यद्यपि एल्किल सायनाइड का क्वथनांक संगत समावयवी एल्किल आयसोसाइनाइड से उच्च होता है।

उदाहरण– CH_3CN क्वथनांक =355 K

CH_3NC क्वथनांक =332 K

3. **विलेयता–** एल्किल आयसोसायनाइड की तुलना में एल्किन सायनाइड, हाइड्रोजन आबंधन निर्माण के कारण जल में अधिक विलेय होते है।

$$R-C\equiv N\text{------}H\diagdown O-H\text{------}N\equiv C-R$$

यद्यपि जल में विलेयता अणुभार में वृद्धि के साथ घटती जाती है।

13.3.4 सायनाइड एवं आयसो सायनाइड के रासायनिक गुण

1. **जल अपघटन –** अम्लीय एवं क्षारीय माध्यम में आंशिक जल अपघटन पर एल्किल सायनाइड एमाइड यौगिक बनाते है। पूर्ण जल अपघटन पर एमाइडों से अम्लीय माध्यम में कार्बोक्सिलिक अम्ल एवं क्षारीय माध्यम में कार्बोक्सिलिक अम्ल लवण प्राप्त होत है।

$$\underset{\text{मेथिल सायनाइड}}{CH_3CN}\xrightarrow{H_2O,\,H^+}\underset{\text{एसीट एमाइड}}{CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2}\xrightarrow{H_2O,\,H^+}\underset{\text{एसीटिक अम्ल}}{CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH}+NH_3$$

एवं

$$\underset{\text{मेथिल सायनाइड}}{CH_3CN}\xrightarrow[H_2O]{NaOH}\underset{\text{एसीट एमाइड}}{CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2}\xrightarrow{NaOH}\underset{\text{सोडियम एसीटेट}}{CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa}+NH_3$$

एल्किल आयसो सायनाइड, अम्लीय माध्यम में पूर्ण जल अपघटन पर प्राथमिक एमीन एवं फार्मिक अम्ल बनाते है।

$$CH_3NC\xrightarrow{2H_2O,\,H^+}\underset{\text{मेथिल एमीन}}{CH_3-NH_2}+\underset{\text{फार्मिक अम्ल}}{HCOOH}$$

2. **अपचयन–** $LiAlH_4$ अथवा सोडियम एवं एथिल एल्कोहॉल की उपस्थिति में एल्किल सायनाइड के अपचयन से प्राथमिक एमीन का निर्माण **मेंडियस अपचयन** कहलाता है।

$$\underset{\text{मेथिल सायनाइड}}{CH_3CN}+4[H]\xrightarrow[Na/C_2H_5OH]{LiAlH_4\text{ या}}\underset{\text{एथिल एमीन}}{CH_3CH_2NH_2}$$

इसके विपरित Pt अथवा Ni की उपस्थिति में हाइड्रोजीनीकरण द्वारा एल्किल आयसो सायनाइड, द्वितीयक एमीन बनाते है।

$$\underset{\text{मेथिल आयसो सायनाइड}}{CH_3NC}+2H_2\xrightarrow[Ni]{Pt\text{ या}}\underset{\text{डाई मेथिल एमीन}}{CH_3NHCH_3}$$

3. **थार्प अभिक्रिया–** शुष्क ईथर माध्यम में सोडियम उत्प्रेरक की उपस्थिति में एल्किल सायनाइड के दो अणु संकलित होकर द्वितयाणु बनाते है जो इमीनों सायनाइड परिवार का सदस्य होता है।

$$CH_3CN+\underset{\underset{H}{|}}{H_2C}-CN\xrightarrow[\text{शुष्क ईथर}]{Na}CH_3-\underset{\underset{NH}{\|}}{C}-CH_2CN$$

4. **ग्रीन्यार अभिकर्मक से–** एल्किल सायनाइड, ग्रीन्यार अभिकर्मक से क्रिया कर मध्यवर्ती इमीनो लवण बनाता है जिसके जल अपघटन द्वारा कीटोन निर्मित होता है।

$$\underset{\text{मेथिल सायनाइड}}{CH_3-CN}+\underset{\text{मेथिल मैग्निशियम ब्रोमाइड}}{CH_3MgBr}\xrightarrow{\text{ईथर}}\left[CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}=NMgBr\right]$$

$$\xrightarrow{2H_2O/H^+}\underset{\text{एसीटोन}}{CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}=O}+Mg(OH)Br+NH_3$$

5. **योगात्मक अभिक्रियाएँ–** एल्किल आयसो सायनाइड, हैलोजन, सल्फर, ओजोन, मर्क्यूरिक ऑक्साइड से क्रिया कर योगात्मक यौगिक बनाते है।

उदाहरण–

$$CH_3NC+Cl_2\longrightarrow\underset{\text{मेथिल ईमीनो कार्बोनिल क्लोराइड}}{CH_3-N=CCl_2}$$

$$CH_3NC+S\longrightarrow\underset{\text{मेथिल आयसो थायो सायनेट}}{CH_3-N=C=S}$$

$$CH_3NC+O_3\longrightarrow\underset{\underset{\textbf{(MIC)}}{\text{मेथिल आयसो सायनेट}}}{CH_3-N=C=O}+O_2$$

$$CH_3NC+2HgO\longrightarrow\underset{\text{मेथिल आयसो सायनेट}}{CH_3-N=C=O}+Hg_2O$$

6. **समावयवीकरण–** एल्किल आयसो सायनाइड को बहुत समय तक गर्म करने पर यह अधिक स्थायी एल्किल सायनाइड में परिवर्तित हो जाता है।

$$\underset{\text{मेथिल आयसो सायनाइड}}{CH_3-N\equiv C}\xrightarrow{\Delta}\underset{\text{मेथिल सायनाइड}}{CH_3-C\equiv N}$$

भाग (द)

13.4 युरिया (Urea)

कार्बोनिक अम्ल एक अस्थायी द्विक्षारकीय अम्ल है परन्तु इसका डाइएमाइड व्युत्पन्न युरिया एक स्थायी यौगिक है।

$$\underset{\text{कार्बोनिक अम्ल हाइड्रोक्सी मेथेनोईक अम्ल}}{(HO)_2C=O}\qquad \underset{\text{कार्बेमिक अम्ल हाइड्रोक्सी मेथेन एमाइड}}{(HO)(H_2N)C=O}\qquad \underset{\text{युरिया अथवा एमीनो मेथेन एमाइड}}{(H_2N)_2C=O}$$

युरिया प्रथम कार्बनिक यौगिक है जिसे 1828 में व्होलर ने अकार्बनिक यौगिक से बनाया था।

13.4.1 विरचन की विधियाँ (Prepration method):

1. **व्होलर विधि–** पोटेशियम सल्फेट एवं अमोनियम सल्फेट की क्रिया पर अमोनियम सायनेट बनता है जिसके पुर्नविन्यास द्वारा युरिया प्राप्त होता है।

$$(NH_4)_2SO_4+2KCNO\longrightarrow 2NH_4CNO+K_2SO_4$$

$$NH_4CNO\xrightarrow{\Delta}\underset{\text{युरिया}}{NH_2CONH_2}$$

2. **प्रयोगशाला विधि–**प्रयोगशाला में द्रवित अमोनिया की क्रिया कार्बोनिल क्लोराइड अथवा एथिल कार्बोनेट अथवा एथिल युरिथेन से कराने पर युरिया प्राप्त होती है।

$$\underset{\text{फास्जीन}}{Cl-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-Cl}+2NH_3\longrightarrow \underset{\text{युरिया}}{H_2N-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-NH_2}+2HCl$$

$$\underset{\text{एथिल कार्बोनेट}}{C_2H_5O-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-OC_2H_5}+2NH_3\longrightarrow \underset{\text{युरिया}}{H_2N-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-NH_2}+\underset{\text{एथिल एल्कोहॉल}}{2C_2H_5OH}$$

$$\underset{\text{एथिल युरिथेन}}{C_2H_5O-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-NH_2}+NH_3\longrightarrow \underset{\text{युरिया}}{H_2N-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-NH_2}+C_2H_5OH$$

3. **औद्योगिक विधि–** कार्बन डाई ऑक्साइड एवं द्रवित अमोनिया की अभिक्रिया पर अमोनियम कार्बेमेट बनता है जो कि उच्च दाब एवं उच्च ताप पर अपघटित होकर युरिया देता है।

$$2NH_3+CO_2\longrightarrow \underset{\text{अमोनियम कार्बेमेट}}{H_2N-\underset{\underset{\displaystyle O}{||}}{C}-ONH_4}\xrightarrow[100\,atm]{150^{\circ}C} H_2N-\underset{\underset{\displaystyle O}{||}}{C}-NH_2+H_2O$$

4. **सायनैमाइड से–** उच्च ताप पर कैल्शियम कार्बाइड की नाइट्रोजन से क्रिया पर कैल्शियम सायनैमाइड बनता है जिसको H_2SO_4 द्वारा उदासीकरण पर सायनैमाइड प्राप्त होता है जो कि जल अपघटन पर युरिया देता है।

$$\underset{\text{कैल्शियम कार्बाइड}}{CaC_2}+N_2\xrightarrow{400^{\circ}C}\underset{\text{कैल्शियम सायनैमाइड}}{CaNCN}+C$$

$$CaNCN+H_2SO_4\longrightarrow CaSO_4+\underset{\text{सायनैमाइड}}{N\equiv C-NH_2}$$

$$N\equiv C-NH_2+H_2O\longrightarrow \underset{\text{युरिया}}{H_2N-\underset{\underset{\displaystyle O}{||}}{C}-NH_2}$$

13.4.2 भौतिक गुण (Physical proerties) –

युरिया श्वेत क्रिस्टलीय ठोस यौगिक है। इसका गलनांक 132ºC होता है। यह जल में आसानी से विलेय होता है एवं कार्बनिक विलायक में अविलेय होता है।

13.4.3 रासायनिक गुण (Chemical propoerties) :

1. **क्षारीय प्रकृति–** प्रबल अम्लों के प्रति युरिया एक दुर्बल मोनो अम्लीय क्षारक है। मोनो अम्लीय क्षारक गुण का मुख्य कारण युरिया को अनुनादी संरचना है।

$$H_2\ddot{N}-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-\ddot{N}H_2\leftrightarrow H_2\overset{\oplus}{N}=\overset{\overset{\displaystyle O^{\ominus}}{|}}{C}-\ddot{N}H_2\leftrightarrow H_2\ddot{N}-\overset{\overset{\displaystyle O^{\ominus}}{|}}{C}-\overset{\oplus}{N}H_2$$

$$\underset{\text{युरिया}}{NH_2CONH_2}+\underset{\text{नाइट्रिक अम्ल}}{HNO_3}\longrightarrow \underset{\text{युरिया नाइट्रेट}}{NH_2CONH_2.HNO_3}$$

$$2NH_2CONH_2+\underset{\text{आक्सेलिक अम्ल}}{\begin{matrix}COOH\\ |\\ COOH\end{matrix}}\rightarrow \underset{\text{युरिया ऑक्सेलेट}}{(NH_2CONH_2)_2{\cdot}H_2C_2O_4}$$

2. **जल अपघटन–** तनु अम्ल, क्षार अथवा उच्च ताप पर जल के साथ गर्म करने पर युरिया का जल अपघटन होता है।

$$NH_2CONH_2 + 2HCl + HOH \rightarrow 2NH_4Cl + CO_2$$

$$NH_2CONH_2 + 2NaOH + 2HOH \rightarrow 2NH_4OH + Na_2CO_3$$

$$NH_2CONH_2 + 2HOH \xrightarrow{\Delta} (NH_4)_2CO_3$$

एंजाइम युरिएस की उपस्थिति में युरिया का जल अपघटन सामान्य ताप पर होता है।

3. **नाइट्रस अम्ल से–** युरिया को नाइट्रस अम्ल से क्रिया पर यह नाइट्रोजन एवं कार्बन डाइऑक्साइड गैसों में अपघटित हो जाता है।

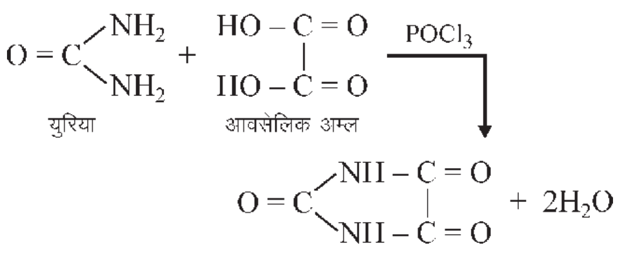
$$H_2N-\underset{\underset{O}{||}}{C}-NH_2 + 2HNO_2 \rightarrow CO_2 + 3N_2 + 3H_2O$$

4. **सोडियम हाइपोब्रोमाइट से–** क्षारीय हाइपोब्रोमाइट विलयन (NaOBr) की उपस्थिति में नाइट्रोजन के निष्कासन के साथ युरिया का विघटन हो जाता है।

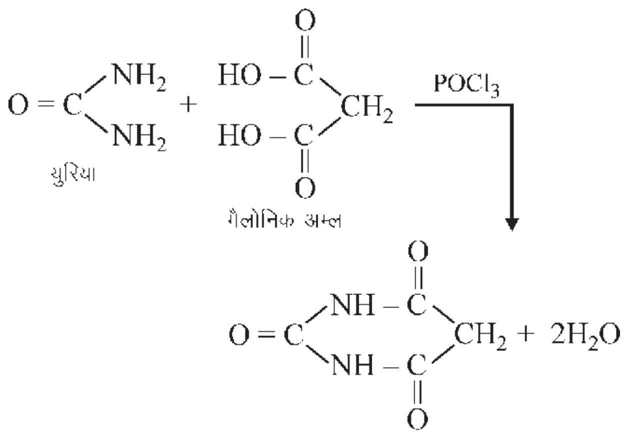
$$H_2N-\underset{\underset{O}{||}}{C}-NH_2 + 3NaOBr \longrightarrow 3NaBr + CO_2 + N_2 + 2H_2O$$

क्षारीय विलयन में CO_2 घुल जाती है अतः निष्कासित N_2 गैस का आयतन माप कर युरिया की मात्रा एवं प्रतिशतता को ज्ञात किया जा सकता है।

5. **डाई कार्बोक्सिलिक अम्लों से–** फॉस्फोरस ऑक्सी–क्लोराइड की उपस्थिति में डाइकार्बोक्सिलिक अम्लों से अभिकृत होकर युरिया विषम चक्रीय यौगिक बनाता है।



ऑक्सैलिल युरिया
अथवा पैराबैनिक अम्ल



मैलोनिल युरिया अथवा
बार्बिट्यूरिक अम्ल (निद्राकारी औषधि)

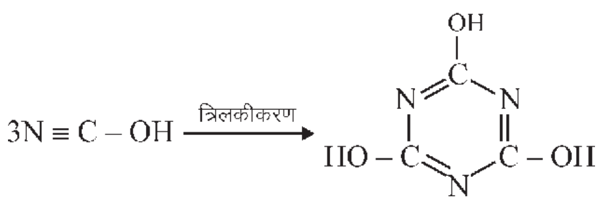
6. **ताप का प्रभाव–** युरिया को धीमी गति से 155°C पर गर्म करने पर दो अणुओं की परस्पर क्रिया एवं अमोनिया के निष्कासन द्वारा श्वेत क्रिस्टलीय ठोस पदार्थ बाईयुरेट बनता है।

$$H_2N-\overset{\overset{O}{||}}{C}-NH_2 + H_2N-\overset{\overset{O}{||}}{C}-NH_2 \xrightarrow{155^\circ C} \underset{\text{बाई युरेट}}{H_2N-\overset{\overset{O}{||}}{C}-NH-\overset{\overset{O}{||}}{C}-NH_2} + NH_3$$

उपरोक्त क्रिया युरिया का परीक्षण है क्योंकि प्राप्त श्वेत ठोस बाईयुरेट में कॉपर सल्फेट का क्षारीय विलयन मिलाने पर बैंगनी रंग प्राप्त होता है।

(ii) युरिया को तीव्र गति से 170°C पर गर्म करने पर एक अणु की अन्तःक्रिया से सायनिक अम्ल निर्मित होकर त्रिलकीकरण द्वारा सायन्यूरिक अम्ल में परिवर्तित हो जाता है।

$$\underset{\underset{H}{|}}{NH}-\overset{\overset{O}{||}}{\underset{\underset{NH_2}{|}}{C}} \xrightarrow[\text{तीव्र}]{170^\circ C} \underset{\text{सायनिक अम्ल}}{N \equiv C-OH}$$



सायन्यूरिक अम्ल

7. **हाइड्रेजीन से–** हाइड्रेजोन से अभिकृत होकर युरिया, सेमीकार्बाजाइड बनाता है।

$$\underset{\text{युरिया}}{H_2N-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-NH_2} + \underset{\text{हाइड्रेजीन}}{NH_2-NH_2} \rightarrow \underset{\text{सेमीकार्बाजाइड}}{H_2N-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-NHNH_2} + NH_3$$

8. **फार्मएल्डिहाइड से–** अम्ल अथवा क्षार की उपस्थिति में युरिया का एक अणु फार्मएल्डिहाइड के दो अणु से डाई मेथिलॉल युरिया बनाता है।

$$\underset{\text{युरिया}}{H_2N-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2} + \underset{\text{फार्मएल्डिहाइड}}{2HCHO}$$
$$\downarrow$$
$$\underset{\text{डाई मेथिललॉल युरिया}}{\underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}-NH-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH-\underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}}$$

13.4.4 युरिया के उपयोग

(i) निद्राकारी औषधियों के निर्माण में (बार्बिट्यूरेट)

(ii) कृत्रिम नाइट्रोजनी खाद के रूप में

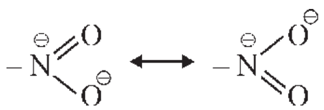
(iii) यूरिया–फार्मेल्डीहाइड प्लास्टिक के रूप में

(iv) सेमीकार्बेजाइड के विरचन में

भाग (य)

13.5 नाइट्रो यौगिक (Nitro compound)

एलिफैटिक अथवा ऐरामैटिक हाइड्रोकार्बनो के एक या अधिक H-परमाणु के नाइट्रो समूह द्वारा प्रतिस्थापन पर नाइट्रो यौगिक प्राप्त होते है।



13.5.1 नामकरण (Nomenclature) – नाइट्रो यौगिको को जनक हाइड्रोकार्बन के नाम से पहले नाइट्रो पूर्वलन लिखकर नाइट्रो एल्केन एवं नाइट्रो ऐरीन के रूप में इनका नाम लिखा जाता है।

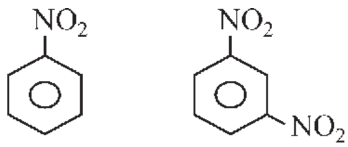
एलिफैटिक नाइट्रो यौगिक तीन प्रकार के प्राथमिक (1°), द्वितीयक (2°), तृतीयक (3°) होते है।

उदाहरण –

1° CH_3-NO_2 नाइट्रो मेथेन $CH_3-CH_2-NO_2$ नाइट्रो एथेन

2° $CH_3-\underset{\underset{NO_2}{|}}{CH}-CH_3$ 2–नाइट्रो प्रोपेन

3° $CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-NO_2$ 2–मेथिल–2–नाइट्रो प्रोपेन



नाइट्रो बैंजीन m-डाइ नाइट्रो बैंजीन

13.5.2 नाइट्रो यौगिक के विरचन की विधियाँ (Preparation method of nitrocompound)

1. **हाइड्रोकार्बन से–** एल्केन वाष्प अवस्था में फ्यूमिंग HNO_3 से 673 K ताप पर क्रिया कर विभिन्न नाइट्रो एल्केन का मिश्रण बनाता है।

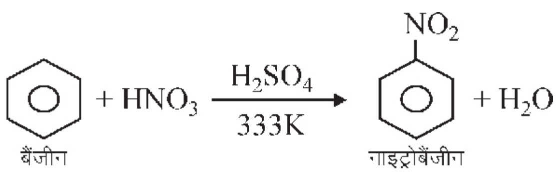
$$\underset{\text{मेथेन}}{CH_4} + HNO_3 \xrightarrow{673\,K} \underset{\text{नाइट्रो मेथेन}}{CH_3-NO_2} + H_2O$$

$$\underset{\text{ऐथेन}}{CH_3-CH_3} \xrightarrow[673K]{HNO_3} \underset{\substack{\text{नाइट्रो ऐथेन}\\(80\%)}}{CH_3-CH_2-NO_2} + \underset{\substack{\text{नाइट्रो मेथेन}\\(20\%)}}{CH_3NO_2}$$

$$CH_3-CH_2-CH_3 \xrightarrow[673K]{HNO_3}$$

- $CH_3-CH_2-CH_2-NO_2$ नाइट्रो प्रोपेन (25%)
- $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-NO_2$ 2–नाइट्रो प्रोपेन (40%)
- $CH_3-CH_2-NO_2$ नाइट्रो ऐथेन (10%)
- CH_3-NO_2 नाइट्रो मेथेन (25%)

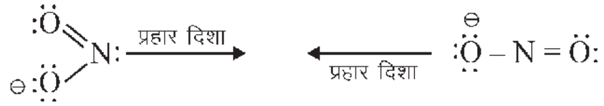
नाइट्रोबैंजीन को प्रयोगशाला में प्राप्त करने के लिए बैंजीन को नाइट्रीकारक मिश्रण (सान्द्र HNO_3 + सान्द्र H_2SO_4) के साथ गर्म किया जाता है।



2. **एल्किल हैलाइड से–** एल्किल ब्रोमाइड एवं एल्किल आयोडाइड को $AgNO_2$ के साथ एल्कोहल में क्रिया कराने पर नाइट्रो एल्केन बनते है।

$$R-X+AgNO_2 \rightarrow \underset{\substack{\text{नाइट्रो एल्केन}\\\text{(मुख्य)}}}{R-NO_2} + \underset{\substack{\text{एल्किल नाइट्राइट}\\\text{(अल्प)}}}{R-ONO} + AgX$$

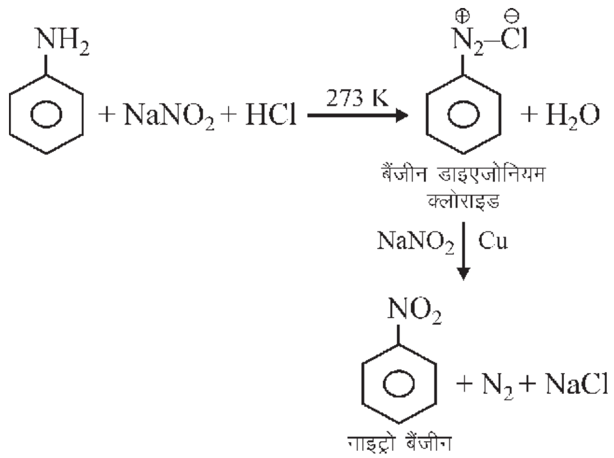
इस क्रिया में कुछ मात्रा में एल्किल नाइट्राइट भी बनते है चूंकि नाइट्रोजन समूह एक उभयदंतुक नाभिक स्नेही है। यह एल्किल समूह पर N या O परमाणु द्वारा प्रहार कर सकता है।



सिल्वर नाइट्राइट सहसंयोजक यौगिक है अतः नाइट्रोजन पर उपस्थित एकाकी e^- युग्म प्रहार के लिए उपलब्ध है, इस कारण नाइट्रो एल्केन मुख्य उत्पाद के रूप में प्राप्त होता है।

ऐरिल हैलाइड नाभिक स्नेही प्रतिस्थापन क्रिया में अल्प क्रियाशील है अतः ऐरोमैटिक नाइट्रो यौगिक इस विधि से प्राप्त नहीं होते है।

3. **ऐनीलीन से–** एनीलीन का नाइट्रस अम्ल ($NaNO_2$ + HCl) द्वारा डाइऐजोटीकरण करके प्राप्त लवण का ताम्र चूर्ण युक्त जलीय सोडियम नाइट्राइट से क्रिया कराने पर नाइट्रो बैंजीन प्राप्त होती है।



13.5.3 भौतिक गुण (Physical Properties)

1. नाइट्रो एल्केन रंगहीन, तीक्ष्ण गंध वाले द्रव होते है।
2. नाइट्रो बैंजीन पीले रंग का द्रव है जिसकी कड़वे बादाम जैसी गंध है।
3. नाइट्रो एल्केन जल में अल्प विलेय जबकि नाइट्रो ऐरीन जल में अविलेय है।
4. द्विध्रुव आघूर्ण (3 से 4D) उच्च होने से इनका क्वथनांक हाइड्रोकार्बन से अधिक होता है।

13.5.4 रासायनिक गुण (Chemical prpoerties)

नाइट्रो एल्केन एवं नाइट्रो बैंजीन की प्रमुख रासायनिक अभिक्रियाएँ निम्नांकित है–

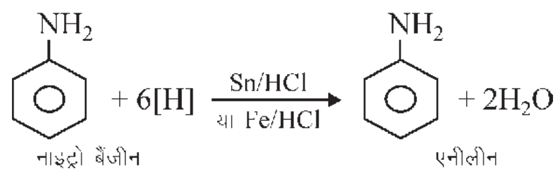
1. **अपचयन–** इसमें अपचयन विभिन्न पदों में होता है एवं प्राप्त अंतिम उत्पाद अपचायक एवं अभिक्रिया में माध्यम पर निर्भर करता है।

$$\underset{\text{नाइट्रो एल्केन}}{R-NO_2} \xrightarrow[-H_2O]{+2[H]} \underset{\text{नाइट्रोसो एल्केन}}{R-N=O} \xrightarrow{+2[H]}$$

$$\underset{\substack{\text{एल्किल हाइड्रोक्सिल}\\\text{एमीन}}}{R-NH-OH} \xrightarrow[-H_2O]{+2[H]} \underset{\text{प्राथमिक एमीन}}{R-NH_2}$$

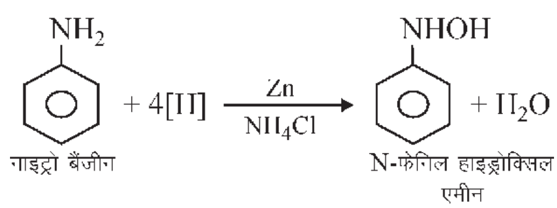
(अ) अम्लीय माध्यम

$$\underset{\text{नाइट्रो मेथेन}}{CH_3NO_2} + 6[H] \xrightarrow[HCl]{Sn} \underset{\text{मेथेन एमीन}}{CH_3NH_2} + 2H_2O$$



(ब) उदासीन माध्यम

$$\underset{\text{नाइट्रो मेथेन}}{CH_3-NO_2} + 4[H] \xrightarrow[NH_4Cl]{Zn} \underset{\substack{\text{N–मेथिल हाइड्रोक्सिल}\\\text{एमीन}}}{CH_3NHOH} + H_2O$$



(स) क्षारीय माध्यम

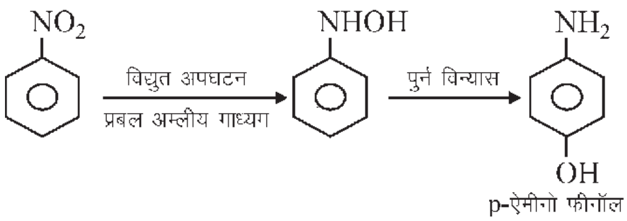
$$C_6H_5NO_2 + 6[H] \xrightarrow[NaOH]{\text{ग्लुकोज}} \underset{\text{एजोक्सी बैंजीन}}{C_6H_5-\overset{\overset{O}{\uparrow}}{N}=N-C_6H_5} + 2H_2O$$

$$2C_6H_5NO_2 + 8[H] \xrightarrow[\text{NaOH(एल्कोहल)}]{Zn} \underset{\text{एजो बैंजीन}}{C_6H_5-N=N-C_6H_5} + 4H_2O$$

$$2C_6H_5NO_2 + 10[H] \xrightarrow[\text{NaOH (जलीय)}]{Zn} \underset{\text{एहाइड्रेजोबैंजीन}}{C_6H_5NH-NHC_6H_5} + 4H_2O$$

(द) **विद्युत अपघटन अपचयन–** विद्युत अपघटन अपचयन में नाइट्रो बैंजीन दुर्बल अम्ल या क्षार की उपस्थिति में पुर्नविन्यास क्रिया द्वारा पैरा एमीनो फीनोल बनाता है।

$$C_6H_5NO_2 \xrightarrow[\text{दुर्बल अम्लीय माध्यम}]{\text{विद्युत अपघटन}} C_6H_5NH_2$$



2. **जल अपघटन–** प्राथमिक नाइट्रो एल्केन को सान्द्र HCl या 85% H_2SO_4 के साथ गर्म किया जाए तो कार्बोक्सिलिक अम्ल एवं हाइड्रोक्सिल एमीन बनते है।

$$\underset{\text{नाइट्रो ऐथेन}}{CH_3CH_2NO_2} + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{HCl या}} \underset{\text{एसीटीक अम्ल}}{CH_3COOH} + NH_2OH$$

द्वितीयक नाइट्रो एल्केन उच्च ताप पर HCl के साथ कीटोन देते है।

$$(CH_3)_2CH-NO_2 \xrightarrow[\Delta]{HCl} 2\underset{\text{ऐसीटोन}}{(CH_3)_2C=O} + N_2O + H_2O$$

तृतीयक नाइट्रो एल्केन जल अपघटित नहीं होते है।

3. **नाइट्रस अम्ल से–** α–H युक्त प्राथमिक नाइट्रो एल्केन, HNO_2 के साथ क्रिया कर नाइट्रोलिक अम्ल बनाते है जो क्षार में विलेय होकर लाल रंग का विलयन बनाते है।

$$CH_3-CH_2-NO_2 + HO-N=O \rightarrow CH_3-\underset{\underset{N-OH}{||}}{C}-NO_2 + H_2O$$

α–H युक्त द्वितीयक नाइट्रो एल्केन, HNO_2 के साथ क्रिया कर स्यूडो नाइट्रॉल बनाते हे जिसका नीला रंग होता है और ये क्षार में अविलेय होता है।

$$(CH_3)_2CH-NO_2 + HO-N=O \rightarrow (CH_3)_2C(N=O)(NO_2) + H_2O$$

α–H की अनुपस्थिति से तृतीयक नाइट्रो एल्केन, HNO_2 से क्रिया नहीं करते है।

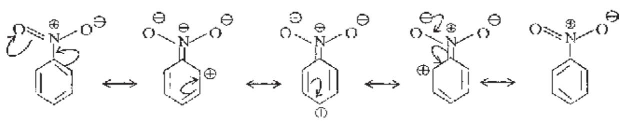
4. **हैलोजीनीकरण–** α–H युक्त प्राथमिक एवं द्वितीयक नाइट्रो एल्केन NaOH की उपस्थिति में हैलोजन से क्रिया करते है।

$$\underset{\text{नाइट्रो मेथेन}}{\overset{\alpha}{C}H_3NO_2} + 3Cl_2 + 3NaOH \rightarrow \underset{\text{क्लोरो पिक्रिन}}{CCl_3NO_2} + 3NaCl + 3H_2O$$

$$(CH_3)_2\overset{\alpha}{C}H-NO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow (CH_3)_2C(Br)(NO_2) + NaBr + H_2O$$

13.5.5 नाइट्रो बैंजीन की वलय प्रतिस्थापी अभिक्रियाएं

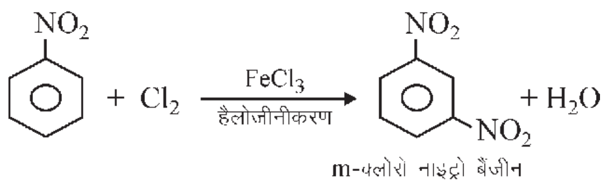
(अ) **इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापी अभिक्रियाएँ (Electrophilic substitution reactions) –** नाइट्रो बैंजीन में उपस्थित नाइट्रो समूह मेटा निर्देशी एवं विसक्रयणकारी समूह है। इसे हम निम्न अनुनादी संरचनाओं के आधार पर समझा सकते है।

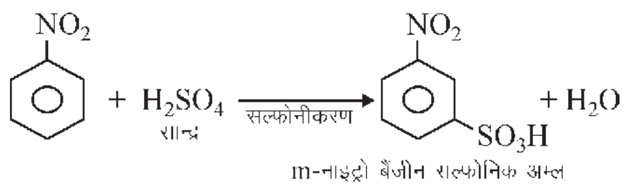


NO_2 समूह के –I प्रभाव व –M प्रभाव के कारण वलय की स्थितियों पर e^- घनत्व में कमी आ जाती है इसलिए यह इलेक्ट्रॉन स्नेही प्रतिस्थापी अभिक्रियाओं के प्रति कम क्रियाशील हो जाता है। मेटा स्थान पर इलेक्ट्रॉन घनत्व आर्थों एवं पैरा

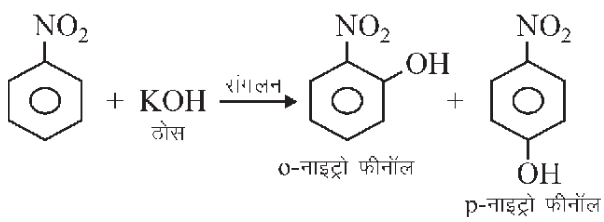
स्थिति की तुलना में अधिक होने से आने वाला इलेक्ट्रॉन स्नेही समूह मैटा स्थिति पर प्रतिस्थापित होता है।

उदाहरण–





(ब) नाभिक स्नेही प्रतिस्थापन अभिक्रियाएँ (Nucleophilic substitution reactions)– उपरोक्त अनुनादी संरचनाओं में ऑर्थो एवं पैरा स्थिति पर घनावेश उपस्थित है अतः प्रबल क्षार (ठोस KOH) की उपस्थिति में नाभिक स्नेही, नाइट्रो बैंजीन में आर्थो एवं पैरा स्थिति पर योग करता है।



अभ्यास प्रश्न

(I) बहुचयनात्मक प्रश्न :

1. निम्नांकित में से सर्वाधिक क्षारीय है–
   (अ) CH_3NH_2 (ब) $(CH_3)_2NH$
   (स) $(CH_3)_3N$ (द) $C_6H_5NH_2$
2. हिंसबर्ग अभिकर्मक है–
   (अ) बैंजीन सल्फोनिल क्लोराइड
   (ब) बैंजीन सल्फोनिक अम्ल
   (स) बैंजीन सल्फोन एमाइड
   (द) फेनिल आयसोसायनाइड
3. C_3H_9N प्रदर्शित नहीं करता है–
   (अ) प्राथमिक एमीन (ब) चतुष्क लवण
   (स) तृतीयक एमीन (द) द्वितीयक एमीन
4. एल्किल एमीन में N-परमाणु की संकरित अवस्था है–
   (अ) sp^2 (ब) sp^3
   (स) sp (द) sp^3d
5. सरसों के तेल जैसी गंध वाले यौगिक का सूत्र है–
   (अ) RCN (ब) RNC
   (स) RNCO (द) RNCS
6. क्लोरो प्रिक्रीन का सूत्र है–
   (अ) $C(NO_2)Cl_3$ (ब) $CCl(NO_2)_3$
   (स) $C(NO_2)_2Cl_2$ (द) कोई नहीं
7. बैंजीन के नाइट्रीकरण में नाइट्रो बैंजीन प्राप्त होती है। जहां HNO_3 एवं H_2SO_4 क्रिया में भाग लेते है। यहाँ HNO_3 व्यवहार करता है–
   (अ) क्षार के समान (ब) अम्ल के समान
   (स) अपचायक (द) उत्प्रेरक समान
8. बैंजीन डाइऐजोनियम क्लोराइड X से अभिक्रिया कर एक रंजक देता है अभिकारक X है–
   (अ) C_2H_5OH (ब) C_6H_6
   (स) $C_6H_5NH_2$ (द) H_2O
9. एसीटोनाइट्राइल का सूत्र है–
   (अ) CH_3CN (ब) CH_3COCN
   (स) CH_3CH_2CN (द) $CN–CH_2–COOH$
10. मेथेन एमीन की टिल्डेन अभिकर्मक से क्रिया पर मुख्य उत्पाद का सूत्र है–
   (अ) CH_3OH (ब) CH_3CHO
   (स) CH_3Cl (द) CH_3COOH

(II) अतिलघुत्तरात्क प्रश्न :

1. क्या करण है कि ऐरामेटिक डाइऐजोनियम लवण एलिफैटिक डाइऐजोनियम लवण की अपेक्षा अधिक स्थायी होते है?

2. एल्केन एमीन अमोनिया से प्रबल क्षारक है। कारण दीजिए।

3. निम्नलिखित अभिक्रिया के अनुक्रम में X तथा Y को पहचानिए।

$$R-CONH_2 \xrightarrow{Br_2/NaOH} X \xrightarrow{CHCl_3/KOH\,(\text{एल्कोहॉल})} Y$$

4. निम्नलिखित अभिक्रिया अनुक्रम में A तथा B को पहचानिए।

$$C_6H_5N_2Cl \xrightarrow[\Delta]{HOH} A \xrightarrow{Br_2} B$$

5. डाइमेथिल ऐमीन मेथिल एमीन से प्रबल क्षार है। कारण दीजिए।

6. वाइनिल साइनाइड का संरचनात्मक सूत्र एवं IUPAC नाम लिखिए।

7. मेंडियस अपचयन अभिक्रिया समीकरण लिखिए।

8. एनीलिन से फेनिल आयसो सायनाइड प्राप्त करने की अभिक्रिया का समीकरण लिखिए।

9. ऐथेन एमीन से ऐथेनॉल प्राप्त करने की अभिक्रिया का समीकरण लिखिए।

10. युरिया का संरचनात्मक सूत्र बनाइए एवं IUPAC नाम लिखिए।

11. नाइट्रोबैंजीन का $Zn + HCl$ की उपस्थिति में अपचयन पर अभिक्रिया समीकरण लिखिए।

12. निम्नांकित अभिक्रिया को पूर्ण कीजिए।

$$NH_4CNO \xrightarrow{\Delta} ?$$

13. ऐथेन एमीन की क्षारीय प्रकृति दर्शाने वाला एक समीकरण लिखिए।

14. प्राथमिक एमीन का क्वथनांक, तृतीयक एमीन से अधिक है, क्यों?

(IV) लघुत्तरात्मक प्रश्न :

1. युरिया का बाइयूरेट परीक्षण क्या है? रासायनिक समीकरण सहित दीजिए।

2. युरिया की निम्न के साथ अभिक्रिया दीजिए।

   (अ) फार्मेल्डिहाइड (ब) हाइड्रेजीन

   (स) मैलोनिक अम्ल

3. निम्नांकित अभिक्रियाओं को पूर्ण कीजिए। अपने उत्तर का कारण भी दीजिए।

$$R-X + KCN \longrightarrow ? + ?$$

$$R-X + AgCN \longrightarrow ? + ?$$

4. नाइट्रोबैंजीन के अपचयन की अभिक्रियाओं के संतुलित समीकरण दीजिए–

   (अ) क्षारीय माध्यम में

   (ब) उदासीन माध्यम में

5. ऐलीफैटिक एमीनों को क्षारकता के बढ़ते क्रम में लिखिए एवं क्षारीयता पर टिप्पणी लिखिए।

6. संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (अभिक्रिया सहित)

   (अ) हाफमॉन ब्रोमाएमाइड अभिक्रिया

   (ब) युरिया का दुर्बल मोनो अम्लीय क्षारक व्यवहार

7. निम्न अभिक्रियाओं में A, B तथा C की संरचना दीजिए।

(अ) $$C_6H_5N_2Cl \xrightarrow[HCN]{CuCN} A \xrightarrow{H_2O/H^+} B$$

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

(स) $$CH_3Br \xrightarrow{KCN} A \xrightarrow{LiAlH_4} B \xrightarrow{HNO_2} C$$

8. विभिन्न माध्यम में युरिया के जल अपघटन की अभिक्रिया को लिखिए।

❑❑❑

14

जैव अणु (Bio Molecules)

14.1 प्रस्तावना (Introduction)

समस्त सजीव तन्तु जैव अणुओं द्वारा बने होते है। जैव–अणु जटिल कार्बनिक यौगिक (पदार्थ) होते है, जो सजीवों की कोशिकाओं (cells) में महत्वपूर्ण संघटक के रूप में विद्यमान रहते है। प्रत्येक जीव की वृद्धि, मरम्मत तथा सामान्य क्रियाओं के लिए ऊर्जा, इन्ही जटिल कार्बनिक यौगिकों की जैव रासायनिक क्रिया (Bio Chemical Reaction) से प्राप्त होती है।

जैव–अणु 25 से अधिक तत्वों से बने होते है। कार्बनिक प्रकृति के कारण इनके आवश्यक संघटक कार्बन (C) तथा हाइड्रोजन (H) है। इसके अलावा नाइट्रोजन (N), ऑक्सीजन (O), फास्फोरस (P) तथा सल्फर (S) भी अन्य महत्वपूर्ण संघटक है। जैव अणु जैसे कार्बोहाइड्रेड, प्रोटीन, विटामीन, न्यूक्लिक अम्ल, एन्जाइम, लिपिड, हार्मोन्स आदि जैव तंत्र में विद्यमान जैव अणु है। इनमें से प्रत्येक का अपना महत्व है तथा इनकी कमी के कारण सजीव तंत्र में असंतुलन या विकृति उत्पन्न हो जाती है। इस ईकाई में जैव अणुओं का संघटन, संरचना, रसायन तथा कार्यप्रणाली की विवेचना की गई है।

14.2 कोशिका एवं ऊर्जा चक्र (Cell and Energy cycle)

कोशिका सजीव शरीर की आधारभूत एवं क्रियात्मक इकाई है तथा इसकी खोज राबर्ट हुक ने 1665 में की थी। कोशिका में सजीव शरीर के लिए आवश्यक पदार्थों का भण्डार होता हैं तथा समस्त जैवरासायनिक क्रियाएं कोशिका में होती है। इसका आकार इतना सूक्ष्म होता है कि इसके केवल सूक्ष्मदर्शी द्वारा ही देखा जा सकता है।

एक सामान्य जन्तु कोशिका को निम्न तीन भागों में बांटा जा सकता है :–

(i) कोशिका झिल्ली या कोशिका कला

(ii) कोशिकाद्रव्य

(iii) केन्द्रक

(i) कोशिका झिल्ली (Cell membrane)– सभी कोशिकाओं में जीवद्रव्य के चारों ओर विभेदी पारगम्य विद्युत आवेशित, चयनात्मक झिल्ली पायी जाती है जिसे कोशिका कला या जीवद्रव्य कला कहते हैं। यह रासायनिक पदार्थों के आवागमन का कार्य करती है। यह प्रोटीन एवं वसा से निर्मित दोहरी झिल्ली होती है।

(ii) कोशिकाद्रव्य (Cytoplasm)– कोशिका में उपस्थित केन्द्रक रहित जीवद्रव्य को कोशिका द्रव्य कहते है। यह कोशिका में सम्पन्न होने वाली जैविक क्रियाओं एवं उपापचयी क्रियाओं को आधार या माध्यम प्रदान करता है। इसमें कोशिकांग (Cell organells) जैसे माइटोकॉण्ड्रिया, राइबोसोम, लाइसोसोम, गॉल्जी उपकरण, अन्तः प्रद्रव्यी जालिका आदि पाये जाते है।

(iii) केन्द्रक (Nucleus)– जीवद्रव्य में स्थित वह भाग जो जैविक क्रियाओं को संचालित करता है, केन्द्रक कहलाता है, इसे कोशिका का नियन्त्रण केन्द्र भी कहते है। इसकी खोज राबर्ट ब्राउन ने 1831 में की थी। स्तनधारियों की लाल रक्त कणिकाओं को छोड़कर प्रत्येक कोशिका में केन्द्रक पाया जाता है। यह प्रोटीन से निर्मित दोहरी झिल्ली से घिरा रहता है।

14.2.1 कोशिका एवं ऊर्जा चक्र (Cell and Energy cycle)

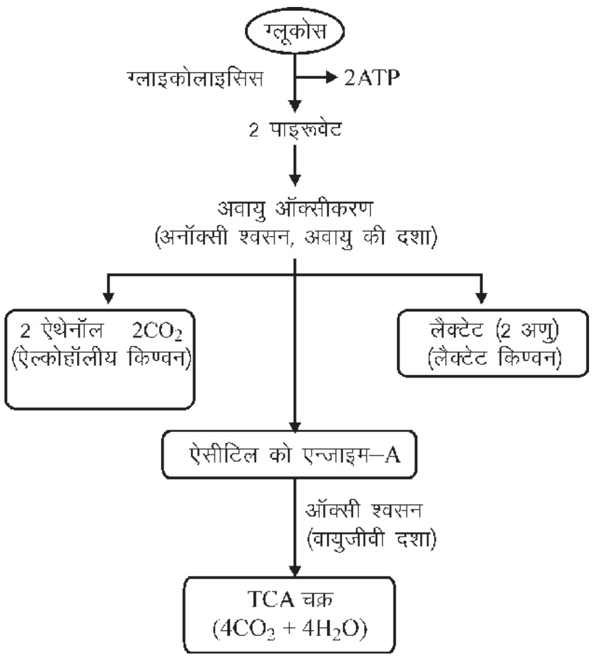
जीवधारियों की वृद्धि, अनुरक्षण तथा विकास के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसके साथ ही कोशिकाओं को भी यान्त्रिक कार्य करने, विभिन्न रासायनिक अभिक्रियाओं को चलाने तथा अणुओं के वहन के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा खाद्य अणुओं के निम्नीकरण से प्राप्त होती है। जीव कई तरह के अणुओं का संश्लेषण भी करते है। खाद्य अणुओं के निम्नीकरण से प्राप्त ऊर्जा इनके संश्लेषण में उपयोग की जाती है। ये समस्त क्रियाएं कोशिका में होती है। जीवधारियों में होने वाली उन समस्त अभिक्रियाओं को जिनमें ऊर्जा की प्राप्ति होती है अथवा व्यय होता है, उपापचय अभिक्रिया कहते है। उपापचय अभिक्रिया को दो भागों में बांटा जा सकता है–

(i) उपचय तथा (ii) अपचय

(i) उपचय (Anabolism)– यह एक रचनात्मक प्रक्रम है। इसमें वृद्धि, मरम्मत, संग्रह आदि के लिए सरल पदार्थों से जटिल पदार्थों का संश्लेषण किया जाता है। इसमें ऊर्जा व्यय होती है।

(ii) अपचय (Catabolism)– यह एक खण्डात्मक प्रक्रम है। इसमें वृद्धि, विकास आदि के लिए जटिल कार्बनिक पदार्थों का सरल पदार्थों में निम्नीकरण होता है। इसमें ऊर्जा उत्पन्न होती है। उपचय तथा अपचय क्रियायें साथ–साथ चलती हैं तथा एक दूसरे से सम्बन्धित हैं। जैसे ऐमीनों अम्लों से प्रोटीन का निर्माण एक अपचय अभिक्रिया है जबकि कार्बोहाइड्रेट का सरल अणुओं (कार्बनडाइऑक्साइड तथा जल) में परिवर्तन एक अपचय अभिक्रिया है।

कोशिका को ऊर्जा खाद्य अणुओं के ऑक्सीकरण से प्राप्त होती है। यह ऑक्सीकरण मुख्यतः कोशिका में माइटोकॉण्ड्रिया में एन्जाइम की उपस्थिति में सम्पन्न होती है। इसलए माइटोकॉण्ड्रिया को कोशिका का पॉवर हाऊस भी कहते है। ऑक्सीकरण से प्राप्त ऊर्जा का कुछ भाग ऊर्जा अणु ए.टी.पी. के निर्माण में प्रयुक्त होता है जो दूसरे प्रक्रम के लिए ऊर्जा स्रोत का कार्य करता है। कार्बोहाइड्रेट, वसा तथा प्रोटीन ऊर्जा के मुख्य स्रोत है। इसमें ग्लूकोस का ऑक्सीकरण सबसे महत्वपूर्ण है। ग्लूकोस का कोशिका में वायु की उपस्थिति दोनों स्थितियों में ऑक्सीकरण होने पर ऊर्जा मुक्त होती है। ग्लूकोस के ऑक्सीकरण को निम्न प्रक्रम द्वारा व्यक्त करते है–



ग्लूकोस के ऑक्सीकरण की अभिक्रिया को निम्न प्रकार से व्यक्त करते है–

$$6C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O,$$
$$\Delta G^o = -2880kJ$$

इस ऊर्जा का कुछ भाग उपयोग में आ जाता है तथा कुछ भाग ATP के रूप में संचित हो जाता है। ग्लूकोस के ऑक्सीकरण की सम्पूर्ण अभिक्रिया को निम्न प्रकार से व्यक्त करते है–

$$C_6H_{12}O_6 + 36ADP + 36H_3PO_4 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 42H_2O + 36\ ATP$$

14.3 कार्बोहाइड्रेट (Carbohydrate)

कार्बोहाइड्रेट दो शब्दों "कार्बो" तथा "हाइड्रेट" से मिलकर बनता है। "कार्बो" का अर्थ "कार्बन" तथा "हाइड्रेट" का अर्थ "जल" है अर्थात् कार्बन के जल युक्त यौगिक कार्बोहाइड्रेट कहलाते है। कार्बोहाइड्रेट प्राकृतिक कार्बनिक यौगिक है तथा पौधों में प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा बनते है।

$$xCO_2 + yH_2O \xrightarrow[\text{प्रकाश}]{\text{पर्णहरित}} C_x(H_2O)_y + xo_2$$

14.3.1 परिभाषा (Definition) :

अधिकांश कार्बोहाइड्रेट का सामान्य सूत्र $C_x(H_2O)_y$ है। यानी ये कार्बन के हाइड्रेट है। जैसे :– शर्करा, ग्लूकोज, स्टार्च आदि। परन्तु कुछ ऐसे कार्बोहाइड्रेट भी ज्ञात है जिनका सामान्य सूत्र $C_x(H_2O)_y$ नहीं है, यानी वो कार्बन के हाइड्रेट नहीं है। जैसे– रेग्नोस ($C_6\ H_{12}\ O_5$) तथा 2–डीआक्सीराइबोस ($C_5\ H_{10}\ O_4$) आदि।

इसी तरह कुछ यौगिक जैसे फार्मेल्डिहाइड ($C\ H_2\ O$) तथा ऐसीटिक अम्ल ($C_2\ H_4\ O_2$) का सामान्य सूत्र $(C_x\ (H_2\ O)_y$ है यानी ये कार्बन के हाइड्रेट्स तो है पर कार्बोहाइड्रेट के गुण प्रदर्शित नहीं करते है।

अतः कार्बोहाइड्रेट को निम्न प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है– "प्रकाशिक सक्रिय यौगिक, जो या तो स्वयं पॉलीहाइड्राक्सी कार्बोनिल यौगिक (ऐल्डिहाइड या कीटोन) हो अथवा जलअपघटित होकर पॉलीहाइड्राक्सी कार्बोनिल यौगिक देते है, कार्बोहाइड्रेट कहलाते है।"

14.3.2 कार्बोहाइड्रेट के कार्य (Functions of Carbohydrates)–

(i) कार्बोहाइड्रेट का प्रमुख कार्य शरीर को ऊष्मा तथा ऊर्जा प्रदान करना है।

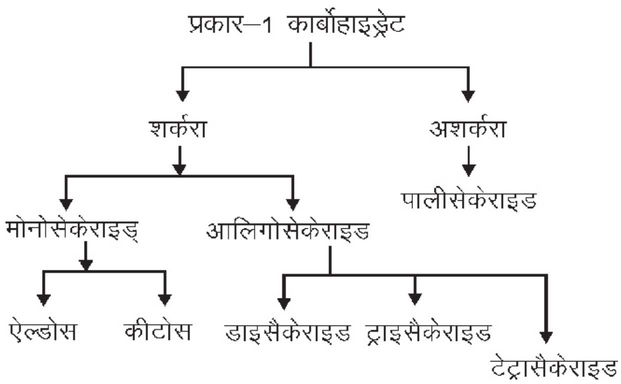
(ii) ये पौधों में स्टार्च तथा जीवों में गलाइकोजन (Glycogen) के रूप में संग्रहित रहते है।

(iii) पादपों का कंकाल निर्माण करना।

(iv) कार्बोहाइड्रेट कोशिका झिल्ली (Cell wall) का निर्माण भी करते है। उदाहरण सेल्योलोज (Cellulose) पादपों की कोशिका झिल्ली में पाया जाता है।

14.3.3 कार्बोहाइड्रेट का वर्गीकरण (Classification of Carbohydrates) –

कार्बोहाइड्रेट्स को निम्न दो प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है।



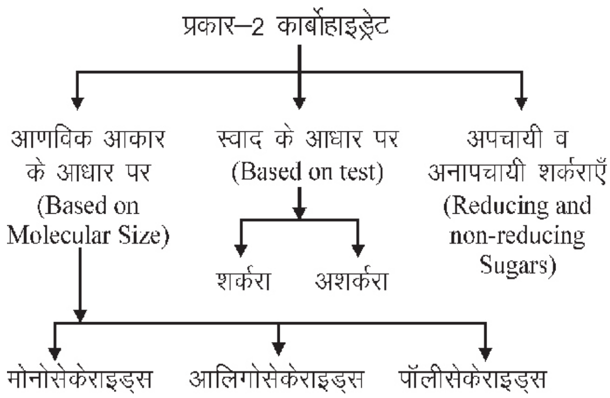
(i) शर्करा व अशर्करा : मीठे स्वाद युक्त कार्बोहाइड्रेट शर्करा कहलाती है तथा बिना मीठे स्वाद वाली काबोहाइड्रेट अशर्करा कहलाती है।

(ii) अपचायी व अनापचायी शर्कराएं– वे कार्बोहाइड्रेट जो फेलिंग विलयन तथा टॉलेन अभिकर्मक (अमोनिकल सिल्वर नाइट्रेट) द्वारा अपचयित हो जाती है, अपचायी शर्कराएं (Reducing Sugar) कहलाती है।

उदाहरण :– ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस

वे कार्बोहाइड्रेट जो फेलिंग विलयन तथा टॉलेन अभिकर्मक द्वारा अपचयित नहीं होती अनपचायी शर्कराएं (Non reducing Sugar) कहलाती है।

उदाहरण :– सुक्रोस



(i) मोनोसैकेराइड्स (Monosaccharides)– वे कार्बोहाइड्रेट जिनका जल अपघटन नहीं होता है यानि सामान्य कार्बोहाइड्रेट जो जल अपघटित होकर इससे अधिक सामान्य यौगिक नहीं दे सके, मोनोसैकराइड्स कहलाते है।

उदाहरण :– ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज।

सामान्य गुण (General Properties)

1. मोनोसैकराइड्स सरल शर्करा भी कहलाते है, ये 3 से 7 कार्बन परमाणुओं द्वारा बनते है।
2. ये प्रायः क्रिस्टलीय, ठोस, मीठे तथा जल में विलेय होते है। इनकी जल में विलेयता इनमें उपस्थित -OH समूहों तथा जल के अणुओं के मध्य हाइड्रोजन आबंध के कारण होती है।
3. प्रकृति में लगभग 20 प्रकार के मोनोसैकराइड्स है।

(ii) ऑलिगोसैकेराइड्स (Oligosaccharides)– वे कार्बोहाइड्रेट जिनका जल अपघटन होता है तथा जल अपघटन पर दो या दो से अधिक (अधिकतम दस) मोनोसैकेराइड ईकाईयाँ देते है ऑलिगोसैकेराइड कहलाते है।

उदाहरण :– सुक्रोस या गन्ने की शर्करा (जल अपघटन पर ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज की एक–एक ईकाई देते है), माल्टोस (जल अपघटन पर दो ग्लूकोस ईकाईयाँ देते है), रेफिनोस, स्टेकियोस आदि।

सामान्य गुण (General Properties)

1. आलिगोसेकेराइड में मोनोसेकेराइड ईकाईयाँ, ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा जुड़ी रहती है।
2. जल अपघटन द्वारा प्राप्त मोनोसेकराइड ईकाईयाँ समान अथवा भिन्न हो सकती है।
3. आलिगोसकेराइड का वर्गीकरण इनके जल अपघटन पर प्राप्त मोनोसेकेराइड ईकाईयों की संख्या के आधार पर किया जाता है। जैसे जल अपघटन पर यदि दो मोनोसेकेराइड ईकाईयाँ प्राप्त होने पर इन्हें डाईसेकेराइड, तीन मोनोसेकराइड ईकाईयाँ प्राप्त होने पर ट्राइसेकेराइड, चार मोनोसेकेराइड ईकाईयाँ प्राप्त होने पर ट्रेटासेकेराइड आदि कहते है।

(iii) पॉलीसेकेराइड (Polysaccharides)– वे कार्बोहाइड्रेट जिनका जल अपघटन होने पर वे दस से अधिक मोनोसेकेराइड ईकाईयाँ देते है, पॉलीसेकेराइड कहलाते है। उदाहरण– स्टार्च, सेलूलोस, ग्लाइकोजन, गोंद आदि।

सामान्य गुण (General Properties)–

1. ये मोनोसेकेराइड के बहुलक है तथा इनका सामान्य सूत्र $(C_6H_{10}O_5)n$ है।
2. ये स्वादहीन तथा जल में अविलेय है तथा जल अपघटन पर मोनोसेकेराइड देते है।
3. चूंकि ये मीठे स्वाद की नहीं होती है इसलिए अशर्कराएं भी कहलाती है।
4. इनमें भी मोनोसेकेराइड ईकाईयाँ ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा जुड़ी रहती है।

14.3.3 मोनोसेकेराइड (Monosaccharides)–

मोनोसेकेराइड के सामान्य गुणों का अध्ययन हम पूर्व में कर चुके है (14.3.3)।

मोनोसेकेराइड को दो भागों में वर्गीकृत किया गया है:–

(1) एल्डोस (2) कीटोस

(1) **एल्डोस (Aldoses)–** मोनोसेकेराइड, जो ऐल्डिहाइड (-CHO) समूह से बनता है, ऐल्डोस कहलाते है। इनमें ऐल्डिहाइड समूह कार्बन श्रृंखला के एक किनारे यानि C-1 पर स्थित होता है।

(2) **कीटोस (Ketoses)–** मोनोसेकेराइड जो कीटो (>C = O) समूह से बनता है, कीटोस कहलाते है। इनमें कीटों समूह अंतिम कार्बन के अलावा कहीं भी हो सकता है।

मोनोसेकेराइड में निहित कार्बन परमाणुओं की संख्या के आधार पर इन्हें आगे ट्रायोस, टेट्रोस, पेन्टोस, हेक्सोज आदि के रूप में भी वर्गीकृत किया गया है।

सारणी 14.1 विभिन्न मोनोसेकेराइड्स व उदाहरण

कार्बन परमाणु	सामान्य पद	ऐल्डिहाइड	उदाहरण (ऐल्डिहाइड)	कीटोन	उदाहरण (कीटोन)
3	ट्रायोस	ऐल्डोट्रायोस	ग्लिसरेल्डिहाइड	कीटोट्रायोस	डाइहाइड्राक्सी कीटोन
4	टेट्रोस	ऐल्डोटेट्रोस	एरिथ्रोस, थ्रीओस	कीटोटट्रोस	एरिथ्रुलोस
5	पेन्टोस	ऐल्डोपेन्टोस	राइबोज, जाइलोस	कीटोपेन्टोस	राइबुलोस, जाइलुलोस
6	हैक्सोज	एल्डोहैक्सोज	ग्लूकोस, मैनोस, गैलेक्टोस	कीटोहैक्सोज	फ्रक्टोस, सोरबोस

14.3.3.1 ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस (Glucose and Fructose)–

ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस दोनों ही का अणुसूत्र $C_6H_{12}O_6$ है। ग्लूकोस एक एल्डोहैक्सोज है तथा फ्रक्टोस कीटोहैक्सोज है।

ग्लूकोस (Glucose) :

(1) **परिचय (Introduction)–** ग्लूकोस प्राकृतिक रूप से बहुतायत में पाया जाने वाला कार्बनिक यौगिक है। यह अनेक कार्बोहाइड्रेटों का एकलक होता है जैसे सेलुलोस, स्टार्च आदि। ग्लूकोस प्रकृति में मुक्त अथवा संयुक्त अवस्था में मिलता है। मुक्त रूप में यह पके हुए अंगूर, शहद तथा कई मीठे फलों में मिलता है। मानव रक्त में लगभग 0.1% की मात्रा में ग्लूकोस उपस्थित होता है। संयुक्त अवस्था में ग्लूकोस कई डाइसेकेराइडों व पॉलीसेकेराइडों में उपस्थित होता है तथा इनके जल अपघटन द्वारा ग्लूकोस प्राप्त हो सकता है।

(2) **ग्लूकोस बनाने की विधि (Preperation of Glucose)–** ग्लूकोस के दो मुख्य स्त्रोत सुक्रोस तथा स्टार्च है–

(i) सुक्रोस से – सुक्रोस (गन्ने या इक्षु–शर्करा) डाइसेकेराइड है। इसका सामान्य सूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। जब सुक्रोस के जलीय विलयन को तनु HCl अथवा H_2SO_4 के साथ उबाला जाता है (क्वथन), तो ग्लूकोस तथा फ्रक्टोज समान मात्रा में प्राप्त होते है।

$$\underset{\text{सुक्रोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{H^{\oplus}} \underset{\text{ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{फ्रक्टोस}}{C_6H_{12}O_6}$$

(ii) स्टार्च से– स्टार्च एक पॉलीसेकेराइड है। स्टार्च को तनु H_2SO_4 के साथ 393 K तथा 2 से 3 वायुमण्डलीय दाब पर गर्म करते है तो ग्लूकोस प्राप्त होता है।

$$\underset{\text{स्टार्च अथवा सेलूलोस}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow[\text{393K तथा 2–3 वायुदाब}]{H^+} \underset{\text{ग्लूकोस}}{nC_6H_{12}O_6}$$

(3) **ग्लूकोस के भौतिक गुण (Physical Properties of Glucose)–**

(i) ग्लूकोस एक ऐल्डोहेक्सोस है तथा इसे डेक्सट्रोस भी कहते है। यह एक सफेद क्रिस्टलीय ठोस तथा मीठे स्वाद का होता है।

(ii) इसका गलनांक 419 K है तथा मोनोहाइड्रेट के रूप में इसका गलनांक 319 K है।

(iii) ग्लूकोस जल में आसानी से घुलनशील है। ऐल्कोहल में अल्प विलेय तथा ईथर में अविलेय है।

(iv) यह दक्षिण घ्रुवण घूर्णक प्रकृति का होता है।

(4) ग्लूकोस की संरचना तथा विन्यास (Structure and Configuration of Glucose)

संरचना :– विश्लेषणों से यह निश्चित होता है कि ग्लूकोस का रासायनिक सूत्र $CH_2OH\,(CHOH)_4CHO$ है। यानि ग्लूकोस के अणु में एक ऐल्डिहाइड समूह (–CHO), एक प्राथमिक ऐल्कोहल समूह ($-CH_2OH$) तथा चार द्वितीयक ऐल्कोहल समूह होते है। ग्लूकोस की सामान्य रासायनिक अभिक्रियाएं निम्नलिखित है, जो इसमें उपस्थित समूहों द्वारा दी जाती है तथा इन अभिक्रियाओं द्वारा इसकी संरचना भी निश्चित (Confirm) होती है।

(I) अपचयन–

(i) ग्लूकोस को हाइड्रोजन आयोडाइड (HI) तथा फॉस्फोरस (P) के साथ लम्बे समय तक उबालने पर यह n-हेक्सेन तथा 2–आयोडोहेक्सेन का मिश्रण देता है जो यह प्रदर्शित करता है कि ग्लूकोस में सभी छः कार्बन परमाणु एक सीधी श्रृंखला में जुड़े है।

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[\text{अपचयन}]{HI/P} \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ (CH_2)_4 \\ | \\ CH_3 \\ \text{n–हेक्सेन} \end{array} + \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH-I \\ | \\ (CH_2)_3 \\ | \\ CH_3 \\ \text{2 आयोडोहेक्सेन} \end{array}$$

(ii) ग्लूकोस का अपचयन सोडियम अमलगम (Na/Hg) तथा जल के द्वारा किया जाता है तो यह सॉबिटॅाल देता है जो ऐल्डिहाइड समूह (-CHO) की उपस्थिति प्रदर्शित करता है।

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[\text{अपचयन}]{Na/Hg + H_2O} \begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \\ \text{सार्बिटोल} \end{array}$$

(II) ऑक्सीकरण (Oxidation)

(i) ग्लूकोस की अभिक्रिया ब्रोमीन जल से करवाने पर यह मोनो कार्बोक्सिलिक अम्ल, ग्लूकोनिक अम्ल देताहै। यह अभिक्रिया ग्लूकोस के ऐल्डिहाइड समूह (–CHO) के कारण है।

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[\text{आक्सीकरण}]{Br_2/H_2O} \begin{array}{c} COOH \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \\ \text{ग्लूकोनिक अम्ल} \end{array}$$

(ii) ग्लूकोस का ऑक्सीकरण सान्द्र HNO_3 से करवाने पर यह डाइकार्बोक्सिलिक अम्ल, सैकेरिक अम्ल देता है। यहाँ प्राथमिक ऐल्कोहॅालिक समूह भी ऑक्सीकृत हो जाता है।

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \\ \text{ग्लूकोस} \end{array} \xrightarrow[\text{आक्सीकरण}]{\text{सांद्र } HNO_3} \begin{array}{c} COOH \\ | \\ (CHOH) \\ | \\ COOH \\ \text{सैकेरिक अम्ल} \end{array}$$

(III) हाइड्राक्सिल ऐमिन के साथ अभिक्रिया–

ग्लूकोस हाइड्राक्सिल ऐमीन के साथ क्रिया करके मोनोऑक्सिम बनाता है।

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \\ \text{ग्लूकोस} \end{array} + \underset{\text{हाइड्राक्सिल ऐमीन}}{H_2N-OH} \longrightarrow \begin{array}{c} CH=N-OH \\ | \\ (CHOH)_2 \\ | \\ CO_2OH \\ \text{आक्सिम} \end{array} + H_2O$$

यह अभिक्रिया ग्लूकोस में एक कार्बोनिल समूह की उपस्थिति दर्शाती है।

(IV) हाइड्रोजन सायनाइड के साथ अभिक्रिया–

$$\begin{array}{c} CHO \\ | \\ (CHOH)_4 \\ | \\ CH_2OH \end{array} + \underset{\substack{\text{हाइड्रोजन} \\ \text{सायनाइड}}}{H-CN} \longrightarrow \begin{array}{c} CN \\ | \\ CHOH \\ | \\ (CHOH)_3 \\ | \\ CH_2OH \end{array} + H_2O$$

ग्लूकोस हाइड्रोजन सायनाइड से क्रिया कर सायनोहाइड्रिन बनाता है यह अभिक्रिया भी ग्लूकोस में कार्बोनिल समूह की उपस्थिति दर्शाती है।

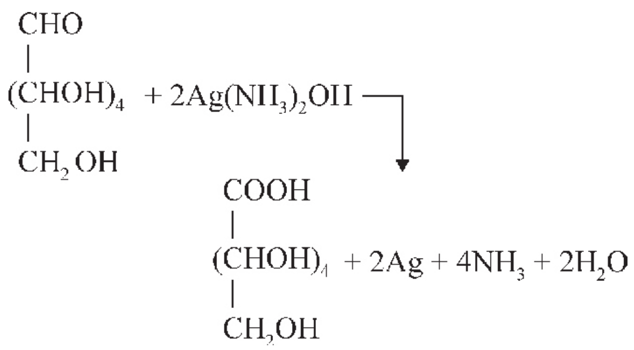
(V) टालेन तथा फेहलिंग अभिकर्मक से क्रिया–

ग्लूकोस टॉलेन अभिकर्मक तथा फेंहलिग अभिकर्मक से क्रिया कर, उनका अपचयन कर देता है तथा स्वयं आक्सीकृत होकर ग्लूकोनिक अम्ल बनाता है। उपरोक्त दोनों अभिक्रियाएँ (III तथा IV) ग्लूकोस में कार्बोनिल समूह की उपस्थिति दर्शाती है तथा यह अभिक्रिया प्रदर्शित करती है कि यह कार्बोनिल समूह, ऐल्डिहाइड समूह (–CHO) है।

टॉलेन अभिकर्मक अमोनिकल सिल्वर नाइट्रेट विलयन है।

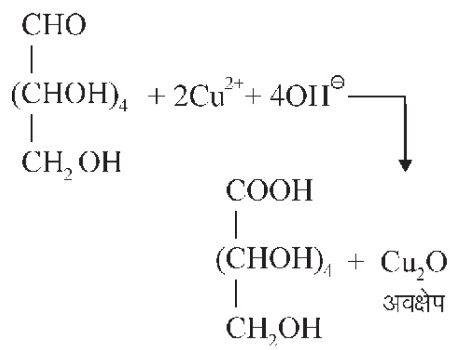
$$AgNO_3 + NH_4OH \rightarrow AgOH + NH_4NO_3$$

$$AgOH + 2NH_4OH \rightarrow Ag(NH_3)OH + 2H_2O$$

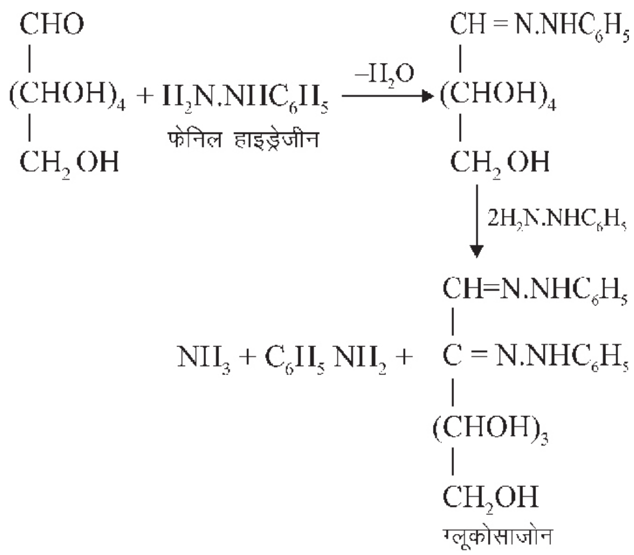


"जब ग्लूकोस को टालेन अभिकर्मक के साथ साफ परखनी में गर्म करते है तो परखनली की तली पर चमकदार दर्पण (Ag) एकत्रित हो जाता है।" इसी तरह ग्लूकोस को फेलिंग विलयन के साथ गर्म करने पर ग्लूकोनिक अम्ल बनता है तथा लाल अवक्षेप (Cu_2O) प्राप्त होता है।

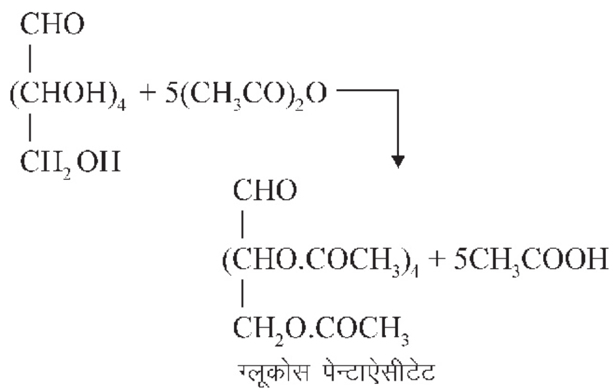
फेलिंग विलयन A (जलीय $CuSO_4$ विलयन) तथा फेलिंग विलयन B (जलीय NaOH विलयन जिसे रोसैल लवण की थोडी सी मात्रा द्वारा बनाया जाता है) के समान आयतन को मिलाने पर गहरा नीला विलयन प्राप्त होता है जिसे फेलिंग विलयन कहते है।



(VI) फेनिल हाइड्रेजीन के साथ क्रिया– ग्लूकोस का ऐल्डिहाइड समूह फेनिल हाइड्रेजीन के साथ क्रिया करके घुलनशील फेनिल हाइड्रेजीन बनाता है। यदि फेनिल हाड्रेजीन की अधिक मात्रा ली जाए तो यह डाइहाइड्रेजोन बनाता है जिसे ओसाजोन अथवा ग्लूकोसाजोन कहते है।



(VII) ऐसीटिलीकरण (Acetylation)– ग्लूकोस को ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड या ऐसिटिल क्लोराइड के साथ गर्म करने पर पेन्टाऐसीटिल व्युत्पन्न (पेन्टाऐसीटेट) बनता है। पेन्टाऐसीटेट का बनना ग्लूकोस में पांच हाइड्राक्सी समूहों की उपस्थिति दर्शाता है।



(VIII) मैथिलीकरण (Methylation)– ग्लूकोस की शुष्क HCl की उपस्थिति में मेथिल ऐल्कोहल के साथ क्रिया करवाने पर ईथर, मेथिल ग्लूकोसाइड बनता है।

$$C_6H_{12}O_6 \text{ या } C_6H_{11}O_5\boxed{OH + H}OCH_3 \xrightarrow{\text{शुष्क HCl}} C_6H_{11}O_5\,OCH_3 + H_2O$$

मैथिलग्लूकोसाइड

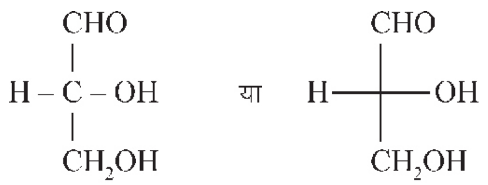
ग्लूकोस का विन्यास (Configuration of Glucose)–

ग्लूकोस का सही विन्यास फिशर द्वारा संरचना (I) में बताया गया है जो ग्लूकोस के रासायनिक लक्षणों व कुछ अन्य संरचनात्मक अन्वेक्षणों पर आधारित है।

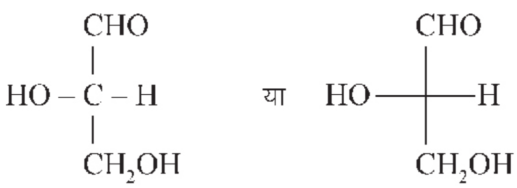
विन्यास के तात्पर्य ग्लूकोस में किरल प्रकृति के चतुष्फलकीय कार्बन के चारों ओर हाइड्रोजन (-H) तथा हाइड्राक्सी (-OH) समूहों का प्रतिस्थापन है। ग्लूकोस का सही नाम D (+)–ग्लूकोस है।

'D' तथा 'L' संकेत चिन्हों का अर्थ– ग्लूकोस के नाम से पहले 'D' इसके विन्यास को बताता है तथा (+) अणु की दक्षिण ध्रुवण घूर्णकता को बताता है। 'D' तथा 'L' का यौगिक की ध्रुवण घूर्णकता से कोई संबंध नहीं है। ये किरल कार्बन परमाणुओं के चारों ओर परमाणुओं या समूहों की सापेक्षिक स्थितियों को प्रदर्शित करते है।

ग्लिसरेल्डिहाइड ($C_3H_6O_3$) एक किरल कार्बन (असममित कार्बन) परमाणु वाला ऐल्डोट्रायोस है। ग्लिसरेल्डिहाइड के दो प्रतिबिंब रूप होते है। जो निम्न है (चित्र 14.1)



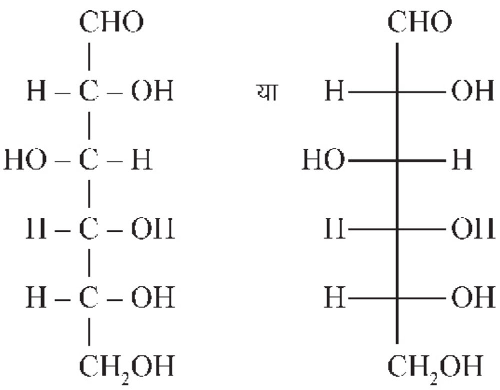
D–ग्लिसरेल्डिहाइड



L–ग्लिसरेल्डिहाइड

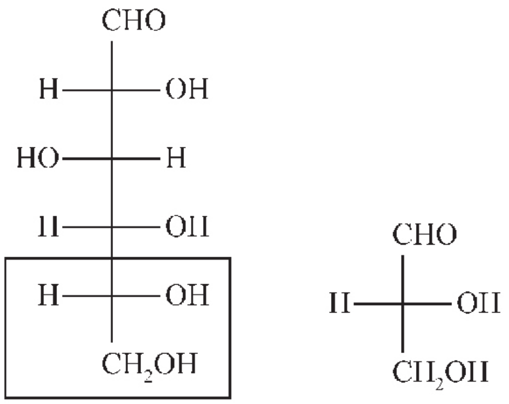
चित्र 14.1 : D- तथा L- ग्लिसरेल्डिहाइड

मोनोसैकेराइड्स के विन्यास ग्लिसरेल्डिहाइड से संबंधित होते है तथा ये संबंधित विन्यास कहलाते है। मोनोसैकेराइड के विन्यास के निर्धारण के लिए सबसे निचले असममित कार्बन परमाणु को लिया जाता है तथा अगर यह ग्लिसरैल्हिाइड के D-विन्यास के अनुरूप होता है तो इसे D-विन्यास तथा L-विन्यास के अनुरूप होने पर L-विन्यास से सूचित करते है।



(+) ग्लूकोस की संरचना (I)

ग्लूकोस की उपरोक्त संरचना (I) में सबसे नीचे वाला असममित कार्बन परमाणु का विन्यास D-ग्लिसरैल्डिहाइड से मिलता है, इसलिए यह D-विन्यास वाला होता है तथा दक्षिण ध्रुवण घूर्णक होते है इसलिए इसका विन्यास D(+)-ग्लूकोस लिखा जाता है।



ग्लूकोस D–ग्लिसरेल्डिहाइड

5. D(+) ग्लूकोस की चक्रीय संरचना (Cyclic Structure for D(+) Glucose)–

ग्लूकोस की संरचना (I) इसके अधिकांश लक्षणों की व्याख्या करती है परन्तु कुछ अभिक्रियाएं तथा तथ्य इस संरचना द्वारा स्पष्ट नहीं होते है जैसे–

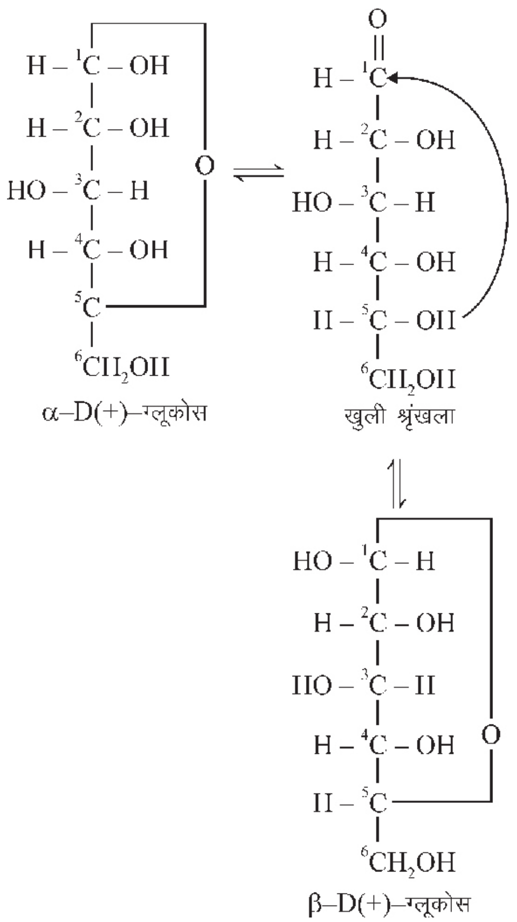
(i) यद्यपि ग्लूकोस ऐल्डिहाइड की अधिक लाक्षणिक अभिक्रियाएं देता है परन्तु यह सोडियम बाई सल्फाइड ($NaHSO_3$) के साथ हाइड्रोजन सल्फाइड योगज उत्पाद नहीं बनाता है। इसके अलावा यह 2,4 डाइ नाइट्रोफेनिल हाइड्रेजीन (2, 4 DNP) परीक्षण तथा शिफ परीक्षण भी नहीं देता है।

(ii) ग्लूकोस का ऐसीटिक एनहाइड्राइड से क्रिया कराने पर बना पेन्टाऐसीटेट ग्लूकोस, हाइड्राक्सिल ऐमीन के साथ अभिक्रिया नहीं करता जो मुक्त –CHO समूह की अनुपस्थिति को इंगित करता है।

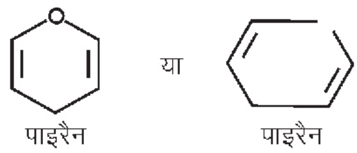
(iii) ग्लूकोस α तथा β दो क्रिस्टलीय रूपों में पाया जाता है। ग्लूकोस के सांद्र विलयन के 303K ताप पर क्रिस्टलीकरण द्वारा α रूप प्राप्त होता है जिसका गलनांक 419 K है तथा ग्लूकोस के सांद्र विलयन के 371K ताप पर क्रिस्टलीकरण द्वारा β रूप प्राप्त होता है जिसका गलनांक 423K है। यानि ये दोनों रूप (α व β) वास्तव में अलग है।

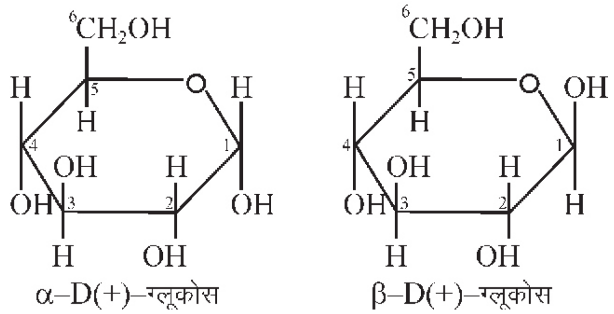
उपर्युक्त सभी सीमाओं को ध्यान में रखते हुए, टॉलेन ने ग्लूकोस की एक चक्रीय संरचना प्रस्तुत की जो कि हेमीऐसीटैल संरचना होती है।

इस संरचना में एल्डिहाइड समूह (-CHO), C-5 (कार्बन–5) पर उपस्थित हाइड्रोक्सिल समूह (-OH) के साथ वलय बनाता है। ये दोनों चक्रीय रूप ग्लूकोस की विवृत्त संरचना के साथ साम्य में रहते है। दोनों रूपों (α व β) के लिए वलय संरचना नीचे दर्शायी गयी है।



पाइरैन से समानता होने के कारण ग्लूकोस की छः सदस्यीय वलय संरचना को पाइरैनोस संरचना कहते है। ग्लूकोस की चक्रीय संरचना को "हावर्थ संरचना" द्वारा अधिक सही रूप से बताया जा सकता है। (चित्र 14.2)





चित्र 14.2 : ग्लूकोस की "हावथ संरचनाएं"

5.1 ऐनोमरी कार्बन (Anomeric Carbon)

ग्लूकोस के दोनों चक्रीय संरचनाएं (α व β) में भिन्नता केवल C_1 पर उपस्थित H परमाणु व -OH समूह के विन्यास में है। इसे ऐनोमरी कार्बन कहते है तथा ऐसे समावयती (α व β रूप) ऐनोमर कहलाते है।

"मोनोसैकेराइड में इसी तरह हैमीऐसीप्ल/हैमीकीटैल बनने के कारण चक्रीय संरचनाएं बनती है तथा जिससे कार्बोनिल कार्बन परमाणु असममित हो जाता है। इस कार्बन परमाणु को ऐनोमरी कार्बन कहते है तथा बनने वाले प्रकाशिक समावयवी ऐनोमर कहलाते है।"

यहाँ यह ध्यान देने योग्य है कि ऐनोमर जो केवल C_1 परमाणुओं के चारों ओर H परमाणु तथा OH समूह के विन्यास अलग होते है वे प्रतिबिम्ब रूप नहीं होते है।

ग्लूकोस की उपरोक्त चक्रीय संरचना (α व β रूप) इसके अधिकांश गुणों का वर्णन करती है। ऐसा माना जाता है कि जब ग्लूकोस HCN, NH_2OH, टॉलेन तथा फेहलिंग अभिकर्मक से क्रिया करता है तब वलय संरचनाएं श्रृंखला रूप में परिवर्तित हो जाती है जिससे ऐल्डिहाइड समूह इन अभिकारकों से क्रिया करने के लिए स्वतंत्र होता है। लेकिन $NaHSO_3$, 2, 4, डाइनाइट्रो फेनिल हाइड्रेजीन आदि अभिकर्मक चक्रिय संरचनाओं को घेरते है, जिससे ऐल्डिहाइड समूह स्वतंत्र नहीं हो पाता है तथा ये अभिकर्मक, ऐल्डिहाइड समूह की अभिक्रिया करने में असमर्थ हो जाते है।

परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन (Mutarotation)–

किसी भी पदार्थ के विलयन के ध्रुवण के मान में समय के साथ यदि परिवर्तन होता है यानि समय के साथ ध्रुवण घूर्णन का मान बढ़ता या घटता है तो पदार्थ के इस गुण को परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन या म्यूटाघूर्णन कहते है। कई कार्बोहाइड्रेट (उदाहरण–ग्लूकोस) में यह गुण पाया जाता है।

α–ग्लूकोस के ताजा बने जलीय विलयन का विशिष्ट घूर्णन $+112^{o}$ होता है जो समय के साथ धीरे–धीरे घटकर अंत में $+52^{o}$ पर स्थित हो जाता है।

इसी तरह β–ग्लकोस के ताजा बने जलीय विलय का विशिष्ट घूर्णन $+19^{o}$ होता है जो समय के साथ धीरे–धीरे बढ़कर $+52^{o}$ पर स्थिर हो जाता है।

ग्लूकोस के विशेष गुण (परिवर्ती घ्रुवण घूर्णन) का कारण यह है कि इसके α व β दोनों रूप श्रृंखला संरचना द्वारा परस्पर बदल जाते है α–रूप ($+112^{o}$) जब जल में घुल जाता है तो श्रृंखला संरचना द्वारा β रूप में धीमे–धीमे परिवर्तित हो जाता है जिससे विशिष्ट ध्रुवण घूर्णक घटता है तथा इसी तरह β–रूप ($+19^{o}$) जब जल में घुल जाता है तो यह इसी तरीके से α–रूप में धीमे–धीमे परिवर्तित हो जाता है जिससे विशिष्ट ध्रुवण धूर्णक बढ़ता है। यह परिवर्तन (कमी या वृद्धि) तब तक होता है जब तक कि साम्य मिश्रण लगभग $+52^{o}$ का विशिष्ट ध्रुवण घूर्णक प्राप्त कर ले।

यह सिद्ध भी हो चुका है कि α–रूप साम्यावस्था का 36%, β–रूप 63.5% तथा खुली श्रृंखला 0.5% रखती है।

फ्रक्टोस (Fructose)

(1) परिचय (Introduction)– फ्रक्टोस मोनोसैकेराइड है। इसका अणुसूत्र $C_6H_{12}O_6$ (ग्लूकोस के समान) है परन्तु यह कीटोहेक्सोस है, जबकि ग्लूकोस ऐल्डोहेक्सोस है।

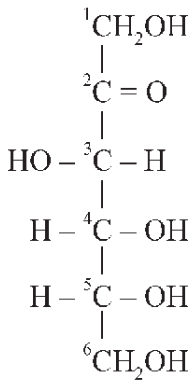
फ्रक्टोस, सूक्रोस ($C_{12}H_{22}O_{11}$) के जल अपघटन द्वारा प्राप्त होता है।

$$\underset{}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{जलअपघटन}} \underset{\text{ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{फ्रक्टोस}}{C_6H_{12}O_6}$$

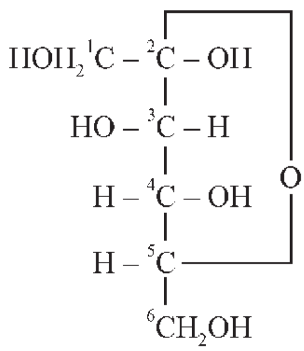
(2) फ्रक्टोस की संरचना (Structure of Fructose)

फ्रक्टोस के रासायनिक अभिक्रियाओं के आधार पर यह पाया गया है कि ग्लूकोस की तरह इसमें भी छः कार्बन परमाणुओं की श्रृंखला होती है तथा कार्बन संख्या–2 पर एक कीटोनिक समूह होता है। फ्रक्टोस की खुली श्रृंखला भी इसके कुछ गुणों को प्रदर्शित नहीं कर सकती, इसलिए इसकी भी वलय संरचना फिशर द्वारा दी गई है। यह चक्रीय संरचना C_5 पर उपस्थित –OH तथा (.C=O) के योगज से प्राप्त होती है। यह पाँच सदस्यीय ऑक्साइड वलय होती है तथा γ–ऑक्साइड वलय कहलाती है। फ्यूरान के साथ समानता के कारण इसे "फ्यूरेनोस" कहा जाता है।

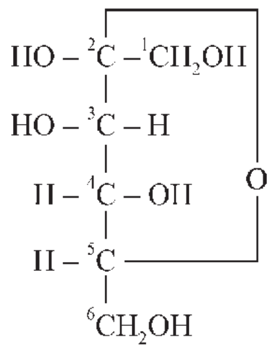
फ्रक्टोस में वाम ध्रुवण घूर्णन (levo rotatory) पाया जाता है जिसका तात्पर्य यह है कि यह ध्रुवित प्रकाश के तल को बांयी ओर घुमा देता है इसे 'D(-)–फ्रक्टोस' लिखते है। फ्रक्टोस की संभी संरचनाएं निम्न है (चित्र 14.3)–



D – (–)–फ्रक्टोस
(खुली श्रृंखला)

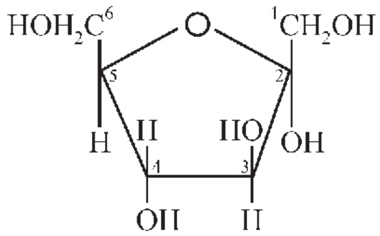


α–D – (–)–फ्रक्टोस
(वलय संरचना)

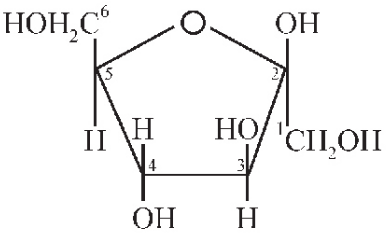


β–D – (–)–फ्रक्टोस
(वलय संरचना)

फ्यूरान



α–D–(–)फ्रक्टोस



β–D–(–)फ्रक्टोस

(हावर्थ संरचना)

चित्र 14.3 : फ्रक्टोस की संचरनाएँ

14.3.4 ओलिगोसैकेराइड (डाइसैकेराइड) (Oligosaccharides (Disaccharides)-

डाइसैकेराइड, ओलिगोसैकेराइड है, जो मोनोसैकेराइड के दो अणुओं द्वारा बनते है। दूसरे शब्दों में वे कार्बोहाइड्रेट, जल अपघटन करने पर दो मोनोसैकेराइड ईकाईयाँ देते है, डाइसैकेराइड कहलाते है। दोनों मोनोसैकेराइड ईकाईयाँ समान अथवा भिन्न हो सकती है। मोनोसैकेराइड ईकाईयाँ एक–दूसरे से ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा जुड़ी रहती है।

सभी डाइसैकेराइड क्रिस्टलीय ठोस, मीठे तथा जल में विलेय होते है। कुछ मुख्य डाइसैकेराइड–सुक्रोस, लेक्टोस, माल्टोस आदि है। ये दो प्रकार के होते है–

(i) अपचायक (Reducing)

(ii) अनअपचायक (Nonreducing)

(i) अपचायक (Reducing)– जिन डाइसैकराइडों (Disaccherides) में किसी एक मोनोसैकेराइड का कार्बोनिल समूह ग्लाइकोसाइडिक बंध बनाने में भाग नहीं लेता है वे अपचायक होते है। उदाहरण–लेक्टोस तथा माल्टोस।

(ii) अनअपचायक (Nonreducing)– जिन डाइसैकेराइडों में दोनों मोनोसैकेराइडों के कार्बोनिल समूह, आपस में ग्लाइकोसाइडिक बंध बना लेते है वे अनअपचायक होते है। उदाहरण–सुक्रोस।

सुक्रोस (Sucrose)–

सुक्रोस एक महत्वपूर्ण डाइसैकेराइड है। इसे इक्षूशर्करा (Cane Sugar) भी कहते है। प्रकृति में यह रस में, फलों में, बीजों में, अनेक फूलों के पौधों में बहुत अधिक मात्रा में पाया जाता है। सूक्रोस का मुख्य स्त्रोत गन्ने का रस तथा चुकन्दर (Sugar Beet) है। गन्ने के रस में 15-20% सुक्रोस होता है तथा चुकन्दर में 10-17% सुक्रोस होता है।

(1) सुक्रोस के गुण (Properties of Sucrose)

(i) सुक्रोस का अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। यह सफेद क्रिस्टलीय, स्वाद में मीठा तथा जल में घुलनशील डाइसैकेराइड है।

(ii) इसका गलनांक 180° C है तथा इसे इसके गलनांक से ऊपर ताप पर गर्म करने पर यह भूरे रंग के पदार्थ में बदल जाता है, जिसे कैरामेल (Caramel) कहते है।

(iii) सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल से क्रिया द्वारा यह एक भूरे रंग के पदार्थ में बदल जाता है जो पूर्णरूपेण कार्बन होता है।

(iv) यह एक अनअपचायक शर्करा है।

(v) यह दक्षिण ध्रुवण घूर्णक होता है तथा परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन प्रदर्शित नहीं करता है।

(2) सुक्रोस की संरचना (Mutoratation)–

सुक्रोस डाइसैकेराइड है तथा इसका अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। निम्न तथ्यों द्वारा इसकी संरचना दी गई है–

(i) सुक्रोस का जल अपघटन तनु खनिज अम्ल (HCl) या एन्जाइम (इन्वर्टेस) द्वारा कराने पर यह D(+) ग्लूकोस तथा D (–) फ्रक्टोस का सममोलर (समअणुक) मिश्रण देता है।

$$\underset{\text{सुक्रोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{या लैक्टेस}]{\text{तनु अम्ल}} \underset{\text{D(+) ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{D(–) फ्रक्टोस}}{C_6H_{12}O_6}$$

सुक्रोस दक्षिण ध्रुवण घूर्णक होता है, जबकि सुक्रोस के जल अपघटन के पश्चात् प्राप्त मिश्रण (ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस) वाम ध्रुवण घूर्णक होता है।

विशेष– चूंकि ग्लूकोस का दक्षिण ध्रुवण घूर्णन (+52°) फ्रक्टोस के वाम ध्रुवण घूर्णन (-92.4°) से कम होता है इसलिए मिश्रण (ग्लूकोस तथा फ्रक्टोस) वाम ध्रुवण घूर्णक होता है।

इसका तात्पर्य यह है कि सुक्रोस के जल अपघटन के बाद ध्रुवण घूर्णन में परिवर्तन (इन्वर्जन) होता है। यह अभिक्रिया (Invert Reaction) कहलाती है तथा ग्लूकोस व फ्रक्टोस का सममोलर मिश्रण जो जल अपघटन के परिणाम स्वरूप बनता है

अपवृत्त शर्करा (Invert Sugar) कहलाता है।

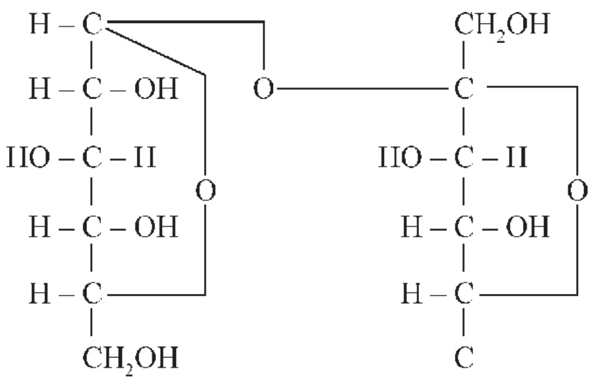
(ii) ग्लूकोस व फ्रक्टोस अपचयी शर्कराएं है लेकिन सुक्रोस अनअपचायक शर्करा है। क्योंकि सुक्रोस –

(अ) हाइड्राक्सिल ऐमीन के साथ ऑक्सिम नहीं बनाता है।

(ब) यह फेनिल हाइड्रेजीन के साथ ओसाजोन नहीं बनाता।

(स) फेहलिंग विलयन तथा टोलेन अभिकर्मक का अपचयन भी नहीं करता तथा यह परिवर्ती ध्रुवण घूर्णक भी प्रदर्शित नहीं करता है। उपरोक्त तथ्यों से स्पष्ट होता है कि सुक्रोस में ग्लूकोस का ऐल्डिहाइड तथा फ्रक्टोस का कीटों समूह मुक्त नहीं है। साथ ही यह भी स्पष्ट होता है कि ये दोनों समूह (-CHO तथा >C = O) परस्पर ग्लाइकोसाइडी बंध द्वारा जुड़े है।

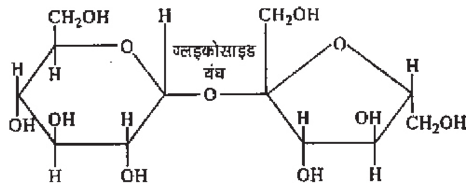
(iii) इसके अलावा सुक्रोस का जल अपघटन एन्जाइम माल्टेस (यह एन्जाइम α-ग्लाइकोसिडिक बंध के लिए विशिष्ट है) तथा एन्जाइम इन्वर्टेस (यह एन्जाइम β-फ्रक्टोस फ्यूरेसाइड के लिए विशिष्ट है) द्वारा भी हो जाता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि सुक्रोस में α-ग्लूकोस का एल्डिहाइड कार्बन तथा β-फ्रक्टोस का कीटोनिक कार्बन ग्लाइकोसिटिक बंध द्वारा जुड़े रहते है। उपरोक्त तथ्यों के आधार पर सुक्रोस की संरचना निम्न है– (चित्र 14.4)



α–D(+)–ग्लूकोस β–D(–)–फ्रक्टोस

चित्र 14.4 : सुक्रोस की संरचना

इसकी हावर्थ संरचना निम्न है– (चित्र 14.5)



चित्र 14.5 : सुक्रोस की हावर्थ संरचना

माल्टोस (Maltose)–

यह एक डाइसैकेराइड है जो स्टार्च पर माल्ट की क्रिया से प्राप्त होता है इसलिए इसे माल्ट शर्करा (Maltsugar) भी कहते है। यह अंकुरित बीजों में विशेषकर अनाजों में स्टार्च के रूप में उपस्थित होता है। माल्टोस, स्टार्च माण्ड के आंशिक जलअपघटन द्वारा बनाया जाता है। यह जलअपघटन या तो तनु खनिज अम्ल द्वारा या माल्ट में उपस्थित डाइऐस्टेस एन्जाइम या β-एमाइलेस द्वारा होता है।

$$\underset{\text{स्टार्च}}{(C_6H_{10}O_5)_n} + nH_2O \xrightarrow{\text{जल–अपघटन}} nC_{12}H_{22}O_{11}$$

(2) माल्टोस के गुण (Properties of Maltose)

(i) माल्टोस का अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। यह एक सफेद, क्रिस्टलीय, जल में विलेय तथा ऐल्कोहल व ईथर में अविलेय डाइसैकेराइड है।

(ii) इसका गलनांक 160°-165°C है।

(iii) यह एक अपचायक शर्करा है।

(iv) यह दक्षिण ध्रुवण घूर्णक होता है तथा परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन (Mutarotation) प्रदर्शित करता है। इसके α-रूप का विशिष्ट घूर्णन +168°, β-रूप का विशिष्ट घूर्णन +112° तथा साम्य का विशिष्ट घूर्णन +136° है।

(2) माल्टोस की संरचना (Structure of Moltose)

माल्टोस एक डाइसैकेराइड है तथा इसका अणुसूत्र भी $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। निम्न तथ्यों द्वारा इसकी संरचना दी गई है–

(i) माल्टोस का जल अपघटन तनु खनिज अम्लों अथवा एन्जाइम माल्टेस द्वारा करवाने पर दो ग्लूकोस के अणु प्राप्त होते है।

$$\underset{\text{माल्टोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{या माल्टेस}]{\text{तनु अम्ल}} \underset{\text{ग्लूकोस}}{2C_6H_{12}O_6}$$

(ii) साथ ही माल्टोस–

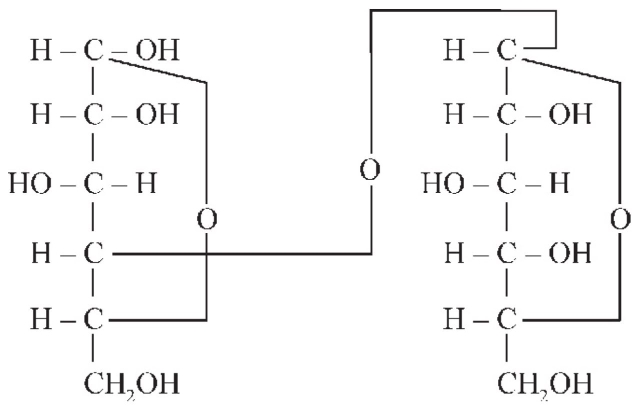
(अ) हाइड्राक्सिलऐमीन के साथ ऑक्सिम बनाता है।

(ब) फेनिल हाइड्रेजीन के साथ ओसाजोन बनाता है।

(स) फेंहलिंग विलयन को अपचयित करता है, अर्थात् माल्टोस अपचायक शर्करा है।

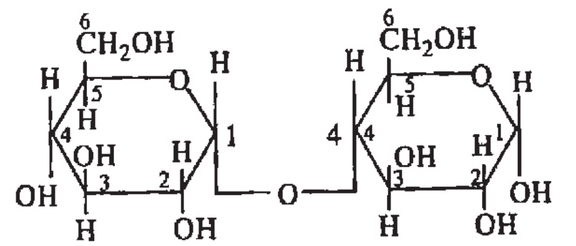
(iii) इसके साथ ही यह दक्षिण ध्रुवण घूर्णक होता है तथा परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन प्रदर्शित नहीं करता है।

उपरोक्त तथ्यों से स्पष्ट होता है कि माल्टोस में दोनों ग्लूकोस ईकाईयाँ इस तरह से जुड़ी रहती है कि एक ग्लूकोस अणु का ऐल्डिहाइड समूह (–CHO) मुक्त होता है। इसी कारण यह अपचायक के गुण प्रदर्शित करता है। साथ ही इसकी अभिक्रियाओं से स्पष्ट होता है कि अपचायक ग्लूकोस का C-4, अनअपचायक ग्लूकोस के C-1 से α-ग्लाइकोसिडिक बंध द्वारा जुड़े रहते है। अतः माल्टोस को निम्न संरचना द्वारा लिखा जा सकता है (चित्र 14.6)



चित्र 14.6 : माल्टोस की संरचना

इसकी हावर्थ संरचना निम्न है (चित्र 14.7)



(I) α–D(+) ग्लूकोपायरेनोस

(II) α–D(+) ग्लूकोपायरेनोस

चित्र 14.7 : माल्टोस की हावर्थ संरचना

लेक्टोस (Lactose)

यह भी एक डाइसैकेराइड है इसके दुग्ध शर्करा (Milk Sugar) भी कहते है। यह सभी स्तनधारियों के दूध में उपस्थित होता हे। लेक्टॉस औद्योगिक रूप में दूध से पनीर बनाने की प्रक्रिया में सह–उत्पाद के रूप में प्राप्त होता है। पनीर बनने के बाद प्राप्त जलीय विलयन का वाष्पीकरण करने पर लेक्टोस प्राप्त होता है।

(1) लेक्टोस के गुण (Properties of Lactose)

(i) यह एक श्वेत क्रिस्टलीय पदार्थ है जो जल में विलेय तथा ऐल्कोहल व ईथर में अविलेय होता है।

(ii) इसका गलनांक 203°C है, इस तापमान पर इसका विघटन भी हो जाता है।

(iii) यह एक अपचायक शर्करा है।

(iv) यह दक्षिण ध्रुवण घूर्णक है तथा परिवर्ती ध्रुवण घूर्णन (Mutarotation) प्रदर्शित करता है।

(2) लैक्टोस की संरचना (Structure of Lactose)

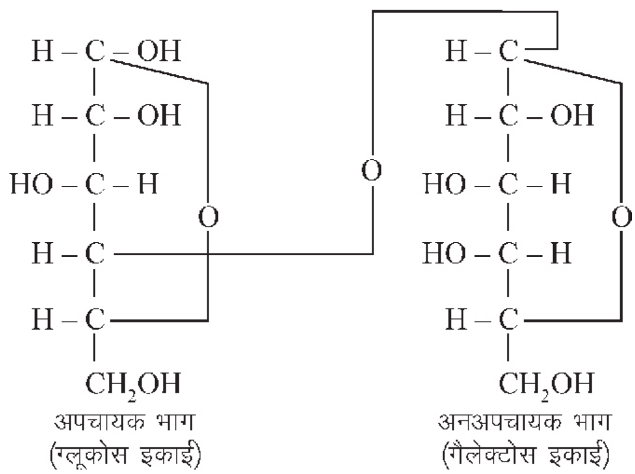
लैक्टोस का अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है। निम्न तथ्यों द्वारा इसकी संरचना दी गई है।

(i) लैक्टोस का जल अपघटन तनु खनिज अम्लों अथवा एन्जाइम लैक्टेस द्वारा करवाने पर यह D-(+) ग्लूकोस तथा D-(+) गैलेक्टोस का समअणुक मिश्रण प्राप्त होता है।

$$\underset{\text{लैक्टोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[\text{या लैक्टेस}]{\text{तनु अम्ल}} \underset{\text{D(+) ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{D(+)-गैलेक्टोस}}{C_6H_{12}O_6}$$

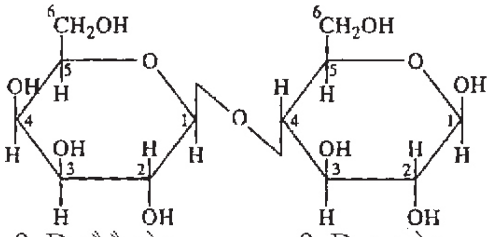
(ii) लैक्टोस इसके साथ ही (अ) हाइड्रॉक्सिल ऐमीन के साथ ऑक्सिम बनाता है (ब) फेनिल हाइड्रेजीन के साथ ओसाजोन बनाता है (स) फेंहलिग विलयन को अपचयित करता है अर्थात् लैक्टोस एक अपचायक शर्करा है साथ ही यह परिवर्ती घूर्णन घूर्णन प्रदर्शित करता है। उपरोक्त तथ्यों तथा लैक्टोस की अभिक्रियाओं से स्पष्ट होता है कि इसमें अपचायक भाग ग्लूकोस ईकाई है जिसका C-4 कार्बन गैलेक्टोस के C-1 से β-ग्लाइकोसिडिक बंध से जुड़ा रहता है।

लैक्टोस को निम्न संरचना द्वारा प्रदर्शित किया जाता है (चित्र 14.8)



चित्र 14.8 : लेक्टोस की संरचना

इसकी हावर्थ संरचना निम्न है (चित्र 14.9)



चित्र 14.9 : लेक्टोस की हावर्थ संरचना

14.3.5 पॉलीसैकेराइड (PolySaccharides)

पॉलीसैकेराइड प्राकृतिक बहुलक है। इनमें एकलक ईकाईयाँ मोनोसैकेराइड अथवा ऑलिगोसैकेराइड होती है। इनका अणुभार कई हजार से लाखों तक हो सकता है।

(i) इनका सामान्य सूत्र $(C_6H_{10}O_5)n$ होता है तथा यहाँ n के मान 12 से लेकर कई सैंकड़ों तक होते है।

(ii) ये अक्रिस्टलीय, स्वादहीन तथा जल में अविलेय होते है इसलिए इन्हें अशर्करा भी कहते है।

(iii) ये दो प्रकार के होते है–

(अ) समपॉलीसैकेराइड– इनमें सभी मोनोसैकेराइड ईकाईयाँ समान होती है।

(ब) विषमपॉलीसैकेराइड– इनमें दो या दो से अधिक मोनोसैकेराइड ईकाईयाँ होती है।

(iv) स्टार्च, सैलूलोस, ग्लाइकोजन, गोंद, इनुलिन आदि महत्वपूर्ण पॉलीसैकेराइड है। स्टार्च व सैलूलोस जो मनुष्य के लिए महत्वपूर्ण तथा उपयोगी है और जो वनस्पति में पाए जाते है, का वर्णन निम्न है–

स्टार्च (Starch)–

स्टार्च कार्बोहाइड्रेट का मुख्य स्त्रोत तथा पौधों में संग्रहित पॉलीसैकेराइड है। ये मनुष्यों के आहार का मुख्य स्त्रोत है और ये शरीर को ऊर्जा की पूर्ति करते है।

इनका अणुसूत्र $(C_6H_{10}O_5)n$ है। स्टार्च के मुख्य स्त्रोत गेहूं, मक्का, चावल, जौ, आलू, कंद आदि है तथा कुछ सब्जियों में भी स्टार्च प्रचुर मात्रा में मिलता है।

(1) स्टार्च की संरचना (Structure of Starch)

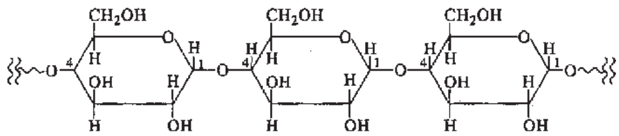
स्टार्च का जल अपघटन तनु अम्लों से करवाने पर यह α-ग्लूकोस देता है तथा एन्जाइम डायस्टेज द्वारा यह माल्टोस देता है अर्थात् यह α-ग्लूकोस का बहुलक है।

स्टार्च दो यौगिकों से मिलकर बना होता है

(i) एमिलोस जो जल में विलेय होता है।

(ii) ऐमिलोपेक्टिन, जो जल अविलेय होता है।

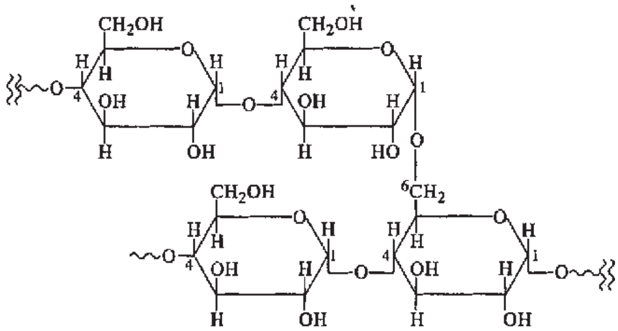
(i) एमिलोस (Amilose)– यह जल में विलेय भाग है जो स्टार्च का 10-20% भाग बनाता है। इसे α एमिलोस भी कहते है। जब एमिलोस जल अपघटित होता है तो यह माल्टोस D (+) ग्लूकोस देता है। जल अपघटन के अन्तर्गत कोई दूसरा मोनो या डाइसैकेराइड नहीं बनता है अर्थात् एमिलोस D(+) ग्लूकोस की लंबी श्रृंखला द्वारा बनता है इस बंध में एक ग्लूकोस ईकाई का C, तथा दूसरे ग्लूकोस ईकाई का C_4 से ग्लाइकोसिडिक बंध द्वारा जुड़ी रहती है α–1, 4–ग्लाइकोसिडिक बंध।) ऐमिलोस की संरचना (चित्र 14.10) में दर्शायी गयी है।



चित्र 14.10 : ऐमिलोस की संरचना

(ii) एमिलोपेक्टिन (Amilopectin) – यह जल में अविलेय भाग है जो स्टार्च का 80-90% भाग बनाता है। इसे β-एमिलोस भी कहते है। यह एक शाखित श्रृंखला तथा उच्च अणुभाग वाला बहुलक है। इसमें 25–30 ग्लूकोस ईकाईयों की श्रृंखला होती है तथा एक ग्लूकोस ईकाई का C_1 दूसरी ग्लूकोस ईकाई के C_4 से ग्लाइकोसिडिक बंध α–1, 4 + ग्लाइकोसिडिक बंध द्वारा जुड़ा रहता है।

ये अशाखित श्रृंखलाएं परस्पर α –1, 6 ग्लाइकोसिडिक बंध द्वारा जुड़ी रहती है, इसमें एक श्रृंखला में उपस्थित अंतिम ग्लूकोस अणु का C_1 परमाणु दूसरी श्रृंखला में अंतिम स्थान पर उपस्थित दूसरे ग्लूकोस अणु के C_6 परमाणु से जुड़ा रहता है। ऐनिलोपेक्टिस की संरचना (चित्र 14.11) में दर्शायी गयी है।



चित्र 14.11 : ऐमिलोपेक्टिन की संरचना

सेलुलोस (Cellulose)–

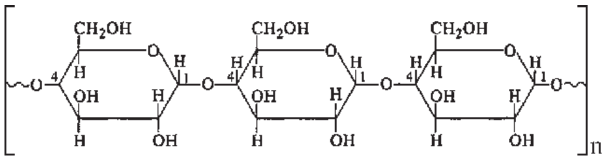
सेलुलोस भी पॉलीसैकेराइड है, जिसका अणुसूत्र $(C_6H_{10}O_5)n$ होता है। यह केवल पौधों में मिलता है तथा पौधों

की कोशिक भित्ति का मुख्य अवयव है। सेलुलोस भी मनुष्यों के लिए बहुत उपयोगी है लेकिन स्टार्च जहां भोजन की तरह प्रयोग होता है, वहीं सैलुलोस वस्त्र आदि के स्त्रोत की तरह कार्य करता है।

यह लकड़ी, सूती कपड़े, जूट, रूई आदि में उपस्थित होता है। लकड़ी में 50 प्रतिशत, सूखी घास में 40–45 प्रतिशत, जूट में 60–65 प्रतिशत, रूई में 90–95 प्रतिशत, सैलुलोस होता है। सूती कपड़े में 90 प्रतिशत सेलुलोस होता है तथा शेष प्रतिशत वसा व मोम का होता है।

सेलुलोस की संरचना (Structure of Cellulose)

यह एक अनअपचायक शर्करा है। सेलुलोस का जलअपघटन करवाने पर यह केवल D–ग्लूकोस देता है यानि यह D–ग्लूकोस का रेखीय बहुलक है। प्रयोग द्वारा यह प्रमाणित हुआ है कि ये ग्लूकोस ईकाईयाँ β–D(+) ग्लूकोस ईकाईयाँ होती है ना कि α–D(+) ग्लूकोस ईकाईयाँ ये β–D(+) ग्लूकोस ईकाईयाँ परस्पर β –1, 4 ग्लाइकोसिडिक बंधों द्वारा जुड़ी रहती है। यानि एक ग्लूकोस ईकाई C_1 द्वारा दुसरी ग्लूकोस ईकाई के C_4 से जुड़ी रहती है। (चित्र 14.12)



चित्र 14.12 : सेलुलोस की संरचना

14.4 प्रोटीन (Protein)

प्रोटीन 'Protein' नाम बर्जीलियस द्वारा सन् 1938 में दिया गया। प्रोटीन 'Protein' नाम ग्रीक शब्द "Proteios" से लिया गया है, जिसका अर्थ होता है–प्राथमिक (Primary) या प्रथम या अति महत्वपूर्ण, क्योंकि प्रोटीन जीवन संबंधी महत्वपूर्ण रासायनिक पदार्थ है, जो जीवन की वृद्धि, मरम्मत तथा अनुरक्षण के लिए अतिआवश्यक यौगिक है।

प्रोटीन सभी जीवित कोशिकाओं में पाए जाते है। इनकी जीवन कोशिकाओं के उपापचय तथा संरचना में महत्पूर्ण भूमिका होती है। जन्तुओं (जीवधारियों) के बाल, त्वचा, हिमोग्लोबिन, नाखून, एन्जाइम तथा जन्तु कोशिका भित्ति आदि प्रोटीन के बने होते है।

14.4.1 प्रोटीन का संघटन (Composition of Proteins)–

प्रोटीन 'ऐमीनो अम्लों' के जटील, उच्च अणुभार वाले जैव बहुलक (Biopolymer) है। रासायनिक रूप से सभी प्रोटीन नाइट्रोजन युक्त जटिल कार्बनिक यौगिक होते है, जिनमें नाइट्रोजन के अतिरिक्त कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन तथा सल्फर तत्व उपस्थित होते है। इसके अलावा कुछ प्रोटीन में फास्फोरस, आयोडिन तथा अन्य धातु जैसे आयरन, कॉपर, जिंक और मैंग्नीज भी पाये जाते है।

प्रोटीन का जल अपघटन निम्न प्रकार से होता है–

$$\text{प्रोटीन} \xrightarrow{\text{जल अपघटन}} \text{पेप्टाइड} \xrightarrow{\text{जल अपघटन}} \alpha\text{-ऐमीनोअम्ल}$$

प्रोटीन का आंशिक जल–अपघटन करने पर भिन्न–भिन्न अणुभार के पेप्टाइड प्राप्त होते है, जो पूर्ण रूप से जल अपघटित होकर α–ऐमीनो अम्ल देते है अर्थात् प्रोटिन वास्तव में α–ऐमीनो अम्लों से निर्मित पॉलीपेप्टाइड होते है। इनका अणुभार 10,000 से अधिक होता है। ये एकल परिक्षेपी (Monodisperse) प्राकृतिक बहुलक है।

14.4.1.1 प्रोटीन का वर्गीकरण (Classification of Protein)

(I) संघटन के आधार पर प्रोटीन दो प्रकार के होते है–

(1) **रेशेदार प्रोटीन (Filrous Proteins)–** ये रेखीय अणुओं से बनी प्रोटीन होती है जिनमें विभिन्न पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाएं अन्तरा आणविक हाइड्रोजन बंधों द्वारा जुड़ी होती है। ये लंबी धागे सदृश्य संरचनाएं होती है तथा इनकी संरचना ताप तथा pH मान में परिवर्तन के बाद भी, परिवर्तित नहीं होती है। ये जल में अविलेय प्रोटीन है, जो जन्तु ऊतकों के संरचनात्मक पदार्थों को बनाती है। उदाहरण– कोलेजन, मायोसिन, किरेटिन आदि।

(2) **दानेदार प्रोटीन (Globular Proteins)–** ये कुण्डलीनुमा अणुओं से बनी प्रोटीन है जिनमें विभिन्न पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाएं अन्तः आणविक हाइड्रोजन बंधों द्वारा जुड़ी रहती है। ये अम्ल, क्षार तथा लवणों के जलीय विलयन में विलेय प्रोटीन है। जिनका कार्य जीवन चक्र को नियंत्रित करना तथा उसकी देखभाल करना है। उदाहरण– हीमोग्लोबिन, इंसुलिन, ऐल्बूमिन आदि।

(II) प्रोटीन का जल अपघटन (Hydrolysis) करवाने पर विभिन्न उत्पाद बनते है इस आधार पर प्रोटीन का वर्गीकरण निम्न प्रकार है–

(1) **साधारण प्रोटीन (Simple Protein)–** ये प्रोटीन जल अपघटन पर केवल α–ऐमीनो अम्ल देती है। उदाहरण–ऐल्बुमिन, ग्लोबुलिन।

(2) **संयुग्मित प्रोटीन–** इनमें प्रोटीन भाग के साथ अप्रोटीन भाग भी जुड़ा रहता है, जिसे प्रोस्थेटिक समूह कहते है। संयुग्मित प्रोटीन तीन प्रकार की होती है–

(अ) **न्यूक्लिओप्रोटीन (Nucleoproteins)–** इनमें प्रोस्थेटिक समूह न्यूक्लिक अम्ल होता है। **उदाहरण–** न्यूक्लिन।

(ब) **ग्लाइकोप्रोटीन (Glycoproteins)–** इनमें प्रोस्थेटिक समूह कार्बोहाइड्रेट्स होते है। **उदाहरण–** माइसिन।

(स) **क्रोमोप्रोटीन (Chromoproteins)–** इसमें प्रोस्थेटिक समूह कुछ वर्णक होते है। **उदाहरण–** हीमोग्लोबिन, क्लोराफिल।

14.4.2 ऐमीनो अम्ल (Amino Acids)

प्रोटीन, α–ऐमीनो अम्लों के प्राकृतिक बहुलक है। "ऐमीनो अम्ल" नाम से ही विदित होता है कि इनमें ऐमीनो ($-NH_2$) तथा काबोक्सिलिक (-COOH) समूह उपस्थित होता है। 20 (बीस) ऐसे ज्ञात α–ऐमीनो अम्ल है जो अनन्त प्रकार से संयुक्त होकर हजारों किस्मों के प्रोटीन अणु का निर्माण करते है अर्थात् सभी प्रकार के प्रोटीन इन 20 (बीस) α–ऐमीनो अम्लों से बने होते है।

14.4.2.1 ऐमीनो अम्ल का वर्गीकरण (Classification of Amino Acids)–

ऐमीनों अम्लों को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया गया है–

(I) ऐमीनो तथा कार्बोक्सिलिक समूह की स्थिति के आधार पर ऐमीनों अम्लों को α, β, γ, λ आदि में वर्गीकृत किया गया है।

(1) **α-ऐमीनो अम्ल (α-Amino Acids)–** इनमें ऐमीनों समूह कार्बोक्सिलिक समूह से α-स्थिति पर होता है। यानि दोनों समूह एक ही कार्बन परमाणु पर होते है। **उदाहरणार्थ :–**

$$H_2N-\overset{\alpha}{C}H_2-COOH$$

ग्लाइसीन (Glycine)

$$NH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\alpha}{C}H_2}-COOH$$

ऐलेनीन (Alanine)

(2) **β–ऐमीनों अम्ल (β-amino acids)–** इनमें ऐमीनों समूह कार्बोक्सिलिक समूह से β-स्थिति पर होता है। **उदाहरणार्थ :–**

$$H_2N-\overset{\beta}{C}H_2-\overset{\alpha}{C}H_2-COOH$$

β-ऐमीनो प्रोपेनोइक अम्ल
(β-amino propanoic acid)

(3) इसी तरह γ-ऐमीनो अम्ल तथा λ-ऐमीनो अम्ल में ऐमीनो समूह कार्बोक्सिलिक समूह से क्रमश γ तथा λ स्थिति पर होता है।

उदाहरणार्थः– γ-ऐमीनो ब्यूटेनोइक अम्ल (λ-Amino butanoic acid)

$$H_2N-\overset{\gamma}{C}H_2-\overset{\beta}{C}H_2-\overset{\alpha}{C}H_2-COOH$$

γ–ऐमीना ब्यूटेनोइक अम्ल
(γ–amino butanoic acid)

(II) ऐमीनो तथा कार्बोक्सिलिक समूहो की संख्या के आधार पर इन्हें उदासीन (Neutral) अम्लीय (Acidic) तथा क्षारीय (Basic) ऐमीनों अम्ल आदि में वर्गीकृत किया गया है।

(1) **उदासीन ऐमीनो अम्ल (Neutral Amino Acid)–** उदासीन ऐमीनो अम्ल में ऐमीनो ($-NH_2$) तथा कार्बोक्सिलिक (–COOH) समूहों की संख्या समान होती है।

उदाहरणार्थ :– ग्लाइसीन (NH_2-CH_2-COOH) तथा ऐलेनीन

$$(NH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-COOH)$$

(2) **अम्लीय ऐमीनो अम्ल (Acidic Amino Acids)–** अम्लीय ऐमीनो अम्ल में कार्बोक्सिलिक समूह अधिकता में होते है।

उदाहरणार्थ :–

ऐस्पार्टिक अम्ल $(HOOC-CH_2-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH)$ तथा

ग्लूटैमिक अम्ल $(HOOC-CH_2-CH_2-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH)$

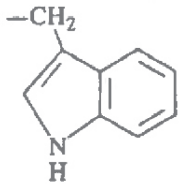
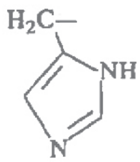
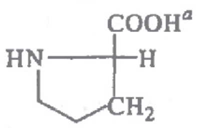
(3) **क्षारीय ऐमीनो अम्ल (Basic amino acids)–** क्षारीय ऐमीनों अम्ल में ऐमीनो समूह ($-NH_2$) अधिकता में होते है। **उदाहरणार्थ–**

लाइसीन $(NH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH)$

(III) आवश्यक तथा अनावश्यक ऐमीनो अम्ल (Essential and Non-essential amino acids)– ऐमीनों अम्ल, जो शरीर द्वारा संश्लेषित किये जा सकते है, अनावश्यक ऐमीनो अम्ल कहलाते है तथा वे जिनको शरीर संश्लेषित नहीं कर सकता, आवश्यक ऐमीनो अम्ल कहलाते है।

जैसा कि पहले बताया जा चुका है कि कुल 20 α–ऐमीनो अम्ल, मिलकर हजारों किस्म के प्रोटीन बनाते है (सारणी 14.2)

सारणी 14.2 : α–ऐमिनो अम्ल $(R-\underset{|\atop NH_2}{CH}-COOH)$

ऐमीनो अम्ल का नाम	पार्श्व शृंखला की लाक्षणिक प्रकृति, R	तीन अक्षर के सूचक	एक अक्षर का कोड
1. ग्लाइसीन	H	ग्लाई (Gly)	G
2. ऐलानीन	$-CH_3$	ऐला (Ala)	A
3. वैलीन*	$(H_3C)_2CH-$	वेल (Val)	V
4. ल्यूसीन*	$(H_3C)_2CH-CH_2-$	ल्यू (Leu)	L
5. आइसोल्यूसीन*	$H_3C-CH_2-\underset{\mid\atop CH_3}{CH}-$	आइली (Ile)	I
6. आर्जिनीन*	$HN=\underset{\mid\atop NH_2}{C}-NH-(CH_2)_3-$	आर्ज (Arg)	R
7. लाइसीन*	$H_2N-(CH_2)_4-$	लाइ (Lys)	K
8. ग्लूटैमिक अम्ल	$HOOC-CH_2-CH_2-$	ग्लू (Glu)	E
9. ऐस्पार्टिक अम्ल	$HOOC-CH_2-$	एस्प (Asp)	D
10. ग्लूटेमीन	$H_2N-\overset{O\atop \parallel}{C}-CH_2-CH_2-$	ग्लन (Gln)	Q
11. ऐस्पेराजीन	$H_2N-\overset{O\atop \parallel}{C}-CH_2$	एस्न (Asn)	N
12. थ्रिऑनीन*	$H_3C-CHOH-$	थ्र (Thr)	T
13. सेरीन	$HO-CH_2-$	सीर (Ser)	S
14. सिस्टीन	$HS-CH_2-$	सिस (Cys)	C
15. मेथिइओनीन*	$H_3C-S-CH_2-CH_2-$	मेट (Met)	M
16. फेनिल-ऐलानीन*	$C_6H_5-CH_2-$	फे (Phe)	F
17. टाइरोसीन	$(p)HO-C_6H_4-CH_2-$	टायर (Tyr)	T
15. ट्रिप्टोफेन*		ट्रिप (Trp)	W
19. हिस्टिडीन*		हिस (His)	H
20. प्रोलीन		प्रो (Pro)	P

* प्रोलीन एक अपवाद है। यहाँ द्वितीयक ऐमीनो समूह (>NH) α-कार्बन से जुड़े होते हैं। इस प्रकार, प्रोलीन इमीनो कार्बोक्सलिक अम्ल होता है।

* आवश्यक ऐमीनो अम्ल, *a* = सम्पूर्ण संरचना