એકમ

15

પોલિમર (Polymers)

હેતુઓ

આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછી તમે ....

- મોનોમર, પોલિમર, પોલિમરાઇઝેશન વગેરે પર્યાયો સમજાવી શકશો અને તેમની અગત્યને બિરદાવી શકશો.
- પોલિમરના જુદા જુદા વર્ગોને અને જુદા જુદા પ્રકારના પોલિમરાઇઝેશન પ્રક્રમોને વિભેદિત કરી શકશો.
- એકાકી અને દ્વિક્રિયાશીલ સમૂહ ધરાવતા મોનોમર અણુમાંથી પોલિમરની બનાવટને બિરદાવી શકશો.
- કેટલાક અગત્યના સાંશ્લેષિત પોલિમરની બનાવટ અને તેમના ગુણધર્મોને વર્ણવી શકશો.
- રોજિંદા જીવનમાં પોલિમરની અગત્યને બિરદાવી શકશો.

કુદરતે સહપોલિમરાઇઝેશનનો ઉપયોગ પોલિપેપ્ટાઇડમાં કર્યો છે, જે જુદા જુદા 20 જેટલા એમિનો ઍસિડ ધરાવે છે. રસાયણશાસ્ત્રીઓ હજુ પણ ઘણા પાછળ છે.

તમને લાગે છે કે આપણું રોજિંદુ જીવન પોલિમરના સંશોધન અને તેમની ઉપયોગિતાઓ સિવાય આટલું સરળ અને રંગબેરંગી હોત ? પોલિમરનો ઉપયોગ પ્લાસ્ટિકની બાલદી બનાવવામાં, કપ અને રકાબી બનાવવામાં, બાળકોનાં રમકડાં, પૅકિંગ કરવાની થેલીઓ, સાંશ્લેષિત કાપડ-પદાર્થો, ઓટોમોબાઇલના ટાયર, ગીયર અને સીલ તથા વિદ્યુતીય વીજરોધક (insulating) પદાર્થો અને મશીનના ભાગોએ આપણા રોજિંદા જીવનમાં અને ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રમાં ક્રાંતિ આણી છે. ખરેખર તો પોલિમર ચાર મુખ્ય ઉદ્યોગો જેવાં કે પ્લાસ્ટિક, ઇલેસ્ટોમર, રેસાઓ તથા રંગો અને વાર્નિશને લગતા ઉદ્યોગોની કરોડરજ્જુ છે.

પોલિમર શબ્દ બે ગ્રીક શબ્દોમાંથી ઉપજાવેલો છે. પોલિ એટલે ઘણા અને મર એટલે એકમ અથવા ભાગ. પોલિમર પર્યાયની વ્યાખ્યા એ રીતે અપાય છે કે તે ઘણા મોટા અણુઓ જેમના આણ્વીય દળ (10^3-10^7 u જેટલા) ઊંચા હોય છે. તેમને **બૃહદ્અણુ (macromolecules)** તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. તેમને પુનરાવર્તીય બંધારણીય એકમોનું મોટા પાયે જોડાણ કરીને બનાવાય છે. પુનરાવર્તનીય (repeating) બંધારણીય એકમો કેટલાક સાદા અને સક્રિય અણુઓ જેમને મોનોમર કહેવામાં આવે છે, તેમાંથી ઉપજાવેલ હોય છે અને તેઓ એકબીજા સાથે સહસંયોજક બંધથી જોડાયેલા હોય છે. અનુરૂપ (respective) મોનોમરમાંથી પોલિમરની બનાવટના પ્રક્રમને **પોલિમરાઇઝેશન (બહુલીકરણ)** કહે છે.

15.1 પોલિમરનું વર્ગીકરણ (Classification of Polymers)

વિશિષ્ટ મહત્ત્વના આધારે પોલિમરનું વર્ગીકરણ કરવાની જુદી જુદી રીતો છે. પોલિમરના સામાન્ય વર્ગીકરણો પૈકીનું એક વર્ગીકરણ પોલિમર જે સ્રોતમાંથી બનાવવામાં આવ્યો હોય તેના પર આધારિત હોય છે.

આ પ્રકારના વર્ગીકરણમાં ત્રણ ઉપવર્ગ છે.

1. *કુદરતી પોલિમર :*

આ પોલિમર વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓમાં મળી આવે છે. પ્રોટીન, સેલ્યુલોઝ, સ્ટાર્ચ, કેટલાક રેઝિન અને રબર આના ઉદાહરણ છે.

2. ***અર્ધસાંશ્લેષિત પૉલિમર :***
સેલ્યુલોઝ વ્યુત્પન્નો જેવાં કે સેલ્યુલોઝ એસિટેટ (રેયોન) અને સેલ્યુલોઝ નાઇટ્રેટ, વગેરે આ ઉપવર્ગના સામાન્ય ઉદાહરણો છે.

3. ***સાંશ્લેષિત પૉલિમર :***
રોજિંદા જીવનમાં અને ઉદ્યોગોમાં વિપુલ પ્રમાણમાં વપરાતા જુદા-જુદા સાંશ્લેષિત પૉલિમર જેવાં કે પ્લાસ્ટિક (પૉલિથીન), સાંશ્લેષિત રેસા (નાયલોન 6,6) અને સાંશ્લેષિત રબર (બ્યુના-S) વગેરે માનવનિર્મિત પૉલિમરના ઉદાહરણો છે.
પૉલિમરને તેમના બંધારણ, આણ્વીય બળો અથવા પૉલિમરાઇઝેશનની પદ્ધતિઓના આધારે પણ વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.

લખાણ સંબંધિત પ્રશ્નો

15.1 પૉલિમર એટલે શું ?

15.2 પૉલિમરાઇઝેશન પ્રક્રિયાના પ્રકાર (Types of Polymerisation Reactions)

પૉલિમરાઇઝેશન પ્રક્રિયાના બે મુખ્ય પ્રકાર છે એટલે કે યોગશીલ અથવા શૃંખલા વૃદ્ધિ પૉલિમરાઇઝેશન અને સંઘનન અથવા તબક્કા વૃદ્ધિ પૉલિમરાઇઝેશન.

15.2.1 યોગશીલ પૉલિમરાઇઝેશન અથવા શૃંખલા વૃદ્ધિ પૉલિમરાઇઝેશન (Addition polymerisation or chain growth polymerisation)

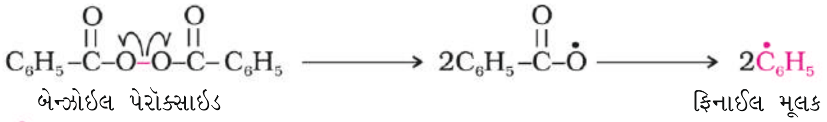
આ પ્રકારના પૉલિમરાઇઝેશનમાં એક જ મોનોમરના અથવા જુદા જુદા મોનોમરને વિપુલ પ્રમાણમાં ઉમેરવામાં આવે છે જેથી તે પૉલિમર બને છે. વપરાતા મોનોમર અસંતૃપ્ત સંયોજનો હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે આલ્કીન, આલ્કાડાઇન અને તેમના વ્યુત્પન્નો. આ પ્રકારનું પૉલિમરાઇઝેશન શૃંખલા લંબાઈમાં વધારો કરે છે અને શૃંખલા વૃદ્ધિની રચના કરે છે જે કાં તો મુક્ત મૂલકોની રચનાથી અથવા આયનીય સ્પિસીઝની રચના મારફતે થાય છે. મુક્ત મૂલક નિયંત્રિત યોગશીલ અથવા શૃંખલા વૃદ્ધિ પૉલિમરાઇઝેશન સૌથી વધુ સામાન્ય પદ્ધતિ છે.

15.2.1.1 યોગશીલ પૉલિમરાઇઝેશનની ક્રિયાવિધિ (Mechanism of Addition Polymerization)

મુક્ત મૂલક ક્રિયાવિધિ :

ઘણા બધા આલ્કીન અથવા ડાઇન અને તેમનાં વ્યુત્પન્નો મુક્ત મૂલક ઉત્પન્ન કરતાં પ્રારંભક (initiater) (ઉદ્દીપક) જેવાં કે બેન્ઝોઇલ પેરૉક્સાઇડ, એસિટાઇલ પેરૉક્સાઇડ, તૃતીયક બ્યુટાઇલ પેરૉક્સાઇડ વગેરેની હાજરીમાં પૉલિમરાઇઝેશન પામે છે. ઉદાહરણ તરીકે ઇથીનમાંથી પૉલિથીનમાં પૉલિમરાઇઝેશન, ઇથીનના થોડાક પ્રમાણમાં બેન્ઝોઇલ પેરૉક્સાઇડ પ્રારંભક સાથેના મિશ્રણને ગરમ કરવાથી અથવા પ્રકાશ સામે ખુલ્લા મૂકવાથી બને છે. પ્રક્રમની શરૂઆત પેરૉક્સાઇડમાંથી બનેલા મુક્ત મૂલક ફિનાઇલની ઇથીનના દ્વિબંધ સાથેની યોગશીલ પ્રક્રિયાથી થાય છે. આથી નવો અને મોટો મુક્ત મૂલક તૈયાર થાય છે. આ તબક્કાને શૃંખલા પ્રારંભન તબક્કો કહે છે. આ મુક્ત મૂલક ઇથીનના બીજા અણુ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે ત્યારે બીજો મોટા કદનો મુક્ત મૂલક રચાય છે. નવા અને મોટા મૂલકની રચનાના આ ક્રમનું પુનરાવર્તન પ્રક્રિયાને આગળ ધપાવે છે અને આ તબક્કાને શૃંખલા સંચરણ (propagation) તબક્કો કહે છે. છેવટે કોઈ એક તબક્કે આ રીતે બનતી મૂલક નીપજ બીજા મૂલક સાથે પ્રક્રિયા કરીને પૉલિમર નીપજ બનાવે છે. આ તબક્કાને શૃંખલા સમાપન (termination) તબક્કો કહે છે. પૉલિથીનની બનાવટમાં સમાયેલા તબક્કાઓનો ક્રમ નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય.

શૃંખલા પ્રારંભન તબક્કો



$$\dot{C}_6H_5 + CH_2{=}CH_2 \longrightarrow C_6H_5-CH_2-\dot{C}H_2$$

શૃંખલા સંચરણ તબક્કો

$$C_6H_5-CH_2-\dot{C}H_2 + CH_2=CH_2 \longrightarrow C_6H_5-CH_2-CH_2-CH_2-\dot{C}H_2$$

$$\downarrow$$

$$C_6H_5\!-\!\!\left(CH_2-CH_2\right)\!\!-_n CH_2-\dot{C}H_2$$

શૃંખલા સમાપન તબક્કો

દીર્ઘ શૃંખલાના સમાપન માટે આ મુક્ત મૂલકો જુદી જુદી રીતે સંયોજાઈ પોલિથીન બનાવે છે. સમાપનનો એક પ્રકાર (પદ્ધતિ) નીચે પ્રમાણે છે.

$$\begin{matrix} C_6H_5\!-\!\!\left(CH_2-CH_2\right)\!\!-_n CH_2-\dot{C}H_2 \\ + \\ C_6H_5\!-\!\!\left(CH_2-CH_2\right)\!\!-_n CH_2-\dot{C}H_2 \end{matrix} \longrightarrow C_6H_5\!-\!\!\left(CH_2-CH_2\right)\!\!-_n CH_2-CH_2-CH_2-CH_2\!-\!\!\left(CH_2-CH_2\right)\!\!-_n C_6H_5$$

એક જ મોનોમર ધરાવતી સ્પિસીઝના પોલિમરાઇઝેશનથી બનતા યોગશીલ પોલિમરને **સમપોલિમર (Homopolymer)** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. ઉદહારણ તરીકે, પોલિથીન. જેની ઉપર ચર્ચા કરી છે તે સમપોલિમર છે. બે જુદા જુદા મોનોમરના યોગશીલ પોલિમરાઇઝેશનથી મળતા પોલિમરને **સહપોલિમર (co-polymer)** કહેવામાં આવે છે. બ્યુના-S, જે બ્યુટા-1, 3-ડાઇન અને સ્ટાયરીનના પોલિમરાઇઝેશનથી બને છે, જે યોગશીલ પોલિમરાઇઝેશનથી બનેલા સહપોલિમરનું ઉદાહરણ છે.

$$\underset{\text{બ્યુટા-1,3-ડાઇન}}{n\,CH_2=CH-CH=CH_2} + \underset{\text{સ્ટાયરીન}}{n\,C_6H_5CH=CH_2} \longrightarrow \underset{\text{બ્યુટાડાઇન-સ્ટાયરીન સહપોલિમર (બ્યુના-S)}}{-\!\!\left(CH_2-CH=CH-CH_2-\underset{}{\overset{C_6H_5}{\overset{|}{C}H}}-CH_2\right)\!\!-_n}$$

15.2.1.2 કેટલાક મહત્ત્વના યોગશીલ પોલિમર (Some Important Addition Polymers)

(a) *પોલિથીન :* પોલિથીન રેખીય અથવા આંશિક શાખીય લાંબી શૃંખલાવાળા અણુઓ છે. પોલિથીન તેને વારંવાર ગરમ કરતા નરમ બનવાની અને ઠંડુ પાડતા સખત બનવાની ક્ષમતા ધરાવે છે, તેથી તેઓ થર્મોપ્લાસ્ટિક પોલિમર છે. પોલિથીન નીચે દર્શાવ્યા મુજબ બે પ્રકારના હોય છે.

(i) *નિમ્ન ઘનતા પોલિથીન :* આ પોલિમર ઇથીનનું ઊંચા 1000 થી 2000 વાતવરણ દબાણે અને 350 K થી 570 K વચ્ચેના તાપમાને ડાયઑક્સિજન અથવા પેરૉક્સાઇડ પ્રારંભક(ઉદ્દીપક)ની હાજરીમાં પોલિમરાઇઝેશન કરવાથી મળે છે. મુક્ત મૂલક ઉમેરણ અને H-પરમાણુના આયનીકરણ મારફતે મેળવેલા નિમ્ન ઘનતા પોલિથીન (LDP)માં વધુ શાખીય બંધારણ હોય છે. આ પોલિમર નીચે દર્શાવ્યા મુજબ કેટલીક શાખાઓવાળું રેખીય શૃંખલા બંધારણ ધરાવે છે.

નિમ્ન ઘનતા પોલિથીન રાસાયણિક રીતે નિષ્ક્રિય અને કઠોર (tough) હોય છે. તે લચીલા (flexible) અને વિદ્યુતના મંદવાહકો છે. આથી

તેમનો ઉપયોગ વીજળી લઈ જતાં તારના વીજરોધન (insulation) માટે વપરાય છે. આ ઉપરાંત નિચોડ (squeeze) બૉટલો, રમકડાં અને લચીલા પાઈપના ઉત્પાદનમાં પણ તે વપરાય છે.

(ii) ઉચ્ચ ઘનતા પોલિથીન : જ્યારે ઈથીનનું યોગશીલ પોલિમરાઈઝેશન હાઈડ્રોકાર્બન દ્રાવકમાં 333K થી 343 K તાપમાને અને 6-7 વાતાવરણ દબાણે ટ્રાયઈથાઈલ ઍલ્યુમિનિયમ અને ટિટેનિયમ ક્લોરાઈડ(ઝિગ્લરનાટા ઉદ્દીપક) જેવા ઉદ્દીપકની હાજરીમાં કરવામાં આવે છે ત્યારે આ ઉચ્ચ ઘનતા પોલિથીન (HDP) બને છે. આ રીતે બનેલા ઉચ્ચ ઘનતા પોલિથીન (HDP) નીચે દર્શાવ્યા મુજબ રેખીય અણુઓ ધરાવે છે અને સંવૃત સંકુલનના કારણે ઉચ્ચ ઘનતા ધરાવતા આવા પોલિમરને પણ રેખીય પોલિમર કહે છે. ઉચ્ચ ઘનતા પોલિમર પણ રાસાયણિક દૃષ્ટિએ નિષ્ક્રિય છે અને વધારે મજબૂત તથા સખત હોય છે. તે બાલદીઓ, કચરાપેટી, બૉટલો અને પાઈપના ઉત્પાદનમાં વપરાય છે.

(b) *પોલિટેટ્રાફ્લોરોઈથીન (ટેફ્લોન)*

ટેફ્લોનનું ઉત્પાદન ઊંચા દબાણે મુક્ત મૂલક અથવા પરસલ્ફેટ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં ટેટ્રાફ્લોરોઈથીનને ગરમ કરીને કરવામાં આવે છે. તે રાસાયણિક રીતે નિષ્ક્રિય છે અને ક્ષારણ લગાડે તેવા પદાર્થોની અસર સામે પ્રતિકાર કરે છે. તે નોન-સ્ટીક સપાટી ધરાવતાં વાસણોના સીલ (seal) અને ગાસ્કેટ (gasket) બનાવવામાં વપરાય છે.

$$\underset{\text{ટેટ્રાફ્લોરોઈથીન}}{n\,CF_2 = CF_2} \xrightarrow[\text{ઊંચું દબાણ}]{\text{ઉદ્દીપક}} \underset{\text{ટેફ્લોન}}{-\!\!\left[CF_2 - CF_2\right]\!\!-_n}$$

(c) *પોલિએક્રિલોનાઈટ્રાઈલ :*

એક્રિલોનાઇટ્રાઈલનું પેરૉક્સાઈડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં યોગશીલ પોલિમરાઈઝેશન પોલિએક્રિલોનાઇટ્રાઈલની બનાવટમાં પરિણમે છે.

$$\underset{\text{એક્રિલોનાઇટ્રાઈલ}}{n\,CH_2 = CHCN} \xrightarrow[\text{પેરૉક્સાઈડ ઉદ્દીપક}]{\text{પોલિમરાઈઝેશન}} \underset{\text{પોલિએક્રીલોનાઇટ્રાઈલ}}{-\!\!\left[CH_2 - \underset{|}{\overset{CN}{\overset{|}{C}}}H\right]\!\!-_n}$$

ઓર્લોન અને એક્રિલેન જેવા ઔદ્યોગિક રેસાઓને બનાવવામાં ઊનના વિકલ્પ તરીકે પોલિએક્રિલોનાઇટ્રાઈલનો ઉપયોગ થાય છે.

કોયડો 15.1 $-\!\!\left[CH_2 - CH(C_6H_5)\right]\!\!-_n$ સમપોલિમર છે કે સહપોલિમર ?

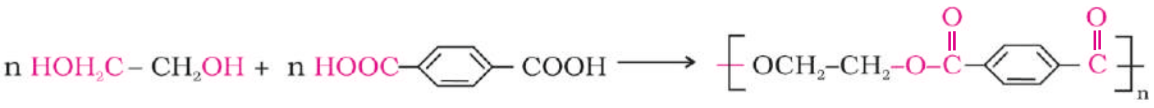
ઉકેલ : તે સમપોલિમર છે અને તે જે મોનોમરમાંથી મેળવવામાં આવે છે તે સ્ટાયરીન $C_6H_5CH = CH_2$ છે.

15.2.2 સંઘનન પોલિમરાઈઝેશન અથવા તબક્કા વૃદ્ધિ પોલિમરાઈઝેશન Condensation Polymerisation or step growth Polymerisation)

આ પ્રકારના પોલિમરાઇઝેશનમાં સામાન્ય રીતે બે દ્વિક્રિયાશીલ સમૂહ અથવા ત્રિક્રિયાશીલ સમૂહ મોનોમર વચ્ચેની પુનરાવર્તિત સંઘનન પ્રક્રિયાનો સમાવેશ થાય છે. આ પ્રકારની પોલિસંઘનન પ્રક્રિયામાં કેટલાક સાદા અણુઓ જેવાં કે પાણી, આલ્કોહૉલ, હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ વગેરેનો ઘટાડો થાય છે અને ઉચ્ચ આણ્વીય દળ ધરાવતા સંઘનન પોલિમરની રચના થાય છે.

આ પ્રક્રિયાઓમાં દરેક તબક્કે મળતી નીપજ દ્વિક્રિયાશીલસમૂહ સ્પિસીઝ હોય છે અને સંઘનનનો ક્રમ આગળ ચાલુ રહે છે. દરેક તબક્કે એક વિશિષ્ટ સમૂહ ધરાવતી સ્પિસીઝ હોય છે જે એકબીજાથી સ્વતંત્ર હોય છે માટે આ પ્રક્રમને તબક્કા વૃદ્ધિ પોલિમરાઇઝેશન પણ કહે છે.

ઈથીલીન ગ્લાયકોલ અને ટરપ્થેલિક ઍસિડની પારસ્પરિક ક્રિયાથી ટેરીલીન અથવા ડેક્રોનનું નિર્માણ આ પ્રકારના પોલિમરાઇઝેશનનું ઉદાહરણ છે.



ઈથીલીન ગ્લાયકોલ (ઈથેન-1,2-ડાયોલ) — ટરપ્થેલિકઍસિડ (બેન્ઝીન-1,4-ડાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ) — ટેરીલીન અથવા ડેક્રોન

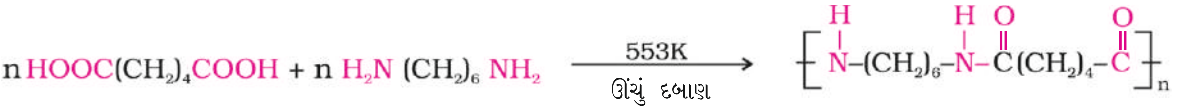
15.2.2.1 કેટલાક અગત્યના સંઘનન પોલિમર (Some Important Condensation Polymers)

(a) *પોલિએમાઈડ :*

આ પોલિમર એમાઇડ શૃંખલા ધરાવે છે અને સાંશ્લેષિત રેસાના અગત્યના ઉદાહરણ છે જેમને નાયલોન કહેવામાં આવે છે. બનાવટની સામાન્ય પ્રક્રિયામાં ડાયએમાઇનનું ડાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ સાથે અથવા એમિનો ઍસિડ અને તેમના લેક્ટેમ (lactams)નું સંઘનન થાય છે.

નાયલોન :

(i) *નાયલોન 6,6 :* નાયલોન 6,6 ને હેક્ઝામિથિલીનડાયએમાઇનના એડિપિક ઍસિડ સાથેના ઊંચા દબાણ અને ઊંચા તાપમાન હેઠળ સંઘનન પોલિમરાઇઝેશનથી બનાવવામાં આવે છે.

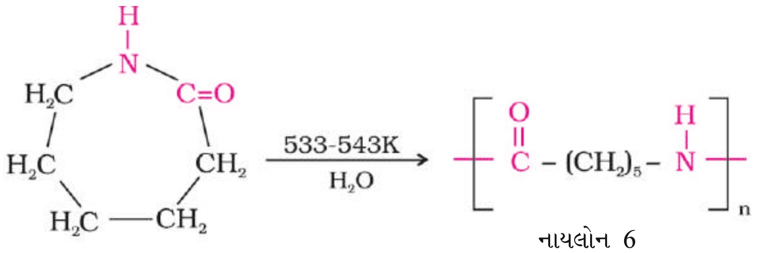


નાયલોન 6,6 $+ nH_2O$

નાયલોન 6, 6 ઘનપદાર્થ બનાવતા રેસાઓ છે. તે ઊંચું તનનબળ ધરાવે છે. આ લાક્ષણિકતાઓમાં પ્રબળ આંતરઆણ્વીય બળો જેવાં કે હાઇડ્રોજન બંધનો ફાળો પણ હોય છે. આ પ્રબળ બળોથી શૃંખલાઓ સંવૃત સંકુલનમાં પરિણમે છે અને તેથી સ્ફટિકમય સ્વભાવ (ગુણધર્મ) દાખલ થાય છે.

નાયલોન 6,6, પતરાં, બ્રશ માટેના દાંતા બનાવવામાં અને કાપડ ઉદ્યોગમાં વપરાય છે.

(ii) *નાયલોન 6 :* કેપ્રોલેક્ટમને પાણી સાથે ઊંચા તાપમાને ગરમ કરવાથી નાયલોન 6 મળે છે.



કેપ્રોલેક્ટમ   નાયલોન 6

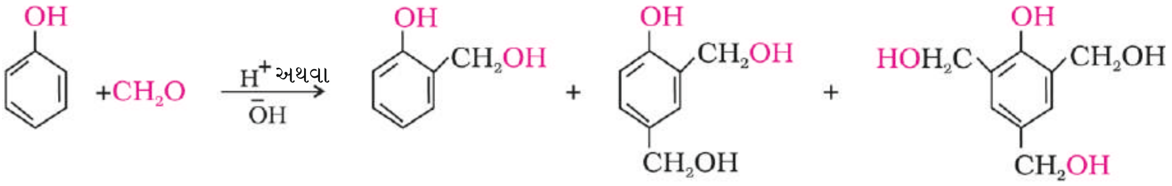
નાયલોન 6 ટાયર, વસ્ત્રો અને દોરડાની બનાવટમાં વપરાય છે.

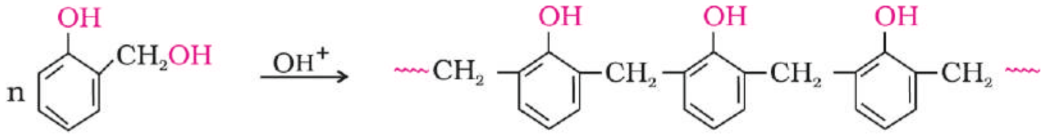
(b) *પોલિએસ્ટર :*

આ ડાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ અને ડાયોલની પોલિસંઘનન નીપજો છે. ડેક્રોન અથવા ટેરીલીન પોલિએસ્ટરનું ખૂબ જાણીતું ઉદાહરણ છે. ઈથીલીન ગ્લાયકોલ અને ટેરેપ્થેલિક ઍસિડના મિશ્રણને 420થી 460 K તાપમાને ઝિંક એસિટેટ-એન્ટીમની ટ્રાયોક્સાઈડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં અગાઉ દર્શાવેલ પ્રક્રિયા પ્રમાણે તેનું ઉત્પાદન થાય છે. ડેક્રોન રેસા (ટેરીલીન) કરચલી પ્રતિકારક છે અને સુતરાઉ તથા ઊનના રેસાઓ સાથે સંમિશ્ર (blend) કરવામાં વપરાય છે અને કાચ પ્રબલક (reinforcing) દ્રવ્યો તરીકે સલામતી હેલ્મેટ વગેરેની બનાવટમાં પણ વપરાય છે.

(c) *ફીનોલ - ફોર્માલ્ડિહાઈડ પોલિમર (બેકેલાઈટ અને સંબંધિત પોલિમર) :*

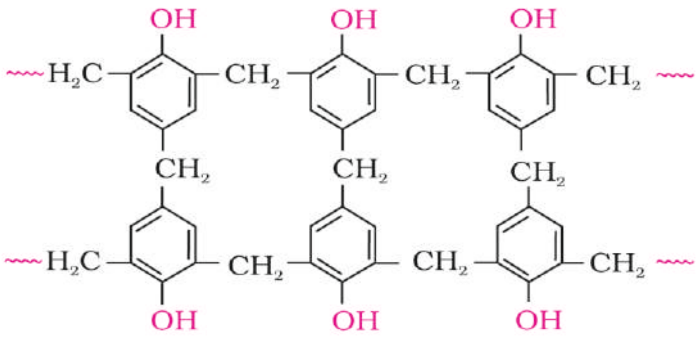
ફીનોલ-ફોર્માલ્ડિહાઈડ પોલિમર સૌથી જુના સાંશ્લેષિત પોલિમર છે. તેમને ફીનોલ અને ફોર્માલ્ડિહાઈડ સાથે ઍસિડ અથવા બેઇઝ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં સંઘનન પ્રક્રિયાથી મેળવવામાં આવે છે. પ્રક્રિયા *o*- અને / અથવા *p*-હાઇડ્રૉક્સિમિથાઈલફીનોલ વ્યુત્પન્નોની પ્રારંભિક રચના થાય છે અને જે ફીનોલ સાથે -CH_2 સમૂહો દ્વારા જોડાયેલા વલયોવાળા સંયોજનો બનાવે છે. પ્રારંભિક નીપજ રેખીય નીપજ - નોવોલેક રંગમાં વપરાય છે.





નોવોલેક

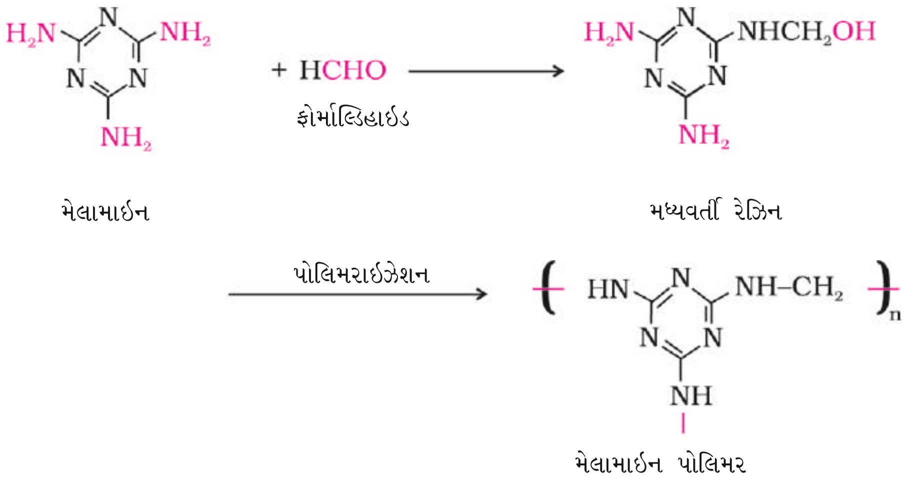
નોવોલેકને ફોર્માલ્ડિહાઈડ સાથે ગરમ કરવાથી તે તિર્યકબંધ બનાવીને પીગળે નહિ તેવો ઘન પદાર્થ બનાવે છે જેને બેકેલાઈટ કહે છે. તે થર્મોસેટીંગ પોલિમર છે જેનો પુનઃઉપયોગ થઈ શકતો નથી કે પુનઃઘાટ આપી શકાતો નથી. આમ, બેકેલાઈટ નોવેલેક પોલિમરની રેખીય શૃંખલાઓના તિર્યકબંધન (cross linking) દ્વારા બને છે. બેકેલાઈટનો ઉપયોગ કાંસકા, વાજાની રેકર્ડ, વિદ્યુતીય સ્વીચ અને જુદાં જુદાં વાસણોના હાથા બનાવવામાં વપરાય છે.



બેકેલાઈટ

(*d*) *મેલામાઇન - ફોર્માલ્ડિહાઇડ પોલિમર :*

મેલામાઇન અને ફોર્માલ્ડિહાઇડના સંઘનન પોલિમરાઇઝેશનથી મેલામાઇન ફોર્માલ્ડિહાઇડ પોલિમર બને છે.



તેનો ઉપયોગ તૂટે નહીં તેવી ક્રોકરી (crockery) બનાવવામાં થાય છે.

લખાણ સંબંધિત પ્રશ્નો

15.2 નીચે દર્શાવેલા પોલિમરોના મોનોમરના નામ લખો :

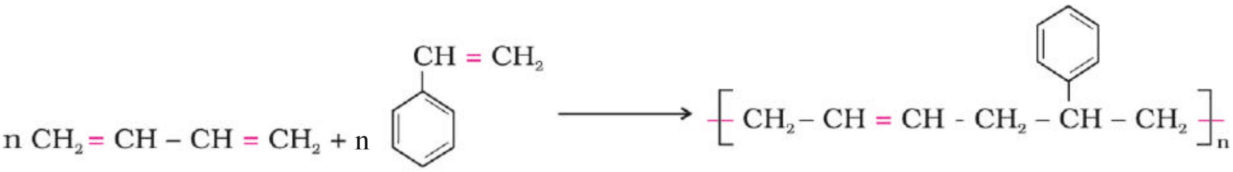
(i) $\left[\overset{H}{\overset{|}{N}} - (CH_2)_6 - \overset{H}{\overset{|}{N}} - \overset{O}{\overset{||}{C}} - (CH_2)_4 - \overset{O}{\overset{||}{C}} \right]_n$ (ii) $\left[\overset{O}{\overset{||}{C}} - (CH_2)_5 - \overset{H}{\overset{|}{N}} \right]_n$ (iii) $\left[CF_2 - CF_2 \right]_n$

15.3 નીચેનાને યોગશીલ અને સંઘનન પોલિમરમાં વર્ગીકૃત કરો : ટેરીલીન, બેકેલાઇટ, પોલિથીન, ટેફ્લોન

15.2.3 સહપોલિમરાઇઝેશન (Co-polymerisation)

સહપોલિમરાઇઝેશન એવી પોલિમરાઇઝેશન પ્રક્રિયા છે જેમાં એક અથવા વધારે મોનોમર સ્પિસીઝ મિશ્રણને પોલિમરાઇઝ થવા દેવામાં આવે છે જેથી સહપોલિમર બને છે. સહપોલિમર માત્ર શૃંખલા વૃદ્ધિ પોલિમરાઇઝેશનથી જ નહિ પણ તબક્કા વૃદ્ધિ પોલિમરાઇઝેશનથી પણ બનાવી શકાય છે. તેની પોલિમેરિક શૃંખલામાં ઉપયોગમાં

લેવાયેલા દરેક મોનોમરના ગુણક એકમો હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે બ્યુટા-1,3-ડાઇન અને સ્ટાયરીન સહપોલિમર બનાવી શકે છે.



બ્યુટા-1,3-ડાઇન   સ્ટાયરીન   બ્યુટાડાઇન-સ્ટાયરીન સહપોલિમર

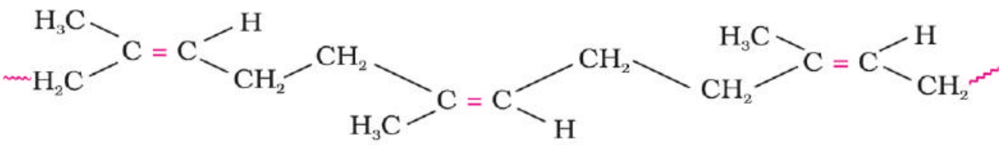
સહપોલિમરને સમપોલિમર કરતાં તદ્દન જુદા જ ગુણધર્મો હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે બ્યુટાડાઇન-સ્ટાયરીન સહપોલમિર ખૂબ જ મજબૂત છે અને તે કુદરતી રબરનો વિકલ્પ છે. તેમનો ઉપયોગ વાહનોના ટાયરો, જમીનની લાદી, પગરખાંના ઘટકો અને વાયરના વીજરોધક વગેરેની બનાવટમાં થાય છે.

15.2.4 રબર (Rubber)

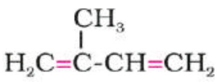
1. કુદરતી રબર

રબર કુદરતી પોલિમર છે અને તે સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણધર્મ ધરાવે છે. તેને ઇલેસ્ટોમેરિક પોલિમર પણ કહે છે. આ ઇલેસ્ટોમરમાં પોલિમર શૃંખલાઓ સૌથી નિર્બળ આંતરઆણ્વીય બળોથી એકબીજા સાથે ભેગી રહેલી હોય છે. આ નિર્બળ બંધન બળો તેમને ખેંચી શકાય તેવો પોલિમર બનાવે છે. થોડાક તિર્યક બંધન (cross linked) શૃંખલાની વચ્ચે દાખલ કરવામાં આવે છે જે પોલિમરને લગાડેલ બળ દૂર કરવામાં આવે ત્યારે મૂળ સ્થિતિમાં લઈ જવામાં મદદરૂપ થાય છે. તેના ઘણા ઉપયોગો છે. તે રબર-ક્ષીર (rubber latex) જે રબરનું પાણીમાં કલિલમય પરિક્ષેપણ છે તેમાંથી બનાવવામાં આવે છે. રબર ક્ષીર, રબરના ઝાડમાંથી મેળવવામાં આવે છે. રબરના ઝાડ ભારત, શ્રીલંકા, ઇન્ડોનેશિયા, મલેશિયા અને દક્ષિણ અમેરિકામાં મળી આવે છે.

કુદરતી રબરને આઇસોપ્રીનનો(2-મિથાઈલબ્યુટા-1,3-ડાઇન) રેખીય પોલિમર ગણવામાં આવે છે તેને સીસ-1,4-પોલિઆઇસોપ્રીન પણ કહેવામાં આવે છે.



કુદરતી રબર



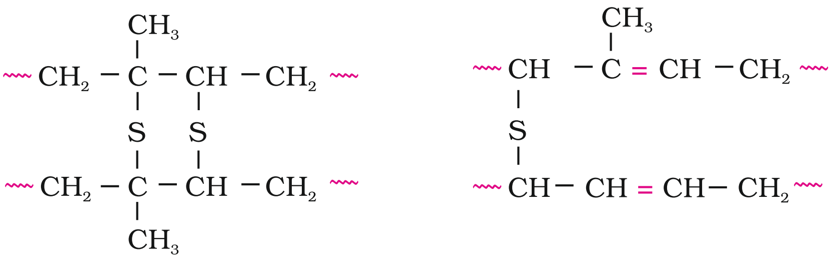
આઇસોપ્રીન

સીસ-પોલિઆઇસોપ્રીન અણુ ઘણી શૃંખલાઓ ધરાવે છે. જે નિર્બળ વાન્ ડર વાલ્સ પારસ્પરિક ક્રિયાથી ભેગા જકડાયેલા હોય છે અને તેમને ગૂંચળા જેવું બંધારણ છે. આથી તેને સ્પ્રિંગની જેમ ખેંચી શકાય છે અને તે સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણધર્મ ધરાવે છે.

રબરનું વલ્કેનાઈઝેશન : કુદરતી રબર ઊંચા તાપમાને (> 335 K) નરમ બને છે અને નીચા તાપમાને (< 283 K) બરડ બને છે અને ઊંચી પાણી શોષણ ક્ષમતા દર્શાવે છે. તે અધ્રુવીય દ્રાવકોમાં દ્રાવ્ય છે અને ઑક્સિડેશનકર્તાઓના હુમલા સામે બિનપ્રતિકારક છે. તેના આ ભૌતિક ગુણધર્મોમાં સુધારા માટે વલ્કેનાઇઝેશનની પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયામાં કાચા (મૂળ) રબરને સલ્ફર સાથેના મિશ્રણમાં

યોગ્ય યોગશીલ સાથે 373 Kથી 415 K તાપમાન ગાળામાં ગરમ કરવામાં આવે છે. વલ્કેનાઇઝેશનને લીધે સલ્ફર પ્રતિક્રિયાત્મક દ્વિબંધના સ્થાને તિર્યક બંધન રચે છે અને આથી રબર દૃઢ બને છે.

ટાયર માટેના રબરના ઉત્પાદનમાં 5 % સલ્ફર તિર્યકબંધન તરીકે વપરાય છે. વલ્કેનાઇઝ્ડ રબરના શક્ય બંધારણ નીચે દર્શાવ્યા છે.



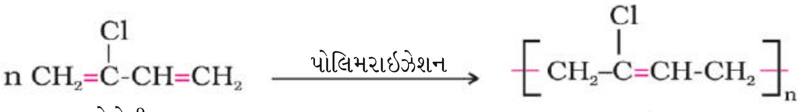
2. સાંશ્લેષિત રબર :

સાંશ્લેષિત રબર કોઈપણ વલ્કેનાઇઝ કરી શકાય તેવા રબરનો પોલિમર છે. જે તેની લંબાઈમાં બે ગણુ ખેંચાણ કરી શકાય તે માટે શક્તિમાન હોય છે. જોકે બાહ્ય ખેંચાણ બળ દૂર કરવામાં આવે તો તે પોતાના મૂળ આકાર અને કદમાં પરત ફરે છે. આથી સાંશ્લેષિત રબર કાંતો બ્યુટા-1,3-ડાઇન વ્યુત્પન્નોના સમપોલિમર છે અથવા બ્યુટા-1,3-ડાઇન અથવા તેના અન્ય અસંતૃપ્ત મોનોમર સાથેના વ્યુત્પન્નોના સહપોલિમર હોય છે.

સાંશ્લેષિત રબરની બનાવટ :

1. નીયોપ્રીન :

નીયોપ્રીન અથવા પોલિક્લોરોપ્રીન, ક્લોરોપ્રીનના મુક્ત મૂલક પોલિમરાઇઝેશનથી બને છે.



ક્લોરોપ્રીન — નીયોપ્રીન

2-ક્લોરોબ્યુટા-1,3-ડાઇન

તે વનસ્પતિજ અને પ્રાણીજ તેલો માટે ઘણો સારો પ્રતિકાર ધરાવે છે. તેથી તે વાહક પટ્ટા (conveyor belts), ગાસ્કેટ (gasket) અને પાણીના પાઇપ (hoses)ના ઉત્પાદનમાં વપરાય છે.

2. બ્યુના-N :

તમે બ્યુના-S વિશે અભ્યાસ વિભાગ 15.1.3માં કરી ગયા છો. બ્યુના-N બ્યુટા-1,3-ડાઇન અને એક્રિલોનાઇટ્રાઇલની પેરૉક્સાઇડ ઉદ્દીપકની હાજરીમાં સહપોલિમરાઇઝેશનથી મેળવી શકાય છે.

બ્યુટા-1,3-ડાઇન — એક્રિલોનાઇટ્રાઇલ — બ્યુના-N

તે પેટ્રોલ, ઊંજણતેલ અને કાર્બનિક દ્રાવકોથી થતી અસરોનો પ્રતિકારક છે. તે તેલસીલ (oil seals) અને ટાંકીના અસ્તર બનાવવામાં ઉપયોગી થાય છે.

લખાણ સંબંધિત પ્રશ્નો

15.4 બ્યુના-N અને બ્યુના-S વચ્ચેના તફાવત સમજાવો.

15.5 નીચેના પોલિમરને તેમના આંતરઆણ્વીય બળોના ચઢતા ક્રમમાં ગોઠવો :

નાયલોન 6,6, બ્યુના-S, પોલિથીન

15.3 પોલિમરના આણ્વીય દળ (Molecular Masses of Polymers)

પોલિમરના ગુણધર્મો તેમના આણ્વીય દળ, કદ અને બંધારણ (રચના) સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલ છે. પોલિમર શૃંખલાની વૃદ્ધિ પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં રહેલી મોનોમરની પ્રાપ્યતા પર આધારિત છે. આમ પોલિમર નમૂનો જુદી જુદી લંબાઈવાળી શૃંખલાઓ ધરાવે છે અને તેથી જ તેમના આણ્વીય દળ હંમેશાં સરેરાશ તરીકે દર્શાવાય છે. પોલિમરના આણ્વીય દળ ભૌતિક અને રાસાયણિક પદ્ધતિઓથી નક્કી કરી શકાય છે.

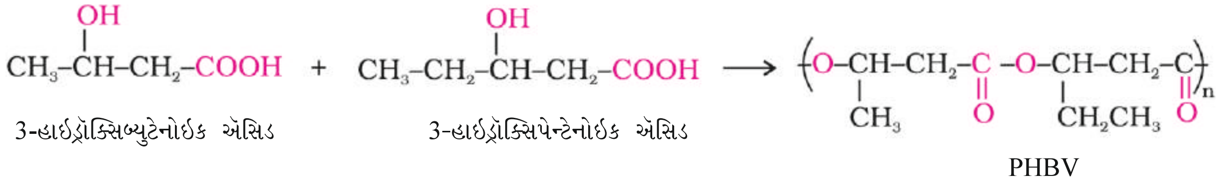
15.4 જૈવવિઘટનીય પોલિમર (Biodegradable Polymers)

મોટા ભાગના પોલિમર પર્યાવરણીય વિઘટનીય પ્રક્રિયાઓ સામે ખૂબ જ પ્રતિકારક હોય છે અને તેથી નકામા પોલિમરીય ઘન પદાર્થોના સંચય માટે જવાબદાર છે આવા ઘન નકામા પદાર્થો (કચરો) ગંભીર વાતાવરણીય સમસ્યાઓ ઊભી કરે છે અને લાંબા સમય સુધી અવિઘટનીય સ્વરૂપમાં રહે છે. આવા પોલિમરીય ઘન નકામા પદાર્થોને લીધે ઊભી થયેલી સમસ્યાઓ સામે સામાન્ય જાગૃતિ લાવવા માટે નવા જૈવવિઘટનીય સાંશ્લેષિત પોલિમરના નિર્માણ અને વિકાસ કરવામાં આવ્યા છે. આ પોલિમર જૈવપોલિમરમાં રહેલા ક્રિયાશીલ સમૂહો જેવા જ ક્રિયાશીલ સમૂહો ધરાવે છે.

એલિફેટિક પોલિએસ્ટર જૈવવિઘટનીય પોલિમર વર્ગમાંનો એક અગત્યનો વર્ગ છે. કેટલાક અગત્યના ઉદાહરણો નીચે આપેલા છે.

1. પોલિ β-હાઈડ્રૉક્સિબ્યુટિરેટ - કો-β-હાઈડ્રૉક્સિવેલરેટ (PHBV) :

તેને 3-હાઇડ્રૉક્સિબ્યુટેનોઇક ઍસિડ અને 3-હાઇડ્રૉક્સિપેન્ટેનોઇક ઍસિડના સહપોલિમરાઇઝેશનથી બનાવવામાં આવે છે. PHBV ખાસ કરીને, પૅકેજિંગમાં, ઓર્થોપીડિક સાધનો (device) અને દવાઓની નિયંત્રિત મુક્તિ (release) માટે વપરાય છે. PHBV પર્યાવરણમાં બૅક્ટેરિયા દ્વારા વિઘટન પામે છે.



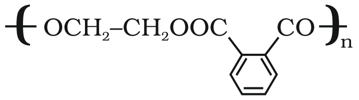
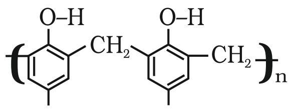
2. નાયલોન-2-નાયલોન 6

તે ગ્લાયસીન [H_2N-CH_2-COOH] અને એમિનો કેપ્રોઇક ઍસિડના [$H_2N(CH_2)_5COOH$] એકાંતર પોલિએમાઇડ સહપોલિમર છે અને જૈવવિઘટનીય છે. તમે આ સહપોલિમરનું બંધારણ લખી શકો ?

15.5 પોલિમરની વ્યાપારિક અગત્ય (Polymeric Commercial Importance)

આપણે ચર્ચા કરેલા પોલિમર ઉપરાંત કેટલાક વ્યાપારિક રીતે અગત્યના પોલિમર અને તેમના બંધારણ તથા ઉપયોગો કોષ્ટક 15.1માં દર્શાવેલ છે.

કોષ્ટક 15.1 : વ્યાપારિક ધોરણે અગત્યના કેટલાક અન્ય પોલિમર

પોલિમરનું નામ	મોનોમર	બંધારણ	ઉપયોગ
પોલિપ્રોપીન	પ્રોપીન	$\left(CH_2\text{-}\overset{CH_3}{\overset{\vert}{C}H} \right)_n$	દોરડાં, રમકડાં, પાઇપ, રેસા વગેરેના ઉત્પાદન માટે
પોલિસ્ટાયરીન	સ્ટાયરીન	$\left(CH_2\text{-}\overset{C_6H_5}{\overset{\vert}{C}H} \right)_n$	વીજરોધક તરીકે, ઢાંકણના પદાર્થ તરીકે, રમકડાં અને રેડિયો તથા ટેલીવિઝનના કેબિનેટ બનાવવા માટે
પોલિવિનાઇલ ક્લોરાઇડ (PVC)	વિનાઇલ ક્લોરાઇડ	$\left(CH_2\text{-}\overset{Cl}{\overset{\vert}{C}H} \right)_n$	રેઇનકોટ, હેન્ડબેગ, વિનાઇલ ટાઇલ્સ, પાણીના પાઇપ વગેરેના ઉત્પાદનમાં
યુરિયા - ફોર્માલ્ડિહાઇડ રેઝિન	(a) યુરિયા (b) ફોર્માલ્ડિહાઇડ	$\left(NH\text{–}CO\text{–}NH\text{–}CH_2 \right)_n$	તૂટે નહિ તેવા કપ અને લેમિનેટેડ પતરાં બનાવવા માટે
ગ્લિપ્ટલ	(a) ઇથીલીન ગ્લાયકોલ (b) થ્થેલિક ઍસિડ		રંગ અને લેકરના ઉત્પાદનમાં
બેકેલાઇટ	(a) ફિનોલ (b) ફોર્માલ્ડિહાઇડ		કાંસકા, વીજળીની સ્વીચો, વાસણોના હેન્ડલ અને કમ્પ્યૂટરની ડિસ્ક બનાવવા માટે

સારાંશ

પોલિમરને ઊંચા આણ્વીય દળ ધરાવતાં બૃહદઅણુ તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. તેઓ અનુવર્તી મોનોમરમાંથી ઊપજાવેલા પુનરાવર્તીય બંધારણીય એકમો ધરાવે છે. આ પોલિમર મૂળે કુદરતી અથવા સાંશ્લેષિત હોય છે અને તેમને ઘણા પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરેલા છે.

કાર્બનિક પેરૉક્સાઇડ પ્રારંભકની હાજરીમાં આલ્કીન અને તેમના વ્યુત્પન્નોનું મુક્ત મૂલક ક્રિયાવિધિ દ્વારા યોગશીલ પોલિમરાઇઝેશન અથવા શૃંખલા વૃદ્ધિ પોલિમરાઇઝેશન થાય છે. પોલિથીન, ટેફ્લોન, ઓરલોન વગેરે યોગ્ય આલ્કીન અથવા તેમના વ્યુત્પન્નોના યોગશીલ પોલિમરાઇઝેશનથી બનાવાય છે. સંઘનન પોલિમરાઇઝેશન પ્રક્રિયા દ્વિ અથવા પોલિ ક્રિયાશીલ સમૂહ $-NH_2$, -OH અને -COOH સમૂહો ધરાવતા મોનોમરની પારસ્પરિક ક્રિયા વડે દર્શાવી શકાય છે. આ પ્રકારના પોલિમરાઇઝેશનમાં પ્રક્રિયા સાદા અણુ જેવાં કે H_2O, CH_3OH વગેરેના વિલોપનથી આગળ વધે છે. ફોર્માલ્ડિહાઇડ ફીનોલ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે અને મેલામાઇન અનુરૂપ સંઘનન પોલિમર નીપજો બનાવે છે. સંઘનન

પોલિમરાઈઝેશન તબક્કાવાર આગળ વધે છે તેથી તેને **તબક્કા વૃદ્ધિ પોલિમરાઈઝેશન** પણ કહે છે. નાયલોન, બેકેલાઇટ, ડેક્રોન સંઘનન પોલિમરના કેટલાક અગત્યનાં ઉદાહરણો છે. બે અસંતૃપ્ત મોનોમરનું મિશ્રણ **સહપોલિમરાઈઝેશન** દર્શાવે છે અને દરેક મોનોમરનો ગુણક એકમ ધરાવતો **સહપોલિમર** આપે છે. કુદરતી રબર સીસ-1,4-પોલિઆઇસોપ્રીન છે અને તેને સલ્ફર સાથેના **વલ્કેનાઈઝેશન**ની પ્રક્રિયાથી ખૂબ જ મજબૂત બનાવી શકાય છે. સાંશ્લેષિત રબર સામાન્ય રીતે આલ્કીન અને બ્યુટા-1,3-ડાઈન વ્યુત્પન્નોના સહપોલિમરાઈઝેશનથી મેળવાય છે.

સાંશ્લેષિત પોલિમરના નકામા પદાર્થોને (કચરાને) લીધે અસરકારક પર્યાવરણીય જોખમો(hazards)ના સંદર્ભમાં **જૈવવિઘટનીય પોલિમર** જેવાં કે PHBV અને નાયલોન-2, નાયલોન-6, વૈકલ્પિક રીતે વિકસાવવામાં આવ્યા છે.

સ્વાધ્યાય

15.1 પોલિમર અને મોનોમર પર્યાયો સમજાવો.

15.2 કુદરતી અને સાંશ્લેષિત પોલિમર શું છે ? દરેક પ્રકારના બે ઉદાહરણ આપો.

15.3 સમપોલિમર અને સહપોલિમર વચ્ચે તફાવત દર્શાવો અને દરેકનું એક ઉદાહરણ આપો.

15.4 તમે મોનોમરની ક્રિયાત્મકતા (functionlity) કેવી રીતે સમજાવશો ?

15.5 પોલિમરાઈઝેશન પર્યાય વ્યાખ્યાયિત કરો.

15.6 $(NH\text{-}CHR\text{-}CO)_n$ સમપોલિમર છે કે સહપોલિમર ?

15.7 ઈલાસ્ટોમર શા માટે સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણધર્મ ધરાવે છે ?

15.8 તમે યોગશીલ અને સંઘનન પોલિમરાઈઝેશન વચ્ચે કેવી રીતે ભેદ પાડશો ?

15.9 સહપોલિમરાઈઝેશન પર્યાય સમજાવો અને બે ઉદાહરણ આપો.

15.10 ઈથીનના પોલિમરાઈઝેશન માટેની મુક્ત મૂલક ક્રિયાવિધિ લખો.

15.11 થર્મોપ્લાસ્ટિક અને થર્મોસેટિંગ પોલિમરને દરેકના બે ઉદાહરણો સાથે વ્યાખ્યાયિત કરો.

15.12 નીચે દર્શાવેલા પોલિમર મેળવવા માટે વપરાતા મોનોમર લખો :

(i) પોલિવિનાઈલ ક્લોરાઈડ (ii) ટેફલોન (iii) બેકેલાઇટ

15.13 મુક્ત મૂલક યોગશીલ પોલિમરાઈઝેશનમાં વપરાતા કોઈ એક સામાન્ય પ્રારંભકનું નામ અને બંધારણ લખો.

15.14 રબરના અણુમાં હાજર રહેલો દ્વિબંધ તેમના બંધારણ અને પ્રતિક્રિયાત્મકતાને કેવી રીતે અસર કરે છે ?

15.15 રબરના વલ્કેનાઈઝેશનના મુખ્ય હેતુની ચર્ચા કરો.

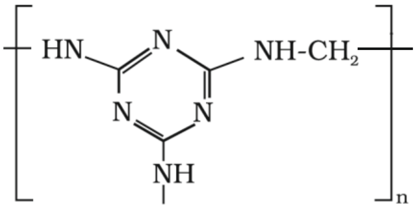
15.16 નાયલોન-6 અને નાયલોન 6,6 ના મોનોમર આવર્તનીય એકમો કયા છે ?

15.17 નીચેના પોલિમરના મોનોમરના નામ અને બંધારણ લખો :

(i) બ્યુના-S (ii) બ્યુના-N (iii) ડેક્રોન (iv) નીયોપ્રીન

15.18 નીચેના પોલિમરના બંધારણમાંનો મોનોમર ઓળખી બતાવો :

(i) $$\left[\overset{O}{\overset{\|}{C}}-(CH_2)_8-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-(CH_2)_6-NH \right]_n$$

(ii) 

15.19 ઈથીલીન ગ્લાયકોલ અને ટેરેપ્થેલિક ઍસિડમાંથી ડેક્રોન કેવી રીતે મેળવાય છે.

15.20 જૈવવિઘટનીય પોલિમર શું છે ? જૈવવિઘટનીય એલિફેટિક પોલિએસ્ટરનું ઉદાહરણ આપો.

લખાણ સંબંધિત કેટલાક પ્રશ્નોના ઉત્તર

15.1 પોલિમર ઊંચા આણ્વીય દળ ધરાવતા પદાર્થો છે જેમાં મોટી સંખ્યામાં પુનરાવર્તનીય બંધારણીય એકમો રહેલા હોય છે. તેઓને બૃહદ્અણુ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. પોલિમરના કેટલાંક ઉદાહરણોમાં પોલિથીન, બેકેલાઈટ, રબર, નાયલોન-6,6 વગેરે છે.

15.2 (i) હેક્ઝામિથીલીન ડાયએમાઈન અને એડિપિક ઍસિડ.

(ii) કેપ્રોલેક્ટમ

(iii) ટેટ્રાફ્લોરોઈથીન

15.3 યોગશીલ પોલિમર : પોલિવિનાઈલ ક્લોરાઈડ, પોલિથીન

સંઘનન પોલિમર : ટેરીલીન, બેકેલાઈટ

15.4 બ્યુના-N બ્યુટા-1,3-ડાઈન અને એક્રિલોનાઈટ્રાઈલનો સહપોલિમર છે, જ્યારે બ્યુના-S બ્યુટા-1,3-ડાઈન અને સ્ટાયરીનનો સહપોલિમર છે.

15.5 વધતા જતાં આંતરઆણ્વીય બળોના ક્રમમાં ગોઠવો :

બ્યુના-S, પોલિથીન, નાયલોન 6,6.

Note