇન સંયોજનો એમોનિયા કરતાં વધુ પ્રબળ જોવા મળે છે. એરોમેટિક એમાઇન સંયોજનોમાં ઇલેક્ટ્રૉન મુક્ત કરનાર અને ઇલેક્ટ્રૉન આકર્ષક સમૂહો તેમના બેઝિક લક્ષણમાં અનુક્રમે વધારો અને ઘટાડો કરે છે. એનિલીન એમોનિયા કરતાં

વધુ નિર્બળ બેઇઝ છે. એમાઇન સંયોજનોની પ્રક્રિયાઓ નાઇટ્રોજન પરમાણુ પર રહેલા અબંધકારક ઇલેક્ટ્રૉનયુગ્મની પ્રાપ્યતા દ્વારા નક્કી થાય છે. નાઇટ્રોજન પરમાણુ પર રહેલા હાઇડ્રોજન પરમાણુઓની સંખ્યાનો પ્રક્રિયાના પ્રકાર અને મળતી નીપજોના સ્વભાવ પર અસર; પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઇન સંયોજનોની પરખ અને વિભેદન માટે જવાબદાર હોય છે. *p*-ટોલ્યુઇનસલ્ફોનાઇલ ક્લોરાઇડ પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઇન સંયોજનોની પરખ માટે ઉપયોગી થાય છે. એરોમેટિક વલયમાં એમિનો સમૂહની હાજરી એરોમેટિક એમાઇન સંયોજનોની પ્રતિક્રિયાત્મકતા વધારે છે. એરોમેટિક એમાઇન સંયોજનોની ક્રિયાશીલતાને **એસાઇલેશન** પ્રક્રમ દ્વારા એટલે કે એસિટાઇલ ક્લોરાઇડ અથવા એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડ સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા નિયંત્રિત કરી શકાય છે. તૃતીયક એમાઇન સંયોજનો જેવા કે **ટ્રાયમિથાઇલએમાઇન** કીટ આકર્ષક (insect attractants) તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

સામાન્ય રીતે એરાઇલએમાઇન સંયોજનોમાંથી પ્રાપ્ત થતાં **એરાઇલડાયએઝોનિયમ ક્ષાર**; વિવિધ પ્રકારની કેન્દ્રાનુરાગી પ્રક્રિયકો દ્વારા વિસ્થાપિત કરી શકાય છે. જેનાથી ડાયએઝો સમૂહના રિડક્શનથી દૂર થવાની પ્રક્રિયા દ્વારા એરાઇલ હેલાઇડ, સાયનાઇડ, ફિનોલ અને એરિન સંયોજનો પ્રાપ્ત કરવાની પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ થાય છે. ડાયએઝોનિયમ ક્ષારની ફિનોલ અથવા એરાઇલએમાઇન સંયોજનો સાથેની યુગ્મન પ્રક્રિયા **એઝોરંગકો** બનાવે છે.

સ્વાધ્યાય

13.1 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોના IUPAC નામ લખો અને તેમને પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઇન સંયોજનોમાં વર્ગીકૃત કરો :

(i) $(CH_3)_2CHNH_2$ (ii) $CH_3(CH_2)_2NH_2$ (iii) $CH_3NHCH(CH_3)_2$

(iv) $(CH_3)_3CNH_2$ (v) $C_6H_5NHCH_3$ (vi) $(CH_3CH_2)_2NCH_3$

(viii) *m*-$BrC_6H_4NH_2$

13.2 નીચે દર્શાવેલી જોડીઓના સંયોજનોને વિભેદિત કરવા એક રાસાયણિક કસોટી જણાવો :

(i) મિથાઇલએમાઇન અને ડાયમિથાઇલએમાઇન (ii) દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઇન સંયોજનો

(iii) ઇથાઇલએમાઇન અને એનિલીન (iv) એનિલીન અને બેન્ઝાઇલએમાઇન

(v) એનિલીન અને N-મિથાઇલએનિલીન

13.3 નીચે દર્શાવેલાં વિધાનો માટેનાં કારણો આપો :

(i) મિથાઇલએમાઇન કરતાં એનિલીનના pK_bનું મૂલ્ય વધુ હોય છે.

(ii) ઇથાઇલએમાઇન પાણીમાં દ્રાવ્ય છે, જ્યારે એનિલીન પાણીમાં દ્રાવ્ય નથી.

(iii) મિથાઇલએમાઇન ફેરિક ક્લોરાઇડ સાથે પાણીમાં પ્રક્રિયા કરી જળયુક્ત ફેરિક ઑક્સાઇડ અવક્ષેપિત કરે છે.

(iv) એરોમેટિક ઇલેક્ટ્રૉન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાઓમાં એમિનો સમૂહ *o*- અને *p*- નિર્દેશક છે, તેમ છતાં એનિલીન નાઇટ્રેશનથી નોંધપાત્ર માત્રામાં *m*-નાઇટ્રોએનિલીન આપે છે.

(v) એનિલીન ફ્રિડલ-ક્રાફ્ટ્સ પ્રક્રિયા આપતું નથી.

(vi) એલિફેટિક એમાઇન સંયોજનોના ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર કરતાં એરોમેટિક એમાઇન સંયોજનોના ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર વધુ સ્થાયી હોય છે.

(vii) પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનોના સંશ્લેષણ માટે ગ્રેબિયલ થેલિમાઇડ સંશ્લેષણને અગ્રિમતા આપવામાં આવે છે.

13.4 નીચે દર્શાવેલા સંયોજનોને જણાવ્યા મુજબના ક્રમમાં ગોઠવો :

(i) pK_b મૂલ્યોના ઉતરતા ક્રમમાં :

$C_2H_5NH_2$, $C_6H_5NHCH_3$, $(C_2H_5)_2NH$ અને $C_6H_5NH_2$

(ii) બેઝિક પ્રબળતાના ચઢતા ક્રમમાં :

$C_6H_5NH_2$, $C_6H_5N(CH_3)_2$, $(C_2H_5)_2NH$ અને CH_3NH_2

(iii) બેઝિક પ્રબળતાના ચઢતા ક્રમમાં :

(a) એનિલીન, *p*-નાઇટ્રોએનિલીન અને *p*-ટોલ્યુડીન

(b) $C_6H_5NH_2$, $C_6H_5NHCH_3$, $C_6H_5CH_2NH_2$

(iv) વાયુઅવસ્થામાં બેઝિકપ્રબળતાના ઉતરતા ક્રમમાં :

$C_2H_5NH_2$, $(C_2H_5)_2NH$, $(C_2H_5)_3N$ અને NH_3

(v) ઉત્કલનબિંદુના ચઢતા ક્રમમાં :

C_2H_5OH, $(CH_3)_2NH$, $C_2H_5NH_2$

(vi) પાણીમાં દ્રાવ્યતાના ચઢતા ક્રમમાં :

$C_6H_5NH_2$, $(C_2H_5)_2NH$, $C_2H_5NH_2$

13.5 તમે કેવી રીતે પરિવર્તિત કરશો :

(i) ઈથેનોઈક ઍસિડને મિથેનેમાઈનમાં

(ii) હેક્ઝેનનાઈટ્રાઈલને 1-એમિનોપેન્ટેનમાં

(iii) મિથેનોલને ઈથેનોઈક ઍસિડમાં

(iv) ઈથેનેમાઈનને મિથેનેમાઈનમાં

(v) ઈથેનોઈક ઍસિડને પ્રોપેનોઈક ઍસિડમાં

(vi) મિથેનેમાઈનને ઈથેનેમાઈનમાં

(vii) નાઈટ્રોમિથેનને ડાયમિથાઈલએમાઈનમાં

(viii) પ્રોપેનોઈક ઍસિડને ઈથેનોઈક ઍસિડમાં

13.6 પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક એમાઈન સંયોજનોની પરખ માટેની પદ્ધતિ વર્ણવો. તેમાં સમાવિષ્ટ પ્રક્રિયાઓના રાસાયણિક સમીકરણો પણ લખો.

13.7 નીચે દર્શાવેલા મુદ્દા પર ટૂંકનોંધ લખો :

(i) કાર્બાઈલએમાઈન પ્રક્રિયા

(ii) ડાયએઝોટાઈઝેશન

(iii) હોફમૅન બ્રોમેમાઈડ પ્રક્રિયા

(iv) યુગ્મન પ્રક્રિયા

(v) એમોનોલિસીસ

(vi) એસિટાઈલેશન

(vii) ગેબ્રિયલ થ્લેલિમાઈડ સંશ્લેષણ

13.8 નીચે દર્શાવેલા પરિવર્તનોને પરિપૂર્ણ કરો :

(i) નાઈટ્રોબેન્ઝિનમાંથી બેન્ઝોઈક ઍસિડ

(ii) બેન્ઝિનમાંથી *m*-બ્રોમોફિનોલ

(iii) બેન્ઝોઈક ઍસિડમાંથી એનિલીન

(iv) એનિલીનમાંથી 2,4,6-ટ્રાયબ્રોમોફ્લોરોબેન્ઝિન

(v) બેન્ઝાઈલ ક્લોરાઈડમાંથી 2-ફિનાઈલઈથેનેમાઈન

(vi) ક્લોરોબેન્ઝિનમાંથી *p*-ક્લોરોએનિલીન

(vii) એનિલીનમાંથી *p*-બ્રોમોએનિલીન

(viii) બેન્ઝેમાઈડમાંથી ટોલ્યુઈન

(ix) એનિલીનમાંથી બેન્ઝાઈલ આલ્કોહોલ

13.9 નીચેની પ્રક્રિયાઓમાં A, B અને Cનાં બંધારણો જણાવો :

(i) $CH_3CH_2I \xrightarrow{NaCN} A \xrightarrow[\text{આંશિક જળવિભાજન}]{OH^-} B \xrightarrow{NaOH+Br_2} C$

(ii) $C_6H_5N_2Cl \xrightarrow{CuCN} A \xrightarrow{H_2O/H^+} B \xrightarrow[\Delta]{NH_3} C$

(iii) $CH_3CH_2Br \xrightarrow{KCN} A \xrightarrow{LiAlH_4} B \xrightarrow[0^\circ C]{HNO_2} C$

(iv) $C_6H_5NO_2 \xrightarrow{Fe/HCl} A \xrightarrow[273K]{NaNO_2+HCl} B \xrightarrow[\Delta]{H_2O/H^+} C$

(v) $CH_3COOH \xrightarrow[\Delta]{NH_3} A \xrightarrow{NaOBr} B \xrightarrow{NaNO_2/HCl} C$

(vi) $C_6H_5NO_2 \xrightarrow{Fe/HCl} A \xrightarrow[273K]{HNO_2} B \xrightarrow{C_6H_5OH} C$

13.10 એક એરોમેટિક સંયોજન 'A' ને જલીય એમોનિયા સાથે ગરમ કરવાથી સંયોજન 'B' બનાવે છે, જેને Br_2 અને KOH સાથે ગરમ કરવાથી C_6H_7N આણ્વીયસૂત્રવાળું સંયોજન 'C' બનાવે છે. A, B અને C સંયોજનોના બંધારણો અને IUPAC નામ લખો.

13.11 નીચેની પ્રક્રિયાઓને પૂર્ણ કરો :

(i) $C_6H_5NH_2 + CHCl_3 +$ આલ્કોહૉલિય KOH $\rightarrow$

(ii) $C_6H_5N_2Cl + H_3PO_2 + H_2O \rightarrow$

(iii) $C_6H_5NH_2 + H_2SO_4$ (સાંદ્ર) $\rightarrow$

(iv) $C_6H_5N_2Cl + C_2H_5OH \rightarrow$

(v) $C_6H_5NH_2 + Br_2$ (aq) $\rightarrow$

(vi) $C_6H_5NH_2 + (CH_3CO)_2 O \rightarrow$

(vii) $C_6H_5N_2Cl \xrightarrow[\text{(ii) } NaNO_2 / Cu, \Delta]{\text{(i) } HBF_4}$

13.12 એરોમેટિક પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનોને શા માટે ગેબ્રિયલ થ્લેલિમાઇડ સંશ્લેષણ દ્વારા બનાવી શકાતા નથી?

13.13 (i) એરોમેટિક અને (ii) એલિફેટિક પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનોની નાઇટ્રસ ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાઓ લખો.

13.14 નીચે દર્શાવેલા પ્રત્યેક માટે સત્યાભાસવાળું સ્પષ્ટીકરણ આપો :

(i) સમાન આણ્વીયદળવાળા આલ્કોહૉલ સંયોજનો કરતાં એમાઇન સંયોજનો શા માટે ઓછા ઍસિડિક હોય છે ?

(ii) તૃતીયક એમાઇન સંયોજનો કરતાં પ્રાથમિક એમાઇન સંયોજનો શા માટે ઊંચા ઉત્કલનબિંદુ ધરાવે છે?

(iii) એરોમેટિક એમાઇન સંયોજનો કરતાં એલિફેટિક સંયોજનો શા માટે વધુ પ્રબળ બેઇઝ છે ?

લખાણ સંબંધિત કેટલાક પ્રશ્નોના ઉત્તર

13.4 (i) $C_6H_5NH_2 < NH_3 < C_6H_5CH_2NH_2 < C_2H_5NH_2 < (C_2H_5)_2NH$

(ii) $C_6H_5NH_2 < C_2H_5NH_2 < (C_2H_5)_3N < (C_2H_5)_2NH$

(iii) $C_6H_5NH_2 < C_6H_5CH_2NH_2 < (CH_3)_3N < CH_3NH_2 < (CH_3)_2NH$

એકમ

14

જૈવિક અણુઓ (Biomolecules)

હેતુઓ

આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછી તમે ....

- જૈવિક અણુઓ જેવા કે કાર્બોહાઇડ્રેટ, પ્રોટીન, ન્યુક્લિક ઍસિડ અને અંતઃસ્ત્રાવો સંયોજનોને વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો.
- કાર્બોહાઇડ્રેટ, પ્રોટીન, ન્યુક્લિક ઍસિડ અને વિટામિન સંયોજનોને તેમનાં બંધારણોના આધારે વર્ગીકૃત કરી શકશો.
- DNA અને RNA વચ્ચેનો ભેદ સમજાવી શકશો.
- જૈવિકતંત્રમાં જૈવિકઅણુઓની ભૂમિકાને વર્ણવી શકશો.

"આ શરીરની રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓની સુવ્યવસ્થિત અને સમક્રમિક પ્રગતિ છે, જે જીવનનું સંચાલન કરે છે."

જીવંત પ્રણાલી સ્વયંવૃદ્ધિ પામે છે, ટકી રહે છે અને પ્રજોત્પત્તિ કરે છે. જીવંત પ્રણાલીની સૌથી આશ્ચર્યજનક વાત એ છે કે તે અજૈવિક (નિર્જીવ) પરમાણુઓ અને અણુઓથી બનેલી હોય છે. જીવંત પ્રણાલીમાં રાસાયણિક રીતે શું થાય છે ? તેના જ્ઞાનની સમજ **જૈવરસાયણવિજ્ઞાન**ના ક્ષેત્રમાં આવે છે. જીવંત પ્રણાલી જુદા જુદા જૈવિકઅણુઓ જેવા કે કાર્બોહાઇડ્રેટ, પ્રોટીન, ન્યુક્લિક ઍસિડ, લિપિડ સંયોજનો વગેરેની બનેલી હોય છે. પ્રોટીન અને કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો આપણા ખોરાકના આવશ્યક ઘટકો છે. આ જૈવિક અણુઓ એકબીજા સાથે પારસ્પરિક ક્રિયા કરે છે અને જીવન પ્રક્રમોના આણ્વીય આધાર બનાવે છે. વધુમાં કેટલાક સાદા અણુઓ જેવા કે વિટામિન અને ખનીજક્ષારો સજીવોનાં કાર્યોમાં અગત્યની ભૂમિકા ભજવે છે. આ જૈવિક અણુઓ પૈકીના કેટલાકનાં બંધારણો અને કાર્યોની ચર્ચા આ એકમમાં કરવામાં આવી છે.

14.1 કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો (Carbohydrates)

કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો પ્રાથમિક રીતે વનસ્પતિઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે અને કુદરતમાંથી મળતા કાર્બનિક સંયોજનોનો એક અતિ વિશાળ સમૂહ બનાવે છે. તેમના કેટલાક સામાન્ય ઉદાહરણો શેરડી શર્કરા, ગ્લુકોઝ, સ્ટાર્ચ વગેરે છે. તેમના મોટા ભાગના સંયોજનોનું સામાન્ય સૂત્ર $C_x(H_2O)_y$ છે અને પહેલા તેઓને કાર્બનના હાઇડ્રેટ ગણવામાં આવતા હોવાથી તેમનું નામ કાર્બોહાઇડ્રેટ પડ્યું છે. ઉદાહરણ તરીકે ગ્લુકોઝનું આણ્વીય સૂત્ર ($C_6H_{12}O_6$), સામાન્ય સૂત્ર $C_6(H_2O)_6$ સાથે સુસંગત છે. પરંતુ આ સામાન્ય સૂત્ર સાથે સુસંગત એવા બધા સંયોજનોને કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો તરીકે વર્ગીકૃત કરી શકાતા નથી. એસિટિક ઍસિડ (CH_3COOH) સામાન્ય સૂત્ર $C_2(H_2O)_2$ સાથે સુસંગત થાય છે પણ તે કાર્બોહાઇડ્રેટ નથી. તેવી જ રીતે, રહેમ્નોઝ $C_6H_{12}O_5$ કાર્બોહાઇડ્રેટ છે. પરંતુ તે આ વ્યાખ્યા સાથે સુસંગત નથી. તેમની અનેક પ્રક્રિયાઓ દર્શાવે છે કે તેઓ વિશિષ્ટ ક્રિયાશીલ સમૂહ ધરાવે છે. કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનોને વ્યાખ્યાયિત કરીએ, તો રાસાયણિક રીતે કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો પ્રકાશક્રિયાશીલ પૉલિહાઇડ્રૉક્સિ આલ્ડિહાઇડ અથવા પૉલિહાઇડ્રૉક્સિ કિટોન અથવા જેમાંથી જળવિભાજનના અંતે આવા એકમો મળે છે તેવા પદાર્થો છે. કેટલાક કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો સ્વાદે ગળ્યા હોય છે જેને શર્કરા કહે છે. અત્યંત સામાન્ય શર્કરા કે જેનો આપણા ઘરોમાં ઉપયોગ થાય છે તેને સુક્રોઝ કહેવાય છે,

જ્યારે દૂધમાં રહેલી શર્કરાને લેક્ટોઝ કહેવાય છે. કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોને સેકેરાઇડ પણ કહેવાય છે. [ગ્રીક : સેકેરોન (sakcharon) એટલે શર્કરા].

14.1.1 કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોનું વર્ગીકરણ (Classification of Carbohydrates)

કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોને જળવિભાજન દરમિયાન તેમની વર્તણૂકના આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. તેમને મુખ્યત્વે નીચેના ત્રણ વર્ગોમાં વહેંચવામાં આવે છે.

(i) *મોનોસેકેરાઇડ સંયોજનો* : જે કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનનું પૉલિહાઇડ્રૉક્સિ આલ્ડિહાઇડ અથવા પૉલિહાઇડ્રૉક્સિ કિટોનના વધુ સરળ એકમમાં જળવિભાજન કરી શકાતું નથી તેને મોનોસેકેરાઇડ સંયોજન કહે છે. કુદરતમાંથી મળી આવતા આશરે 20 મોનોસેકેરાઇડ સંયોજનો જાણીતા છે. તેમાંના કેટલાક સામાન્ય ઉદાહરણો ગ્લુકોઝ, ફ્રુક્ટોઝ, રીબોઝ વગેરે છે.

(ii) *ઓલિગોસેકેરાઇડ સંયોજનો* : જે કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોના જળવિભાજનથી બેથી દસ મોનોસેકેરાઇડ એકમો મળે છે તેને ઓલિગોસેકેરાઇડ સંયોજનો કહે છે. જળવિભાજનથી પ્રાપ્ત થતા મોનોસેકેરાઇડ એકમોની સંખ્યાના આધારે તેમને ફરીથી ડાયસેકેરાઇડ, ટ્રાયસેકેરાઇડ, ટેટ્રાસેકેરાઇડ સંયોજનોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. આ બધામાં ડાયસેકેરાઇડ અતિ સામાન્ય છે. ડાયસેકેરાઇડના જળવિભાજનથી મળતાં બે મોનોસેકેરાઇડ એકમો સમાન કે જુદા જુદા હોઈ શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે સુક્રોઝના જળવિભાજનથી ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝના એક-એક અણુ મળે છે, જ્યારે માલ્ટોઝના જળવિભાજનથી માત્ર ગ્લુકોઝના બે અણુઓ મળે છે.

(iii) *પૉલિસેકેરાઇડ સંયોજનો* : જે કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોના જળવિભાજનથી અત્યંત વધુ સંખ્યામાં મોનોસેકેરાઇડ એકમો મળે છે તેને પૉલિસેકેરાઇડ સંયોજનો કહે છે. કેટલાક સામાન્ય ઉદાહરણો સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ, ગ્લાયકોજન, ગુંદર વગેરે છે. પૉલિસેકેરાઇડ સ્વાદે મીઠા હોતા નથી, તેથી તેમને અશર્કરા (non-sugar) પણ કહે છે.

કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોને રિડ્યુસિંગ શર્કરા (રિડક્શનકર્તા શર્કરા) અથવા નોન-રિડ્યુસિંગ શર્કરામાં (બિનરિડક્શનકર્તા શર્કરા) વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. જે કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનો ફેહલિંગના દ્રાવણનું અને ટોલેન્સના પ્રક્રિયકનું રિડક્શન કરે છે, તેને રિડ્યુસિંગ શર્કરા કહેવાય છે. બધા મોનોસેકેરાઇડ સંયોજનો પછી તે આલ્ડોઝ હોય કે કિટોઝ હોય તેઓ રિડ્યુસિગ શર્કરાઓ છે.

14.1.2 મોનોસેકેરાઇડ સંયોજનો (Monosaccharides)

મોનોસેકેરાઇડ સંયોજનોમાં રહેલા કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યા અને ક્રિયાશીલસમૂહના આધારે તેમનું ફરીથી વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. જો મોનોસેકેરાઇડ આલ્ડિહાઇડ સમૂહ ધરાવતો હોય, તો તે આલ્ડોઝ તરીકે અને જો તે કિટો સમૂહ ધરાવતો હોય તો તે કિટોઝ તરીકે ઓળખાય છે. મોનોસેકેરાઇડમાં રહેલા કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યાને કોષ્ટક 14.1માં દર્શાવેલાં ઉદાહરણો મુજબ તેના નામમાં પણ સમાવવામાં આવે છે.

કોષ્ટક 14.1 : મોનોસેકેરાઇડ સંયોજનોના વિવિધ પ્રકારો

કાર્બન પરમાણુઓ	સામાન્ય શબ્દ	આલ્ડિહાઇડ	કિટોન
3	ટ્રાયોઝ	આલ્ડોટ્રાયોઝ	કિટોટ્રાયોઝ
4	ટેટ્રોઝ	આલ્ડોટેટ્રોઝ	કિટોટેટ્રોઝ
5	પેન્ટોઝ	આલ્ડોપેન્ટોઝ	કિટોપેન્ટોઝ
6	હેક્સોઝ	આલ્ડોહેક્સોઝ	કિટોહેક્સોઝ
7	હેપ્ટોઝ	આલ્ડોહેપ્ટોઝ	કિટોહેપ્ટોઝ

14.1.2.1 ગ્લુકોઝ (Glucose)

ગ્લુકોઝ કુદરતમાં મુક્ત સ્વરૂપે અને સંયોજિત સ્વરૂપે મળી આવે છે. તે મીઠાં ફળોમાં અને મધમાં રહેલું હોય છે. પાકી દ્રાક્ષમાં ઘણા જ વધારે પ્રમાણમાં ગ્લુકોઝ રહેલો હોય છે. તેને નીચે મુજબ બનાવવામાં આવે છે.

ગ્લુકોઝની બનાવટ

1. *સુક્રોઝ(શેરડી)માંથી* : જો સુક્રોઝને મંદ HCl અથવા મંદ H_2SO_4 સાથે આલ્કોહૉલિય દ્રાવણમાં ઉકાળવામાં આવે તો ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝ સરખા પ્રમાણમાં મળે છે.

$$\underset{\text{સુક્રોઝ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{H^+} \underset{\text{ગ્લુકોઝ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ફ્રુક્ટોઝ}}{C_6H_{12}O_6}$$

2. *સ્ટાર્ચમાંથી :* ઔદ્યોગિક રીતે, 393 K તાપમાને દબાણ હેઠળ સ્ટાર્ચને મંદ H_2SO_4 સાથે ઉકાળતા સ્ટાર્ચના જળવિભાજનથી ગ્લુકોઝ મળે છે.

$$\underset{\text{સ્ટાર્ચ અથવા સેલ્યુલોઝ}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow[393K;\ 2-3\ atm]{H^+} \underset{\text{ગ્લુકોઝ}}{nC_6H_{12}O_6}$$

ગ્લુકોઝનું બંધારણ

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \\ \text{ગ્લુકોઝ} \end{array}$$

ગ્લુકોઝ એક આલ્ડોહેક્સોઝ છે અને તે ડેક્ષ્ટ્રોઝ તરીકે પણ ઓળખાય છે. તે અનેક મોટા કાર્બનિક સંયોજનો જેવા કે સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝનો મોનોમર છે. તે સંભવિત રીતે પૃથ્વી પર વિપુલ પ્રમાણમાં મળી આવતું કાર્બનિક સંયોજન છે. નીચે દર્શાવેલા પુરાવાઓના આધારે ગ્લુકોઝનું બંધારણ નીચે દર્શાવ્યા મુજબનું નક્કી કરવામાં આવ્યું હતું.

1. તેનું આણ્વીય સૂત્ર $C_6H_{12}O_6$ પ્રાપ્ત થયું હતું.
2. HI સાથે લાંબા સમય સુધી ગરમ કરતા, તે n-હેક્ઝેન બનાવે છે, જે દર્શાવે છે કે બધા છ કાર્બન પરમાણુઓ સરળ શૃંખલામાં જોડાયેલા છે.

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{HI,\ \Delta} \underset{\text{(n-હેક્ઝેન)}}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3}$$

3. ગ્લુકોઝ હાઇડ્રોક્સિલ એમાઇન સાથે પ્રક્રિયા કરીને ઓક્ઝાઇમ બનાવે છે અને હાઇડ્રોજન સાયનાઇડના એક અણુ સાથે ઉમેરાઇને સાયનોહાઇડ્રીન બનાવે છે. આ પ્રક્રિયાઓ ગ્લુકોઝમાં કાર્બોનિલ સમૂહ (>C=O)ની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{NH_2OH} \begin{array}{c} CH{=}N\text{-}OH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \qquad \begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{HCN} \begin{array}{c} CH\begin{smallmatrix} CN \\ OH \end{smallmatrix} \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

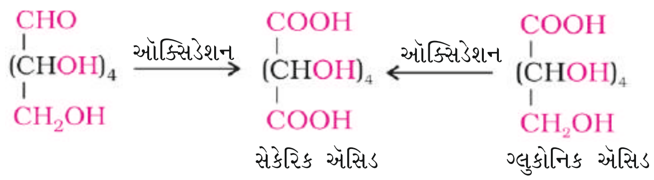
4. ગ્લુકોઝ, બ્રોમિન જળ જેવા મંદ ઑક્સિડેશનકર્તા સાથે પ્રક્રિયા કરીને છ કાર્બનવાળા કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ (ગ્લુકોનિક ઍસિડ)માં ઑક્સિડેશન પામે છે. આ સૂચવે છે કે ગ્લુકોઝમાં કાર્બોનિલ સમૂહ આલ્ડિહાઇડ સ્વરૂપે હાજર રહેલો છે.

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{Br_2\ \text{જળ}} \begin{array}{c} COOH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \\ \text{ગ્લુકોનિક ઍસિડ} \end{array}$$

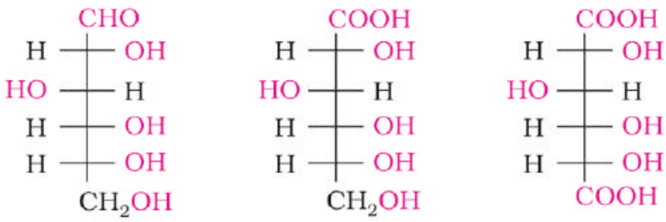
5. ગ્લુકોઝના એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડ સાથેના એસિટિલેશનથી ગ્લુકોઝ પેન્ટાએસિટેટ બને છે જે પાંચ -OH સમૂહોની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે. જોકે ગ્લુકોઝ સ્થાયી સંયોજન છે તેથી પાંચ -OH સમૂહો જુદા જુદા કાર્બન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલા હોવા જોઈએ.

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow{\text{એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડ}} \begin{array}{l} CHO \\ | \\ (CH\text{-}O\text{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{-}CH_3)_4 \\ | \\ CH_2\text{-}O\text{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{-}CH_3 \end{array}$$

6. ગ્લુકોઝ અને ગ્લુકોનિક ઍસિડ બંને નાઇટ્રિક ઍસિડ દ્વારા ઑક્સિડેશન પામીને એક ડાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ - સેકેરિક ઍસિડ બનાવે છે. આ બાબત ગ્લુકોઝમાં પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ (-OH) સમૂહની હાજરી સૂચવે છે.



ઘણા અન્ય ગુણધર્મોના અભ્યાસ પછી ફિશરે જુદાં જુદાં -OH સમૂહોના ચોક્કસ અવકાશીય સ્થાનોને દર્શાવ્યા હતા. તેના સાચા વિન્યાસને **I** દ્વારા રજૂ કરવામાં આવે છે. તેથી ગ્લુકોનિક ઍસિડને **II** દ્વારા અને સેકેરિક ઍસિડને **III** દ્વારા રજૂ કરવામાં આવે છે.



I **II** **III**

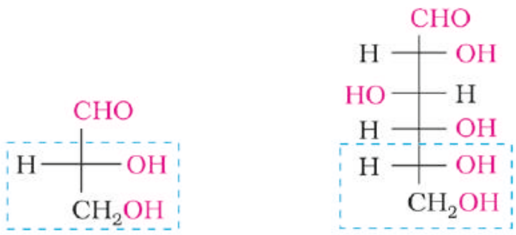
ગ્લુકોઝને સાચી રીતે D(+)-ગ્લુકોઝ નામથી દર્શાવવામાં આવે છે. ગ્લુકોઝના નામની પૂર્વે દર્શાવેલ 'D' ગ્લુકોઝનો વિન્યાસ દર્શાવે છે, જ્યારે '(+)' તે અણુનો દક્ષિણભ્રમણીય (dextrorotatory) સ્વભાવ દર્શાવે છે. તે યાદ રાખવુ જોઈએ કે 'D' અને 'L'ને સંયોજનની પ્રકાશક્રિયાશીલતા સાથે કોઈ સંબંધ નથી. તેઓ 'd' અને 'l' અક્ષરો સાથે પણ સંબંધિત નથી (જૂઓ એકમ 10). D- અને L-સંકેત પદ્ધતિનો અર્થ નીચે દર્શાવ્યો છે.

કોઈ પણ સંયોજનના નામની પૂર્વે દર્શાવેલા 'D' અથવા 'L' અક્ષરો, જાણીતા હોય તેવા અન્ય કોઈ સંયોજનના વિન્યાસની સાપેક્ષમાં ચોક્કસ અવકાશીય સમઘટકનો વિન્યાસ સૂચવે છે. કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનોના કિસ્સામાં આ બાબત તેનો સંબંધ ગ્લિસરાલ્ડિહાઇડના કોઈ ચોક્કસ સમઘટક સાથે દર્શાવે છે. ગ્લિસરાલ્ડિહાઇડ એક અસમ કાર્બન પરમાણુ ધરાવે છે અને નીચે દર્શાવ્યા મુજબના બે પ્રતિબિંબ સમઘટકો ધરાવે છે.

(+)-ગ્લિસરાલ્ડિહાઇડ (-)-ગ્લિસરાલ્ડિહાઇડ

ગ્લિકારાલ્ડિહાઇડનો (+) સમઘટક 'D' વિન્યાસ ધરાવે છે. તેનો અર્થ તે થાય કે બંધારણમાં -OH સમૂહ જમણીબાજુએ જોડાયેલો હોય છે, આવા બંધારણીય સૂત્રોને કાગળ પર લખવા માટેની જે પ્રણાલિકાઓને અનુસરવામાં આવે છે તે તમે ઉચ્ચત્તર ધોરણોમાં શીખશો. જે સંયોજનોનો સહસંબંધ રાસાયણિક રીતે ગ્લિસરાલ્ડિહાઇડના (+)-સમઘટક સાથે સ્થાપિત કરી શકાય છે તેઓને D-વિન્યાસવાળા સંયોજનો કહેવાય છે, જ્યારે જેમનો સહસંબંધ ગ્લિસરાલ્ડિહાઇડના (-)-સમઘટક સાથે સ્થાપિત કરી શકાય છે તેમને L-વિન્યાસવાળા સંયોજનો કહેવાય છે. તમે બંધારણમાં જોઈ શકશો કે L(-) સમઘટકમાં -OH સમૂહ ડાબીબાજુએ હોય છે.

મોનોસેકેરાઇડનો વિન્યાસ નક્કી કરવા માટે સૌથી નીચે રહેલા અસમ કાર્બન પરમાણુની (નીચે દર્શાવ્યા મુજબ) સરખામણી કરવામાં આવે છે, જેમ કે (+)-ગ્લુકોઝમાં સૌથી નીચે રહેલા અસમ કાર્બન પરમાણુ સાથે -OH સમૂહ જમણી બાજુ છે જેની સરખામણી (+) ગ્લિસરાલ્ડિહાઇડ સાથે કરી શકાય છે. તેથી તેનો D-વિન્યાસ નક્કી કરવામાં આવે છે. આ સરખામણી માટે ગ્લુકોઝના અન્ય અસમ કાર્બન પરમાણુઓ ધ્યાને લેવાતા નથી. વળી, ગ્લુકોઝ અને ગ્લિસરાલ્ડિહાઇડના બંધારણ એવી રીતે લખવામાં આવે છે કે જેથી સૌથી વધુ ઑક્સિડેશન પામેલો કાર્બન (આ કિસ્સામાં -CHO) શીર્ષ (top) પર રહે.



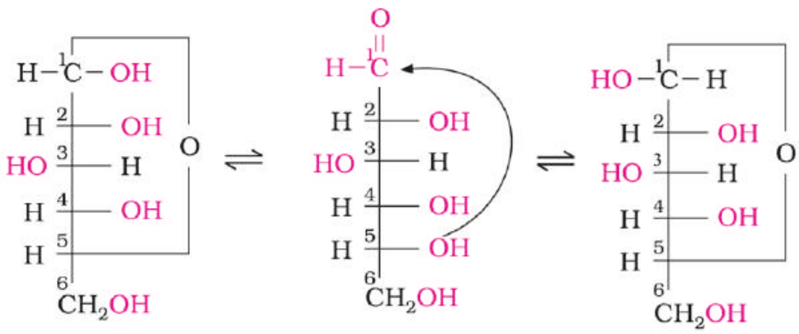
D-(+)-ગ્લિસરાલ્ડિહાઇડ D-(+)-ગ્લુકોઝ

ગ્લુકોઝનું ચક્રિય બંધારણ

ગ્લુકોઝનું બંધારણ **(I)** તેના મોટા ભાગના ગુણધર્મો સમજાવી શકે છે, પરંતુ આ બંધારણ દ્વારા નીચેની પ્રક્રિયાઓ અને સત્યોને સમજાવી શકાતા નથી.

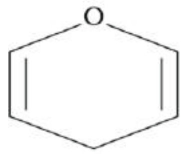
1. આલ્ડિહાઇડ સમૂહ હાજર હોવા છતાં ગ્લુકોઝ સ્કિફ કસોટી આપતું નથી અને તે $NaHSO_3$ સાથે હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇટ યોગશીલ નીપજ બનાવતું નથી.
2. ગ્લુકોઝનું પેન્ટાએસિટેટ સંયોજન, હાઇડ્રોક્સિલએમાઇન સાથે પ્રક્રિયા કરતું નથી, જે મુક્ત -CHO સમૂહની ગેરહાજરી સૂચવે છે.
3. ગ્લુકોઝ બે જુદા જુદા સ્ફટિકીય સ્વરૂપે જોવા મળે છે, જેને α અને β કહેવાય છે. ગ્લુકોઝના α-સ્વરૂપને (ગ.બિ 419 K) ગ્લુકોઝના દ્રાવણને 303 K તાપમાને સાંદ્ર બનાવીને સ્ફટિકીકરણ દ્વારા મેળવાય છે, જ્યારે β-સ્વરૂપને (ગ.બિ. 423 K) 371 K તાપમાને ગ્લુકોઝના ગરમ અને સંતૃપ્ત જલીય દ્રાવણમાંથી સ્ફટિકીકરણ દ્વારા મેળવવામાં આવે છે.

ગ્લુકોઝની આ વર્તણૂક તેના સરળ શૃંખલા બંધારણ **(I)** દ્વારા સમજાવી શકાતી નથી. એવું રજૂ કરવામાં આવ્યું હતું કે એક -OH સમૂહ, -CHO સમૂહ સાથે જોડાઈને ચક્રિય હેમીએસિટાલ બંધારણ બનાવે છે. એવું શોધાયું કે ગ્લુકોઝ છ સભ્યોવાળું વલય બનાવે છે, જેમાં C5 પર રહેલો -OH સમૂહ વલય બનાવવામાં ભાગ લે છે. આ બાબત -CHO સમૂહની ગેરહાજરી સમજાવે છે અને ગ્લુકોઝ નીચે દર્શાવ્યા મુજબના તેના બે સ્વરૂપોમાં અસ્તિત્વ પણ ધરાવે છે. આ બે ચક્રિય સ્વરૂપો તેના સરળ શૃંખલા બંધારણ સાથે સંતુલનમાં હોય છે.

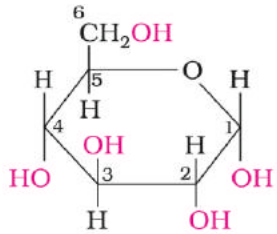

α-D-(+)-ગ્લુકોઝ β-D-(+)-ગ્લુકોઝ

ગ્લુકોઝના બે ચક્રિય હેમી એસિટાલ સ્વરૂપોમાં ભિન્નતા માત્ર C1 પર હાજર હાઇડ્રોક્સિલ સમૂહના વિન્યાસમાં હોય છે, જેને એનોમેરિક કાર્બન (ચક્રિયકરણ પહેલા

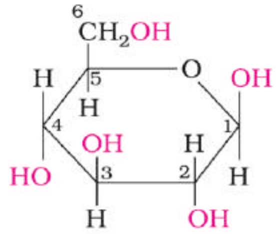
આલ્ડિહાઇડ કાર્બન) કહે છે. આવા સમઘટકો એટલે કે α-સ્વરૂપ અને β-સ્વરૂપને **એનોમર્સ** કહેવાય છે. પાયરેન સાથે સમાનતા ધરાવતા ગ્લુકોઝના છ સભ્યોવાળા ચક્રિય બંધારણને **પાયરેનોઝ બંધારણ** (α- અથવા β-) કહેવાય છે. પાયરેન એક ચક્રિય કાર્બનિક સંયોજન છે, જેના વલયમાં એક ઑક્સિજન પરમાણુ અને પાંચ કાર્બન પરમાણુઓ હોય છે. ગ્લુકોઝના ચક્રિય બંધારણને વધુ સાચી રીતે નીચે દર્શાવ્યા મુજબ હાવર્થ બંધારણ દ્વારા નિરૂપિત કરી શકાય છે.



પાયરેન



α-D-(+)-ગ્લુકોપાયરેનોઝ



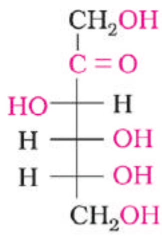
β-D-(+)-ગ્લુકોપાયરેનોઝ

14.1.2.2 ફ્રુક્ટોઝ (Fructose)

ફ્રુક્ટોઝ એક અગત્યનું કિટોહેક્સોઝ છે. તે ડાયસેકેરાઇડ-સુક્રોઝના જળવિભાજન દ્વારા ગ્લુકોઝની સાથે પ્રાપ્ત થાય છે. તે કુદરતી રીતે ફળો, મધ અને શાકભાજીમાંથી મળતો મોનોસેકેરાઇડ છે. તેનું શુદ્ધ સ્વરૂપ ગળપણ આપનાર પદાર્થ તરીકે વપરાય છે. તે અગત્યનો કિટોહેક્સોઝ પણ છે.

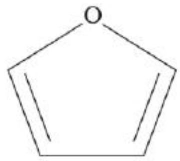
ફ્રુક્ટોઝનું બંધારણ

ફ્રુક્ટોઝ પણ $C_6H_{12}O_6$ આણ્વીય સૂત્ર ધરાવે છે. તેની પ્રક્રિયાઓના આધારે જાણવા મળ્યું કે ફ્રુક્ટોઝમાં બીજા કાર્બન પરમાણુ પર કિટોનિક ક્રિયાશીલ સમૂહ હાજર હોય છે અને ગ્લુકોઝની જેમ તે છ કાર્બન પરમાણુઓની સરળ શૃંખલામાં જોવા મળે છે. તે D-શ્રેણી સાથે સંબંધિત છે અને વામભ્રમણીય (laevorotatory) સંયોજન છે. તેને યોગ્ય રીતે D-(-)–ફ્રુક્ટોઝ તરીકે લખવામાં આવે છે. તેનું સરળ શૃંખલા બંધારણ અહીં દર્શાવ્યા મુજબનું છે.

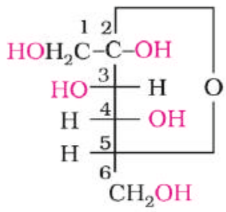


D-(-)-ફ્રુક્ટોઝ

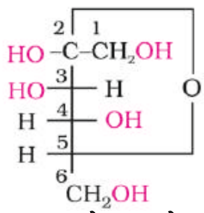
આ પણ બે ચક્રિય બંધારણોમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે, જે C5 પર હાજર રહેલા -OHના (>C=O) સમૂહ સાથેના ઉમેરણથી પ્રાપ્ત થાય છે. આ રીતે પાંચ સભ્યોવાળું વલય બને છે અને તે ફ્યુરાન સાથે સમાનતા ધરાવતું હોવાથી ફ્યુરાનોઝ કહેવાય છે. ફ્યુરાન એક ઑક્સિજન પરમાણુ અને ચાર કાર્બન પરમાણુઓ ધરાવતું પાંચ સભ્યોનું ચક્રિય સંયોજન છે.



ફ્યુરાન

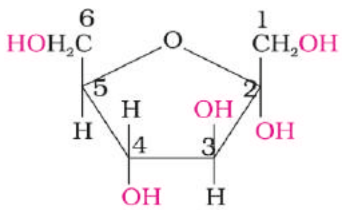


α-D-(-)-ફ્રુક્ટોફ્યુરાનોઝ

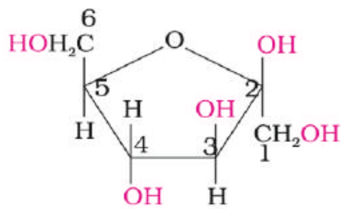


β-D-(-)-ફ્રુક્ટોફ્યુરાનોઝ

ફ્રુક્ટોઝના બે એનોમર્સના ચક્રિય બંધારણોને નીચે દર્શાવ્યા મુજબ હાવર્થ બંધારણો દ્વારા નિરૂપિત કરી શકાય છે.



α-D-(-)-ફ્રુક્ટોફ્યુરાનોઝ



β-D-(-)-ફ્રુક્ટોફ્યુરાનોઝ

14.1.3 ડાયસેકેરાઇડ સંયોજનો (Disaccharides)

તમે પહેલા વાચ્યું છે કે ડાયસેકેરાઇડ સંયોજનોના મંદ ઍસિડ અથવા ઉત્સેચકો દ્વારા જળવિભાજનથી સમાન અથવા જુદા જુદા બે મોનોસેકેરાઇડ અણુઓ બને છે. મોનોસેકેરાઇડના આ બે અણુઓ પાણીનો અણુ ગુમાવીને એકબીજા સાથે ઑક્સાઇડ સાંકળ દ્વારા જોડાય છે. મોનોસેકેરાઇડના બે એકમો વચ્ચે ઑક્સિજન પરમાણુ દ્વારા બનેલી આ સાંકળને ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ કહેવામાં આવે છે.

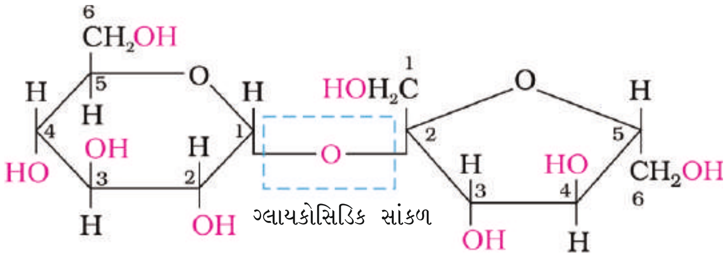
ડાયસેકેરાઇડ સંયોજનોમાં જો મોનોસેકેરાઇડ સંયોજનોના રિડક્શનકર્તા સમૂહો એટલે કે આલ્ડિહાઇડ અથવા કિટોન સમૂહો બંધથી જોડાયેલા હોય તો તેઓ નોન-રિડ્યુસિંગ શર્કરાઓ કહેવાય છે. દા.ત., સુક્રોઝ, બીજી બાજુ, જે શર્કરાઓમાં આ ક્રિયાશીલ સમૂહો મુક્ત હોય તેમને રિડ્યુસિંગ શર્કરા કહેવાય છે, ઉદાહરણ તરીકે માલ્ટોઝ અને લેક્ટોઝ.

(i) સુક્રોઝ : સુક્રોઝ એક સામાન્ય ડાયસેકેરાઇડ છે, જે જળવિભાજનથી D-(+)-ગ્લુકોઝ અને D-(-)-ફ્રુક્ટોઝનું સમમોલર મિશ્રણ આપે છે.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

સુક્રોઝ D-(+)-ગ્લુકોઝ D-(-)-ફ્રુક્ટોઝ

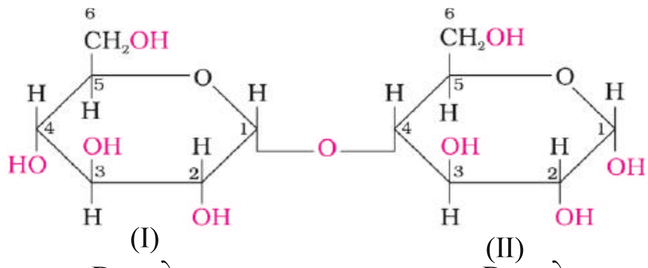
આ બે મોનોસેકેરાઇડ એકમો α-ગ્લુકોઝના C1 અને β-ફ્રુક્ટોઝના C2 વચ્ચેની ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ દ્વારા જોડાયેલા રહે છે. ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝના રિડક્શનકર્તા સમૂહો આ ગ્લાયકોસિડિક બંધ બનાવવામાં ભાગ લેતા હોવાથી સુક્રોઝ નોન-રિડ્યુસિગ શર્કરા (non-reducing sugar) છે.



સુક્રોઝ

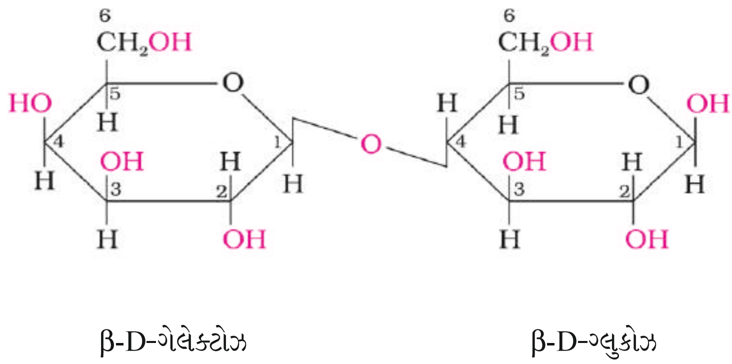
સુક્રોઝ દક્ષિણભ્રમણીય હોય છે પરંતુ જળવિભાજનના અંતે તે દક્ષિણભ્રમણીય ગ્લુકોઝ અને વામભ્રમણીય ફ્રુક્ટોઝ આપે છે. ફ્રુક્ટોઝના વામભ્રમણનું મૂલ્ય (-92.4^0) ગ્લુકોઝના દક્ષિણ ભ્રમણના મૂલ્ય ($+52.5^0$) કરતાં વધુ હોવાથી મિશ્રણ વામભ્રમણીય હોય છે. આમ, સુક્રોઝના જળવિભાજનથી તેના ભ્રમણનું ચિહ્‌ન દક્ષિણ (+)થી વામ (-)માં બદલાય છે અને મળતી નીપજને **પ્રતીપ શર્કરા (invert sugar)** કહેવાય છે.

(ii) માલ્ટોઝ : એક અન્ય ડાયસેકેરાઇડ માલ્ટોઝ બે α-D-ગ્લુકોઝ એકમોમાંથી બનેલું હોય છે, જેમાં એક ગ્લુકોઝ (I)નો C1, અન્ય ગ્લુકોઝ એકમ (II)ના C4 સાથે જોડાયેલો હોય છે. દ્રાવણમાં બીજા ગ્લુકોઝનો C1 મુક્ત આલ્ડિહાઇડ સમૂહ ઉત્પન્ન કરી શકે છે અને તે રિડક્શનકર્તા ગુણધર્મો દર્શાવે છે, તેથી માલ્ટોઝ રિડક્શનકર્તા શર્કરા છે.



માલ્ટોઝ

(iii) *લેક્ટોઝ :* આ ડાયસેકેરાઇડ દૂધમાંથી મળી આવતી હોવાથી તે સામાન્ય રીતે દૂધ શર્કરા (milk sugar) તરીકે ઓળખાય છે. તે β-D-ગેલેક્ટોઝ અને β-D-ગ્લુકોઝમાંથી બનેલી હોય છે. ગેલેક્ટોઝના C1 અને ગ્લુકોઝના C4 વચ્ચે સાંકળ હોવાથી લેક્ટોઝ પણ રિડક્શનકર્તા શર્કરા છે.



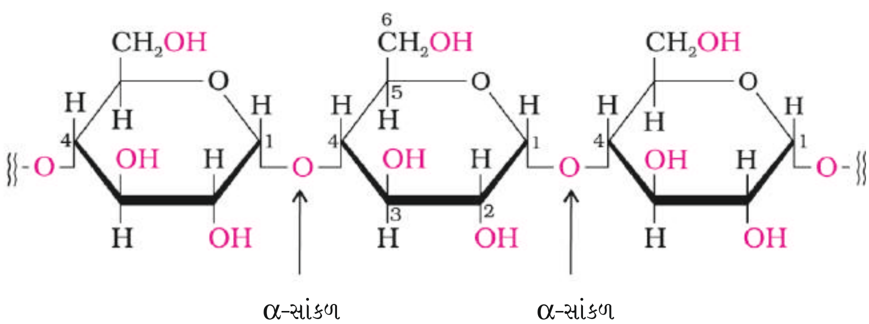
લેક્ટોઝ

14.1.4 પૉલિસેકેરાઇડ સંયોજનો (Polysaccharides)

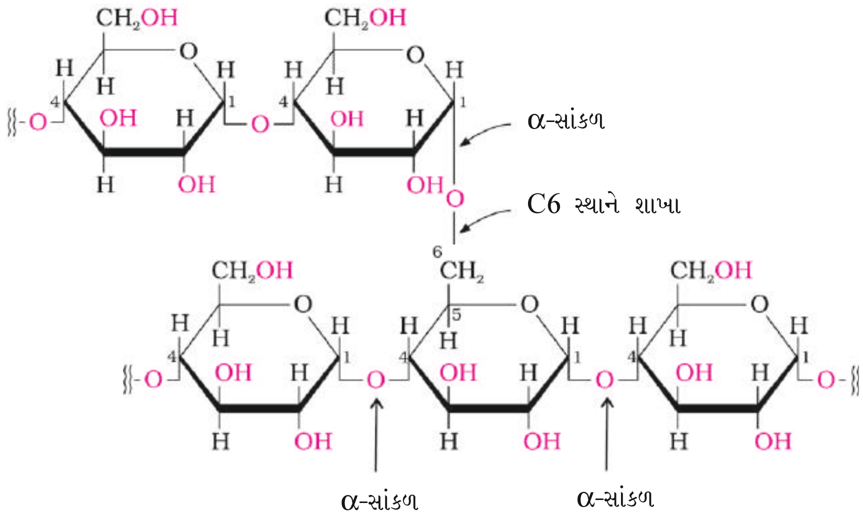
પૉલિસેકેરાઇડ સંયોજનોમાં અનેક મોનોસેકેરાઇડ એકમો એકબીજા સાથે ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ દ્વારા જોડાયેલા હોય છે. આ સંયોજનો કુદરતમાં સૌથી વધુ પ્રમાણમાં મળી આવતા કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો છે. તેઓ મુખ્યત્વે ખોરાક સંગ્રાહક અથવા બંધારણીય પદાર્થો તરીકે વર્તે છે.

(i) *સ્ટાર્ચ :* સ્ટાર્ચ વનસ્પતિઓમાં મુખ્યત્વે સંગ્રહાયેલ પૉલિસેકેરાઇડ સંયોજન છે. તે મનુષ્યો માટે આહારનો અત્યંત મહત્ત્વનો સ્રોત છે. તે ધાન્ય, મૂળ, કંદમૂળ અને કેટલાક શાકભાજીઓમાં વધુ પ્રમાણમાં મળી આવે છે. તે α-ગ્લુકોઝનો પોલિમર છે અને તે બે ઘટકો-**એમાઇલોઝ** અને **એમાઇલોપેક્ટિન**નું બનેલું છે. એમાઇલોઝ પાણીમાં દ્રાવ્ય ઘટક છે જે સ્ટાર્ચમાં આશરે 15-20 % ભાગ તરીકે હોય છે. રાસાયણિક રીતે એમાઇલોઝ 200-1000 α-D-(+)-ગ્લુકોઝ એકમોની એક લાંબી શાખાવિહીન શૃંખલા હોય છે, જેમાં ગ્લુકોઝ એકમો C1-C4 ગ્લાયકોસિડક સાંકળ દ્વારા જોડાયેલા હોય છે.

એમાઇલોપેક્ટિન પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે અને તે સ્ટાર્ચમાં આશરે 80-85 % ભાગ તરીકે હોય છે. તે α-D-ગ્લુકોઝ એકમોની શાખિત શૃંખલા હોય છે, જેમાં C1-C4 ગ્લાયકોસિડિક સાંકળથી શૃંખલા રચાય છે, જ્યારે શાખા C1-C6 ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ દ્વારા રચાય છે.

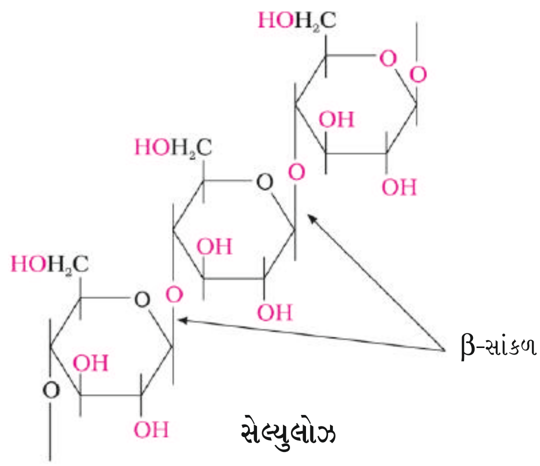


એમાઇલોઝ



એમાઈલોપેક્ટિન

(ii) *સેલ્યુલોઝ :* સેલ્યુલોઝ વનસ્પતિમાં વિશિષ્ટ રીતે બને છે અને તે વનસ્પતિ સૃષ્ટિમાં વિપુલ પ્રમાણમાં મળી આવતો કાર્બનિક પદાર્થ છે. તે વનસ્પતિ કોષમાં કોષદીવાલનો મુખ્ય ઘટક છે.



સેલ્યુલોઝ

સેલ્યુલોઝ માત્ર β-D-ગ્લુકોઝ એકમો દ્વારા બનેલો સરળ શૃંખલા પૉલિસેકેરાઇડ છે, જેમાં એક ગ્લુકોઝ એકમનો C1 અને તે પછીના ગ્લુકોઝ એકમનો C4 ગ્લાયકોસિડિક સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે.

(iii) *ગ્લાયકોજન :* પ્રાણી શરીરમાં કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો ગ્લાયકોજન તરીકે સંગ્રહાય છે. તેનું બંધારણ એમાઈલોપેક્ટિનને સમાન હોવાથી તે પ્રાણી જ સ્ટાર્ચ તરીકે ઓળખાય છે અને તે એમાઈલોપેક્ટિન કરતાં વધુ શાખિત હોય છે. તે યકૃત, સ્નાયુઓ અને મગજમાં હાજર હોય છે. જ્યારે શરીરને ગ્લુકોઝની જરૂર પડે છે ત્યારે ઉત્સેચકો ગ્લાયકોજનને તોડીને ગ્લુકોઝ બનાવે છે. ગ્લાયકોજન યીસ્ટ અને ફૂગમાં પણ મળી આવે છે.

14.1.5 કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોનું મહત્ત્વ (Importance of Carbohydrates)

કાર્બોહાઈડ્રેટ વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ બંનેના જીવન માટે આવશ્યક હોય છે. તેઓ આપણા ખોરાકનો મુખ્ય ભાગ બનાવે છે. ઔષધોની આયુર્વેદ પ્રણાલીમાં શક્તિના તાત્કાલિક સ્રોત તરીકે 'વૈદ્યો' દ્વારા મધનો ઉપયોગ લાંબા સમય સુધી થયો છે. વનસ્પતિઓમાં સંગ્રાહક અણુઓ તરીકે કાર્બોહાઈડ્રેટ-સ્ટાર્ચ અને પ્રાણીઓમાં ગ્લાયકોજન વપરાય છે. બૅક્ટેરિયા અને વનસ્પતિઓની કોષદીવાલ સેલ્યુલોઝની બનેલી હોય છે. લાકડાના સ્વરૂપમાં રહેલા સેલ્યુલોઝ દ્વારા આપણે ફર્નિચર વગેરે બનાવીએ

છીએ અને સુતરાઉ રેસાઓના સ્વરૂપમાં રહેલા સેલ્યુલોઝ દ્વારા આપણા કપડાં બનાવીએ છીએ. તેઓ અનેક અગત્યના ઉદ્યોગો જેવા કે કાપડ, કાગળ, વાર્નિશ અને માદક પીણાં માટે કાચો માલ પૂરો પાડે છે.

ન્યુક્લિક ઍસિડ સંયોજનોમાં બે આલ્ડોપેન્ટોઝ જેવા કે D-રિબોઝ અને 2-ડિઑક્સિ-D-રિબોઝ (વિભાગ 14.5.1, ધોરણ XII) હાજર હોય છે. જૈવિક તંત્રમાં કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો અનેક પ્રોટીન અને લિપિડ સંયોજનો સાથે સંયુક્ત અવસ્થામાં મળી આવે છે.

લખાણ સંબંધિત પ્રશ્નો

14.1 ગ્લુકોઝ અથવા સુક્રોઝ પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે. પરંતુ સાયક્લોહેકઝેન અથવા બેન્ઝિન (છ સભ્યોવાળા સાદા ચક્રિય સંયોજનો) પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે. સમજાવો.

14.2 લેક્ટોઝના જળવિભાજનની અપેક્ષિત નીપજો કઈ છે ?

14.3 D-ગ્લુકોઝના પેન્ટાએસિટેટમાં આલ્ડિહાઇડ સમૂહની ગેરહાજરી તમે કેવી રીતે સમજાવશો ?

14.2 પ્રોટીન સંયોજનો (Proteins)

પ્રોટીન સંયોજનો જીવંત પ્રણાલીમાં વિપુલ પ્રમાણમાં મળી આવતા જૈવિક અણુઓ છે. પ્રોટીનના મુખ્ય સ્રોતો દૂધ, ચીઝ, કઠોળ, મગફળી, માછલી, માંસ વગેરે છે. પ્રોટીન સંયોજનો શરીરના દરેક ભાગમાં હાજર હોય છે તથા જીવનના બંધારણ અને કાર્યોનો મૂળભૂત આધાર બનાવે છે. શરીરની વૃદ્ધિ અને નિભાવ માટે પણ પ્રોટીન સંયોજનો જરૂરી છે. પ્રોટીન શબ્દ ગ્રીક શબ્દ **પ્રોટીઓસ (Proteios)** પરથી બનેલો છે. જેનો અર્થ પ્રાથમિક અથવા અતિમહત્ત્વપૂર્ણ થાય છે. બધા પ્રોટીન સંયોજનો α-એમિનો ઍસિડ સંયોજનોના પોલિમર પદાર્થો છે.

14.2.1 એમિનો ઍસિડ સંયોજનો (Amino Acids)

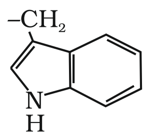
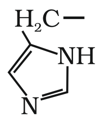
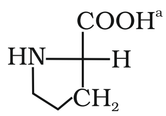
એમિનો ઍસિડ સંયોજનો એમિનો ($-NH_2$) અને કાર્બોક્સિલ (-COOH) ક્રિયાશીલ સમૂહો ધરાવે છે. કાર્બોક્સિલ સમૂહના સંદર્ભમાં એમિનો સમૂહના સાપેક્ષ સ્થાનના આધારે એમિનો ઍસિડ સંયોજનોને α, β, γ, δ અને તે રીતે આગળ વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. પ્રોટીન સંયોજનોના જળવિભાજનથી માત્ર α-એમિનો ઍસિડ સંયોજનો મળે છે. તેઓ અન્ય ક્રિયાશીલ સમૂહો પણ ધરાવી શકે છે.

R-CH-COOH
 |
 NH_2
α-એમિનો ઍસિડ
(R=શાખા)

બધા એમિનો ઍસિડ સંયોજનો રૂઢિગત નામ (trivial name) ધરાવે છે, જે આ સંયોજનોના ગુણધર્મો અથવા તેમના સ્રોત પ્રદર્શિત કરે છે. ગ્લાયસીનને તેનું નામ તેના મીઠા સ્વાદના કારણે આપવામાં આવ્યું છે (ગ્રીકમાં glykos એટલે સ્વાદે મીઠું) અને ટાયરોસીનને સૌપ્રથમ ચીઝમાંથી મેળવવામાં આવ્યો હતો (ગ્રીકમાં ટાયરોસ એટલે ચીઝ). એમિનો ઍસિડ સંયોજનોને સામાન્ય રીતે એક ત્રિઅક્ષરી સંજ્ઞા વડે દર્શાવાય છે, ક્યારેક એક અક્ષરી સંજ્ઞાનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે પ્રાપ્ય કેટલાક એમિનો ઍસિડ સંયોજનોનાં બંધારણોને તેમની ત્રિઅક્ષરી સંજ્ઞા અને એકઅક્ષરી સંજ્ઞા સહિત કોષ્ટક 14.2માં દર્શાવેલા છે.

કોષ્ટક 14.2 : કુદરતી એમિનો ઍસિડ સંયોજનો $H_2N-C(COOH)(H)(R)$

એમિનો ઍસિડ સંયોજનોના નામ	શાખા Rનું વિશિષ્ટ લક્ષણ	ત્રિઅક્ષરી સંજ્ઞા	એક અક્ષરી સંજ્ઞા
1. ગ્લાયસીન	H	Gly	G
2. એલેનાઇન	$-CH_3$	Ala	A
3. વેલીન*	$(H_3C)_2CH-$	Val	V
4. લ્યુસીન*	$(H_3C)_2CH-CH_2-$	Leu	L

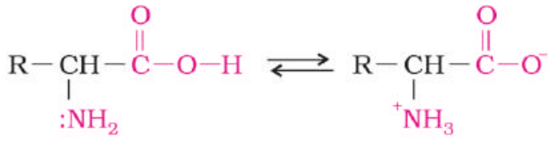
5. આઈસોલ્યુસીન*	H_3C-CH_2-CH- CH_3	Ile	I
6. આર્જિનીન*	$HN=C-NH-(CH_2)_3-$ NH_2	Arg	R
7. લાઈસીન*	$H_2N-(CH_2)_4-$	Lys	K
8. ગ્લુટામિક ઍસિડ	$HOOC-CH_2-CH_2-$	Glu	E
9. એસ્પાર્ટિક ઍસિડ	$HOOC-CH_2-$	Asp	D
10. ગ્લુટામીન	O ‖ $H_2N-C-CH_2-CH_2-$	Gln	Q
11. એસ્પાર્જિન	O ‖ $H_2N-C-CH_2-$	Asn	N
12. થ્રિયોનીન*	$H_3C-CHOH-$	Thr	T
13. સિરીન	$HO-CH_2-$	Ser	S
14. સિસ્ટાઇન	$HS-CH_2-$	Cys	C
15. મિથિઓનીન*	$H_3C-S-CH_2-CH_2-$	Met	M
16. ફિનાઈલ એલેનાઇન*	$C_6H_5-CH_2-$	Phe	F
17. ટાયરોસીન	$(p)HO-C_6H_4-CH_2-$	Tyr	Y
18. ટ્રિપ્ટોફાન*		Trp	W
19. હિસ્ટીડીન*		His	H
20. પ્રોલીન		Pro	P

* આવશ્યક એમિનો ઍસિડ a = સંપૂર્ણ બંધારણ

14.2.2 એમિનો ઍસિડ સંયોજનોનું વર્ગીકરણ (Classification of Amino Acids)

એમિનો ઍસિડ સંયોજનોને તેમના અણુમાં રહેલા એમિનો અને કાર્બોક્સિલ સમૂહોની સાપેક્ષ સંખ્યાના આધારે ઍસિડ, બેઇઝ અથવા તટસ્થ તરીકે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. એમિનો અને કાર્બોક્સિલ સમૂહોની સમાન સંખ્યા એમિનો ઍસિડને તટસ્થ બનાવે છે; કાર્બોક્સિલ સમૂહો કરતા એમિનો સમૂહોની વધુ સંખ્યા એમિનો ઍસિડને બેઝિક બનાવે છે અને એમિનો સમૂહો કરતા કાર્બોક્સિલ સમૂહોની વધુ સંખ્યા એમિનો ઍસિડને એસિડિક બનાવે છે. શરીરમાં જે એમિનો ઍસિડનું સંશ્લેષણ થઈ શકતું હોય તેમને **બિનઆવશ્યક એમિનો ઍસિડ સંયોજનો (non-essential amino acids)** કહેવાય છે. બીજી તરફ, જે એમિનો ઍસિડ સંયોજનોનું સંશ્લેષણ શરીરમાં થઈ શકતું નથી અને માત્ર આહાર મારફતે જ મેળવી શકાય છે તેમને **આવશ્યક એમિનો ઍસિડ સંયોજનો (essential amino acids)** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે (કોષ્ટક 14.2માં ફૂદડી વડે ચિહ્નિત કરેલા છે).

એમિનો ઍસિડ સંયોજનો સામાન્ય રીતે રંગવિહીન, સ્ફટિકમય ઘન પદાર્થો છે. આ સંયોજનો પાણીમાં દ્રાવ્ય, ઊંચા ગલનબિંદુવાળા ઘનપદાર્થો છે અને તેઓ સાદા એમાઇન અથવા કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સંયોજનોના બદલે ક્ષારની જેમ વર્તે છે. આ વર્તનનું કારણ એમિનો ઍસિડના એક જ અણુમાં ઍસિડિક (કાર્બોક્સિલ સમૂહ) અને બેઝિક (એમિનો સમૂહ) બંને સમૂહોની હાજરી છે. જલીય દ્રાવણમાં કાર્બોક્સિલ સમૂહ એક પ્રોટોન ગુમાવી શકે છે અને એમિનો સમૂહ એક પ્રોટોન સ્વીકારી શકે છે, જેના પરિણામે એક દ્વિધ્રુવઆયન બને છે જેને ઝવીટર આયન (zwitter ion) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ તટસ્થ હોય છે પરંતુ તે ધન અને ઋણ બંને વીજભાર ધરાવે છે.



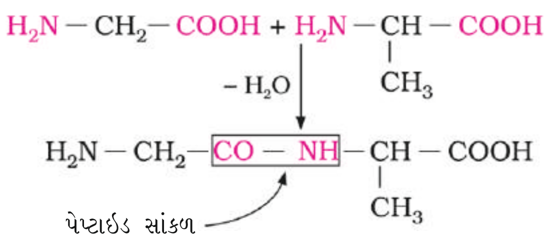
(ઝવીટર આયન)

ઝવીટર આયનીય સ્વરૂપમાં એમિનો ઍસિડ સંયોજનો ઍસિડ અને બેઇઝ સંયોજનો સાથે પ્રક્રિયા કરી ઊભયગુણધર્મી (amphoteric) વર્તણૂક દર્શાવે છે.

ગ્લાયસીન સિવાયના કુદરતી રીતે પ્રાપ્ય બધા α-એમિનો ઍસિડ સંયોજનોમાં α-કાર્બન પરમાણુ અસમ હોવાના કારણે તેઓ પ્રકાશ ક્રિયાશીલ હોય છે. આ સંયોજનો 'D' અને 'L' બંને સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. મોટા ભાગના કુદરતી એમિનો ઍસિડ સંયોજનોના વિન્યાસ 'L' હોય છે. L-એમિનો ઍસિડ સંયોજનોને -NH_2 સમૂહ ડાબી બાજુ લખીને નિરૂપિત કરવામાં આવે છે.

14.2.3 પ્રોટીન સંયોજનોનું બંધારણ (Structure of Proteins)

તમે પહેલા વાચ્યું છે કે પ્રોટીન સંયોજનો α-એમિનો ઍસિડ સંયોજનોના પોલિમર સંયોજનો છે અને તેઓ એકબીજા સાથે પેપ્ટાઇડ બંધ અથવા પેપ્ટાઇડ સાંકળ વડે જોડાયેલા હોય છે. રાસાયણિક રીતે, પેપ્ટાઇડ સાંકળ -COOH સમૂહ અને -NH_2 સમૂહ વચ્ચે બનતો એમાઇડ છે. એમિનો ઍસિડ સંયોજનોના સમાન અથવા જુદા જુદા બે અણુઓ વચ્ચેની પ્રક્રિયા, એક અણુના એમિનો સમૂહના અન્ય અણુના કાર્બોક્સિલ સમૂહ સાથેના સંયોગીકરણ દ્વારા થાય છે. તેના પરિણામે પાણીના એક અણુનું વિલોપન થાય છે અને એક પેપ્ટાઇડ બંધ -CO-NH- બનાવે છે. આ પ્રક્રિયાથી મળતી નીપજને ડાયપેપ્ટાઇડ કહેવાય છે કારણ કે તે બે એમિનો ઍસિડ સંયોજનોથી બને છે. ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે ગ્લાયસીનનો કાર્બોક્સિલ સમૂહ એલેનાઇનના એમિનો સમૂહ સાથે જોડાય છે ત્યારે આપણને ડાયપેપ્ટાઇડ-ગ્લાયસીલએલેનાઇન (glycylalanine) મળે છે.



ગ્લાયસીલએલેનાઇન (Gly-Ala)

જો ડાયપેપ્ટાઇડ ત્રીજા એમિનો ઍસિડ સાથે જોડાય તો મળતી નીપજને ટ્રાયપેપ્ટાઇડ કહે છે. એક ટ્રાયપેપ્ટાઇડ ત્રણ એમિનો ઍસિડ સંયોજનો ધરાવે છે, જે બે પેપ્ટાઇડ સાંકળો દ્વારા જોડાયેલા હોય છે. આવી જ રીતે જ્યારે ચાર, પાંચ અથવા છ એમિનો ઍસિડ સંયોજનો જોડાય છે ત્યારે તેની અનુવર્તી નીપજો અનુક્રમે ટેટ્રાપેપ્ટાઇડ, પેન્ટાપેપ્ટાઇડ અથવા હેક્ઝાપેપ્ટાઇડ તરીકે ઓળખાય છે. જ્યારે આવા એમિનો ઍસિડની સંખ્યા દસ કરતા વધુ હોય ત્યારે નીપજોને પૉલિપેપ્ટાઇડ કહેવાય છે. એક પૉલિપેપ્ટાઇડમાં સો કરતા વધુ એમિનો ઍસિડ અવશેષો હોય છે, જેનું આણ્વીયદળ 10,000 u કરતાં વધુ હોય છે તેને પ્રોટીન કહે છે. તેમ છતાં, પૉલિપેપ્ટાઇડ અને પ્રોટીન વચ્ચેનો ભેદ સુસ્પષ્ટ નથી. ઓછા એમિનો ઍસિડ સંયોજનોવાળા પૉલિપેપ્ટાઇડને પણ પ્રોટીન કહેવાય છે, જે ઇન્સ્યુલીન જેવા પ્રોટીનનું સુસ્પષ્ટ બંધારણ ધરાવે કે જેમાં 51 એમિનો ઍસિડ સંયોજનો હોય છે.

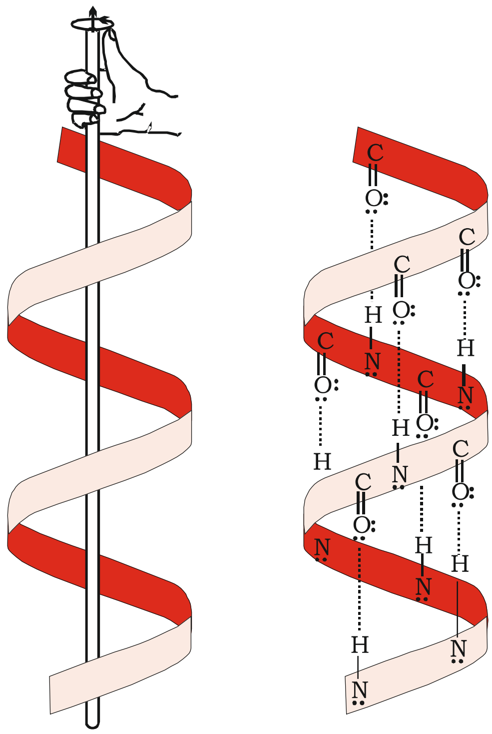
પ્રોટીન સંયોજનોને તેઓના આણ્વીય આકારના આધારે બે પ્રકારમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

(a) *રેસામય પ્રોટીન સંયોજનો*

જ્યારે પૉલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓ એકબીજાને સમાંતર ગોઠવાયેલી હોય અને તેઓ એકબીજા સાથે હાઇડ્રોજન બંધ અને ડાયસલ્ફાઇડ બંધથી જોડાયેલી હોય ત્યારે રેસામય જેવું બંધારણ રચાય છે. આવા પ્રોટીન સંયોજનો સામાન્ય રીતે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે. કેટલાક સામાન્ય ઉદાહરણો કેરેટીન (વાળ, ઊન, રેશમમાં હોય છે) અને માયોસીન (સ્નાયુઓમાં હોય છે) વગેરે છે.

(b) ગોલીય પ્રોટીન સંયોજનો

જ્યારે પૉલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલા વળીને ગોળાકાર સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે ત્યારે ગોલીય આકાર રચાય છે. આ પ્રોટીન સંયોજનો સામાન્ય રીતે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે. ઈન્સ્યુલિન અને આલ્બ્યુમિન ગોલીય પ્રોટીન સંયોજનોના સામાન્ય ઉદાહરણો છે.



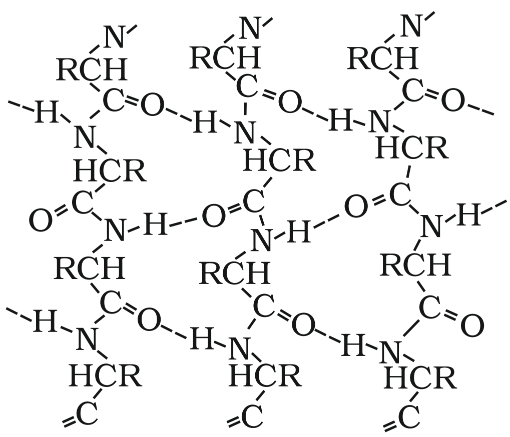
આકૃતિ 14.1 : પ્રોટીન સંયોજનોનું α-સર્પિલ બંધારણ

પ્રોટીન સંયોજનોના બંધારણ અને આકારના અભ્યાસ જુદા જુદા ચાર સ્તરો એટલે કે પ્રાથમિક, દ્વિતીયક, તૃતીયક અને ચતુર્થક સ્તરે કરી શકાય છે, પ્રત્યેક સ્તર તેના અગાઉના સ્તર કરતા વધુ જટિલ હોય છે.

(i) પ્રોટીન સંયોજનોનું પ્રાથમિક બંધારણ : પ્રોટીન સંયોજનોને એક અથવા વધારે પૉલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓ હોય છે. પ્રોટીનના દરેક પૉલિપેપ્ટાઇડમાં એમિનો ઍસિડ સંયોજનો એક ચોક્કસ ક્રમમાં જોડાયેલા હોય છે અને એમિનો ઍસિડ સંયોજનોના આ ક્રમને પ્રોટીનનું પ્રાથમિક બંધારણ કહેવાય છે. આ પ્રાથમિક બંધારણમાં કોઈ પણ ફેરફાર એટલે કે એમિનો ઍસિડ સંયોજનોના ક્રમમાં ફેરફાર જુદું પ્રોટીન બનાવે છે.

(ii) પ્રોટીન સંયોજનોનું દ્વિતીયક બંધારણ : પ્રોટીનના દ્વિતીયક બંધારણનો સંબંધ એવા આકાર સાથે છે, જેમાં લાંબી પ્રોટીન શૃંખલા અસ્તિત્વ ધરાવતી હોય છે. તેઓ જુદા જુદા બે પ્રકારનાં બંધારણો જેવા કે α-સર્પિલ (α-helix) બંધારણ અને β-પ્લીટેડશીટ (ગડી વાળેલા પડદા) બંધારણમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. આ બંધારણો પેપ્ટાઇડ બંધના $\overset{O}{\overset{\|}{-C-}}$ અને -NH- સમૂહો વચ્ચેના હાઇડ્રોજન બંધના કારણે પૉલિપેપ્ટાઇડની મુખ્ય શૃંખલાના નિયમિત વળાંકના લીધે ઉત્પન્ન થાય છે.

α-સર્પિલ બંધારણ એક એવો અત્યંત સામાન્ય માર્ગ છે કે જેમાં પૉલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલા શક્ય બધા હાઇડ્રોજન બંધ બનાવે છે. આમા પૉલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલા જમણા હાથના સ્ક્રુની (સર્પિલ) રીતે વળેલી રહે છે, પરિણામે દરેક એમિનો ઍસિડના અવશેષ -NH- સમૂહ આકૃતિ 14.1માં દર્શાવ્યા મુજબ પૉલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાના પડોશી વળાંકના $\rangle$C=O સાથે હાઇડ્રોજન બંધ બનાવે છે.



આકૃતિ 14.2 : પ્રોટીન સંયોજનોનું β-પ્લીટેડશીટ બંધારણ

β-પ્લીટેડશીટ બંધારણમાં બધી પેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓ લગભગ મહત્તમ વિસ્તાર સુધી ખેંચાયેલી રહીને એકબીજાની બાજુમાં ગોઠવાયેલી હોય છે અને એકબીજા સાથે આંતરઆણ્વીય હાઇડ્રોજન બંધથી જોડાયેલી હોય છે. આ બંધારણ ગડી વાળેલા પડદાના જેવું હોય છે અને તેથી તે β-પ્લીટેડશીટ તરીકે ઓળખાય છે.

(iii) પ્રોટીન સંયોજનોનું તૃતીયક બંધારણ : પ્રોટીન સંયોજનોના તૃતીયક બંધારણ પૉલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાનું એકંદરે વળાંક દર્શાવે છે એટલે કે દ્વિતીયક બંધારણનું ફરીથી વળવું. તે મુખ્યત્વે બે આણ્વીય આકાર જેવા કે રેસામય અને ગોલીય આકાર બનાવે છે. હાઇડ્રોજન બંધ, ડાયસલ્ફાઇડ સાંકળ, વાન્ ડર વાલ્સ અને સ્થિરવિદ્યુત આકર્ષણ જેવા મુખ્ય બળો પ્રોટીનના 2^0 અને 3^0 બંધારણોને સ્થાયી બનાવે છે.

(iv) પ્રોટીન સંયોજનોનું ચતુર્થક બંધારણ : કેટલાંક પ્રોટીન સંયોજનો બે અથવા વધારે પૉલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓના બનેલા હોય છે, જે ઉપએકમો કહેવાય છે. આ ઉપએકમોની પરસ્પર અવકાશીય ગોઠવણી ચતુર્થક બંધારણ તરીકે ઓળખાય છે.