એકમ

7

જૈવિક અણુઓ

7.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

જીવંત પ્રણાલીઓમાં રહેલા રાસાયણિક સંયોજનોને **જૈવિક અણુઓ** કહે છે. કાર્બોહાઇડ્રેટ, પ્રોટીન, વિટામિન, ન્યુક્લિક ઍસિડ, ઉત્સેચક અને લિપિડ જૈવિક અણુઓ છે. આ અણુઓમાં મુખ્યત્વે કાર્બન, હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન, નાઇટ્રોજન, ફૉસ્ફરસ અને સલ્ફર તત્ત્વો રહેલાં હોય છે. જૈવિક અણુઓ જીવંત પ્રણાલીમાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવતા હોવાથી તેઓ જીવંત પ્રણાલીના પાયાના ઘટકો કહેવાય છે. આ જૈવિક અણુઓની સામાન્ય માહિતી આપણે અગાઉના ધોરણોમાં મેળવી છે. આ એકમમાં આપણે કાર્બોહાઇડ્રેટ, પ્રોટીન, વિટામિન, ઉત્સેચક, ન્યુક્લિક ઍસિડ જેવા જૈવિક અણુઓના વર્ગીકરણ, વિવિધ બંધારણ અને મહત્ત્વ વિશે અભ્યાસ કરીશું.

7.2 કાર્બોહાઇડ્રેટ (Carbohydrates)

કાર્બોહાઇડ્રેટ, કાર્બનિક સંયોજનોનો ઘણો અગત્યનો વર્ગ છે. સામાન્ય રીતે તે વનસ્પતિમાંથી મળે છે. તેઓ મનુષ્યના જીવનની પ્રાથમિક જરૂરિયાતો જેવી કે અન્ન, વસ્ત્ર અને આવાસ પૂરી પાડે છે. **રાસાયણિક રીતે કાર્બોહાઇડ્રેટ, પોલિહાઇડ્રૉક્સિ આલ્ડિહાઇડ અથવા પોલિહાઇડ્રૉક્સિ કિટોન અથવા જેમાંથી જળવિભાજનના અંતે આવા સંયોજનો મળે તેવા પદાર્થો છે.** કાર્બોહાઇડ્રેટ કાર્બન, હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજન તત્ત્વો ધરાવે છે. આ સંયોજનોના સૂત્રોમાં હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજન તત્ત્વો 2 : 1 પ્રમાણમાં હોય છે. આ પ્રમાણ પાણીમાં રહેલાં હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનના પ્રમાણ (2 : 1) જેટલું હોય છે. તેથી શરૂઆતમાં આ સંયોજનો કાર્બનના હાઇડ્રેટ તરીકે ઓળખાતા હતા. દા.ત.,

કાર્બોહાઇડ્રેટ	આણ્વિયસૂત્ર
(1) ગ્લુકોઝ	$C_6H_{12}O_6$ અથવા $C_6(H_2O)_6$
(2) સુક્રોઝ	$C_{12}H_{22}O_{11}$ અથવા $C_{12}(H_2O)_{11}$
(3) સ્ટાર્ચ	$(C_6H_{10}O_5)_n$ અથવા $[C_6(H_2O)_5]_n$

આમ, **કાર્બોહાઇડ્રેટનું સામાન્ય સૂત્ર $C_x(H_2O)_y$ લખી શકાય, પણ આ તદ્દન સાચું નથી.** કાર્બોહાઇડ્રેટ વર્ગના કેટલાક સભ્યોના અણુમાં હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનનું પ્રમાણ 2 : 1 નથી. દા.ત., ર્‌હેમ્નોઝ (rhamnose) ($C_6H_{12}O_5$). વધુમાં કેટલાક સંયોજનો કે જે કાર્બોહાઇડ્રેટ વર્ગના સભ્ય નથી છતાં તેમના અણુઓ હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનનું પ્રમાણ 2 : 1 ધરાવે છે. દા.ત., ફૉર્માલ્ડિહાઇડ (CH_2O), એસિટિક ઍસિડ ($C_2H_4O_2$), લૅક્ટિક ઍસિડ ($C_3H_6O_3$) વગેરે. આમ, કાર્બોહાઇડ્રેટ વર્ગના કેટલાક સભ્યોના અણુમાં હાઇડ્રોજન અને ઑક્સિજનનું પ્રમાણ 2 : 1 હોવું તે માત્ર આકસ્મિક સંયોગ છે. બધા જ પ્રકારની શર્કરા, સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ વગેરે સંયોજનો કાર્બોહાઇડ્રેટ તરીકે ઓળખાય છે. કાર્બોહાઇડ્રેટને ક્યારેક સેકેરાઇડ પણ કહે છે કારણ કે આ વર્ગના સાદા સભ્યો જેવા કે શર્કરાનો સ્વાદ ગળ્યો હોય છે (સુગરનો અર્થ લૅટિન ભાષામાં સેકેરમ અને ગ્રીક ભાષામાં સેકેરોન થાય છે).

7.2.1 કાર્બોહાઇડ્રેટનું વર્ગીકરણ (Classification of Carbohydrates) :

કાર્બોહાઇડ્રેટને તેના અણુના જળવિભાજનને આધારે મૉનોસેકેરાઇડ, ઓલિગોસેકેરાઇડ અથવા પોલિસેકેરાઇડમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

(1) મૉનોસેકેરાઇડ : આ વર્ગમાં સાદામાં સાદા કાર્બોહાઇડ્રેટનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. જે કાર્બોહાઇડ્રેટનું તેનાથી વધુ સાદા કાર્બોહાઇડ્રેટમાં જળવિભાજન થતું નથી તેને **મૉનોસેકેરાઇડ** કહે છે. આ વર્ગમાં બેથી દસ કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યાવાળા કાર્બોહાઇડ્રેટનો સમાવેશ થાય છે. તેમનું સામાન્ય સૂત્ર $C_nH_{2n}O_n$ છે. ગ્લુકોઝ ($C_6H_{12}O_6$) અને ફ્રુક્ટોઝ ($C_6H_{12}O_6$) છ કાર્બન પરમાણુ ધરાવતા મૉનોસેકેરાઇડ છે. તેઓ કુદરતમાં મળી આવે છે.

(2) ઓલિગોસેકેરાઇડ : ઓલિગોસેકેરાઇડ બેથી ચાર મૉનોસેકેરાઇડ એકમો ધરાવતી શર્કરા છે. ઓલિગોસેકેરાઇડને ડાયસેકેરાઇડ, ટ્રાયસેકેરાઇડ કે ટેટ્રાસેકેરાઇડમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

(A) ડાયસેકેરાઇડ : જે કાર્બોહાઇડ્રેટનું જળવિભાજન કરવાથી બે મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ મળે છે તેને **ડાયસેકેરાઇડ** કહે છે.

ડાયસેકેરાઇડ + પાણી $\xrightarrow{H^+ \text{ અથવા ઉત્સેચક}}$ બે મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ

આ વર્ગમાં દસથી બાર કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યાવાળા કાર્બોહાઇડ્રેટનો સમાવેશ થાય છે. તેમનું સામાન્ય સૂત્ર $C_nH_{2n-2}O_{n-1}$ છે. સુક્રોઝ ($C_{12}H_{22}O_{11}$), માલ્ટોઝ ($C_{12}H_{22}O_{11}$), લેક્ટોઝ ($C_{12}H_{22}O_{11}$), સેલોબાયોઝ ($C_{12}H_{22}O_{11}$) વગેરે ડાયસેકેરાઇડ છે.

(B) ટ્રાયસેકેરાઇડ : જે કાર્બોહાઇડ્રેટનું જળવિભાજન કરવાથી ત્રણ મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ મળે છે તેને **ટ્રાયસેકેરાઇડ** કહે છે.

ટ્રાયસેકેરાઇડ + પાણી $\xrightarrow{H^+ \text{ અથવા ઉત્સેચક}}$ ત્રણ મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ

ટ્રાયસેકેરાઇડનું સામાન્ય સૂત્ર $C_nH_{2n-4}O_{n-2}$ છે. રેફિનોઝ ($C_{18}H_{32}O_{16}$) ટ્રાયસેકેરાઇડનું ઉદાહરણ છે. રેફિનોઝને મેલિટ્રાયોઝ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

(C) ટેટ્રાસેકેરાઇડ : જે કાર્બોહાઇડ્રેટનું જળવિભાજન કરવાથી ચાર મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ મળે છે તેને **ટેટ્રાસેકેરાઇડ** કહે છે.

ટેટ્રાસેકેરાઇડ + પાણી $\xrightarrow{H^+ \text{ અથવા ઉત્સેચક}}$ ચાર મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ

ટેટ્રાસેકેરાઇડનું સામાન્ય સૂત્ર $C_nH_{2n-6}O_{n-3}$ છે. સ્ટેચીઓઝ (stachyose) ટ્રેટાસેકેરાઇડનું ઉદાહરણ છે.

(3) પોલિસેકેરાઇડ : પોલિસેકેરાઇડ બહુ સંકીર્ણ બંધારણવાળા સંયોજન છે. જે કાર્બોહાઇડ્રેટનું જળવિભાજન કરવાથી અનેક મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ મળે છે તેને **પોલિસેકેરાઇડ** કહે છે.

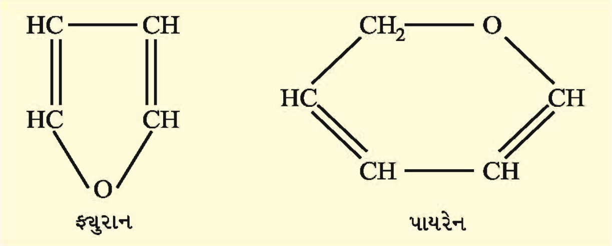
પોલિસેકેરાઇડ + પાણી $\xrightarrow{H^+ \text{ અથવા ઉત્સેચક}}$ અનેક મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ

સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ, ગ્લાયકોજન, ડેક્ષ્ટ્રીન વગેરે પોલિસેકેરાઇડના સામાન્ય ઉદાહરણ છે. સ્ટાર્ચ અને સેલ્યુલોઝ કુદરતમાં મળી આવે છે.

સામાન્ય રીતે મૉનોસેકેરાઇડ અને ઓલિગોસેકેરાઇડ સ્ફટિકમય, પાણીમાં દ્રાવ્ય અને સ્વાદે મીઠાં (ગળ્યા) હોય છે. તેઓ શર્કરા (sugar) તરીકે ઓળખાય છે. પોલિસેકેરાઇડ અસ્ફટિકમય, પાણીમાં અદ્રાવ્ય અને સ્વાદવિહીન છે. તેઓ અશર્કરા કે બિનશર્કરા (nonsugar) તરીકે ઓળખાય છે.

7.2.2 કાર્બોહાઇડ્રેટનું નામકરણ (Nomenclature of Carbohydrates) :

સામાન્ય રીતે કાર્બોહાઇડ્રેટ વર્ગના સંયોજનોના નામ 'ઓઝ (ose)' પ્રત્યય ધરાવે છે. દા.ત., ગ્લુકોઝ, ફ્રુક્ટોઝ, લેક્ટોઝ, સુક્રોઝ, માલ્ટોઝ, સેલોબાયોઝ, ર્‌હેમ્નોઝ, રેફિનોઝ, સ્ટેચીઓઝ. જો કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનો આલ્ડિહાઇડ સમૂહ ધરાવતા હોય તેને આલ્ડોઝ અને જો કિટોન સમૂહ ધરાવતા હોય તો તેને કિટોઝ કહે છે. ઉપરાંત આ સંયોજનોમાં રહેલા કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યા દર્શાવવા માટે કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનોના નામના 'ઓઝ' પ્રત્યયની આગળ ગ્રીક શબ્દો જેવા કે ટ્રાય, ટેટ્રા, પેન્ટા અને હેક્ઝા અનુક્રમે ત્રણ, ચાર, પાંચ અને છ કાર્બન પરમાણુ માટે લગાડવામાં આવે છે. દા.ત., ત્રણ કાર્બન પરમાણુઓ અને આલ્ડિહાઇડ સમૂહ ધરાવતા કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનને આલ્ડોટ્રાયોઝ કહે છે. ત્રણ કાર્બન પરમાણુઓ અને કિટોન સમૂહ ધરાવતા કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનોને કિટોટ્રાયોઝ કહે છે. ગ્લુકોઝ છ કાર્બન પરમાણુઓ અને આલ્ડિહાઇડ સમૂહ ધરાવે છે તેથી તે આલ્ડોહેક્સોઝ તરીકે ઓળખાય છે. તેવી જ રીતે ફ્રુક્ટોઝ છ કાર્બન પરમાણુઓ અને કિટોન સમૂહ ધરાવતું હોવાથી તેને કિટોહેક્સોઝ કહે છે. આ ઉપરાંત કાર્બોહાઇડ્રેટનો વધુ અભ્યાસ કરતા જણાશે કે તેઓ સામાન્ય રીતે ચક્રીય રૂપમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. પાંચ સભ્યોવાળા અથવા છ સભ્યોવાળા ચક્રીય સંયોજનને દર્શાવવા ઘણીવાર યોગ્ય શબ્દનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. દા.ત., છ સભ્યો(પાંચ કાર્બન પરમાણુઓ અને એક ઑક્સિજન પરમાણુ)વાળા ચક્રીય સંયોજનને **પાયરેનોઝ** શબ્દ વડે દર્શાવાય છે. પાંચ સભ્યો (ચાર કાર્બન પરમાણુઓ અને એક ઑક્સિજન પરમાણુ)વાળા ચક્રીય સંયોજનને **ફ્યુરાનોઝ** શબ્દ વડે દર્શાવાય છે.



ગ્લુકોઝનું ચક્રીય બંધારણ છ સભ્યનું બનેલું છે તેથી તેને ગ્લુકોપાયરેનોઝ કહે છે. ફ્રુક્ટોઝનું ચક્રીય બંધારણ પાંચ સભ્યનું બનેલું છે તેથી તેને ફ્રુક્ટોફ્યુરાનોઝ કહે છે.

7.3 મૉનોસેકેરાઇડ (Monosaccharides)

આપણે અગાઉ જોયું તેમ ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝ મૉનોસેકેરાઇડના સામાન્ય ઉદાહરણો છે. તેથી મૉનોસેકેરાઇડના પ્રતિનિધિ સભ્ય તરીકે ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝના જુદા જુદા બંધારણોનો અભ્યાસ આપણે અહીં કરીશું.

7.3.1 ગ્લુકોઝ :

પાકા ફળ અને મધમાં ગ્લુકોઝ રહેલો હોય છે. દ્રાક્ષ 20થી 25 % ગ્લુકોઝ ધરાવે છે, તેથી તે ગ્રેપસુગર (દ્રાક્ષ શર્કરા) તરીકે પણ ઓળખાય છે. તે માનવના રુધિર અને મૂત્રમાં ચોક્કસ પ્રમાણમાં હોય છે.

ગ્લુકોઝની બનાવટ :

(1) ખાંડમાંથી : ખાંડ(સુક્રોઝ)નું આલ્કોહૉલમાં બનાવેલા દ્રાવણનું મંદ હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ અથવા મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે જળવિભાજન કરવાથી ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝનું મિશ્રણ મળે છે.

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

આ પ્રક્રિયા પૂરી થયા બાદ આ મિશ્રણમાં વધુ પ્રમાણમાં આલ્કોહૉલ ઉમેરવામાં આવે છે. ગ્લુકોઝ, આલ્કોહૉલમાં અદ્રાવ્ય હોવાથી તે અવક્ષેપરૂપે પાત્રના તળિયે જમા થાય છે. ફ્રુક્ટોઝ આલ્કોહૉલમાં દ્રાવ્ય હોવાથી તે દ્રાવણમાં જ રહે છે. તેથી ગ્લુકોઝને ગાળણક્રિયાથી સરળતાથી અલગ કરી શકાય છે.

(2) સ્ટાર્ચમાંથી : ઔદ્યોગિક રીતે ગ્લુકોઝ મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ વડે 393 K તાપમાને અને 2-3 બાર દબાણે સ્ટાર્ચના જળવિભાજનથી મળે છે.

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow[398\ K,\ 2\text{-}3\ બાર]{H^+} nC_6H_{12}O_6$$

સ્ટાર્ચ ગ્લુકોઝ

જળવિભાજનના અંતે, કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ વડે વધારાના સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને તટસ્થ બનાવવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાથી અદ્રાવ્ય કેલ્શિયમ સલ્ફેટ બને છે. તેને ગાળણક્રિયાથી દૂર કરવામા આવે છે. ગાળણને પ્રાણીજ કોલસા (Charcoal) વડે રંગવિહીન બનાવાય છે. આ ગાળણને હવાની ગેરહાજરીમાં સાંદ્ર કરતાં ગ્લુકોઝના સ્ફટિક મળે છે.

ગ્લુકોઝનું બંધારણ : ગ્લુકોઝ અને બીજા આલ્ડોઝ સંયોજનોનું બંધારણ નીચે જણાવેલી પદ્ધતિઓ અને પ્રક્રિયાઓ દ્વારા નક્કી કરવામાં આવ્યું છે.

ગ્લુકોઝનું મુક્તશૃંખલા બંધારણ :

(1) ગ્લુકોઝનું પૃથક્કરણ કરવાથી નીચે દર્શાવેલ પરિણામો પ્રાપ્ત થાય છે.

પ્રમાણસૂચક સૂત્ર : CH_2O

આણ્વિયદળ : 180 ગ્રામમોલ$^{-1}$

આણ્વિયસૂત્ર : $C_6H_{12}O_6$

(2) ગ્લુકોઝને હાઇડ્રોજન આયોડાઇડ સાથે લાંબો સમય ગરમ કરવાથી n-હેક્ઝેન બને છે. તે સૂચવે છે કે ગ્લુકોઝ અણુના છ કાર્બન પરમાણુઓ રેખીય શૃંખલામાં જોડાયેલા છે.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\Delta]{HI} CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$$

ગ્લુકોઝ n-હેક્ઝેન

આમ, ગ્લુકોઝના બંધારણમાં C–C–C–C–C–C શૃંખલા હાજર છે.

(3) ગ્લુકોઝ, કાર્બોનિલ સમૂહના પ્રક્રિયકો સાથે પ્રક્રિયા આપે છે. દા.ત., ગ્લુકોઝ, હાઇડ્રોજન સાયનાઇડ (HCN) સાથે સાયનોહાઇડ્રીન બનાવે છે. ગ્લુકોઝ, હાઇડ્રોક્સિલ એમાઇન (NH_2OH) સાથે ઑક્ઝાઇમ બનાવે છે, ગ્લુકોઝ, ફિનાઇલ હાઇડ્રેઝીન ($C_6H_5NHNH_2$) સાથે ફિનાઇલ હાઇડ્રેઝોન બનાવે છે. આ પ્રક્રિયાઓ સૂચવે છે કે ગ્લુકોઝ અણુમાં કાર્બોનિલ સમૂહ ($>C{=}O$) ચોક્કસ હાજર હોવો જોઈએ. કારણ કે આ પ્રક્રિયાઓ ક્રિયાશીલ કાર્બોનિલ સમૂહની વિશિષ્ટ કસોટીઓ છે.

(4) ગ્લુકોઝનું બ્રોમિનજળ વડે ઑક્સિડેશન કરતાં તેના જેટલાં જ કાર્બન પરમાણુવાળો ઍસિડ-ગ્લુકોનિક ઍસિડ બને છે. એમોનિકલ સિલ્વર નાઇટ્રેટ(ટૉલેન્સ પ્રક્રિયક)ના દ્રાવણનું ગ્લુકોઝ દ્વારા સિલ્વરમાં રિડકશન થાય છે. આ ઉપરાંત ફેહલિંગ દ્રાવણનું ક્યુપ્રસ ઑક્સાઇડમાં (અવક્ષેપ) રિડકશન કરીને ગ્લુકોઝ સ્વયં ઍસિડમાં ઑક્સિડેશન પામે છે. આ ત્રણેય પ્રક્રિયાઓ ગ્લુકોઝમાં આલ્ડિહાઇડ સમૂહની હાજરી સાબિત કરે છે. કારણ કે આ બધી જ પ્રક્રિયાઓ ક્રિયાશીલ આલ્ડિહાઇડ સમૂહની વિશિષ્ટ કસોટીઓ છે. સામાન્ય નિયમ પ્રમાણે આલ્ડિહાઇડ સમૂહ કાર્બન-શૃંખલાને છેડે હોય છે. આમ, ગ્લુકોઝના બંધારણમાં OHC–C–C–C–C–C શૃંખલા હાજર છે.

(5) ગ્લુકોઝનું પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા નાઇટ્રિક ઍસિડ વડે ઑક્સિડેશન કરતા તેના જેટલા જ કાર્બન પરમાણુવાળો ડાય કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ-સેકેરિક ઍસિડ મળે છે. તે દર્શાવે છે કે ગ્લુકોઝની કાર્બન-શૃંખલામાં એક છેડે આલ્ડિહાઇડ સમૂહ અને બીજે છેડે પ્રાથમિક આલ્કોહૉલ ($-CH_2OH$) સમૂહ જોડાયેલો હોવો જોઈએ.

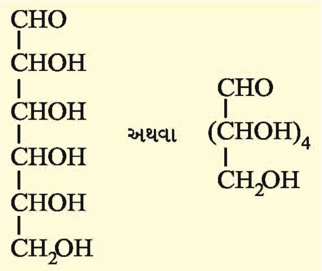
આમ, ગ્લુકોઝના બંધારણમાં OHC–C–C–C–C–CH_2OH શૃંખલા હાજર છે.

(6) ગ્લુકોઝ, એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડ સાથે નિર્જળ ઝિંક ક્લોરાઇડ અથવા પિરિડીનની હાજરીમાં પાંચ એસિટાઇલ સમૂહવાળો વ્યુત્પન્ન પેન્ટાએસિટાઇલ ગ્લુકોઝ બનાવે છે. તે સૂચવે છે કે ગ્લુકોઝ અણુમાં પાંચ હાઇડ્રોક્સિલ

સમૂહ હાજર છે. વધુમાં આ પાંચ હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહો પાંચ જુદા જુદા કાર્બન પરમાણુઓ સાથે જોડાયેલા હોવા જોઈએ, કારણ કે એક જ કાર્બન પરમાણુ સાથે જો બે અથવા વધારે હાઇડ્રૉક્સિલ સમૂહો જોડાયેલા હોય તો તેવું સંયોજન અસ્થાયી હોય અને સહેલાઈથી પાણીનો અણુ ગુમાવે; પરંતુ ગ્લુકોઝના અણુમાંથી પાણીનો અણુ સહેલાઈથી દૂર થતો નથી અને તે સ્થાયી સંયોજન છે.

આમ, ગ્લુકોઝના બંધારણમાં $OHC-\underset{OH}{\underset{|}{C}}-\underset{OH}{\underset{|}{C}}-\underset{OH}{\underset{|}{C}}-\underset{OH}{\underset{|}{C}}-CH_2OH$ શૃંખલા હાજર છે.

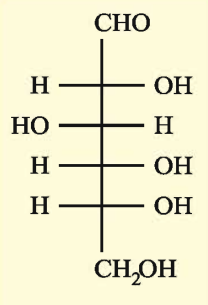
(7) મુદ્દા નં. 6માં નક્કી કરેલ શૃંખલામાં બીજાથી ચોથા કાર્બનની સંયોજકતા હાઇડ્રોજન પરમાણુ વડે સંતોષાતા ગ્લુકોઝનું બંધારણ નીચે પ્રમાણેનું મળે છે.



ગ્લુકોઝ ગ્લુકોઝ

હવે આપણે ગ્લુકોઝ અણુના બંધારણને સમજવા માટે તેના પરમાણુઓ અને સમૂહોની અવકાશમાં ગોઠવણી જાણીશું.

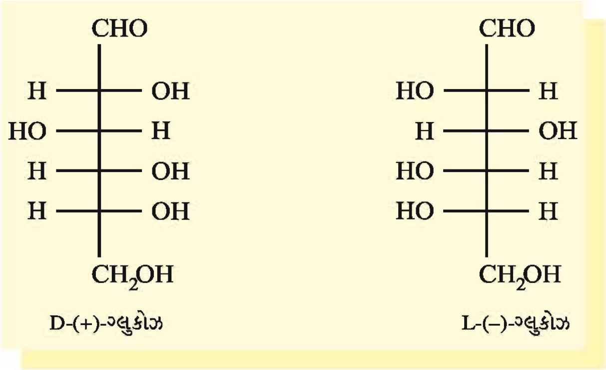
ગ્લુકોઝનું અવકાશીય બંધારણ : સંયોજનના અણુમાંના પરમાણુઓ અને સમૂહોની અવકાશમાંની ગોઠવણીને તે સંયોજનનું અવકાશીય બંધારણ (configuration) કહે છે. વૈજ્ઞાનિક એમિલ ફિશરે (Emil Fischer) ઘણી પ્રક્રિયાઓના અભ્યાસના અંતે ગ્લુકોઝનું અવકાશીય બંધારણ નક્કી કર્યું, જે નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે.



D-(+)-ગ્લુકોઝ

વૈજ્ઞાનિક એમિલ ફિશરે માત્ર ચાર વર્ષના ટૂંકા ગાળામાં (1888-1891) લગભગ બધા જ આલ્ડોપેન્ટોઝ અને આલ્ડોહેક્સોઝના અવકાશીય બંધારણો શોધી કાઢ્યા હતા. આ સંશોધન માટે તેને 1902માં રસાયણવિજ્ઞાન વિષયમાં નોબેલ પારિતોષિક એનાયત કરવામાં આવ્યું હતું. D, L, d અથવા (+), *l* અથવા (–) વિશે આપણે સિમેસ્ટર 3ના એકમ 6માં શીખ્યા છીએ.

કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનોના ફિશરપ્રક્ષેપ સૂત્રમાં સૌથી નીચે રહેલા કિરાલ કાર્બન પરમાણુ સાથે –OH સમૂહ જમણી બાજુ જોડાયેલો હોય તો તે સંયોજન D-વિન્યાસ ધરાવે છે. જો –OH સમૂહ ડાબી બાજુ જોડાયેલો હોય તો તે સંયોજન L-વિન્યાસ ધરાવે છે. D- અને L- પદાર્થો એકબીજાના પ્રતિબિંબી સમઘટકો છે. પ્રકાશ ક્રિયાશીલ કાર્બનિક પદાર્થ ધ્રુવીભૂત પ્રકાશનું પરિભ્રમણ (કોણાવર્તન) કરે છે. પરિભ્રમણના આ મૂલ્યને (અંશ ડિગ્રીમાં) તે પદાર્થે દર્શાવેલું પ્રરિભ્રમણ (α) કહેવાય છે. આ પરિભ્રમણ **પોલારીમીટરના** સાધનથી માપવામાં આવે છે. જો કોઈ પ્રકાશ ક્રિયાશીલ કાર્બનિક પદાર્થ આ પરિભ્રમણ સમઘડી દિશામાં કે જમણી દિશામાં દર્શાવે તો તેના પરિભ્રમણ મૂલ્યની આગળ (+) સંજ્ઞા મૂકાય છે. આ પદાર્થને **દક્ષિણભ્રમણીય (dextrorotatory)** પદાર્થ કહે છે. તેમને d કે (+) સંજ્ઞા વડે દર્શાવાય છે. જો કોઈ પ્રકાશ ક્રિયાશીલ કાર્બનિક પદાર્થ આ પરિભ્રમણ વિષમઘડી દિશામાં કે ડાબી બાજુ દર્શાવે તો તેના પરિભ્રમણ મૂલ્યની આગળ (–) સંજ્ઞા મૂકાય છે. આ પદાર્થને **વામભ્રમણીય (levorotatory)** પદાર્થ કહે છે. તેમને *l* કે (–) સંજ્ઞા વડે દર્શાવાય છે. d અથવા (+) (દક્ષિણભ્રમણીય) અને *l* અથવા (–) (વામભ્રમણીય) પદાર્થો પણ એકબીજાના પ્રતિબિંબી સમઘટકો છે. D અને Lને d કે *l* સાથે કોઈ સીધો સંબંધ નથી.



પ્રકાશ ક્રિયાશીલ પદાર્થના પરિભ્રમણ મૂલ્ય (α) પરથી વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ $[\alpha]_\lambda^T$ ની ગણતરી કરવામાં આવે છે. બે સંયોજનોની પ્રકાશક્રિયાશીલતાની સરખામણી કરવા માટે વિશિષ્ટ પરિભ્રમણનું મૂલ્ય જરૂરી બને છે.

$$[\alpha]_\lambda^T = \frac{\alpha}{l \times C}$$

જ્યા $[\alpha]$ = વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ

T = તાપમાન (K)

λ = આપાત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ (સોડિયમ પ્રકાશની તરંગલંબાઈ માટે D-સંજ્ઞા વપરાય છે.)

α = પોલારીમીટરથી નોંધેલ પરિભ્રમણ

l = નળીની લંબાઈ (ડેસીમીટર) (10 cm = 1dm)

C = પદાર્થની સાંદ્રતા (ગ્રામ મિલિ$^{-1}$)

દાખલો 1 : 10 સેમી લાંબી પોલારીમીટર ટ્યૂબની મદદથી 2.0 ગ્રામ સુક્રોઝ ધરાવતા 10 મિલિ જલીય દ્રાવણનું પરિભ્રમણ $+13.3^0$ માલૂમ પડ્યું. સુક્રોઝના આ દ્રાવણનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ કેટલું હશે ?

ઉકેલ : અહીં,

C = 2 ગ્રામ / 10 મિલિ = 0.2 ગ્રામ મિલિ$^{-1}$

l = 10 સેમી = 1 ડેસીમીટર

$\alpha = + 13.3^0$

હવે, $[\alpha]_\lambda^T = \frac{\alpha}{l \times C}$

$$= \frac{+13.3}{1 \times 0.2}$$

$$= + 66.5^0$$

આમ, સુક્રોઝના જલીય દ્રાવણનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ $+ 66.5^0$ હશે.

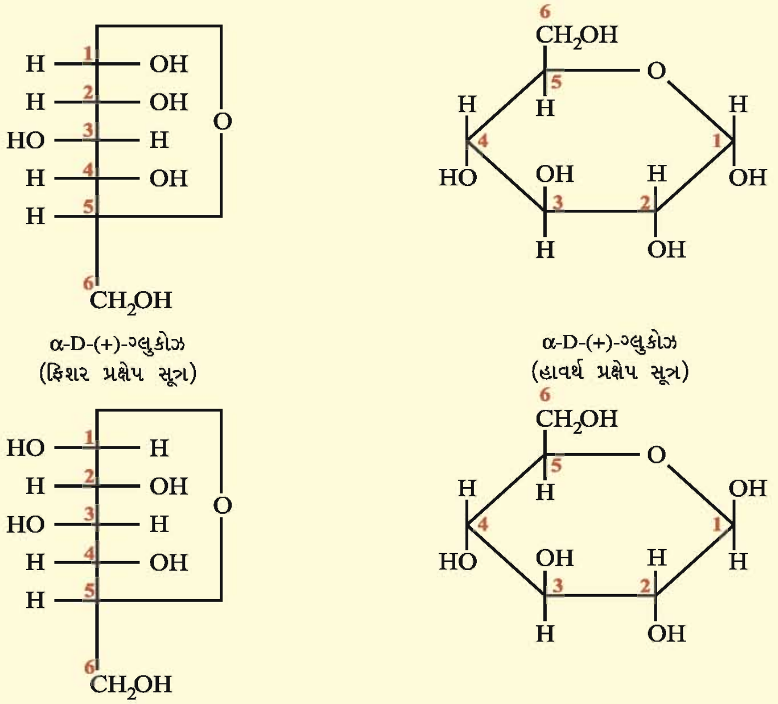
ગ્લુકોઝનું ચક્રીય બંધારણ : ગ્લુકોઝના અવકાશીય બંધારણમાં –CHO સમૂહ હાજર છે. પરંતુ ગ્લુકોઝ આલ્ડિહાઇડની કેટલીક પ્રક્રિયાઓ આપતું નથી. ઉપરાંત જે પ્રક્રિયા આલ્ડિહાઇડ ન આપે તેવી પ્રક્રિયાઓ ગ્લુકોઝ આપે છે.

(1) ગ્લુકોઝ, સોડિયમ બાયસલ્ફાઇટ ($NaHSO_3$) સાથે યોગશીલ નીપજ બનાવતું નથી. સામાન્ય રીતે આલ્ડિહાઇડ સમૂહ ધરાવતા સંયોજનો સોડિયમ બાયસલ્ફાઇટ સાથે યોગશીલ નીપજ આપતા હોય છે.

(2) કોઈ પણ આલ્ડિહાઇડ ટૉલેન્સ પ્રક્રિયક તથા ફેહલિંગ દ્રાવણનું રિડક્શન કરે છે. તેમજ સ્કિફના પ્રક્રિયક સાથે જાંબલી રંગ આપે છે. ગ્લુકોઝ પ્રથમ બે પ્રક્રિયાઓ આપે છે પણ સ્કિફના પ્રક્રિયક સાથે જાંબલી રંગ આપતું નથી.

(3) કોઈ પણ આલ્ડિહાઇડ મ્યુટારોટેશનનો (વિશિષ્ટ પરિભ્રમણમાં ફેરફાર થવાની ઘટના) ગુણધર્મ દર્શાવતું નથી. જ્યારે ગ્લુકોઝ આ ગુણધર્મ દર્શાવે છે.

આમ, આ પ્રક્રિયાઓ ગ્લુકોઝના મુક્ત શૃંખલાવાળા બંધારણ વિશે શંકા ઉત્પન્ન કરે છે. પ્રાયોગિક પરિણામોને આધારે નક્કી થયું કે ગ્લુકોઝ α અને β એમ બે અવકાશીય રૂપોમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. ગ્લુકોઝના આ બે સ્વરૂપોનું અસ્તિત્વ, તેના મુક્ત શૃંખલાવાળા બંધારણથી સમજાવી શકાતું નથી. 1895માં ફિશર (Fischer), ટૉલેન્સ (Tollens) અને ટનરેટ (Tanret) વૈજ્ઞાનિકોએ સૂચવ્યું કે ગ્લુકોઝનું બંધારણ મુક્ત શૃંખલાવાળું નહીં પણ ચક્રીય (Cyclic) હોવું જોઈએ. 1925માં હાવર્થ (Haworth) અને હર્સ્ટ (Hirst) પ્રાયોગિક પુરાવાઓને આધારે સૂચવ્યું કે ગ્લુકોઝના અણુમાં પાયરેનોઝ ચક્ર (પાંચ કાર્બન પરમાણુઓ અને એક ઑક્સિજન પરમાણુનું બનેલ ચક્ર) હોવું જોઈએ. તેમની આ બાબતને ક્ષ-કિરણના અભ્યાસે પણ અનુમોદન આપ્યું. આમ, ગ્લુકોઝ પાયરેનોઝ ચક્રવાળું ચક્રીય બંધારણ ધરાવે છે, જે નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય.



α-D-(+)-ગ્લુકોઝ (ફિશર પ્રક્ષેપ સૂત્ર)

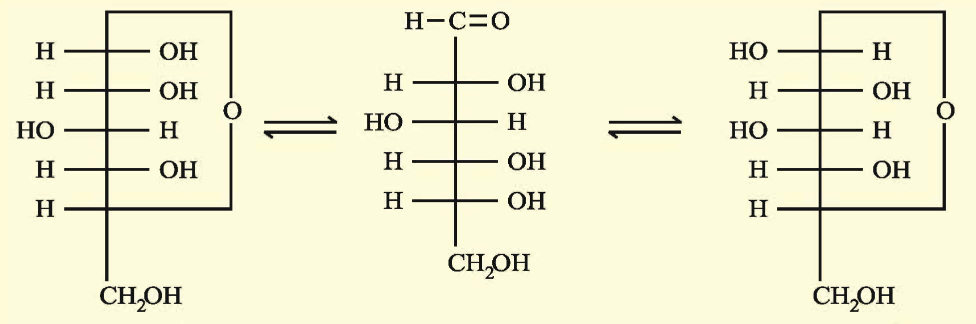
α-D-(+)-ગ્લુકોઝ (હાવર્થ પ્રક્ષેપ સૂત્ર)

β-D-(+)-ગ્લુકોઝ (ફિશર પ્રક્ષેપ સૂત્ર)

β-D-(+)-ગ્લુકોઝ (હાવર્થ પ્રક્ષેપ સૂત્ર)

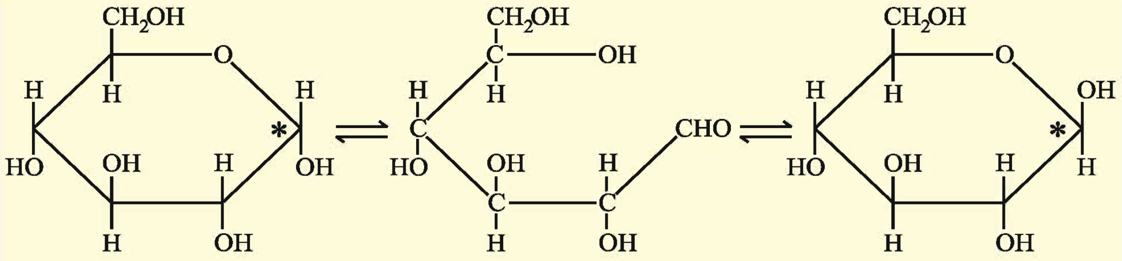
સામાન્ય રીતે ચક્રીય બંધારણમાં રહેલો કાર્બન કે જે મુક્ત શૃંખલાવાળા બંધારણમાં કાર્બોનિલ કાર્બન હોય છે તેને **એનોમેરિક કાર્બન** કહે છે. ગ્લુકોઝના ચક્રીય બંધારણમાં પ્રથમ કાર્બન પરમાણુ એનોમેરિક કાર્બન પરમાણુ છે, કારણ કે મુક્ત શૃંખલાવાળા બંધારણમાં તે કાર્બોનિલ કાર્બન છે. એનોમેરિક કાર્બન પરના વિન્યાસને કારણે જુદા પડતા સમઘટકોને **એનોમર્સ** કહે છે. α-D-(+)-ગ્લુકોઝ અને β-D-(+)-ગ્લુકોઝ એનોમર્સ છે, કારણ કે α-D-(+)-ગ્લુકોઝના ફિશર પ્રક્ષેપ બધારણમાં –OH સમૂહ એનોમેરિક કાર્બનની (C1) જમણી બાજુ જોડાયેલ છે, જ્યારે β-D-(+)-ગ્લુકોઝના ફિશર પ્રક્ષેપ

બંધારણમાં –OH સમૂહ એનોમેરિક કાર્બનની (C1) ડાબી બાજુ જોડાયેલ છે. ફિશર પ્રક્ષેપ સૂત્રમાં જમણી બાજુએ દર્શાવેલ પરમાણુ કે સમૂહને હાવર્થ પ્રક્ષેપ સૂત્રમાં નીચેની તરફ (down) દર્શાવાય છે. α-D-(+)-ગ્લુકોઝને 303 K તાપમાને પાણીમાંથી સ્ફટિકીકરણ કરી મેળવી શકાય છે. તેને ઈથાઇલ આલ્કોહૉલ અથવા ગ્લેસિઅલ એસિટિક ઍસિડમાં સ્ફટિકીકરણ કરીને પણ મેળવી શકાય છે. આ રીતે મેળવેલા સ્ફટિકોને પાણીમાં ઓગાળી બનાવેલા ગ્લુકોઝના તાજા દ્રાવણનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ + 112^0 હોય છે. સમય જતા ઘટીને તે + 52.5^0 થાય છે. β-D-(+)-ગ્લુકોઝને 371 K તાપમાને પાણીમાંથી સ્ફટિકીકરણ કરી મેળવી શકાય છે. તેને પિરિડીનમાં સ્ફટિકીકરણ કરીને પણ મેળવી શકાય છે. આ રીતે મેળવેલા સ્ફટિકોને પાણીમાં ઓગાળી બનાવેલા ગ્લુકોઝના તાજા દ્રાવણનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ + 19^0 હોય છે. સમય જતાં વધીને તે + 52.5^0 થાય છે. વિશિષ્ટ પરિભ્રમણમાં ફેરફાર થવાની આ ઘટનાને **મ્યુટારોટેશન** કહે છે. ગ્લુકોઝમાં જોવા મળતું આ મ્યુટારોટેશન, α-સ્વરૂપનું β-સ્વરૂપમાં અને β-સ્વરૂપનું α-સ્વરૂપમાં પરિવર્તનને કારણે હોવું જોઈએ. + 52.5^0 વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ દર્શાવતા ગ્લુકોઝના દ્રાવણમાં α-D-(+)-ગ્લુકોઝ (36 %) અને β-D-(+)-ગ્લુકોઝ (64 %)નું મિશ્રણ હોય છે. આ પરિવર્તન નીચે મુજબ સમજાવી શકાય છે.



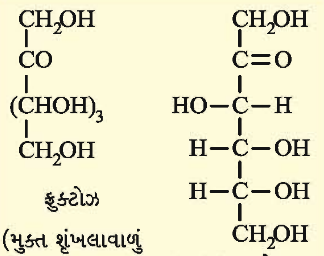
α-D-(+)-ગ્લુકોઝ (36 %) ⇌ β-D-(+)-ગ્લુકોઝ (64 %)

હાવર્થ પ્રક્ષેપ સૂત્ર દ્વારા પણ આ બાબત સરળતાથી સમજી શકાય છે.



α-D-(+)-ગ્લુકોઝ ⇌ β-D-(+)-ગ્લુકોઝ

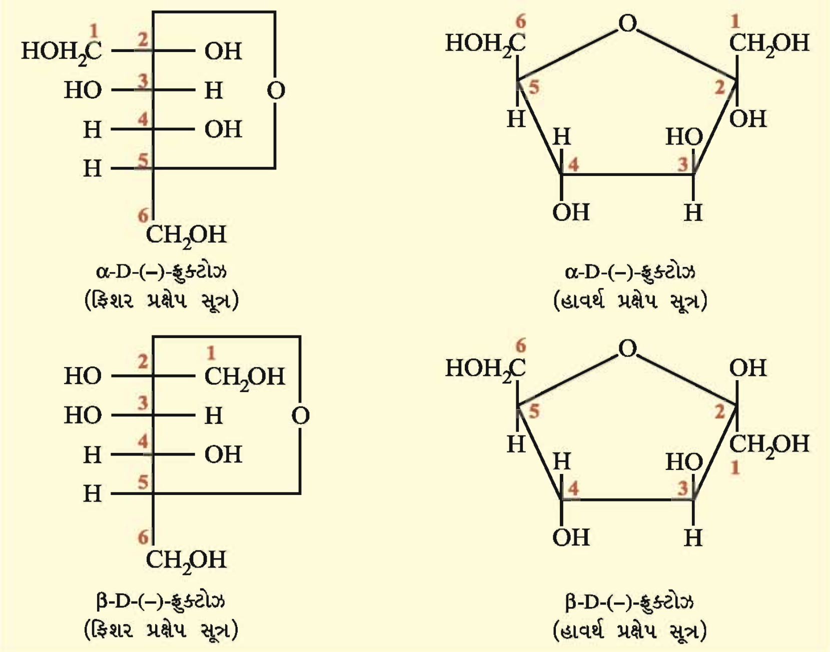
7.3.2 ફ્રુક્ટોઝ :



ફ્રુક્ટોઝ (મુક્ત શૃંખલાવાળું બંધારણ) D-(–)-ફ્રુક્ટોઝ (અવકાશીય બંધારણ)

ફ્રુક્ટોઝ સફેદ સ્ફટિકમય પદાર્થ છે. તે પાણીમાં દ્રાવ્ય, આલ્કોહૉલમાં અલ્પ દ્રાવ્ય તથા ઈથરમાં અદ્રાવ્ય છે. તે વામભ્રમણીય (levorotatory) પ્રકાશ ક્રિયાશીલ છે. સ્વાદે તે મીઠો છે. તેનું ગળપણ ગ્લુકોઝ, ખાંડ અને બધી શર્કરાઓ કરતાં પણ વધુ છે. ફ્રુક્ટોઝનું આણ્વિયસૂત્ર $C_6H_{12}O_6$ છે. તેમાં કિટોન સમૂહ અને છ કાર્બન પરમાણુઓ હોવાથી તે કિટોહેકસોઝ તરીકે ઓળખાય છે. પ્રાયોગિક રીતે નક્કી થયેલા ફ્રુક્ટોઝના બંધારણો નીચે દર્શાવ્યા છે.

પ્રયોગોને આધારે નક્કી થયું કે ફ્રુક્ટોઝ α અને β એમ બે અવકાશીય રૂપોમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે તથા ફ્યુરાનોઝવાળું ચક્રીય બંધારણ ધરાવે છે. ફ્રુક્ટોઝમાં C2 એનોમેરિક કાર્બન છે. ફ્રુક્ટોઝ મ્યુટારોટેશન ગુણધર્મ દર્શાવે છે. ફ્રુક્ટોઝના ચક્રીય બંધારણો નીચે પ્રમાણે છે.



7.4 ડાયસેકેરાઇડ (Disaccharides)

ડાયસેકેરાઇડ અણુ બે મૉનોસેકેરાઇડ એકમોનો બનેલો હોય છે. ડાયસેકેરાઇડનું મંદ ઍસિડ અથવા ઉત્સેચક દ્વારા જળવિભાજન કરવાથી એક જ પ્રકારના અથવા બે જુદા જુદા મૉનોસેકેરાઇડ મળે છે. ડાયસેકેરાઇડનું આણ્વિયસૂત્ર $C_{12}H_{22}O_{11}$ છે.

$$\underset{\text{માલ્ટોઝ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow[H_2O]{\text{જળવિભાજન}} \underset{\text{ગ્લુકોઝ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ગ્લુકોઝ}}{C_6H_{12}O_6}$$

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

$$\underset{\text{લેક્ટોઝ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow[H_2O]{\text{જળવિભાજન}} \underset{\text{ગ્લુકોઝ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ગેલેક્ટોઝ}}{C_6H_{12}O_6}$$

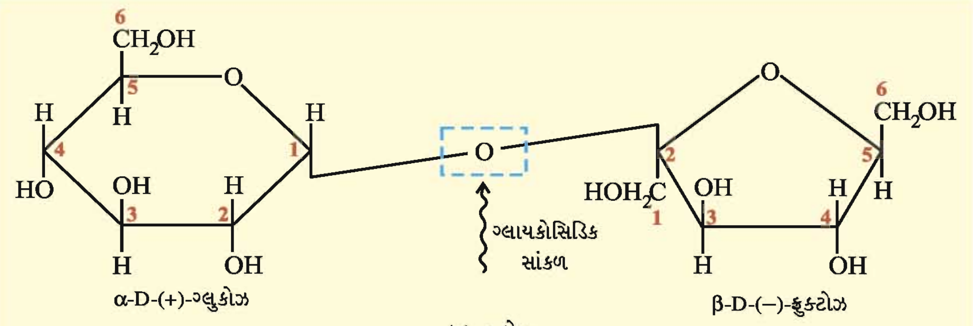
ડાયસેકેરાઇડમાં બે મૉનોસેકેરાઇડ એકમો ઑક્સિજન પરમાણુની જ સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે તેને ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ કહે છે. ડાયસેકેરાઇડ સ્વાદે મીઠાં (ગળ્યાં), સ્ફટિકમય અને પાણીમાં દ્રાવ્ય પદાર્થો છે.

(1) સુક્રોઝ : સુક્રોઝ આપણા રોજિંદા જીવનમાં વપરાતી ખાંડ છે. તે શેરડી અને બીટમાંથી વિશેષ પ્રમાણમાં મળે છે. તેથી તેને શેરડી શર્કરા (Cane sugar) પણ કહે છે. સુક્રોઝ રંગવિહીન, સ્ફટિકમય, ગળ્યા સ્વાદની તથા જલદ્રાવ્ય શર્કરા છે. આ શર્કરા દક્ષિણભ્રમણીય (+) છે. તેના જલીય દ્રાવણનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ + 66.5^0 છે. તેમાં મ્યુટારોટેશન થતું નથી. સુક્રોઝને મંદ ઍસિડ (HCl કે H_2SO_4) સાથે ઉકાળવાથી અથવા ઇન્વર્ટેઝ ઉત્સેચક વડે તેનું જળવિભાજન કરવાથી D-(+)-ગ્લુકોઝ અને D-(–)-ફ્રુક્ટોઝનું સરખા પ્રમાણમાં (1 : 1) મિશ્રણ ઉત્પન્ન થાય છે.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{ઈન્વર્ટેઝ}]{\text{મંદ ઍસિડ અથવા}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

સુક્રોઝ ગ્લુકોઝ ફ્રુક્ટોઝ

સુક્રોઝના જળવિભાજન થયા પહેલા તેનું જલીય દ્રાવણ દક્ષિણભ્રમણીય (+) હોય છે. પરંતુ જળવિભાજનને અંતે ઉત્પન્ન થયેલા ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝના મિશ્રણનું જલીય દ્રાવણ વામભ્રમણીય (–) માલૂમ પડે છે. આ દ્રાવણનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ -20^0 માલૂમ પડ્યું છે. સુક્રોઝના દ્રાવણનું પરિભ્રમણ ઊલટું થઈ જવાની આ ઘટના વિપરીતકરણ (Inversion) કહેવાય છે. જળવિભાજનને અંતે મળેલું ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝનું મિશ્રણ વિપરીત શર્કરા (Invert sugar) કહેવાય છે. જળવિભાજન દરમિયાન પ્રકાશીય પરિભ્રમણ વિપરીત થવાનું કારણ એ છે કે સમતોલન સમયે ગ્લુકોઝના દ્રાવણનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ $+ 52.5^0$ હોય છે અને ફ્રુક્ટોઝના દ્રાવણનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ (-92^0) હોય છે. આમાં ફ્રુક્ટોઝનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ ગ્લુકોઝ કરતાં વધારે હોવાથી પરિણામી મિશ્રણ વામભ્રમણીય (–) બને છે. પ્રાયોગિક પરિણામોને આધારે નક્કી થયું છે કે સુક્રોઝ સંયોજનના બંધારણમાં α-D-(+)-ગ્લુકોઝના C1 અને β-D-(–)-ફ્રુક્ટોઝના C2 વચ્ચે ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ રચાયેલી હોય છે. આમ, **સુક્રોઝમાં બે મૉનોસેકેરાઇડ એકમો C1–O–C2 સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે.**



(+) સુક્રોઝ

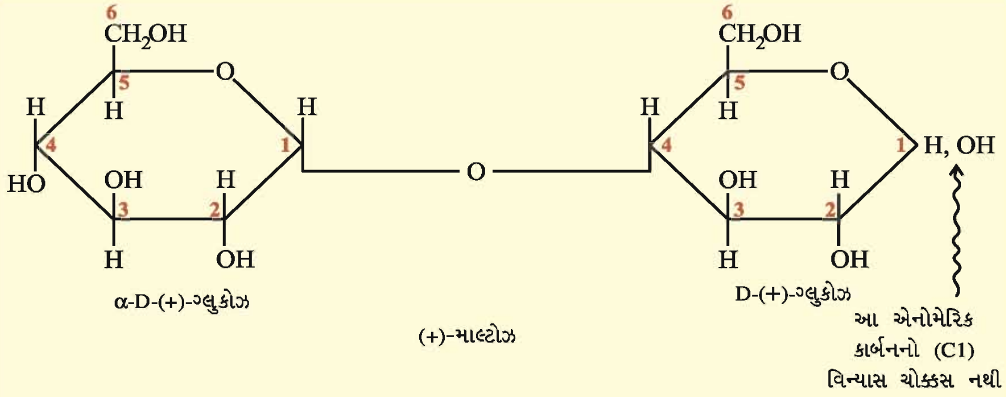
સુકોઝના બંને મૉનોસેકેરાઇડ એકમો ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝ રિડ્યુસિંગ શર્કરા છે. ગ્લુકોઝના ચક્રીય બંધારણમાં C1 અને ફ્રુક્ટોઝના ચક્રીય બંધારણમાં C2 સાથે જોડાયેલ –OH સમૂહ રિડકશનકર્તા સમૂહ તરીકે વર્તે છે. સુક્રોઝમાં જોડાયેલા બંને મૉનોસેકેરાઇડ એકમોના રિડકશનકર્તા સમૂહો ગ્લાયકોસિડિક બંધ બનાવવામાં ભાગ લીધેલો હોવાથી તે મુક્ત નથી. તેથી સુક્રોઝ ફેહલિંગના દ્રાવણનું રિડકશન કરતું નથી કે ફિનાઇલ હાઇડ્રેઝીન સાથે ફિનાઇલ હાઇડ્રેઝોન બનાવતું નથી. આમ, **સુક્રોઝ નોન-રિડ્યુસિંગ શર્કરા** છે. અન્ય શર્કરાઓના ગળપણની સરખામણી માટે સુક્રોઝને માનક (Standard) તરીકે લેવામાં આવે છે. તેનો ગળપણ આંક 100 ગણવામાં આવે છે. તે મુજબ ગ્લુકોઝ (74), ફ્રુક્ટોઝ (173), લેક્ટોઝ (16) ગળપણ આંક ધરાવે છે. સુક્રોઝને જ્યારે 483 K તાપમાને ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તેમાંથી પાણી દૂર થતાં ભૂખરો કથ્થાઈ અસ્ફટિકીય પદાર્થ બને છે, જેને **કેરેમલ (caramal)** કહે છે. આ કેરેમલ મીઠાઈ તથા આઇસક્રીમની બનાવટમાં રંગક તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

(2) માલ્ટોઝ : જવમાં માલ્ટ નામનો પદાર્થ હોય છે જેનો મુખ્ય ઘટક માલ્ટોઝ છે. તેથી માલ્ટોઝને માલ્ટશર્કરા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. સ્ટાર્ચવાળા પદાર્થોમાંથી આલ્કોહૉલ બને તે પહેલા માલ્ટોઝ બનતો હોય છે. માલ્ટોઝ રંગવિહીન અને સોયાકાર સ્ફટિકમય પદાર્થ છે. તે પાણીમાં અતિ દ્રાવ્ય છે જ્યારે આલ્કોહૉલમાં અદ્રાવ્ય છે. માલ્ટોઝ દક્ષિણભ્રમણીય (+) છે અને મ્યુટારોટેશન દર્શાવે છે. તેનું મંદ ઍસિડ અથવા માલ્ટેઝ ઉત્સેચક વડે જળવિભાજન કરતાં D-(+)-ગ્લુકોઝ બને છે.

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{માલ્ટેઝ}]{\text{મંદ ઍસિડ અથવા}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

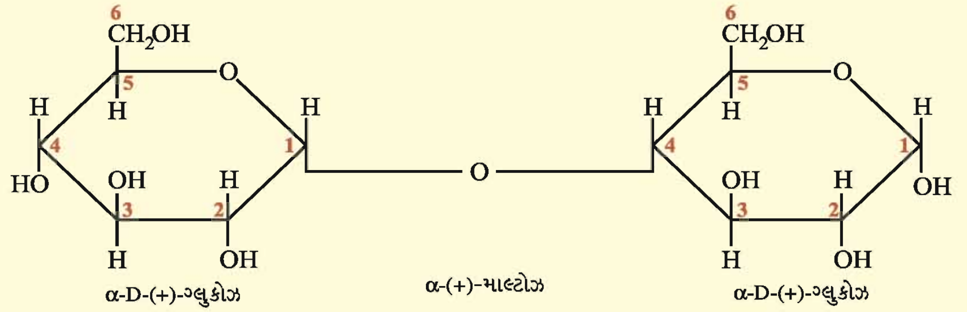
માલ્ટોઝ ગ્લુકોઝ ગ્લુકોઝ

પ્રાયોગિક પરિણામોને આધારે નક્કી થયું છે કે માલ્ટોઝ સંયોજનના બંધારણમાં α-D-(+)-ગ્લુકોઝના C1 તથા બીજા D-(+)-ગ્લુકોઝના C4 વચ્ચે ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ રચાયેલી હોય છે. આમ, **માલ્ટોઝમાં બે મૉનોસેકેરાઇડ એકમો C1–O–C4 સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે.**

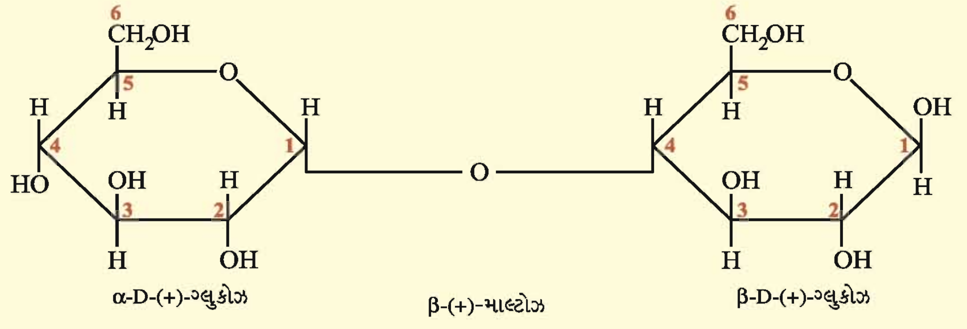


અહીં બે ગ્લુકોઝ એકમો પૈકી એક ગ્લુકોઝ એકમનો એનોમેરિક કાર્બન ગ્લાયકોસિડિક બંધ બનાવવામાં ભાગ લેતો નથી. આ એનોમેરિક કાર્બનનો વિન્યાસ બદલાવાથી માલ્ટોઝના બે રૂપો મળે છે જેને માલ્ટોઝના એનોમર્સ કહે છે. આ એનોમેરિક કાર્બનનો વિન્યાસ α-D-(+)-ગ્લુકોઝ જેવો હોય તો તેને α-માલ્ટોઝ અને β-D-(+)-ગ્લુકોઝ જેવો હોય તો તેને β-માલ્ટોઝ કહે છે. આમ,

α-(+)-માલ્ટોઝ = α-D-(+)-ગ્લુકોઝ + α-D-(+)-ગ્લુકોઝ



β-(+)-માલ્ટોઝ = α-D-(+)-ગ્લુકોઝ + β-D-(+)-ગ્લુકોઝ

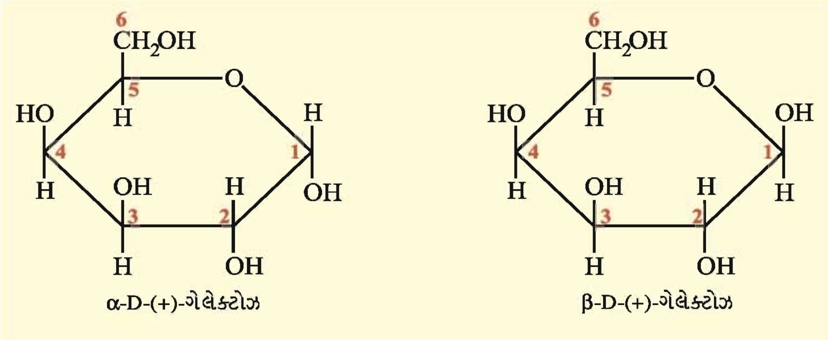


માલ્ટોઝમાં બંને મૉનોસેકેરાઇડ એકમો ગ્લુકોઝ રિડ્યુસિંગ શર્કરા છે. ગ્લુકોઝના ચક્રીય બંધારણમાં C1ને જોડાયેલ –OH સમૂહ રિડક્શનકર્તા સમૂહ તરીકે વર્તે છે. માલ્ટોઝમાં બે ગ્લુકોઝ એકમો C1–O–C4 સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે. આમ, એક ગ્લુકોઝ એકમના રિડક્શનકર્તા સમૂહે ગ્લાયકોસિડિક બંધ બનાવવામાં ભાગ લીધેલો છે, પણ બીજા ગ્લુકોઝ એકમનો રિડક્શનકર્તા સમૂહ મુક્ત છે. તેથી માલ્ટોઝ, ફેહલિંગના દ્રાવણનું રિડક્શન કરે છે તથા ફિનાઇલ હાઇડ્રેઝીન સાથે ફિનાઇલ હાઇડ્રેઝોન બનાવે છે. આમ, **માલ્ટોઝ રિડ્યુસિંગ શર્કરા** છે.

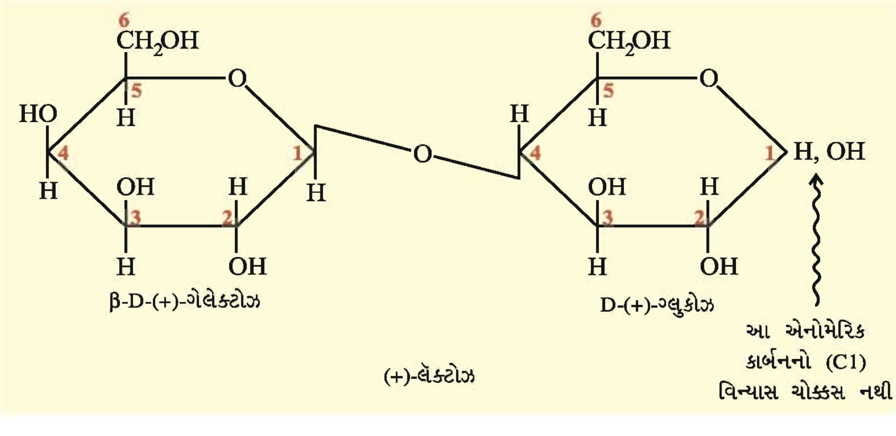
(3) લૅક્ટોઝ : પ્રાણીઓના દૂધમાં લૅક્ટોઝ હોય છે, તેથી તેને દૂધ શર્કરા (milksugar) પણ કહે છે. વનસ્પતિમાં આ શર્કરા હોતી નથી. દૂધમાંથી કેસીન જુદું પાડ્યા બાદ તેમાંથી ચરબી કાઢી લેવામાં આવે છે. બાકી રહેલા દૂધ કે જેમાં લૅક્ટોઝ હોય છે તેને હવા રહિત પાત્રમાં સાંદ્ર બનાવી લૅક્ટોઝ શર્કરા મેળવી શકાય છે. લૅક્ટોઝ પાણીમાં દ્રાવ્ય પણ આલ્કોહૉલમાં અદ્રાવ્ય છે. તે દક્ષિણભ્રમણીય (+) છે અને મ્યુટારોટેશન દર્શાવે છે. તેનું મંદ ઍસિડ અથવા ઇમલ્સિન (emulsin) ઉત્સેચક વડે જળવિભાજન કરતાં D-(+)-ગેલેક્ટોઝ અને D-(+)-ગ્લુકોઝનું સરખા પ્રમાણમાં (1:1) મિશ્રણ ઉત્પન્ન થાય છે.

$$\underset{\text{લૅક્ટોઝ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{ઇમલ્સિન}]{\text{મંદ ઍસિડ અથવા}} \underset{\text{ગેલેક્ટોઝ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ગ્લુકોઝ}}{C_6H_{12}O_6}$$

અહીં લૅક્ટોઝનું બંધારણ જાણ્યા પહેલા ગેલેક્ટોઝનું બધારણ જાણવું જરૂરી છે. પ્રાયોગિક પરિણામોને આધારે નક્કી થયેલ ગેલેક્ટોઝ ($C_6H_{12}O_6$)નું ચક્રીય બંધારણ નીચે મુજબ છે.



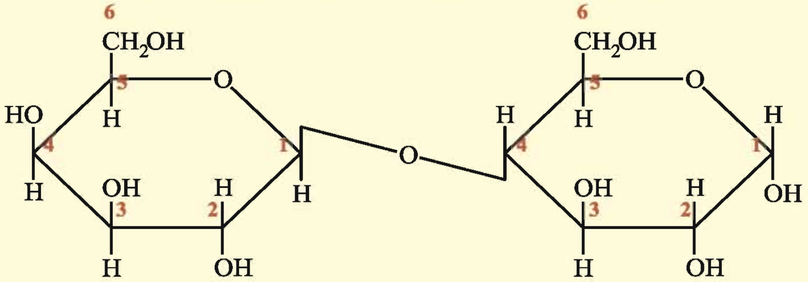
પ્રાયોગિક પરિણામોને આધારે નક્કી થયું છે કે લૅક્ટોઝ સંયોજનના બંધારણમાં β-D-(+)-ગેલેક્ટોઝના C1 તથા D-(+)-ગ્લુકોઝના C4 વચ્ચે ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ રચાયેલી હોય છે. આમ, **લૅક્ટોઝમાં બે મૉનોસેકેરાઇડ એકમો C1–O–C4 સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે.**



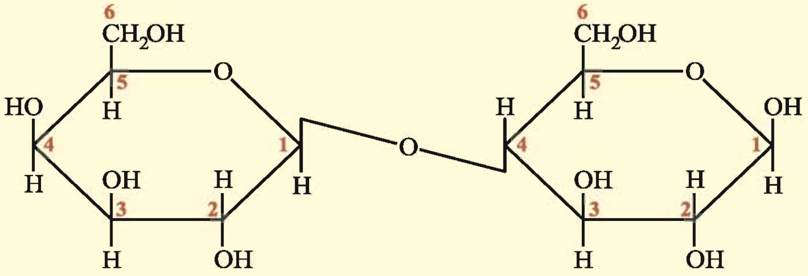
(+)-લૅક્ટોઝ

અહીં બે મૉનોસેકેરાઇડ પૈકી D-(+)-ગ્લુકોઝ એકમનો એનોમેરિક કાર્બન ગ્લાયકોસિડિક બંધ બનાવવામાં ભાગ લેતો નથી. આ એનોમેરિક કાર્બનનો વિન્યાસ બદલાવાથી લૅક્ટોઝના બે રૂપો મળે છે, જેને લૅક્ટોઝના એનોમર્સ કહે છે. આ એનોમેરિક કાર્બનનો વિન્યાસ α-D-(+)-ગ્લુકોઝ જેવો હોય તો તેને α-લૅક્ટોઝ અને β-D-(+)-ગ્લુકોઝ જેવો હોય તો તેને β-લૅક્ટોઝ કહે છે. આમ,

α-(+)-લૅક્ટોઝ = β-D-(+)-ગેલેક્ટોઝ + α-D-(+)-ગ્લુકોઝ



β-(+)-લૅક્ટોઝ = β-D-(+)-ગેલેક્ટોઝ + β-D-(+)-ગ્લુકોઝ



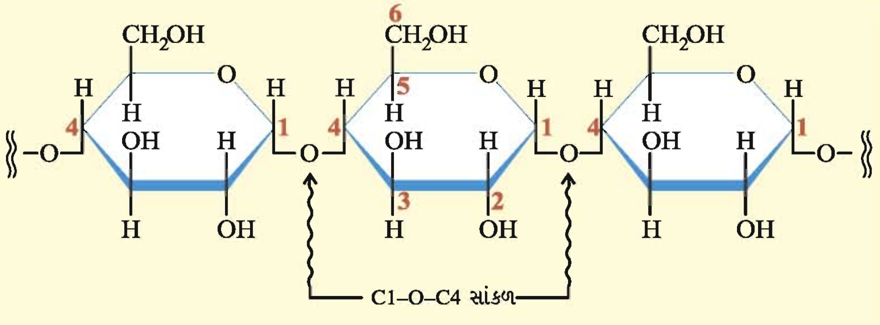
લૅક્ટોઝના બંને મૉનોસેકેરાઇડ એકમો ગેલેક્ટોઝ અને ગ્લુકોઝ રિડ્યુસિંગ શર્કરા છે. ગ્લુકોઝ અને ગેલેક્ટોઝના ચક્રીય બંધારણમાં C1 સાથે જોડાયેલ –OH સમૂહ રિડક્શનકર્તા સમૂહ તરીકે વર્તે છે. લૅક્ટોઝમાં ગેલેક્ટોઝ અને ગ્લુકોઝ એકમો C1–O–C4 સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે તેથી ગ્લુકોઝ એકમનો રિડક્શનકર્તા સમૂહ મુક્ત છે. તેથી લૅક્ટોઝ ફેહલિંગના દ્રાવણનું રિડક્શન કરે છે તથા ફિનાઇલ હાઇડ્રેઝીન સાથે ફિનાઇલ હાઇડ્રેઝોન બનાવે છે. આમ, **લૅક્ટોઝ રિડ્યુસિંગ શર્કરા છે.**

7.5 પોલિસેકેરાઇડ (Polysaccharides)

પોલિસેકેરાઇડ અણુમાં અનેક મૉનોસેકેરાઇડ અણુ જોડાયેલા હોય છે. સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ, ગ્લાયકોજન અને ડેક્ષ્ટ્રીન (Dextrin) પોલિસેકેરાઇડના ઉદાહરણો છે. પોલિસેકેરાઇડ પદાર્થના આણ્વિયદળ ખૂબ ઊંચા હોય છે. સ્ટાર્ચનું આણ્વિયદળ 8 લાખથી 10 લાખ જેટલું ઊંચું હોઈ શકે છે. પોલિસેકેરાઇડ પદાર્થનું ચોક્કસ આણ્વિયદળ નક્કી કરવું મુશ્કેલ હોય છે. તેથી તેમનું સામાન્ય સૂત્ર $(C_6H_{10}O_5)_n$ લખાય છે. આ પદાર્થો સ્વાદવિહીન અને અસ્ફટિકમય હોય છે. તેઓ ગરમ પાણીમાં પણ અદ્રાવ્ય હોય છે. પોલિસેકેરાઇડ પદાર્થોનું મંદ ઍસિડ અથવા ઉત્સેચક વડે જળવિભાજન કરતાં ડાયસેકેરાઇડ અને છેવટે હેક્સોઝ અથવા પેન્ટોઝ બને છે.

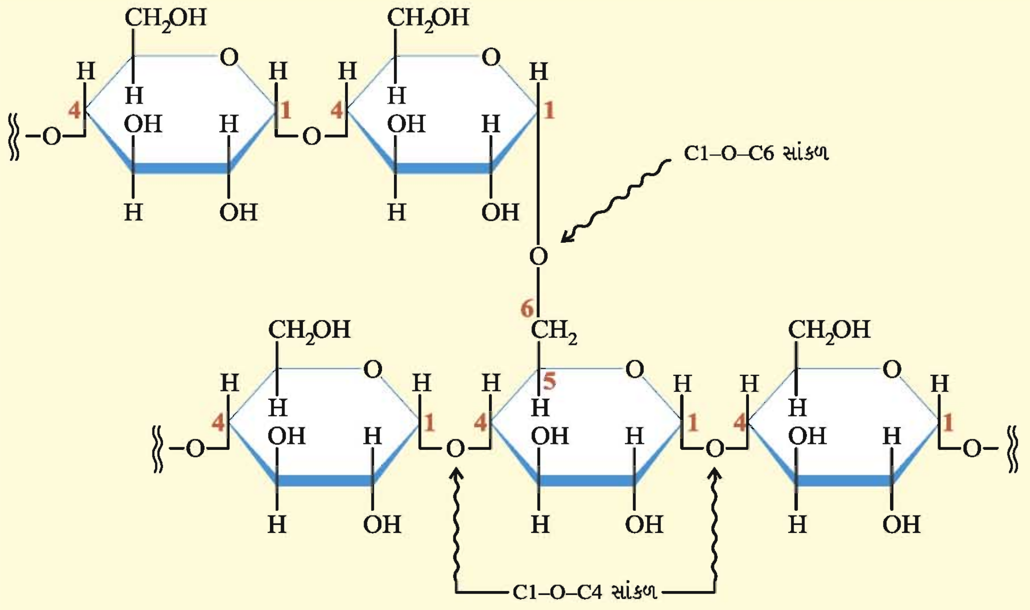
(1) સ્ટાર્ચ : કુદરતમાં સ્ટાર્ચ બધા લીલા છોડ, મૂળ અને બીજમાં મળી આવે છે. તેનો મુખ્ય સ્રોત ઘઉં, ચોખા, બટાટા, મકાઈ અને જુવાર જેવા અનાજ છે. તે આ બધામાં જુદા જુદા કદમાં અને આકારમાં કણ સ્વરૂપે (granules) મળે છે. સ્ટાર્ચ રંગવિહીન, વાસવિહીન, પાણીમાં અદ્રાવ્ય ઘન પદાર્થ છે. સ્ટાર્ચ પદાર્થ, એમાઇલોઝ (આશરે 20 %) અને એમાઇલોપૅક્ટિન (આશરે 80 %) જેવા પોલિસેકેરાઇડનું મિશ્રણ છે. એમાઇલોઝના બંધારણમાં 200 થી 1000 જેટલા ગ્લુકોઝ

અણુઓની લાંબી શાખાવિહીન શૃંખલા હોય છે. આ શૃંખલામાં α-D-(+)-ગ્લુકોઝ એકમો C1–O–C4 સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે.



એમાઈલોઝ

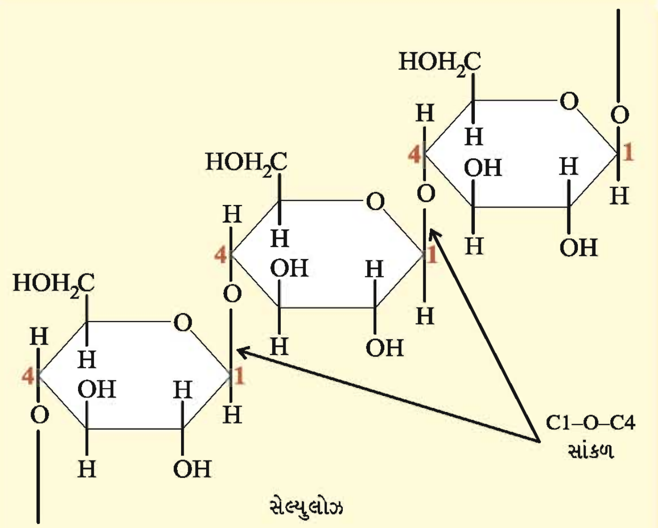
એમાઈલોપૅક્ટિનના બંધારણમાં α-D-(+)-ગ્લુકોઝ એકમો C1–O–C4 સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે. પરંતુ કેટલાક α-D-(+)-ગ્લુકોઝ એકમો C1–O–C6 સાંકળથી જોડાઈ શાખાઓ બનાવે છે.



એમાઈલોપૅક્ટિન

(2) સેલ્યુલોઝ : વનસ્પતિકોષોની દીવાલો (બાહ્ય આવરણ) મુખ્યત્વે સેલ્યુલોઝની બનેલી હોય છે. રૂ (cotton), સેલ્યુલોઝનું શુદ્ધ સ્વરૂપ છે. આ ઉપરાંત લાકડા (50 % સેલ્યુલોઝ) અને શણ(65 % સેલ્યુલોઝ)માંથી ઠીક પ્રમાણમાં સેલ્યુલોઝ મળે છે. સેલ્યુલોઝ રંગવિહીન તંતુમય પદાર્થ છે. પાણીમાં તેમજ મોટાભાગના કાર્બનિક દ્રાવકોમાં તે અદ્રાવ્ય છે. પરંતુ એમોનિયામય ક્યુપ્રિક હાઈડ્રોક્સાઈડમાં તદ્દન દ્રાવ્ય છે. સેલ્યુલોઝનું આણ્વિયદળ આશરે 3 લાખથી 5 લાખ (1800થી 3000 ગ્લુકોઝ એકમો) હોય છે. સેલ્યુલોઝનું ઍસિડ વડે જળવિભાજન કરવાથી D-(+)-ગ્લુકોઝ મળે છે. પ્રાયોગિક પરિણામોને આધારે નક્કી થયું છે કે સેલ્યુલોઝ, β-D-(+)-ગ્લુકોઝની લાંબી શૃંખલા ધરાવે છે. તેમાં એક β-D-(+)-ગ્લુકોઝના C1 અને

તે પછીના β-D-(+) ગ્લુકોઝના C4 વચ્ચે ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ હોય છે. આમ, **સેલ્યુલોઝમાં મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ C1–O–C4 સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે.**



સેલ્યુલોઝ

7.6 કાર્બોહાઇડ્રેટનું મહત્ત્વ (Importance of Carbohydrates)

- બૅક્ટેરિયા અને વનસ્પતિની કોષદીવાલ સેલ્યુલોઝની બનેલી હોય છે.
- નવી ઊગતી વનસ્પતિ પોતાની વૃદ્ધિ માટે બીજમાં સંગ્રહાયેલ સ્ટાર્ચનો ખોરાક તરીકે ઉપયોગ કરે છે.
- પ્રાણીશરીરમાં સંગ્રહાયેલ ગ્લાયકોજન, જરૂર પડ્યે ગ્લુકોઝમાં રૂપાંતર પામી શક્તિ પૂરી પાડે છે.
- આપણા ખાદ્યપદાર્થોમાં મોટાભાગે કાર્બોહાઇડ્રેટ પદાર્થો હાજર હોય છે. દા.ત., ખાંડ, ગોળ, ઘઉં, ચોખા વગેરે.
- કાપડ તરીકે વપરાતા લીનન, રેયોન અને એસિટેટ રેસાઓ સેલ્યુલોઝના સ્વરૂપો છે.
- મકાન અને ફર્નિચર બનાવવા માટે વપરાતું લાકડું પણ સેલ્યુલોઝ જ છે.
- કાગળ, ફોટોગ્રાફી-ફિલ્મ, સ્ફોટક પદાર્થો, પ્લાસ્ટિક વગેરેના નિર્માણમાં કાર્બોહાઇડ્રેટ પદાર્થોનો ઉપયોગ થાય છે.

7.7 પ્રોટીન (Proteins)

પ્રોટીન સંયોજનો ખૂબ ઊંચા આણ્વિયદળ (લગભગ 20,000 થી 2 કરોડ) ધરાવે છે. તે એમિનો ઍસિડના બનેલા સંકીર્ણ જૈવિક પોલિમર છે, જે બધાં જ જીવંત કોષોમાં હોય છે. આથી પ્રોટીન બધાં જ જીવંત કોષોમાં મહત્ત્વની શરીરક્રિયાત્મક અગત્ય ધરાવે છે. ઉત્સેચકો, અંતઃસ્રાવીઓ, પ્રતિદ્રવ્યો (antibodies) વગેરે પ્રોટીન છે. પ્રોટીનનું જળવિભાજન કરવાથી મોટી સંખ્યામાં જુદા જુદા એમિનો ઍસિડ મળે છે. બધાં જ પ્રોટીનમાં C, H, O, N તત્ત્વો હોય છે, જ્યારે કેટલાકમાં S, P જેવા અધાતુતત્ત્વો તથા Fe, Cu, Zn, Mn જેવા ધાતુતત્ત્વો અતિ અલ્પ પ્રમાણમાં હોય છે.

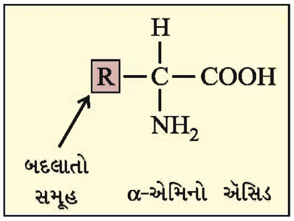
$$\text{પ્રોટીન} \xrightarrow{\text{જળવિભાજન}} \text{પેપ્ટાઇડ} \xrightarrow{\text{જળવિભાજન}} \text{એમિનો ઍસિડ}$$

આમ, પ્રોટીન અને પેપ્ટાઇડનો અભ્યાસ કરતા પહેલાં એમિનો ઍસિડનો અભ્યાસ જરૂરી બને છે.

7.7.1 એમિનો ઍસિડ (Amino Acids) :

1901માં વૈજ્ઞાનિક એમિલ ફિશરે પ્રોટીનના જળવિભાજન દ્વારા ઘણા એમિનો ઍસિડ મેળવ્યા હતા. આમ, એમિનો ઍસિડ પ્રોટીનના બધારણીય એકમો છે. એમિનો ઍસિડ નામ સૂચવે છે કે તેમાં એમિનો ($-NH_2$) તથા કાર્બોક્સિલ

(–COOH) એમ બંને સમૂહો હોય છે. પ્રોટીનના જળવિભાજનથી મળતા બધા જ એમિનો ઍસિડ α-એમિનો ઍસિડ હોય છે. એટલે કે તેના બંધારણમાં એમિનો સમૂહ, કાર્બોક્સિલ સમૂહની બાજુના α-કાર્બન ઉપર જોડાયેલો હોય છે. α-એમિનો ઍસિડનું સામાન્ય બંધારણ નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણેનું છે.



અહીં –R આલ્કાઇલ સમૂહ પૂરતો મર્યાદિત નથી. –R તરીકે મુક્ત શૃંખલા, ચક્રિય કે ઍરોમૅટિક હાઇડ્રોકાર્બન સમૂહ; એમિનો, કાર્બોક્સિલ, હાઇડ્રોક્સિલ કે સલ્ફર ધરાવતા સમૂહો હોઈ શકે છે (કોષ્ટક 7.1). અહીં નોંધવું જરૂરી છે કે બધા α-એમિનો ઍસિડના બંધારણમાં પ્રાથમિક એમિનો સમૂહ હોય છે. જ્યારે પ્રોલીન એમિનો ઍસિડના બંધારણમાં દ્વિતીયક એમિનો સમૂહ હોય છે. આ સંયોજનમાં એમિનો સમૂહનો નાઇટ્રોજન પરમાણુ પાંચ સભ્યોના ચક્રમાં જોડાયેલો હોય છે (કોષ્ટક 7.1). બધા α-એમિનો ઍસિડને રૂઢિગત નામ (trivial name) વડે ઓળખવામાં આવે છે. જેનાથી એમિનો ઍસિડના સામાન્ય ગુણધર્મો કે તેના સ્રોતનો ખ્યાલ આવે છે, પણ તેના બંધારણ અંગે કોઈ માહિતી મળતી નથી. હાલમાં ગ્લાયસિન તરીકે ઓળખાતો એમિનો ઍસિડ તેના મીઠા સ્વાદને કારણે (ગ્રીકમાં Glykos એટલે સ્વાદે ગળ્યું) ગ્લાયસિન તરીકે ઓળખાયો. જ્યારે હાલમાં ટાયરોસીન તરીકે ઓળખાતો એમિનો ઍસિડ સૌપ્રથમ ચીઝમાંથી મેળવ્યો હોવાથી (ગ્રીકમાં tyros એટલે ચીઝ) ટાયરોસીન તરીકે ઓળખાયો. આપણે જાણીએ છીએ તેમ એમિનો ઍસિડમાં એક ઍસિડિક સમૂહ (–COOH) અને એક બેઝિક સમૂહ ($–NH_2$) હોય છે. તેથી એમિનો ઍસિડનો ઍસિડિક, બેઝિક અને તટસ્થ સ્વભાવ R તરીકે જોડાનાર સમૂહના સ્વભાવ પર આધાર રાખે છે. એમિનો ઍસિડને તટસ્થ, ઍસિડિક અને બેઝિક એમિનો ઍસિડમાં નીચે મુજબ વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

(1) **તટસ્થ એમિનો ઍસિડ :** જે એમિનો ઍસિડમાં R તરીકે જોડાનાર સમૂહ તટસ્થ સ્વભાવનો હોય તો તે એમિનો ઍસિડને તટસ્થ એમિનો ઍસિડ કહે છે (કોષ્ટક 7.1). દા.ત., ગ્લાયસિન, એલેનાઇન.

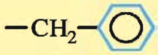
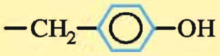
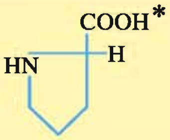
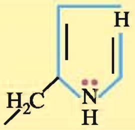
(2) **ઍસિડિક એમિનો ઍસિડ :** જે એમિનો ઍસિડમાં R તરીકે જોડાનાર સમૂહ ઍસિડિક સ્વભાવનો હોય તો તે એમિનો ઍસિડને ઍસિડિક એમિનો ઍસિડ કહે છે (કોષ્ટક 7.1). દા.ત., એસ્પાર્ટિક ઍસિડ, ગ્લુટામિક ઍસિડ.

(3) **બેઝિક એમિનો ઍસિડ :** જે એમિનો ઍસિડમાં R તરીકે જોડાનાર સમૂહ બેઝિક સ્વભાવનો હોય તો તે એમિનો ઍસિડને બેઝિક એમિનો ઍસિડ કહે છે (કોષ્ટક 7.1). દા.ત., લાઇસીન, આર્જિનીન.

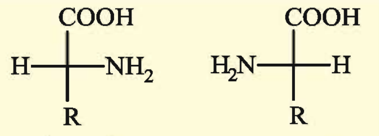
શરીરમાં જે એમિનો ઍસિડનું ઉત્પાદન થતું હોય છે તેઓને **બિનઆવશ્યક એમિનો ઍસિડ** કહે છે તથા જેઓનું શરીરમાં ઉત્પાદન થઈ શકતું નથી અને માત્ર આહાર મારફતે મેળવી શકાય છે તેઓને **આવશ્યક એમિનો ઍસિડ** કહે છે. લ્યુસીન, આઇસોલ્યુસીન, લાઇસીન, મિથિયોનીન, ફિનાઇલ એલેનાઇન, થ્રિઓનીન, ટ્રિપ્ટોફાન, વેલીન, આર્જિનીન અને હિસ્ટીડીન આવશ્યક એમિનો ઍસિડ છે. કુદરતમાંથી મળતાં અગત્યના 20 એમિનો ઍસિડના નામ અને બંધારણ કોષ્ટક 7.1માં દર્શાવ્યા છે.

કોષ્ટક 7.1 કુદરતમાંથી મળતાં અગત્યના એમિનો ઍસિડ (માત્ર જાણકારી માટે)

ક્રમ	એમિનો ઍસિડનું નામ	Rનું બંધારણ	ત્રણ અક્ષરી ટૂંકુ નામ	એક અક્ષરી ટૂંકુ નામ
	તટસ્થ એમિનો ઍસિડ			
1.	ગ્લસાયસીન	–H	Gly	G
2.	એલેનાઇન	$–CH_3$	Ala	A
3.	વેલીન	$–CH(CH_3)_2$	Val	V

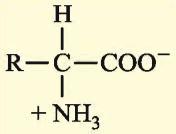
4.	લ્યુસીન	$-CH_2CH(CH_3)_2$	Leu	L
5.	આઇસોલ્યુસીન	$-CH(CH_3)CH_2CH_3$	Ile	I
6.	ફિનાઇલએલેનાઇન		Phe	F
7.	એસ્પાર્જિન	$-CH_2CONH_2$	Asn	N
8.	ગ્લુટામીન	$-CH_2CH_2CONH_2$	Gln	Q
9.	સિરીન	$-CH_2OH$	Ser	S
10.	થ્રિયોનીન	$-CH(OH)CH_3$	Thr	T
11.	સિસ્ટાઇન	$-CH_2SH$	Cys	C
12.	મિથિયોનીન	$-CH_2CH_2SCH_3$	Met	M
13.	ટાયરોસીન		Tyr	Y
14.	ટ્રિપ્ટોફાન		Trp	W
15.	પ્રોલીન		Pro	P
	ઍસિડિક એમિનો ઍસિડ			
16.	એસ્પાર્ટિક ઍસિડ	$-CH_2COOH$	Asp	D
17.	ગ્લુટામિક ઍસિડ	$-CH_2CH_2COOH$	Glu	E
	બેઝિક એમિનો ઍસિડ			
18.	લાઇસીન	$-(CH_2)_4NH_2$	Lys	K
19.	આર્જિનીન	$-(CH_2)_3NH-C(=NH)-NH_2$	Arg	R
20.	હિસ્ટીડીન		His	H

* તે માત્ર Rનું બંધારણ નથી પણ એમિનો ઍસિડનું સંપૂર્ણ બંધારણ છે.



D-એમિનો ઍસિડ L-એમિનો ઍસિડ

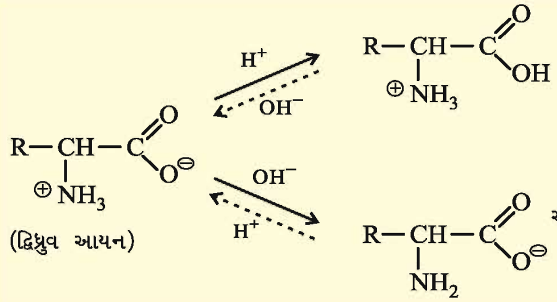
એમિનો ઍસિડના D અને L સ્વરૂપો : કોષ્ટક 7.1ના આધારે કહી શકાય કે ગ્લાયસીન સિવાયના બધા એમિનો ઍસિડમાં α-કાર્બન કિરાલ કાર્બન છે. આથી આ બધા એમિનો ઍસિડના D અને L સ્વરૂપ અસ્તિત્વ ધરાવે છે. એમિનો ઍસિડના ફિશર પ્રક્ષેપ સૂત્રમાં ઊભા અક્ષની ઉપરની બાજુએ –COOH સમૂહ અને નીચેની બાજુએ R સમૂહ હોય ત્યારે જો આડા અક્ષ પર જમણી બાજુએ $-NH_2$ સમૂહ હોય તો તે **D-એમિનો ઍસિડ** અને જો ડાબી બાજુએ $-NH_2$ સમૂહ હોય તો તે **L-એમિનો ઍસિડ** કહેવાય છે. કુદરતમાંથી મળતા મોટાભાગના એમિનો ઍસિડ L-વિન્યાસ ધરાવે છે.



એમિનો ઍસિડ દ્વિધ્રુવ અણુ તરીકે

એમિનો ઍસિડ દ્વિધ્રુવ અણુ તરીકે : આપણે જાણીએ છીએ તેમ એમિનો ઍસિડ ઍસિડિક સમૂહ (–COOH) અને બેઝિક સમૂહ ($-NH_2$) એમ બંને સમૂહો ધરાવે છે. શુષ્ક ઘનસ્વરૂપમાં એમિનો ઍસિડ દ્વિધ્રુવ અણુ તરીકે અસ્તિત્વ ધરાવે છે કે જેમાં કાર્બોક્સિલ સમૂહ કાર્બોક્સિલેટ આયન (COO^-) તરીકે અને એમિનો સમૂહ એમિનિયમ આયન ($\overset{+}{N}H_3$) તરીકે હાજર હોય છે. આ દ્વિધ્રુવ આયનને **ઝ્વીટર આયન (Zwitter ion)** તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

એમિનો ઍસિડનો દ્વિધ્રુવ આયન ઍસિડિક દ્રાવણમાં ધનઆયન સ્વરૂપે અને આલ્કલાઇન દ્રાવણમાં ઋણઆયન સ્વરૂપે હોય છે.



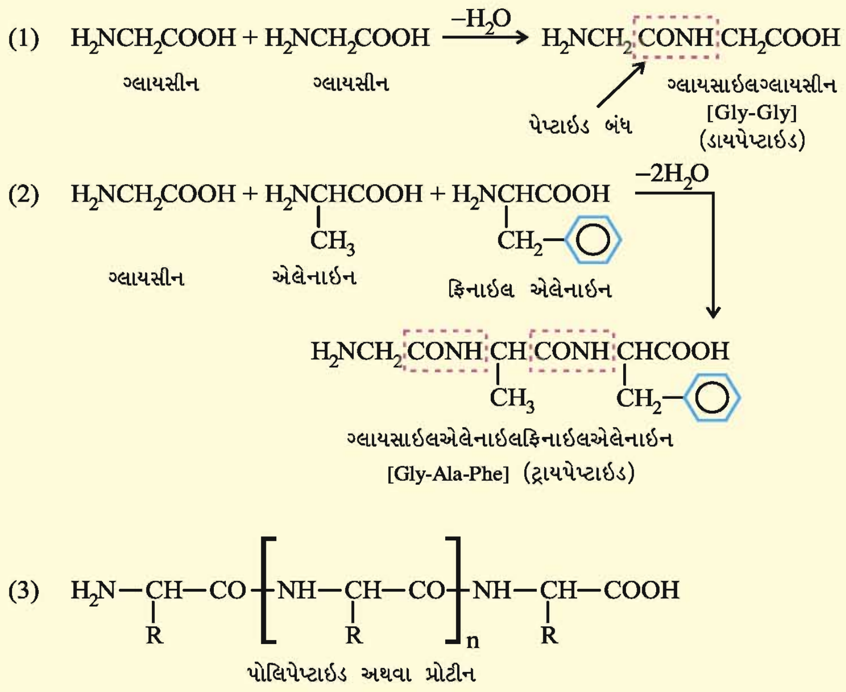
આમ, એમિનો ઍસિડ તેના જલીય દ્રાવણમાં pHને અનુરૂપ ધનઆયન ($pH < 7$) કે ઋણઆયન ($pH > 7$) કે દ્વિધ્રુવ આયન ($pH = 7$) તરીકે હોય છે. જો એમિનો ઍસિડના દ્રાવણને વિદ્યુતક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે તો તેમાં રહેલ આયન ચોક્કસ ધ્રુવ તરફ સ્થળાંતર પામે છે. જો દ્રાવણમાં એમિનો ઍસિડ ધનઆયન તરીકે હોય તો તે કૅથોડ (ઋણધ્રુવ) તરફ અને જો ઋણઆયન તરીકે હોય તો તે ઍનોડ (ધનધ્રુવ) તરફ સ્થળાંતર પામે છે. જો દ્રાવણમાં દ્વિધ્રુવ આયન હોય તો તે વીજભારની દૃષ્ટિએ તટસ્થ હોવાથી કૅથોડ કે ઍનોડ તરફ સ્થાળાંતર પામશે નહીં. જે pH મૂલ્યે, એમિનો ઍસિડનું વિદ્યુતક્ષેત્રમાં કોઈ પણ ધ્રુવ તરફ સ્થળાંતર ન થાય તે pH મૂલ્યને જે-તે **એમિનો ઍસિડનું સમવિભવબિંદુ (Isoelectric point, pI)** કહે છે. જુદા જુદા એમિનો ઍસિડના સમવિભવબિંદુ જુદા જુદા હોય છે.

મોટાભાગના એમિનો ઍસિડ, બેઇઝ તેમજ ઍસિડ સાથે ક્ષાર બનાવતા હોવાને કારણે તેઓને **ઊભયગુણધર્મી (amphoteric) પદાર્થો** કહે છે. એમિનો ઍસિડને તેના મિશ્રણમાંથી ઇલેક્ટ્રોફોરેસીસ (electrophoresis) અને જુદા જુદા પ્રકારની ક્રોમેટોગ્રાફીય પદ્ધતિઓ વડે જુદા પાડી શકાય છે.

7.7.2 પેપ્ટાઇડ્સ (Peptides) :

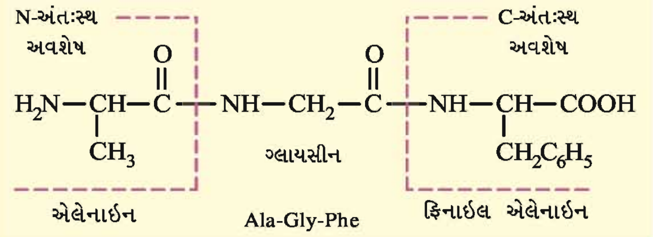
વૈજ્ઞાનિક એમિલ ફિશરે સૂચવેલું કે એક એમિનો ઍસિડના $-NH_2$ સમૂહ તથા બીજા એમિનો ઍસિડના –COOH વચ્ચે પ્રક્રિયા થતા પાણીનો અણુ દૂર થઈ એમાઇડ બને છે. આ એમાઇડ બંધને (–CONH–) **પેપ્ટાઇડ બંધ કે પેપ્ટાઇડ સાંકળ** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. બે એમિનો ઍસિડ પેપ્ટાઇડ બંધથી જોડાઈને જે શૃંખલા બનાવે છે તેને **ડાયપેપ્ટાઇડ** કહે છે. ત્રણ એમિનો ઍસિડ પેપ્ટાઇડ બંધથી જોડાઈને જે શૃંખલા બનાવે છે તેને **ટ્રાયપેપ્ટાઇડ** કહે છે. ચારથી દસ જેટલા

એમિનો ઍસિડ પેપ્ટાઇડ બંધથી જોડાઈને જે લાંબી શૃંખલા બનાવે છે તેને **ઓલિગોપેપ્ટાઇડ** કહે છે. અનેક એમિનો ઍસિડ પેપ્ટાઇડ બંધથી જોડાઈને જે લાંબી શૃંખલા બનાવે છે તેને **પોલિપેપ્ટાઇડ કે પ્રોટીન** કહે છે. સામાન્ય રીતે 10,000 સુધીનું આણ્વિયદળ ધરાવતા પેપ્ટાઇડને **પોલિપેપ્ટાઇડ** અને તેથી વધુ આણ્વિયદળ ધરાવતા પેપ્ટાઇડને **પ્રોટીન** કહે છે. દા.ત.,



જ્યાં R સમાન અથવા જુદા જુદા સમૂહ હોઈ શકે છે.

પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલામાં જોડાયેલા એમિનો ઍસિડ પૈકી શૃંખલાના બંને એમિનો ઍસિડ (પહેલો અને છેલ્લો) પૈકી એક એમિનો ઍસિડનો $-NH_2$ સમૂહ અને બીજા એમિનો ઍસિડનો $-COOH$ સમૂહ પેપ્ટાઇડ બંધ બનાવવામાં ભાગ લેતો નથી. આમ, પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાના એક છેડે $-NH_2$ સમૂહ અને બીજા છેડે $-COOH$ સમૂહ મુક્ત હોય છે. પેપ્ટાઇડ બંધારણ દર્શાવવાની સરળ પ્રણાલી મુજબ મુક્ત $-NH_2$ સમૂહવાળા છેડાને પેપ્ટાઇડ શૃંખલામાં ડાબી બાજુએ લખવામાં આવે છે. તેને **N-અંતઃસ્થ અવશેષ (N-terminal residue)** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. મુક્ત $-COOH$ સમૂહવાળા છેડાને પેપ્ટાઇડ શૃંખલામાં જમણી બાજુએ લખવામાં આવે છે. તેને **C-અંતઃસ્થ અવશેષ (C-terminal residue)** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ પ્રણાલી મુજબ ટ્રાયપેપ્ટાઇડ એલેનાઇલગ્લાયસાઇલફિનાઇલએલેનાઇનને નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય.

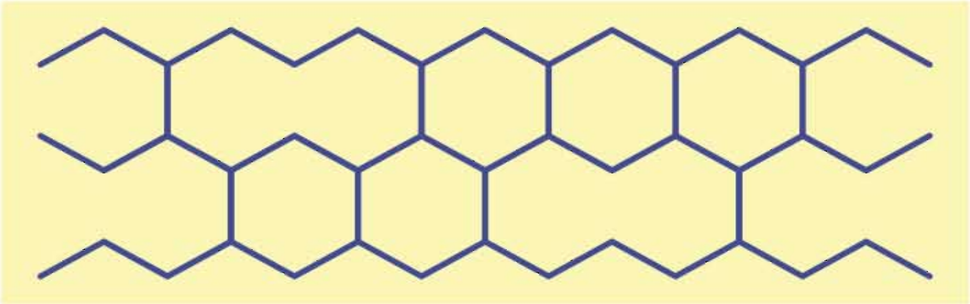


પેપ્ટાઇડ શૃંખલામાં એમિનો ઍસિડનો ક્રમ મહત્ત્વનો છે. એમિનો ઍસિડ જુદા જુદા ક્રમમાં જોડાઈ જુદા જુદા પેપ્ટાઇડ બનાવે છે. દા.ત., ત્રણ એમિનો ઍસિડ A, B, C જુદા જુદા ક્રમમાં જોડાઇ 6 પ્રકારની જુદી જુદી ટ્રાયપેપ્ટાઇડ શૃંખલા A–B–C, A–C–B, B–A–C, B–C–A, C–A–B, C–B–A બનાવે છે.

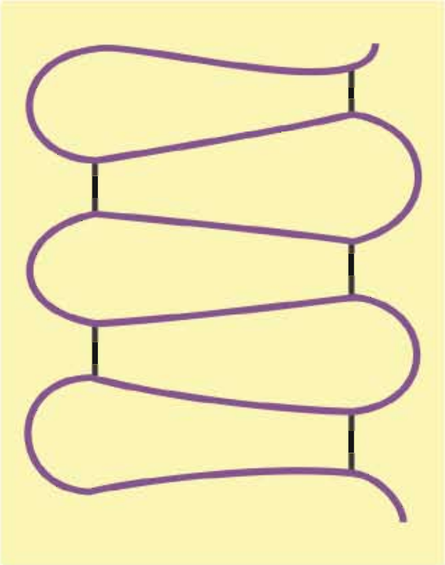
7.7.3 પ્રોટીનના બંધારણ (Structures of Proteins) :

પ્રોટીનને તેના આણ્વિય આકારના આધારે બે ભાગમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે : (i) રેસામય પ્રોટીન (ii) ગોલીય પ્રોટીન

(i) રેસામય પ્રોટીન : જ્યારે પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓ એકબીજાને સમાંતર ગોઠવાયેલી હોય અને તેઓ એકબીજા સાથે **હાઇડ્રોજનબંધ કે ડાયસલ્ફાઇડ બંધથી જોડાયેલી હોય** ત્યારે રેસામય જેવું બંધારણ રચાય છે. આ પ્રોટીન સામાન્ય રીતે પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે. દા.ત., કેરેટીન (વાળ, ઊન, સિલ્કમાં હોય છે) અને માયોસીન (સ્નાયુઓમાં હોય છે) વગેરે.



આકૃતિ 7.1 રેસામય પ્રોટીન



આકૃતિ 7.2 ગોલીય પ્રોટીન

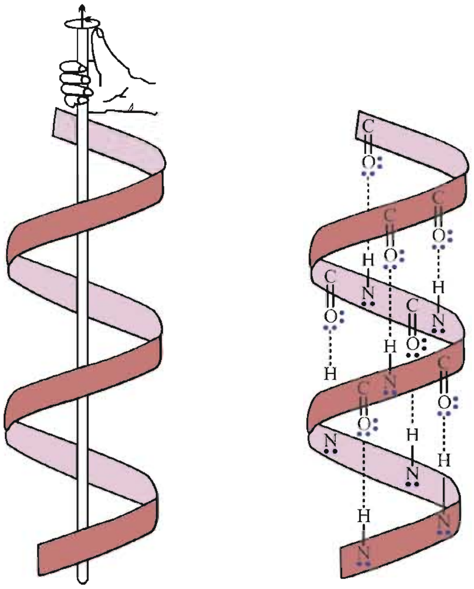
(ii) ગોલીય પ્રોટીન : જ્યારે પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલા વળીને ગોળાકાર સ્વરૂપમાં ફેરવાય ત્યારે ગોલીય બંધારણ રચાય છે. આ પ્રોટીન સામાન્ય રીતે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે. દા.ત., ઇન્સ્યુલિન, આલ્બ્યુમિન વગેરે.

પ્રોટીનના ચાર જુદા જુદા પ્રાથમિક, દ્વિતીયક, તૃતીયક અને ચતુર્થક બંધારણો શોધાયેલા છે. 1954માં વૈજ્ઞાનિક લિનસ પાઉલિંગને (Linus Pauling) પ્રોટીનના બંધારણ અંગેના સંશોધન કાર્ય માટે રસાયણવિજ્ઞાનમાં નોબેલ પારિતોષિક એનાયત કરાયુ હતું.

(1) પ્રોટીનનું પ્રાથમિક બંધારણ : પ્રોટીનના પ્રાથમિક બંધારણમાં પોલિપેપ્ટાઇડની એક કે વધારે શૃંખલાઓ હોય છે. તેમાં રહેલા એમિનો ઍસિડ ચોક્કસ ક્રમમાં જોડાયેલા હોય છે. મનુષ્યના ઇન્સ્યુલિનના પ્રાથમિક બંધારણમાં બે પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓ એકબીજા સાથે **ડાયસલ્ફાઇડ સાંકળ (–S–S–)**થી જોડાયેલી હોય છે.

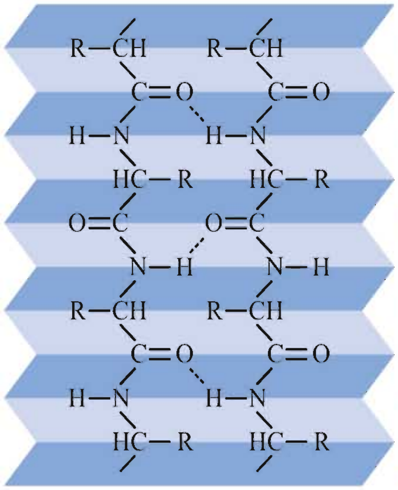
(2) પ્રોટીનનું દ્વિતીયક બંધારણ : આ પ્રકારનું બંધારણ પોલિપેપ્ટાઇડની લાંબી શૃંખલામાં જોવા મળે છે. બે જુદા જુદા પ્રકારે દ્વિતીયક બંધારણ સમજાવી શકાય છે : (a) α-સર્પિલ (α-helix) આકાર અને (b) β-પ્લીટેડ શીટ (ગડી વાળેલા કાગળ) આકાર

α-સર્પિલ આકારના પ્રોટીનમાં પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલા સર્પિલ આકારે વળેલી હોય છે. તેમાં દરેક વળાંકમાં લગભગ 3.6 એમિનો ઍસિડ સમાયેલા હોય છે. આ બંધારણમાં $>C=O$ના ઑક્સિજન પરમાણુ અને પેપ્ટાઇડ બંધના –NHના હાઇડ્રોજન પરમાણુ વચ્ચે હાઇડ્રોજનબંધ રચાયેલો હોય છે. આ બંધારણ આકૃતિ 7.3માં દર્શાવેલ છે.

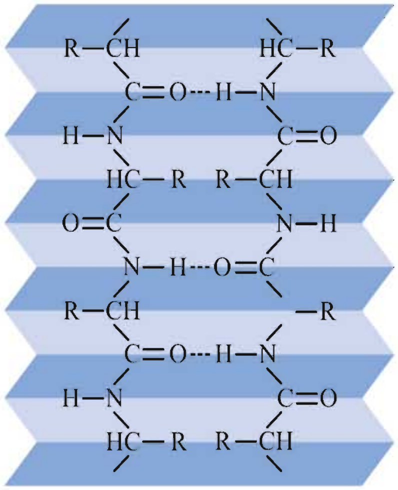


આકૃતિ 7.3 પ્રોટીનનું α-સર્પિલ બંધારણ (માત્ર જાણકારી માટે)

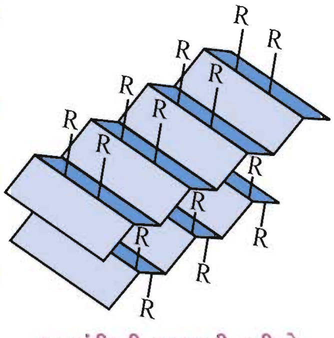
β-પ્લીટેડ શીટ આકારના પ્રોટીનમાં એક પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલા તેની નજીકની બીજી પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલા સાથે આંતર આણ્વિય હાઇડ્રોજનબંધ (>C=Oના ઑક્સિજન પરમાણુ અને H–N< ના H પરમાણુ વચ્ચે) બનાવે છે. તેથી આ પ્રોટીન શૃંખલાઓ વાંકીચૂકી (zigzag, વારાફરતી ઉપર અને નીચે તરફ વળાંક) આકારની ગડીઓવાળી બને છે. આ બંધારણ આકૃતિ 7.4માં દર્શાવેલ છે.



(a) સમાન અંતઃસ્થ અવશેષવાળા પોલિપેપ્ટાઇડ



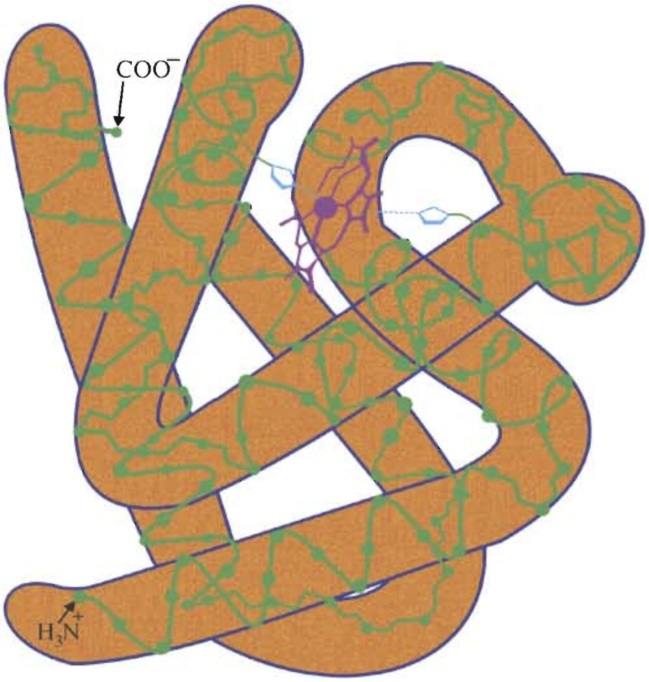
(b) જુદા અંતઃસ્થ અવશેષવાળા પોલિપેપ્ટાઇડ



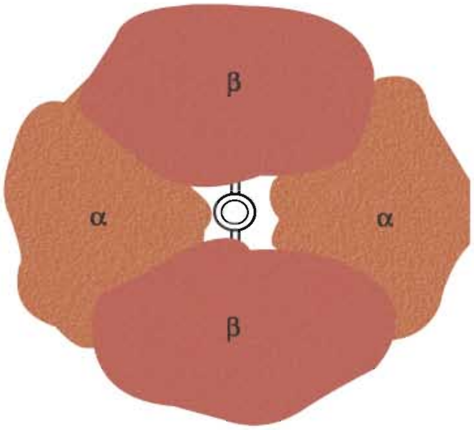
(c) વાંકીચૂકી આકારની ગડીઓ

આકૃતિ 7.4 પ્રોટીનનું β-પ્લીટેડ શીટ આકાર બંધારણ (માત્ર જાણકારી માટે)

(3) પ્રોટીનનું તૃતીયક બંધારણ : પ્રોટીનનું તૃતીયક બંધારણ તેમાં રહેલા બધા પરમાણુઓની ત્રિપરિમાણિય ગોઠવણી છે. આ બંધારણમાં પોલિપેપ્ટાઇડની લાંબી શૃંખલા વધુ સ્થાનેથી વળીને ગૂંચળુ બનાવે છે. એમિનો એસિડની શાખાઓ એકબીજા સાથે વાન્ ડર વાલ્સ આકર્ષણબળ, હાઇડ્રોજનબંધ, આયનીય બંધ અને ડાયસલ્ફાઇડ જેવા બંધથી જોડાયેલી હોય છે. આકૃતિ 7.5માં માયગ્લોબિન પ્રોટીનનું તૃતીયક બંધારણ દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 7.5 માયગ્લોબિન પ્રોટીનનું તૃતીયક બંધારણ (માત્ર જાણકારી માટે)



આકૃતિ 7.6 હીમોગ્લોબિન પ્રોટીનનું ચતુર્થક બંધારણ (માત્ર જાણકારી માટે)

(4) પ્રોટીનનું ચતુર્થક બંધારણ : આ ચતુર્થક બંધારણ કેટલાક જટિલ પ્રોટીન સંયોજનોમાં જોવા મળે છે. આ બંધારણ ધરાવતા પ્રોટીનમાં બે કે તેથી વધુ પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓ આવેલી હોય છે. તેમાં બિનપ્રોટીન (non-protien) ઘટકો પણ હાજર હોય છે. આ બંધારણમાં પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલાઓ એકબીજા સાથે હાઇડ્રોજનબંધ, આયનીય બંધ અને ડાયસલ્ફાઇડ બંધથી જોડાયેલી હોય છે. હીમોગ્લોબિન પ્રોટીન આવું ચતુર્થક બંધારણ ધરાવે છે, જે આકૃતિ 7.6માં દર્શાવેલ છે. જેમાં બે આલ્ફા શૃંખલાઓ અને બે બીટા શૃંખલાઓ છે. આ ચારેય શૃંખલાઓ આકૃતિ 7.6માં દર્શાવ્યા મુજબ ચોક્કસ રીતે ગોઠવાયેલ હોય છે.

7.7.4 પ્રોટીનનું વિકૃતિકરણ (Denaturation of Proteins) :

સજીવોમાં રહેલ પ્રોટીન, પર્યાવરણના ફેરફાર પ્રત્યે વધુ સંવેદનશીલ હોય છે. pH, તાપમાન અને દ્રાવક સંઘટન (composition)માં થોડા સમય માટેનો થોડો ફેરફાર પણ પ્રોટીનમાં વિકૃતિ સર્જે છે. પ્રોટીનમાં ઉદ્‌ભવતી આ વિકૃતિને

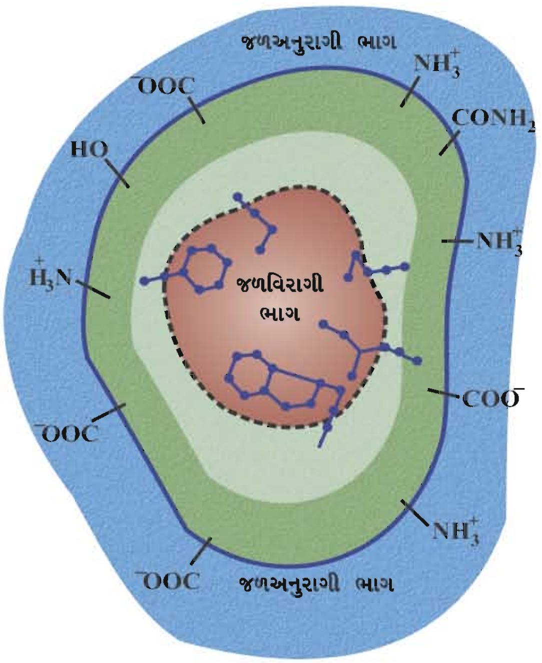
પ્રોટીનનું વિકૃતિકરણ કહે છે. આ વિકૃતિકરણથી પ્રોટીન તેની જૈવિક ક્રિયાશીલતા ગુમાવે છે. પ્રોટીનની વિકૃતિકરણના કારણો નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે.

(1) તાપમાનમાં વધારો : મોટાભાગના ગોલીય પ્રોટીનને જ્યારે 323 K-333 Kથી ઊંચા તાપમાને ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તે વિકૃત બને છે. દા.ત., ઈંડાને 373 K કે તેથી ઊંચા તાપમાને ગરમ કરતા તેમાં સફેદી સ્વરૂપે રહેલ પ્રોટીન વિકૃત બની અદ્રાવ્ય સ્વરૂપ ધારણ કરે છે.

(2) pHમાં ફેરફાર : જો પ્રોટીનના જલીય દ્રાવણમાં સાંદ્ર ઍસિડ કે બેઇઝ ઉમેરવામાં આવે તો તેની આયનીકરણ પામી શકે તેવી શાખાની લાક્ષણિકતામાં બદલાવ આવે છે તથા તેમાના હાઇડ્રોજનબંધ અને જુદા જુદા આકર્ષણબળો તૂટે છે. કેટલીક વૈદ્યકીય રસાયણ કસોટીઓ(clinical chemistry tests)માં નમૂનામાંથી પ્રથમ પ્રોટીનને દૂર કરવા જરૂરી હોય છે. આ માટે નમૂનામાં ટ્રાયક્લોરોએસિટિક ઍસિડને (પ્રબળ ક્લોરો કાર્બનિક ઍસિડ) ઉમેરતાં પ્રોટીનનું વિકૃતિકરણ થઇ અવક્ષેપમાં ફેરવાય છે, જેને સરળતાથી દૂર કરી શકાય છે.

(3) પ્રક્ષાલકો : સોડિયમ ડોડેસાઇલ સલ્ફેટ જેવા પ્રક્ષાલકો પ્રોટીનના બિનધ્રુવીય સમૂહ સાથે જોડાય છે. તેથી પ્રોટીનમાં રહેલ જળવિરાગી (hydrophobic) આકર્ષણમાં ખલેલ પહોંચે છે, જે પ્રોટીનની વિકૃતિનું કારણ બને છે.

(4) કાર્બનિક દ્રાવકો : આલ્કોહૉલ, એસિટોન અને ઈથર જેવા કાર્બનિક દ્રાવકો જળવિરાગી આકર્ષણબળમાં ખલેલ પહોંચાડી પ્રોટીનમાં વિકૃતિ સર્જે છે.



આકૃતિ 7.7 પ્રોટીનમાં જળઅનુરાગી અને જળવિરાગી ભાગ (માત્ર જાણકારી માટે)

7.8 ઉત્સેચક (Enzymes)

જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં ઉદ્દીપક તરીકે કાર્ય કરતા પદાર્થોને ઉત્સેચક કહેવામાં આવે છે. ઉત્સેચકો ગોલીય પ્રોટીન છે. ઉત્સેચકો જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ભાગ લઈ પ્રક્રિયાવેગ વધારે છે. તેઓ પ્રક્રિયામાં વપરાતા નથી એટલે કે પ્રક્રિયાને અંતે તેઓ મૂળ સ્વરૂપે પાછા મળે છે. કેટલાક ઉત્સેચકો પ્રક્રિયાનો વેગ 10^{12} ગણો જેટલો વધારી શકે છે. દા.ત., ચરબી (એસ્ટર)નું જળવિભાજન થઈ કાર્બોક્સિલિક ઍસિડ અને આલ્કોહૉલ બનવાની પ્રક્રિયા ખૂબ ધીમી હોય છે, પણ આ પ્રક્રિયા

લાઇપેઝ ઉત્સેચકની હાજરીમાં ખૂબ ઝડપી થાય છે. કેટલાક ઉત્સેચકો માત્ર પ્રોટીન શૃંખલા જ ધરાવે છે. કેટલાક ઉત્સેચકોમાં તેમના કાર્ય યોગ્ય રીતે થઈ શકે તે માટે પ્રોટીન સિવાયના અન્ય રાસાયણિક ઘટક હાજર હોય છે. આ ઘટકને **સહકારક (cofactor)** કહે છે. સહકારકો તરીકે અકાર્બનિક ઘટકો જેવા કે ઝિંક (Zn^{2+}), મૅંગેનીઝ (Mn^{2+}), મૅગ્નેશિયમ (Mg^{2+}), આયર્ન (Fe^{2+}) કે કૉપર (Cu^{2+}) ધાતુ-આયનો હોઈ શકે છે. **જો સહકારક તરીકે કાર્બનિક ઘટક હોય તો તેને સહઉત્સેચક (coenzyme) કહે છે.** આમ, સહઉત્સેચક બિનપ્રોટીન ઘટક છે. અત્રે નોંધવું જરૂરી છે કે સહકારક તરીકે અકાર્બનિક ઘટક હોય તો તેને સહઉત્સેચક કહેવાતો નથી. **ઉત્સેચકના પ્રોટીન ભાગને અપ્રકિણ્વ ઉત્સેચક (apoenzyme) કહે છે.** ઉત્સેચકમાં સહઉત્સેચક અને અપ્રકિણ્વ ઉત્સેચક બંને ભાગ હાજર હોય તો જ ઉત્સેચક તેની સક્રિયતા દર્શાવે છે.

સહઉત્સેચક + અપ્રકિણ્વ ઉત્સેચક → ઉત્સેચક

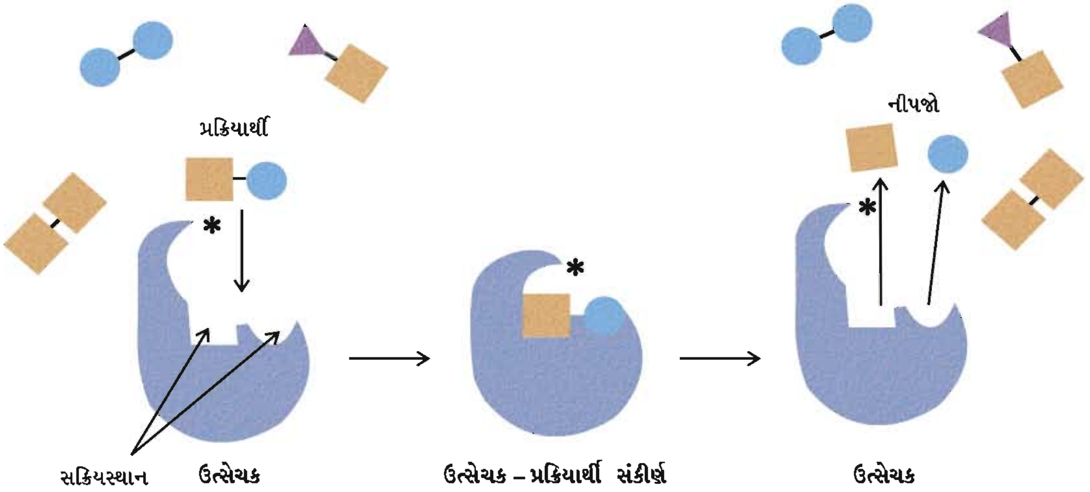
સહઉત્સેચક	અપ્રકિણ્વ ઉત્સેચક	ઉત્સેચક
(બિનપ્રોટીન)	(પ્રોટીન)	(સક્રિય)
(નિષ્ક્રિય)	(નિષ્ક્રિય)	

ઉત્સેચકની કાર્યપદ્ધતિ : ઉત્સેચક (E), પ્રક્રિયાર્થી (substrate) (S) સાથે જોડાઈ મધ્યવર્તી સંયોજન ઉત્સેચક-પ્રક્રિયાર્થી સંકીર્ણ બનાવે છે. તેનું વિઘટન થઈ નીપજ (P) અને ઉત્સેચક (E) મૂળ સ્વરૂપે પાછાં મળે છે.

$$E + S \rightarrow E\text{–}S \rightarrow E + P$$

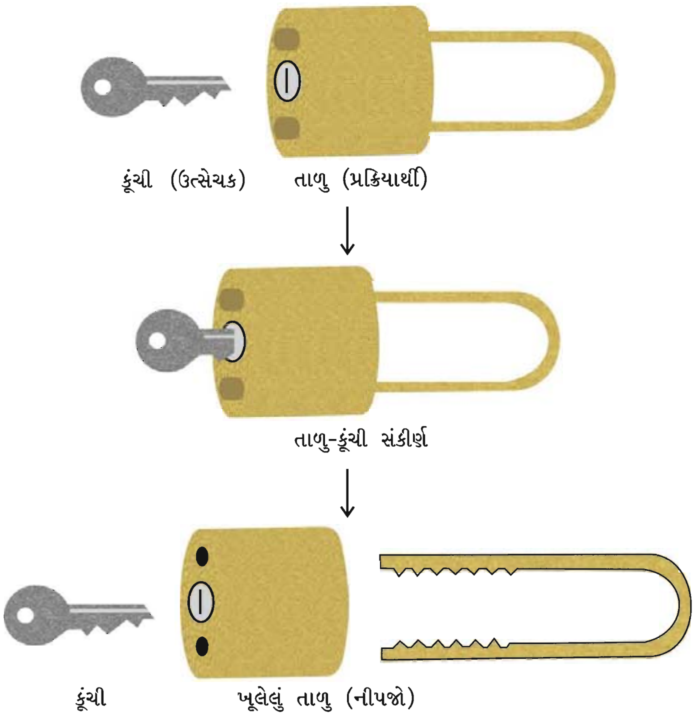
(ઉત્સેચક) (પ્રક્રિયાર્થી) (ઉત્સેચક-પ્રક્રિયાર્થી સંકીર્ણ) (ઉત્સેચક) (નીપજ)

મધ્યવર્તી સંયોજન



આકૃતિ 7.8 ઉત્સેચકની કાર્યપદ્ધતિ (માત્ર જાણકારી માટે)

પ્રક્રિયાર્થી, ઉત્સેચકના જે ભાગ સાથે જોડાય છે તેને **ઉત્સેચકનું સક્રિયસ્થાન (active site)** કહે છે. ઉત્સેચકના પ્રોટીન ભાગમાં રહેલા ચોક્કસ એમિનો ઍસિડ કે જે પ્રક્રિયાર્થી સાથે જોડાય છે તે આવા સક્રિય સ્થાન તરીકે વર્તે છે. મોટેભાગે કોઈ એક ઉત્સેચક તેના સક્રિય સ્થાનને અનુરૂપ ચોક્કસ પ્રક્રિયાર્થી સાથે જ જોડાય છે. અન્ય પ્રક્રિયાર્થી સાથે જોડાતો નથી. જેમ કે માલ્ટેઝ ઉત્સેચકની મદદથી માલ્ટોઝનું જળવિભાજન થાય છે, પણ તે અન્ય ડાયસેકેરાઇડ-લૅક્ટોઝ કે સુક્રોઝના જળવિભાજનમાં ઉપયોગી નથી. લૅક્ટોઝનું જળવિભાજન ઇમલ્સિન અને સુક્રોઝનું જળવિભાજન ઇન્વર્ટેઝ ઉત્સેચક વડે થાય છે. આમ, **ઉત્સેચક જે-તે પ્રક્રિયા માટે વિશિષ્ટ (specific) હોય છે.** ઉત્સેચકની આ કાર્યપદ્ધતિને તાળુ-કૂંચી(ચાવી)ના નમૂના દ્વારા સમજાવી શકાય છે. ચોક્કસ તાળુ (પ્રક્રિયાર્થી) તેને અનુરૂપ બંધબેસતી ચોક્કસ ચાવી (ઉત્સેચક) વડે જ ખૂલે છે. તાળુ-કૂંચીના આ નમૂનાની વિગતવાર જાણકારી તમે એકમ 2 : પૃષ્ઠ રસાયણશાસ્ત્રમાં મેળવી હશે.



આકૃતિ 7.9 ઉત્સેચકની કાર્યપદ્ધતિ (તાળુ-કૂંચી નમૂનો) (માત્ર જાણકારી માટે)

ઉત્સેચકના નામ બે પ્રકારે આપી શકાય છે. ઉત્સેચક જે પ્રક્રિયાર્થી પર અસર કરતો હોય તેના નામને 'એઝ' પ્રત્યય લગાવવામાં આવે છે. દા.ત., માલ્ટોઝ પર અસર કરે તેને માલ્ટેઝ અને લિપિડ પર અસર કરે તેને લાઇપેઝ કહે છે. બીજી રીતમાં ઉત્સેચક જે પ્રકારની પ્રક્રિયા પર અસર કરતો હોય તેના આધારે નામ નક્કી થાય છે. દા.ત., જળવિભાજન કરતા ઉત્સેચકને હાઇડ્રોલેઝ અને ઑક્સિડેશન કરતા ઉત્સેચકને ઑક્સિડેઝ કહે છે.

7.9 વિટામિન (Vitamins)

આપણા ખોરાકમાં કેટલાક કાર્બનિક પદાર્થોની ઓછી માત્રા ખૂબ જરૂરી હોય છે. આપણા શરીરમાં આ પદાર્થોની ઊણપથી ચોક્કસ પ્રકારના રોગો થાય છે. આ કાર્બનિક પદાર્થોને **વિટામિન** કહે છે. Vitamine શબ્દ Vital + amineના આધારે બનેલો છે, કારણ કે અગાઉના અભ્યાસ પરથી જાણવા મળ્યુ હતું કે આવા કાર્બનિક પદાર્થો એમિનો સમૂહ ધરાવે છે. પરંતુ ત્યારબાદના અભ્યાસ પરથી નક્કી થયું કે મોટાભાગના આવા પદાર્થો એમિનો સમૂહ ધરાવતા નથી. તેથી Vitamine શબ્દમાંથી 'e' દૂર કરી Vitamin (વિટામિન) શબ્દ હાલમાં પ્રચલિત બન્યો છે. મોટાભાગના વિટામિનનું આપણા શરીરમાં સંશ્લેષણ થતું નથી પણ વનસ્પતિ તેમનું સંશ્લેષણ કરી શકે છે. તેથી વિટામિનને આવશ્યક ખાદ્યઘટક ગણવામાં આવે છે. કેટલાક વિટામિનને અંગ્રેજી મૂળાક્ષરો A, B, C, D વગેરે વડે દર્શાવવામાં આવે છે. કેટલાક વિટામિન પદાર્થોને ઉપસમૂહ તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે. દા.ત., B_1, B_2, B_6, B_{12} વગેરે. માનવશરીર કેરોટિનમાંથી વિટામિન Aનું સંશ્લેષણ કરી શકે છે તથા સૂર્યપ્રકાશની મદદ દ્વારા ચામડીમાં વિટામિન D ઉત્પન્ન કરી શકે છે. વિટામિન B સંકીર્ણ તથા વિટામિન K આંતરડામાં સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા બને છે. વિટામિનનું વધુ પ્રમાણ નુકસાનકારક છે. તેથી ડૉક્ટરની સલાહ સિવાય વિટામિનની ટીકડીઓ (ગોળીઓ - pills) લેવી જોઈએ નહિ.

વિટામિનને ચરબીમાં દ્રાવ્ય દા.ત., વિટામિન A, D, E, K તથા પાણીમાં દ્રાવ્ય દા.ત., વિટામિન B સંકીર્ણ, C એમ બે રીતે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. વિટામિન H (બાયોટિન) પાણી અને ચરબીમાં અદ્રાવ્ય છે. અગત્યના વિટામિન, તેના પ્રાપ્તિસ્રોત તથા તેની ઊણપથી થતા રોગોની વિગત કોષ્ટક 7.2માં દર્શાવેલી છે.

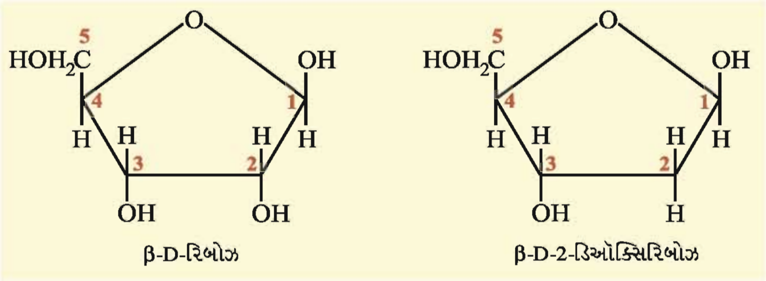
કોષ્ટક 7.2 વિટામિન, પ્રાપ્તિસ્રોત અને ઊણપથી થતા રોગો

ક્રમ	વિટામિન	પ્રાપ્તિસ્રોત	ઊણપથી થતા રોગો
1.	વિટામિન A (રેટિનોલ)	માછલીના લિવરનું તેલ, ગાજર, માખણ, ચીઝ અને દૂધ	રતાંધળાપણું
2.	વિટામિન B_1 (થાયમિન)	યીસ્ટ, દૂધ, લીલા શાકભાજી અને અનાજ	બેરીબેરી
3.	વિટામિન B_2 (રિબોફ્લેવિન)	દૂધ, ઈંડાની સફેદી, યકૃત (liver), મૂત્રપિંડ (Kidney)	જીભ લાલઘૂમ થવી અને ચર્મરોગ
4.	વિટામિન B_6 (પેરિડૉક્સિન)	અનાજ, ચણા, દૂધ, યીસ્ટ, ઈંડાની જરદી	ચર્મરોગ અને આંચકી
5.	વિટામિન B_{12} (સાયનો કોબાલ એમાઇન)	ઈંડા, માછલી, યકૃત, પ્રાણીનું માંસ (વનસ્પતિમાંથી મળતું નથી)	વિનાશી રક્તઅલ્પતા
6.	વિટામિન C (એસ્કોર્બિક ઍસિડ)	ટામેટા, આમળાં, નારંગી, ખાટા ફળો અને લીલા પાંદડાવાળા શાકભાજી	સ્કર્વી
7.	વિટામિન D (કેલ્શિફેરોલ)	સૂર્યપ્રકાશ, માછલી, ઈંડાની જરદી	બાળકોમાં હાડકાની વિકૃતિ તથા પુખ્ત લોકોમાં હાડકાં પોચા બનવા
8.	વિટામિન E (α-ટોકોફેરોલ)	વનસ્પતિ તેલ, લીલા શાકભાજી, ઈંડાની જરદી, પ્રાણીનું માંસ	નપુંસકતા
9.	વિટામિન K (ફિલોક્વિનોન)	લીલા પાંદડાવાળા શાકભાજી	રક્તસ્રાવ
10.	વિટામિન H (બાયોટિન)	દૂધ, યીસ્ટ, યકૃત	વાળ ઊતરવા, ચર્મરોગ, લકવો

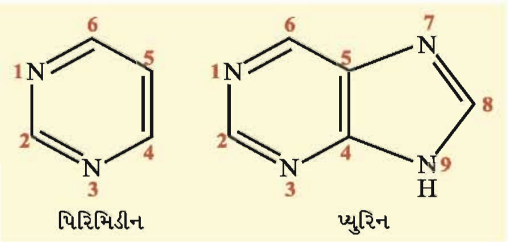
7.10 ન્યુક્લિક ઍસિડ (Nucleic Acids)

દરેક સજીવની પ્રત્યેક પેઢી તેના પૂર્વજો સાથે ઘણી રીતે સામ્યતા ધરાવે છે. આ લાક્ષણિકતા એક પેઢીથી બીજી પેઢીમાં ઊતરી આવનારી ઘટનાને આનુવંશિકતા કહે છે. તેના માટે જીવંત કોષોના કેન્દ્રમાં રહેલ રંગસૂત્રો જવાબદાર છે. આ રંગસૂત્રો પ્રોટીન અને ન્યુક્લિક ઍસિડના બનેલા હોય છે. ન્યુક્લિક ઍસિડના બે પ્રકાર છે : ડિઑક્સિરિબોન્યુક્લિક ઍસિડ (DNA) અને રિબોન્યુક્લિક ઍસિડ (RNA). **ન્યુક્લિક ઍસિડ, ન્યુક્લિઓટાઇડ એકમની લાંબી શૃંખલાવાળો પોલિમર છે. તેથી ન્યુક્લિક ઍસિડને પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ પણ કહે છે.** ન્યુક્લિક ઍસિડના (DNA અને RNA) સંપૂર્ણ જળવિભાજનથી પેન્ટોઝ શર્કરા, નાઇટ્રોજન તત્ત્વ ધરાવતા વિષમચક્રીય સંયોજન અને ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ બને છે. જે સૂચવે છે કે ન્યુક્લિક ઍસિડ આ ત્રણ ઘટકોનું બનેલું છે. આમ, ન્યુક્લિક ઍસિડનું બંધારણ સમજવા માટે આ ત્રણેય ઘટકોના બંધારણ જાણવા જરૂરી બને છે.

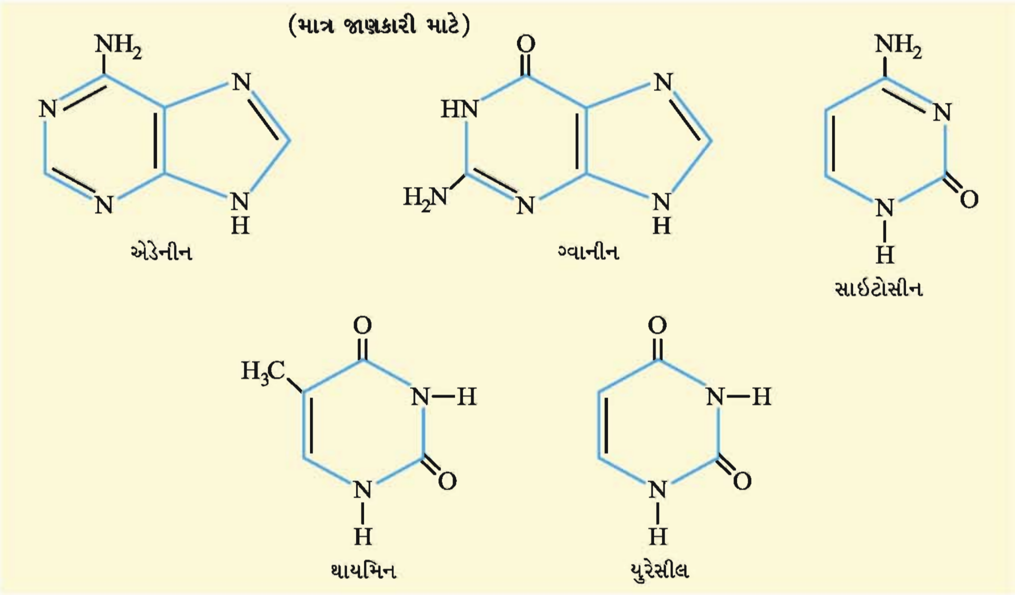
(1) શર્કરા : RNAમાં β-D-રિબોઝ શર્કરા અને DNAમાં β-D-2-ડિઑક્સિરિબોઝ શર્કરા હોય છે.



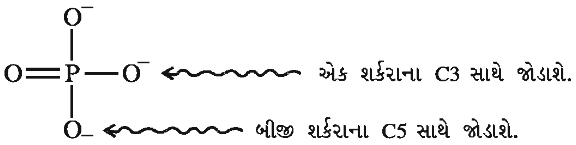
(2) વિષમચક્રીય બેઇઝ : ન્યુક્લિક ઍસિડમાં પ્યુરિન અને પિરિમિડીન વિષમચક્રીય પ્રણાલીઓ બેઇઝ તરીકે હોય છે. પિરિમિડીન એકચક્રીય છે, જ્યારે પ્યુરિન દ્વિચક્રીય છે.



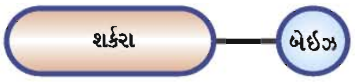
ન્યુક્લિક ઍસિડમાં એડેનીન (A), ગ્વાનીન (G), સાઇટોસીન (C), થાયમિન (T) અને યુરેસીલ (U) વિષમચક્રીય બેઇઝ તરીકે હોય છે. તેમાંના A અને G પ્યુરિનના વ્યુત્પન્ન તથા C, T અને U પિરિમિડીનના વ્યુત્પન્ન છે. તેમને અનુક્રમે પ્યુરિન બેઇઝ અને પિરિમિડીન બેઇઝ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. **DNAમાં A, G, C અને T બેઇઝ હાજર હોય છે. જ્યારે RNAમાં A, G, C અને U બેઇઝ હાજર હોય છે.**



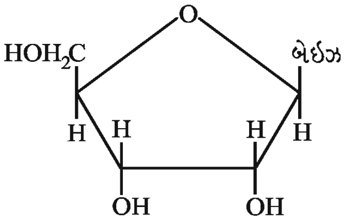
(3) ફૉસ્ફોરિક ઍસિડ : ન્યુક્લિક ઍસિડમાં ફૉસ્ફોરિક ઍસિડમાંના ફૉસ્ફેટ (PO_4^{3-}) આયન દ્વારા શર્કરાઓનું જોડાણ થયેલું હોય છે.



શર્કરાના પ્રથમ કાર્બન સાથે બેઇઝ જોડાવાથી બનતા એકમને **ન્યુક્લિઓસાઈડ** કહે છે. ન્યુક્લિઓસાઈડના ફૉસ્ફેટ આયન સાથેના જોડાણથી બનતા એકમને **ન્યુક્લિઓટાઈડ** કહે છે.

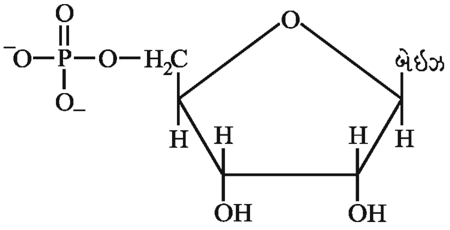


ન્યુક્લિઓસાઈડ



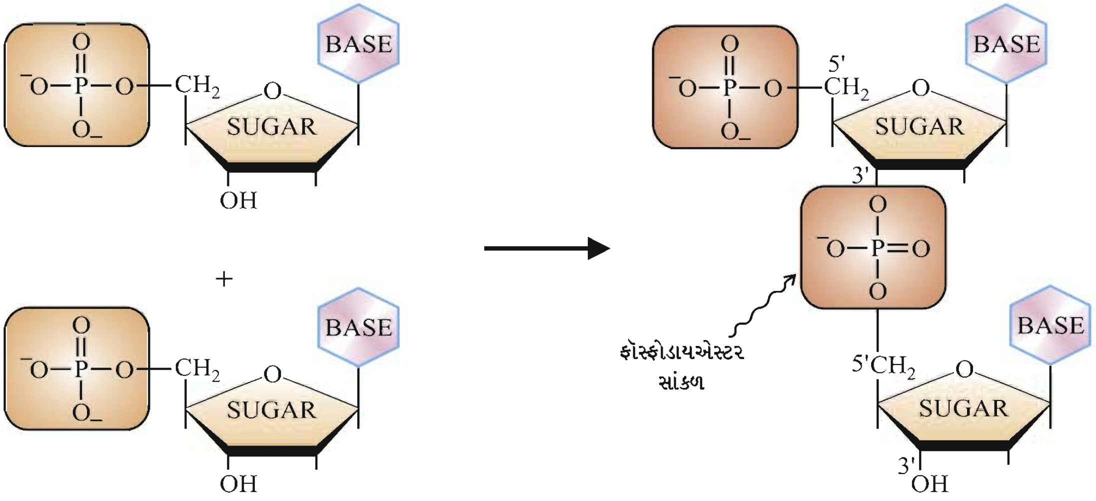
ન્યુક્લિઓસાઈડ

ન્યુક્લિઓટાઈડ



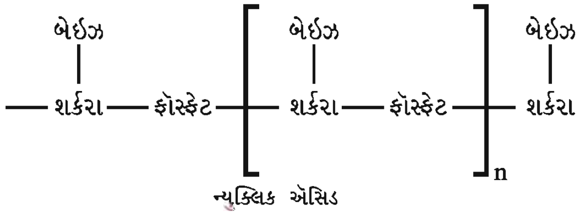
ન્યુક્લિઓટાઈડ

બે ન્યુક્લિઓટાઈડ એકબીજા સાથે ફૉસ્ફોડાયએસ્ટર સાંકળથી જોડાય છે. આ સાંકળ એક શર્કરાના C3 અને બીજી શર્કરાના C5 વચ્ચે હોય છે. આકૃતિ 7.10માં ડાયન્યુક્લિઓટાઈડનું નિર્માણ દર્શાવેલ છે.

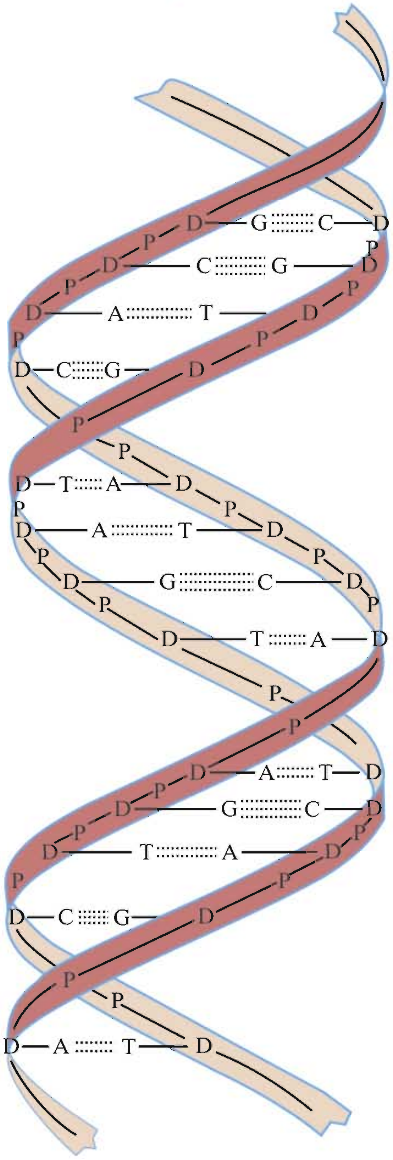


આકૃતિ 7.10 ડાયન્યુક્લિઓટાઈડનું નિર્માણ (માત્ર જાણકારી માટે)

અનેક ન્યુક્લિઓટાઇડ જોડાઈને પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ બને છે. જેને આપણે ન્યુક્લિક ઍસિડ તરીકે ઓળખીએ છીએ. ન્યુક્લિક ઍસિડના બંધારણને સરળ રીતે નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય.



7.10.1 DNAનું દ્વિસર્પિલ બંધારણ (Double Helix Structure of DNA) :



આકૃતિ 7.11 DNAનું દ્વિસર્પિલ બંધારણ (માત્ર જાણકારી માટે)

આકૃતિ 7.11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એવુ સાબિત થયું છે કે DNAનો અણુ વળ દીધેલા દોરડા જેવો છે અને **તેમાં બહારની બાજુએ ફૉસ્ફોરિક ઍસિડના એકમો તથા મધ્યમાં બેઇઝ સંયોજનો ગોઠવાયેલા હોય છે.** પ્રજનન પ્રક્રિયા દરમિયાન કોષના કેન્દ્રમાં રહેલા રંગસૂત્રોમાંના જનીનોમાં આવા ન્યુક્લિક ઍસિડ પણ વિભાજન પામીને નવા કોષમાં એજ સ્વરૂપે ગોઠવાય છે. આના કારણે આનુવંશિક ગુણો વારસાગત ઊતરી આવે છે. 1953માં વૈજ્ઞાનિકો જે. ડી. વૉટસન તથા એચ. સી. ક્રીક દ્વારા DNAના ક્ષ-કિરણ વિવર્તન અભ્યાસ પરથી તેનું દ્વિસર્પિલ બંધારણ સૂચવવામાં આવ્યું. આ બંધારણ એક ગોળાકાર સીડી (spiral staircase) જેવું છે. પોલિન્યુક્લિઓટાઇડની બે શૃંખલાઓ વચ્ચે આવેલા જોડાણમાં એક ન્યુક્લિઓટાઇડનો પ્યુરિન બેઇઝ સામેના ન્યુક્લિઓટાઇડના પિરિમિડીન બેઇઝ સાથે હાઇડ્રોજન-બંધથી જોડાય છે. આમાં એક બેઇઝ એડેનીન (A) હોય તો તેની સાથે જોડાતો બેઇઝ હંમેશા થાયમિન (T) જ હોય છે. તે જ રીતે એક બેઇઝ ગ્વાનીન (G) હોય તો તેની સાથે જોડાતો બેઇઝ હંમેશા સાઇટોસીન (C) જ હોય છે. **A અને T બે હાઇડ્રોજન-બંધથી તેમજ C અને G ત્રણ હાઇડ્રોજન-બંધથી જોડાય છે.** (આકૃતિ 7.12).

P = ફૉસ્ફેટ

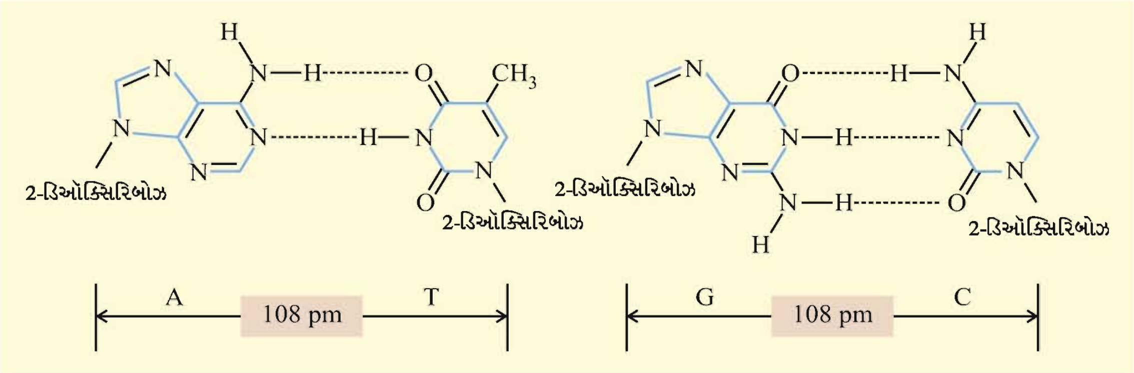
D = ડિઑક્સિરિબોઝ

A = એડેનીન

T = થાયમીન

C = સાઇટોસીન

G = ગ્વાનીન



આકૃતિ 7.12 A અને T તથા G અને C વચ્ચેના હાઇડ્રોજન-બંધ (માત્ર જાણકારી માટે)

7.10.2 ન્યુક્લિક ઍસિડનું જૈવિક મહત્ત્વ (Biological Importance of Nucleic Acids)

DNA આનુવંશિકતા માટે જવાબદાર રસાયણ છે. તે જનીનની માહિતી સાચવી રાખે છે. DNA, સજીવોની જુદી જુદી જાતિની ઓળખને લાખો વર્ષો સુધી જાળવી રાખવા માટે જવાબદાર ગણાય છે. કોષવિભાજન દરમિયાન DNA બેવડાઈ (duplication) શકે છે અને સમાન DNA શૃંખલા નવા કોષોમાં સ્થાન લે છે. ન્યુક્લિક ઍસિડનો અન્ય ઉપયોગ કોષમાં પ્રોટીનના સંશ્લેષણનો છે. વાસ્તવમાં કોષમાં પ્રોટીન જુદા જુદા RNA અણુઓ દ્વારા સંશ્લેષિત થાય છે, પણ ચોક્કસ પ્રોટીનના સંશ્લેષણનો સંદેશ DNAમાં હાજર હોય છે.

સારાંશ

- જીવંત પ્રણાલીઓમાં રહેલા રાસાયણિક સંયોજનોને જૈવિક અણુઓ કહે છે.
- કાર્બોહાઇડ્રેટ, પ્રોટીન, વિટામિન, ન્યુક્લિક ઍસિડ, ઉત્સેચક અને લિપિડ જૈવિક અણુઓ છે.

કાર્બોહાઇડ્રેટ

- રાસાયણિક રીતે કાર્બોહાઇડ્રેટ, પોલિહાઇડ્રૉક્સિ આલ્ડિહાઇડ અથવા પોલિહાઇડ્રૉક્સિ કિટોન અથવા જેમાંથી જળવિભાજનને અંતે આવા સંયોજનો મળે તેવા પદાર્થો છે.

કાર્બોહાઇડ્રેટ

- **શર્કરા**
  - **મૉનોસેકેરાઇડ** — દા.ત., - ગ્લુકોઝ, ફ્રુક્ટોઝ
  - **ઓલિગોસેકેરાઇડ**
    - **ડાયસેકેરાઇડ** — દા.ત., - સુક્રોઝ, માલ્ટોઝ, લૅક્ટોઝ, સેલોબાયોઝ
    - **ટ્રાયસેકેરાઇડ** — દા.ત., - રેફિનોઝ (મેલિટ્રાયોઝ)
    - **ટેટ્રાસેકેરાઇડ** — દા.ત., - સ્ટેચીઓઝ
- **અશર્કરા**
  - **પોલિસેકેરાઇડ** — દા.ત, - સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ, ગ્યાયકોજન, ડેક્ષ્ટ્રીન

મૉનોસેકેરાઇડ

મૉનોસેકેરાઇડ	સામાન્ય વર્ગ	(+) કે (–)	મ્યુટારોટેશન દર્શાવે છે ?	એનોમર્સ	રિડ્યુસિંગ શર્કરા છે ?
ગ્લુકોઝ	આલ્ડોહેક્સોઝ	(+)	હા	α-D-(+)-ગ્લુકોઝ β-D-(+)-ગ્લુકોઝ	હા
ફ્રુક્ટોઝ	કિટોહેક્સોઝ	(–)	હા	α-D-(–)-ફ્રુક્ટોઝ β-D-(–)-ફ્રુક્ટોઝ	હા

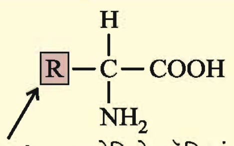
ડાયસેકેરાઇડ

ડાયસેકેરાઇડ	(+) કે (–)	મૉનોસેકેરાઇડ એકમો	ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ	મ્યુટારોટેશન દર્શાવે છે ?	એનોમર્સ	રિડ્યુસિંગ શર્કરા છે ?
સુક્રોઝ	(+)	ગ્લુકોઝ ફ્રુક્ટોઝ	α-D-(+)-ગ્લુકોઝ (C1)–O–(C2)-β-D-(–)-ફ્રુક્ટોઝ	ના	ના	ના
માલ્ટોઝ	(+)	ગ્લુકોઝ ગ્લુકોઝ	α-D-(+)-ગ્લુકોઝ (C1)–O–(C4)-D-(+)-ગ્લુકોઝ	હા	α-(+)-માલ્ટોઝ β-(+)-માલ્ટોઝ	હા
લૅક્ટોઝ	(+)	ગેલેક્ટોઝ ગ્લુકોઝ	β-D-(+)-ગેલેક્ટોઝ (C1)–O–(C4)-D-(+)-ગ્લુકોઝ	હા	α-(+)-લૅક્ટોઝ β-(+)-લૅક્ટોઝ	હા

પોલિસેકેરાઇડ

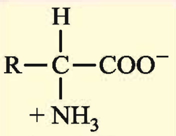
પોલિસેકેરાઇડ	મૉનોસેકેરાઇડ	ગ્યાલયકોસિડિક સાંકળ
સ્ટાર્ચ		
એમાઇલોઝ	ગ્લુકોઝ	α-D-(+)-ગ્લુકોઝ(C1)–O–(C4)-α-D-(+)-ગ્લુકોઝ
એમાઇલોપૅક્ટિન	ગ્લુકોઝ	α-D-(+)-ગ્લુકોઝ(C1)–O–(C4)-α-D-(+)-ગ્લુકોઝ અને α-D-(+)-ગ્લુકોઝ(C1)–O–(C6)-α-D-(+)-ગ્લુકોઝ
સેલ્યુલોઝ	ગ્લુકોઝ	β-D-(+)-ગ્લુકોઝ(C1)–O–(C4)-β-D-(+)-ગ્લુકોઝ

એમિનો ઍસિડ

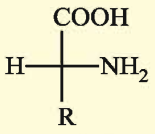


બદલાતો સમૂહ

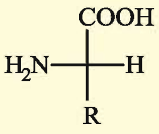
α-એમિનો ઍસિડનું સામાન્ય બંધારણ



એમિનો ઍસિડ દ્વિધ્રુવ આયન તરીકે



D-એમિનો ઍસિડ



L-એમિનો ઍસિડ

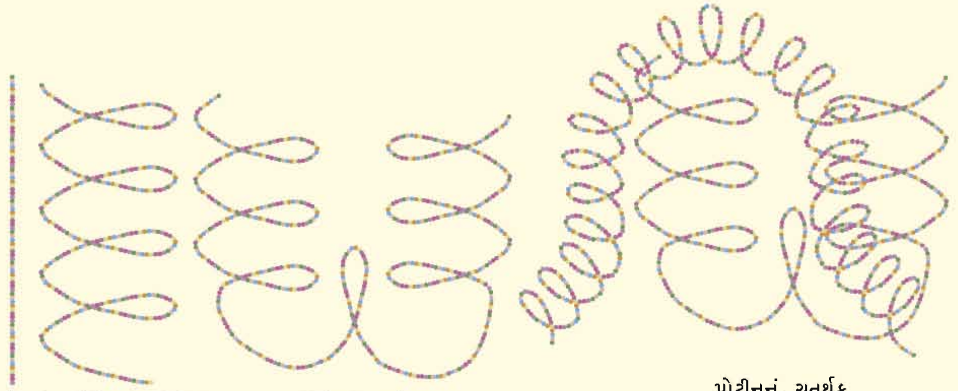
પ્રોટીન

- પ્રોટીન $\xrightarrow{\text{જળવિભાજન}}$ પેપ્ટાઇડ $\xrightarrow{\text{જળવિભાજન}}$ એમિનો ઍસિડ
- એમિનો ઍસિડ + એમિનો ઍસિડ → ડાયપેપ્ટાઇડ

  એમિનો ઍસિડ + એમિનો ઍસિડ + એમિનો ઍસિડ → ટ્રાયપેપ્ટાઇડ

  એમિનો ઍસિડ + એમિનો ઍસિડ + એમિનો ઍસિડ + એમિનો ઍસિડ → ટેટ્રાપેપ્ટાઇડ

  n (એમિનો ઍસિડ) → પોલિપેપ્ટાઇડ અથવા પ્રોટીન



પ્રોટીનનું બંધારણ

ઉત્સેચક

- જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં ઉદ્દીપક તરીકે કાર્ય કરતા પદાર્થોને ઉત્સેચક કહેવામાં આવે છે.
- સહઉત્સેચક + અપ્રકિણ્વ ઉત્સેચક (એપ્રોએન્ઝાઇમ) → ઉત્સેચક

  (બિનપ્રોટીન) (નિષ્ક્રિય) + (પ્રોટીન) (નિષ્ક્રિય) → (સક્રિય)

- E (ઉત્સેચક) + S (પ્રક્રિયાર્થી) → E–S (ઉત્સેચક-પ્રક્રિયાર્થી સંકીર્ણ) → E (ઉત્સેચક) + P (નીપજ)

  (ઉત્સેચક કાર્યપદ્ધતિ)

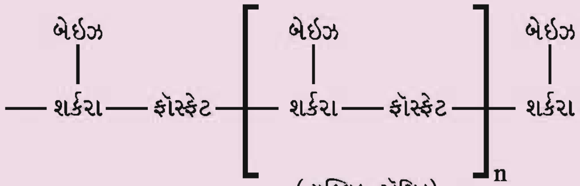
વિટામિન

- વિટામિન A, B_1, B_2, B_6, B_{12}, C, D, E, K અને H જાણીતા છે.
- માનવશરીર માટે દરેક વિટામિનનું આગવું મહત્ત્વ છે. ચોક્કસ વિટામિનની ઊણપથી ચોક્કસ પ્રકારના રોગ થાય છે.

ન્યુક્લિક ઍસિડ

- ન્યુક્લિક ઍસિડના બે પ્રકાર છે : (i) ડિઑક્સિરિબોન્યુક્લિક ઍસિડ (DNA) અને (ii) રિબોન્યુક્લિક ઍસિડ (RNA)

- ન્યુક્લિક ઍસિડ એટલે પોલિન્યુક્લિઓટાઇડ
- ન્યુક્લિઓટાઇડ એટલે ન્યુક્લિઓસાઇડ + ફૉસ્ફેટ
- ન્યુક્લિઓસાઇડ એટલે શર્કરા + બેઇઝ
- DNA આનુવંશિકતા માટે જવાબદાર રસાયણ છે.



(ન્યુક્લિક ઍસિડ)

સ્વાધ્યાય

1. આપેલા બહુવિકલ્પમાંથી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) નીચેના પૈકી કયો પદાર્થ ડાયસેકેરાઇડ છે ?

(A) ગ્લુકોઝ (B) ફ્રુક્ટોઝ (C) માલ્ટોઝ (D) મેલિટ્રાયોઝ

(2) કુલ ચાર કાર્બન પરમાણુઓ અને એક આલ્ડિહાઇડ સમૂહ ધરાવતાં કાર્બોહાઇડ્રેટ કયા સામાન્ય નામથી ઓળખાય છે ?

(A) આલ્ડોટેટ્રોઝ (B) આલ્ડોપેન્ટોઝ (C) કિટોટેટ્રોઝ (D) કિટોપેન્ટોઝ

(3) નીચેના પૈકી કઈ શર્કરા રિડ્યુસિંગ શર્કરા નથી ?

(A) ગ્લુકોઝ (B) સુક્રોઝ (C) માલ્ટોઝ (D) લૅક્ટોઝ

(4) $H_2NCH_2\,CONH\,\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}\,CONH\,CH_2NH_2$ કેવા પ્રકારની પેપ્ટાઇડ શૃંખલા છે ?

(A) ડાયપેપ્ટાઇડ (B) ટ્રાયપેપ્ટાઇડ (C) ટેટ્રાપેપ્ટાઇડ (D) પોલિપેપ્ટાઇડ

(5) પ્રોટીનનું કયું બંધારણ β-પ્લીટેડ શીટ આકારનું હોય છે ?

(A) પ્રાથમિક (B) દ્વિતીયક (C) તૃતીયક (D) ચતુર્થક

(6) નીચેના પૈકી કયું વિધાન સાચું છે ?

(A) ઉત્સેચકો કાર્બોહાઇડ્રેટ પદાર્થો છે.

(B) ઉત્સેચકો પ્રક્રિયાને અંતે પાછા મળતાં નથી.

(C) ઉત્સેચક પ્રક્રિયાને અંતે બદલાયેલા સ્વરૂપે પાછાં મળે છે.

(D) ઉત્સેચક પ્રક્રિયાને અંતે મૂળ સ્વરૂપે પાછાં મળે છે.

(7) કયું વિટામિન પાણી અને ચરબીમાં અદ્રાવ્ય છે ?

(A) A (B) B સંકીર્ણ (C) C (D) H

(8) નીચેના પૈકી કયું વિધાન ખોટું છે ?

(A) DNAમાં A, G, C અને T બેઇઝ હાજર હોય છે.

(B) DNAમાં A અને T બે હાઇડ્રોજન-બંધથી જોડાયેલા હોય છે.

(C) A અને C પ્યુરિન બેઇઝ છે.

(D) T અને U પિરિમિડીન બેઇઝ છે.

(9) ડાયસેકેરાઇડમાં બે મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ કઈ સાંકળથી જોડાયેલા હોય છે ?

(A) પેપ્ટાઇડ (B) ફૉસ્ફોડાયએસ્ટર (C) ગ્લાયકોસિડિક (D) ડાયસલ્ફાઇડ

(10) નીચેના પૈકી કયા એકમો α-(+)-લેક્ટોઝમાં હશે ?

(A) β-D-(+)-ગેલેક્ટોઝ + α-D-(+)-ગ્લુકોઝ

(B) β-D-(+)-ગેલેક્ટોઝ + β-D-(+)-ગ્લુકોઝ

(C) α-D-(+)-ગેલેક્ટોઝ + α-D-(+)-ગ્લુકોઝ

(D) α-D-(+)-ગેલેક્ટોઝ + β-D-(+)-ગ્લુકોઝ

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં ઉત્તર લખો :

(1) ડાયસેકેરાઇડના બે ઉદાહરણો લખો.

(2) ટ્રાયસેકેરાઇડના બે ઉદાહરણો લખો.

(3) પોલિસેકેરાઇડના બે ઉદાહરણો લખો.

(4) આલ્ડોહેક્સોઝ અને કિટોહેક્સોઝનું એક-એક ઉદાહરણ લખો.

(5) ગ્લુકોઝનું પ્રમાણસૂચકસૂત્ર અને આણ્વિયસૂત્ર લખો.

(6) ગ્લુકોઝના એનોમર્સના હાવર્થ પ્રક્ષેપ સૂત્રો દોરો.

(7) α-D-(–)-ફ્રુક્ટોઝના ફિશર અને હાવર્થ પ્રક્ષેપ સૂત્રો દોરો.

(8) સુક્રોઝ અને માલ્ટોઝનું જળવિભાજન કયા ઉત્સેચકની મદદથી થાય છે ?

(9) એમિનો ઍસિડનું સામાન્ય બંધારણ જણાવો.

(10) તટસ્થ એમિનો ઍસિડના બે ઉદાહરણ લખો.

(11) ઍસિડિક એમિનો ઍસિડના બે ઉદાહરણ લખો.

(12) બેઝિક એમિનો ઍસિડના બે ઉદાહરણ લખો.

(13) D– અને L– એમિનો ઍસિડનું સામાન્ય બંધારણ લખો.

(14) એમિનો ઍસિડના મિશ્રણના અલગીકરણ માટેની બે પદ્ધતિઓના નામ લખો.

(15) ગ્લાયસાઇલએલેનાઇન ડાયપેપ્ટાઇડ શૃંખલા કયાં બે એમિનો ઍસિડની બનેલી હોય છે ?

(16) પ્રોટીનના આણ્વિય આકારને આધારે કયા બે પ્રકારો પડે છે ?

(17) પ્રોટીનના વિકૃતિકરણ માટે જવાબદાર બે પરિબળો જણાવો.

(18) ચરબીમાં દ્રાવ્ય વિટામિનના નામ જણાવો.

(19) પાણીમાં દ્રાવ્ય વિટામિનના નામ જણાવો.

(20) ન્યુક્લિઓસાઇડમાં બેઇઝ, શર્કરા સાથે કયા સ્થાને જોડાય છે ?

(21) બે ન્યુક્લિઓટાઇડ એકબીજા સાથે કઇ સાંકળથી જોડાય છે ?

(22) DNAમાં કયાં બે બેઇઝ બે હાઇડ્રોજન-બંધથી જોડાય છે ?

(23) DNAમાં કયાં બે બેઇઝ ત્રણ હાઇડ્રોજન-બંધથી જોડાય છે ?

(24) પેપ્ટાઇડ શૃંખલામાં N- અંતઃસ્થ અવશેષને કઈ બાજુ લખવામાં આવે છે ?

(25) એમિનો ઍસિડનો દ્વિધ્રુવ આયન, ઍસિડિક અને બેઝિક માધ્યમમાં કયા સ્વરૂપે હોય છે ?

(26) નીચે જણાવેલ સંયોજનોમાં ગ્લાયકોસિડિક સાંકળ કયા મૉનોસેકેરાઇડ અણુઓ વચ્ચે અને કયા સ્થાને રચાયેલી હોય છે, તે જણાવો :

(i) સુક્રોઝ (ii) માલ્ટોઝ

(iii) લૅક્ટોઝ (iv) એમાઇલોઝ

(v) એમાઇલોપૅક્ટિન (vi) સેલ્યુલોઝ

(27) વ્યાખ્યા આપો :

(i) કાર્બોહાઇડ્રેટ (ii) દક્ષિણભ્રમણીય પદાર્થ

(iii) વામભ્રમણીય પદાર્થ (iv) એનોમેરિક કાર્બન

(v) એનોમર્સ (vi) મ્યુટારોટેશન

(vii) કેરેમલ (viii) ઝવીટર આયન

(ix) એમિનો ઍસિડનું સમવિભવ બિંદુ (x) N-અંતઃસ્થ અવશેષ

(xi) C-અંતઃસ્થ અવશેષ (xii) ઉત્સેચક

(xiii) સહકારકો (xiv) સહઉત્સેચક

(xv) ઉત્સેચકનું સક્રિયસ્થાન (xvi) વિટામિન

(xvii) ન્યુક્લિઓસાઇડ (xviii) ન્યુક્લિઓટાઇડ

3. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો :

(1) પ્રકાશક્રિયાશીલ પદાર્થના વિશિષ્ટ પરિભ્રમણની ગણતરી માટેનું સૂત્ર લખો અને તેમાંની બધી સંજ્ઞાઓનો પરિચય આપો.

(2) D-(+)-ગ્લુકોઝ અને L-(–)-ગ્લુકોઝના મુક્ત શૃંખલાવાળા બંધારણ દોરો.

(3) D-(–)-ફ્રુક્ટોઝ અને L-(+)-ફ્રુક્ટોઝના મુક્ત શૃંખલાવાળા બંધારણ દોરો.

(4) આવશ્યક એમિનો ઍસિડ એટલે શું ? તેમના નામ જણાવો.

(5) મોટાભાગના એમિનો ઍસિડ ઊભયગુણધર્મી હોય છે. શા માટે ?

(6) કોઈ ડાયપેપ્ટાઇડનું બંધારણ દોરી તેમાં પેપ્ટાઇડ સાંકળ, N-અંતઃસ્થ અવશેષ અને C-અંતઃસ્થ અવશેષના સ્થાન દર્શાવો.

(7) ન્યુક્લિક ઍસિડનું સાદું બંધારણ દોરો.

(8) નીચે દર્શાવેલ સંયોજનોના બંધારણ દોરો. તેમાં રહેલ દરેક મૉનોસેકેરાઇડ એકમના કાર્બનને યોગ્ય નંબર આપો તથા ગ્લાયકોસિડિક સાંકળનું સ્થાન દર્શાવો :

(i) (+)-સુક્રોઝ (ii) α-(+)-માલ્ટોઝ

(iii) β-(+)-લૅક્ટોઝ (iv) એમાઇલોઝ

(v) એમાઇલોપૅક્ટિન (vi) સેલ્યુલોઝ

જોડકાં જોડો : (પ્રશ્ન 9થી 11)

(9)

A	B
(a) ગ્લુકોઝ	(i) માલ્ટ શર્કરા
(b) માલ્ટોઝ	(ii) શેરડી શર્કરા
(c) લૅક્ટોઝ	(iii) દ્રાક્ષ શર્કરા
(d) સુક્રોઝ	(iv) દૂધ શર્કરા

(10)

A	B
(a) વિટામિન A	(i) બાયોટિન
(b) વિટામિન B_2	(ii) એસ્કોર્બિક ઍસિડ
(c) વિટામિન C	(iii) રિબોફ્લેવિન
(d) વિટામિન D	(iv) રેટિનોલ
	(v) કેલ્શિફેરોલ

(11)

A	B
(a) વિટામિન B_1	(i) નપુંસકતા
(b) વિટામિન C	(ii) રતાંધળાપણું
(c) વિટામિન E	(iii) સ્કર્વી
(d) વિટામિન B_{12}	(iv) બેરીબેરી
	(v) વિનાશી રક્તઅલ્પતા

(12) નીચે દર્શાવેલા પદાર્થોના જૂથમાંથી અલગ પડતા પદાર્થ પર ◯ નિશાની કરો :

(i) સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ, સેલોબાયોઝ, ગ્લાયકોજન

(ii) સુક્રોઝ, લૅક્ટોઝ, ગ્લુકોઝ, માલ્ટોઝ

(iii) સાઇટોસીન, એડેનીન, થાયમિન, યુરેસીલ (iv) વિટામિન A, વિટામિન C, વિટામિન D, વિટામિન E

કારણ આપી સમજાવો : (પ્રશ્ન 13થી 15)

(13) સુક્રોઝ નૉનરિડ્યુસિંગ શર્કરા છે.

(14) માલ્ટોઝ રિડ્યુસિંગ શર્કરા છે.

(15) લૅક્ટોઝના એનોમર્સ મળે છે.

4. નીચેના પ્રશ્નોના વિગતવાર ઉત્તર આપો :

(1) કાર્બોહાઇડ્રેટનું વર્ગીકરણ લખો.

(2) ગ્લુકોઝની બનાવટની બે પદ્ધતિઓ ચર્ચો.

(3) ગ્લુકોઝના મુક્ત શૃંખલા બંધારણની સાબિતી આપતી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ વર્ણવો.

(4) કાર્બોહાઇડ્રેટનું મહત્ત્વ વર્ણવો.

(5) પ્રોટીનના પ્રાથમિક, દ્વિતીયક, તૃતીયક, ચતુર્થક બંધારણો સમજાવો.

(6) પ્રોટીનના વિકૃતિકરણના કારણો ચર્ચો.

(7) ઉત્સેચકની કાર્યપદ્ધતિ સમજાવો.

(8) ન્યુક્લિક ઍસિડના બંધારણમાં રહેલા ઘટકોની ચર્ચા કરો.

(9) DNAનું દ્વિસર્પિલ બંધારણ વર્ણવો.

(10) નીચેના દાખલા ગણો :

(i) 2.0 ડેસીમીટર લાંબી પોલારીમીટર ટ્યૂબની મદદથી 3.0 ગ્રામ માલ્ટોઝ ધરાવતા 20 મિલિ જલીય દ્રાવણનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ $+136^0$ માલૂમ પડ્યું, તો માલ્ટોઝના આ દ્રાવણનું નોંધેલ પરિભ્રમણ કેટલું હશે ?

(ii) ફ્રુક્ટોઝનું વિશિષ્ટ પરિભ્રમણ (-92.4^0) છે. 10 સેમી લાંબી પોલારીમીટર ટ્યૂબની મદદથી ફ્રુક્ટોઝના જલીય દ્રાવણનું પરિભ્રમણ (-27.7^0) માલૂમ પડ્યું, તો આ 100 મિલિ જલીય દ્રાવણમાં ફ્રુક્ટોઝનો કેટલો જથ્થો ઓગળેલો હશે ?

•