अध्याय 15

बहुलक
Polymer

पाठ्यनिहित प्रश्न

प्रश्न 1. बहुलक क्या होते हैं?

हल 'बहुलक' (पॉलिमर) शब्द की उत्पत्ति दो ग्रीक शब्दों 'पॉली' अर्थात अनेक और 'मर' अर्थात् इकाई से हुई है। बहुलक को बहुत बृहद अणु (बृहदणु) की तरह परिभाषित किया जा सकता है, जिनका द्रव्यमान अति उच्च ($10^3 - 10^7$ u) होता है।

यह बहुलीकरण प्रक्रम के द्वारा अनेकों छोटी इकाइयों (एकलकों) के रासायनिक बन्धों के द्वारा जुड़ने से बनता हैं **उदाहरण**

$$nCH_2{=}CH_2 \longrightarrow n\left[-CH_2{-}CH_2-\right] \longrightarrow -\left[CH_2{-}CH_2-\right]_n$$

एथीन (एकलक)   पुनरावृत्त इकाई   पॉलिथीन (बहुलक)

प्रश्न 2. संरचना के आधार पर बहुलकों का वर्गीकरण कैसे किया जाता है?

हल संरचना के आधार पर बहुलकों को तीन वर्गों में वर्गीकृत किया गया है।

(i) **रैखिक बहुलक** उदाहरण– उच्च घनत्व पॉलिथीन, पॉलिवाइनिल क्लोराइड आदि।

(ii) **शाखित शृंखला बहुलक** उदाहरण– अल्प घनत्व पॉलिथीन।

(iii) **तिर्यक बन्धित अथवा जाल क्रम बहुलक** उदाहरण– बेकेलाइट, मेलैमीन आदि।

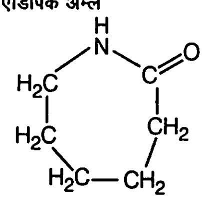
प्रश्न 3. निम्नलिखित बहुलकों को बनाने वाले एकलकों के नाम लिखिए

(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) $\left[CF_2 - CF_2 \right]_n$

हल

क्र. सं.	बहुलक	एकलक
(i)	नायलॉन-6, 6	$[H_2N-(CH_2)_6-NH_2]$ तथा हेक्सामेथिलीन डाइऐमीन $[HOOC-(CH_2)_4-COOH]$ ऐडिपिक अम्ल
(ii)	नायलॉन-6	 कैप्रोलैक्टम
(iii)	टेफ्लॉन (पॉलिटेट्राफ्लुओरो एथीन)	$[F_2C=CF_2]$ टेट्राफ्लुओरो एथीन

प्रश्न 4. निम्न को योगात्मक और संघनन बहुलकों में वर्गीकृत कीजिए
टेरिलीन, बेकेलाइट, पॉलिवाइनिल क्लोराइड, पॉलिथीन।

हल योगात्मक बहुलक

(i) पॉलिवाइनिल क्लोराइड

(ii) पॉलिथीन

संघनन बहुलक

(i) टेरीलीन

(ii) बेकेलाइट

प्रश्न 5. ब्यूना–N तथा ब्यूना–S के मध्य अन्तर समझाइए।

हल ब्यूना-N तथा ब्यूना-S दोनों संश्लेषित रबड़ तथा सहबहुलक है, किन्तु इनके संघटन में अन्तर होता है।

ब्यूना-N के संघटक ब्यूटा-1, 3-डाईन तथा ऐक्रिलोनाइट्राइल होते हैं।

ब्यूना-S के संघटक ब्यूटा-1, 3-डाईन तथा स्टाइरीन होते हैं।

प्रश्न 6. निम्न बहुलकों को उनके अंतराण्विक बलों के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित कीजिए।

(i) नायलॉन–6, 6, ब्यूना–S, पॉलिथीन

(ii) नायलॉन–6, निओप्रीन, पॉलिवाइनिल क्लोराइड

हल बहुलकों के अंतराण्विक बलों का बढ़ता क्रम निम्न है

(i) ब्यूना-S < पॉलिथीन < नायलॉन-6, 6

(ii) निओप्रीन < पॉलिवाइनिल क्लोराइड < नायलॉन-6

अभ्यास

प्रश्न 1. बहुलक और एकलक पदों की व्याख्या कीजिए।

हल बहुलक बहुलक उच्च आण्विक द्रव्यमान वाले बृहद अणु का यौगिक होता है। यह बहुलीकरण प्रक्रम द्वारा छोटी पुनरावृत्त इकाइयों, जिन्हें एकलक कहते हैं, के रासायनिक बन्धों द्वारा जुड़ने से बनता है। **उदाहरण**–एथीन (एकलक) एक पॉलिथीन बहुलक बनाता है। बहुलक के अन्य **उदाहरण** बेकेलाइट, रबड़, नायलॉन-6, 6 आदि है।

एकलक एकलक एक सरल अणु है जो बहुलकीकृत होने में सक्षम है तथा इससे संगत बहुलक बनता है। यह योगात्मक अथवा संघनन बहुलीकरण में, रासायनिक बन्धों से संयुक्त होकर बहुलक बनाता है।

उदाहरण $\underset{\text{एथीन (एकलक)}}{nCH_2{=}CH_2} \xrightarrow{\text{बहुलीकरण}} \underset{\text{पॉलिथीन (बहुलक)}}{\left[\!-CH_2-CH_2-\right]_n}$

प्रश्न 2. प्राकृतिक और संश्लेषित बहुलक क्या है? प्रत्येक के दो उदाहरण दीजिए।

हल प्राकृतिक बहुलक प्राकृतिक बहुलक उच्च आण्विक द्रव्यमान वाले वृहद अणु हैं। यह पादपों तथा जन्तुओं में पाए जाते हैं।

उदाहरण स्टार्च, सेलुलोस, प्रोटीन और न्यूक्लिक अम्ल आदि।

संश्लेषित बहुलक संश्लेषित बहुलक मानव निर्मित उच्च आण्विक द्रव्यमान वाले बृहद अणु हैं। ये मनुष्य द्वारा प्रयोगशाला में कम अणुभार वाले यौगिकों से बनाए जाते हैं।

उदाहरण पॉलिथीन, नायलॉन-6, 6, संश्लेषित रबड़ आदि।

प्रश्न 3. समबहुलक तथा सहबहुलक पदों (शब्दों) में विभेद कर प्रत्येक का एक उदाहरण दीजिए।

हल समबहुलक वह बहुलक जो एक ही प्रकार की एकलक इकाइयों से बना होता है, समबहुलक कहलाता है।

उदाहरण पॉलिथीन, पॉलिस्टाइरीन आदि।

सहबहुलक वह बहुलक जो एक से अधिक प्रकार की एकलक इकांइयों से जुड़कर बना होता है, सहबहुलक कहलाता है।

उदाहरण ब्यूना-S, ब्यूना-N आदि।

प्रश्न 4. एकलक की प्रकार्यात्मकता को आप किस प्रकार समझाएगें?

हल एकलक में प्रकार्यात्मकता आबन्धी स्थितियों की संख्या है। **उदाहरण** एथीन, प्रोपीन, स्टाइरीन, ऐक्रिलोनाइट्राइल की प्रकार्यात्मकता एक है तथा एथिलीन ग्लाइकॉल, ऐडिपिक अम्ल, हेक्सामेथितीन डाइऐमीन की दो है।

प्रश्न 5. बहुलीकरण पद (शब्द) को परिभाषित कीजिए।

हल एक अथवा अधिक एकलकों की सहसंयोजक बन्धों द्वारा पुनरावृत्त संरचनात्मक इकाइयों के एक साथ शृंखलित होने से बनने वाले उच्च आण्विक द्रव्यमान वाले बहुलक (बृहद अणु) के बनने की प्रक्रिया बहुलीकरण कहलाती है।

उदाहरण n एथीन $\xrightarrow{\text{बहुलीकरण}}$ पॉलिथीन

(एकलक) (बहुलक)

प्रश्न 6. $(NH—CHR—CO)_n$ **एक समबहुलक है या सहबहुलक।**

हल (NH—CHR—CO)_n एक समबहुलक है क्योंकि यह एक ही प्रकार का एकलक α-ऐमीनों अम्ल (NH_2—CHR—COOH) रखता है।

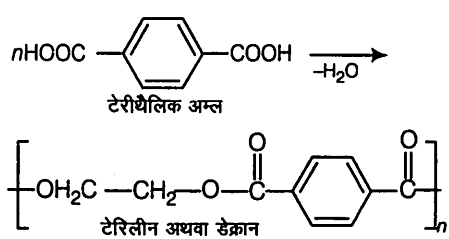
प्रश्न 7. आण्विक बलों के आधार पर बहुलक किन संवर्गों में वर्गीकृत किए जाते हैं?

हल आण्विक बलों के आधार पर बहुलक निम्न संवर्गों में वर्गीकृत किए जाते हैं

(i) प्रत्यास्थ बहुलक
(ii) रेशे
(iii) तापसुघट्य बहुलक
(iv) तापदृढ़ बहुलक

प्रश्न 8. संकलन तथा संघनन बहुलीकरण के मध्य आप किस प्रकार विभेद करेंगे?

हल

क्र.सं.	संकलन अथवा योगात्मक बहुलीकरण	संघनन बहुलीकरण
(i)	एकलक इकाइयाँ अपने अणुओं में एक द्विबन्ध अथवा त्रिबन्ध रखती है। ये उनकी प्रकार्यात्मकता को प्रदर्शित करते हैं।	एकलक इकाइयाँ विशिष्ट क्रियात्मक समूह रखते हैं जो उनकी प्रकार्यात्मकता को प्रदर्शित करते हैं।
(ii)	यह सामान्यतः शृंखला वृद्धि बहुलीकरण है।	यह सामान्यतः पद वृद्धि बहुलीकरण है।
(iii)	कोई छोटा अणु जैसे H_2O, NH_3 विलोपित नहीं होता है।	इसमें छोटे अणुओं जैसे H_2O, NH_3 आदि का विलोपन होता है।
(iv)	**उदाहरण** पॉलिथीन, पॉलिस्टाइरीन आदि।	**उदाहरण** टेरिलीन, नायलॉन-6, 6 आदि।
(v)	पॉलिथीन बनाने के लिए समीकरण $nCH_2{=}CH_2 \xrightarrow[\text{बहुलीकरण}]{\text{संकलन}} \left[CH_2-CH_2\right]_n$ एथीन → पॉलिथीन	टेरिलीन बनाने के लिए समीकरण $nHOH_2C-CH_2OH$ + एथिलीन ग्लाइकॉल  टेरीथैलिक अम्ल टेरिलीन अथवा डेक्रान

प्रश्न 9. सहबहुलीकरण पद (शब्द) की व्याख्या कीजिए तथा दो उदाहरण दीजिए।

हल सहबहुलीकरण सहबहुलीकरण वह प्रक्रिया है जिसमें एक से अधिक प्रकार की एकलक स्पीशीज़ का बहुलीकरण किया जाता है। सहबहुलक में प्रत्येक एकलक की अनेक इकाइयाँ होती हैं

सहबहुलीकरण में बहुलक का संघटन न केवल एकलकों के अनुपात पर वरन् उनकी क्रियाशीलता पर भी निर्भर करता है। **उदाहरण**

(i) **ब्यूना-S** सहबहुलक ब्यूटा-1, 3-डाईन तथा स्टाइरीन एकलकों के सहबहुलीकरण द्वारा बनाया जाता है।

(ii) **ब्यूना-N** सहबहुलक ब्यूटा-1, 3-डाईन तथा ऐक्रिलोनाइट्राइल एकलकों के सहबहुलीकरण द्वारा बनाया जाता है।

प्रश्न 10. एथीन के बहुलीकरण के लिए मुक्त मूलक क्रियाविधि लिखिए।

हल एथीन के बहुलीकरण के लिए मुक्त मूलक क्रियाविधि निम्नलिखित 3 पदों में सम्पन्न होती है।

(i) **शृंखला प्रारम्भक पद** बेन्जॉइल परॉक्साइड के समांगी विखंडन द्वारा फेनिल मुक्त मूलक बनते हैं जो एथीन के द्विबन्ध से जुड़ते हैं। इसके परिणामस्वरूप एक नया तथा बड़ा मुक्त मूलक बनता है। यह शृंखला प्रारम्भ पद है।

$$C_6H_5-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-C_6H_5 \longrightarrow$$

बेन्जॉइल परॉक्साइड

$$2C_6H_5-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\dot{O} \longrightarrow 2\dot{C}_6H_5$$

फेनिल मुक्त मूलक

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

(ii) **शृंखला संचरण पद** जब यह मुक्त मूलक अन्य एथीन अणु के साथ क्रिया करता है, तो एक अन्य अधिक बड़े आकार का मूलक बनता है। नए और अधिक बड़े मूलकों द्वारा इस अनुक्रम की पुनरावृत्ति अभिक्रिया को अग्र दिशा में ले जाती है।

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

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

(iii) **शृंखला समापन पद** दीर्घ शृंखला के समापन के लिए ये मुक्त मूलक विभिन्न प्रकार से संयोजित होकर पॉलिथीन बनाते हैं। यह शृंखला समापन पद कहलाता है।

$$C_6H_6{+}CH_2-CH_2{+}_n CH_2-\dot{C}H_2$$

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

$$C_6H_5{+}CH_2-CH_2{+}_n CH_2-CH_2-$$

$$CH_2-CH_2{+}CH_2-CH_2{+}_n C_6H_5$$

पॉलिथीन

प्रश्न 11. **तापसुघट्य और तापदृढ़ बहुलकों को प्रत्येक के दो उदाहरण के साथ परिभाषित कीजिए।**

हल **तापसुघट्य बहुलक** वे बहुलक (रेखीय अथवा किंचित शाखित लम्बी शृंखला के अणु) जो बार-बार गर्म करने से मृदुल और ठण्डा करने से कठोर हो सकने में समर्थ होते हैं, तापसुघट्य बहुलक कहलाते हैं। इन बहुलकों के अंतराण्विक आकर्षण बल प्रत्यास्थ बहुलकों और रेशों के मध्यवर्ती होते हैं। **उदाहरण** पॉलिथीन, पॉलिस्टाइरीन, पॉलिवाइनिल क्लोराइड आदि।

तापदृढ़ बहुलक वे बहुलक (तिर्यकबद्ध अथवा अत्यधिक शाखित अणु) जो गर्म करने पर मृदुल नहीं होते हैं तथा पुनः संसाधित नहीं किए जा सकते हैं, तापदृढ़ बहुलक कहलाते हैं। गरम करने पर ये विस्तीर्ण तिर्यकबंध हो जाते हैं तथा दोबारा दुर्गलनीय बन जाते हैं। **उदाहरण** बेकेलाइट, यूरिया-फॉर्मेल्डिहाइड रेजिन आदि।

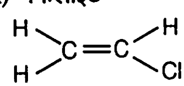
प्रश्न 12. **निम्न बहुलकों को प्राप्त करने के लिए प्रयुक्त एकलक लिखिए।**

(i) **पॉलिवाइनिल क्लोराइड**

(ii) **टेफ्लॉन**

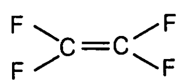
(iii) **बेकेलाइट**

हल (i)



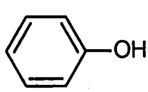
वाइनिल क्लोराइड

(ii)



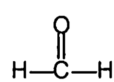
टेट्राफ्लुओरो एथीन

(iii) (a)



फीनॉल

(b)

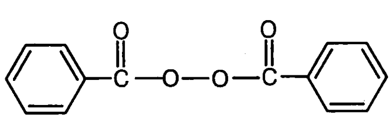


फॉर्मेल्डिहाइड (मेथेनल)

प्रश्न 13. **मुक्त मूलक योगात्मक बहुलीकरण में प्रयुक्त एक सामान्य प्रारम्भक का नाम तथा संरचना लिखिए।**

परॉक्साइड प्रारम्भक का कार्य करते हैं।

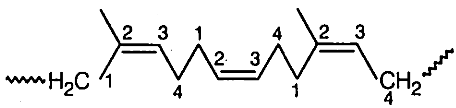
हल बेन्जॉइल परॉक्साइड



प्रश्न 14. **रबड़ अणुओं में द्विबंधों की उपस्थिति किस प्रकार उनकी संरचना और क्रियाशीलता को प्रभावित करती है?**

हल संरचना की दृष्टि से प्राकृतिक रबड़ एक रेखीय *सिस*-पॉलिआइसोप्रीन है। यह आइसोप्रीन इकाइयों के 1, 4-बहुलीकरण द्वारा प्राप्त होती है। इस बहुलक में प्रत्येक आइसोप्रीन के C_2 व C_3 के मध्य द्विबंध उपस्थित होता है। द्विबंध का *सिस*-अभिविन्यास दुर्बल अंतराण्विक बलों द्वारा प्रभावी आकर्षण के लिए शृंखलाओं को समीप नहीं आने देता है। अतः केवल दुर्बल वाण्डरवाल्स

बल उपस्थित होते हैं। इसलिए रबड़ की अनियमित कुण्डलित संरचना होती है। इसे एक स्प्रिंग की भाँति खींचा जा सकता है अर्थात् इसमें प्रत्यास्थता का गुण पाया जाता है।



सिस-पॉलिआइसोप्रीन
(प्राकृतिक रबड़)

प्रश्न 15. रबड़ के वल्कनीकरण के मुख्य उद्देश्य की विवेचना कीजिए।

हल प्राकृतिक रबड़ में कुछ विशिष्ट गुणों को उत्पन्न करने के लिए रबड़ का वल्कनीकरण किया जाता है। इसके मुख्य उद्देश्य निम्न हैं

(i) यह रबड़ को कार्बनिक अम्लों की क्रिया के प्रति पूर्णरूप से प्रतिरोधी बनाता है।

(ii) यह रबड़ को अपघर्षण एवं जीर्ण-शीर्णता के प्रति प्रतिरोधी बनाता है।

(iii) रबड़ की प्रत्यास्थता में वृद्धि होती है तथा यह ताप के विस्तीर्ण परास पर अप्रभावित रहता है। वल्कनीकृत रबड़ के कार्य करने की ताप परास – 40°C से 1000°C तक है।

(iv) यह रबड़ को वायु के आक्रमण के प्रति, प्रतिरोधी बनाता है।

प्रश्न 16. नायलॉन-6 और नायलॉन-6, 6 में पुनरावृत्त एकलक इकाइयाँ क्या हैं?

हल नायलॉन-6 की पुनरावृत्त एकलक इकाई $\left[\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_5-\overset{\overset{H}{|}}{N}\right]$ है जो कैप्रोलैक्टम से व्युत्पित होती है।

नायलॉन-6, 6 बहुलक की पुनरावृत्त एकलक इकाई $\left[\overset{\overset{H}{|}}{N}-(CH_2)_6-\overset{\overset{H}{|}}{N}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_4-\overset{\overset{O}{\|}}{C}\right]$ है, जो हेक्सामेथिलीन डाइऐमीन और ऐडिपिक अम्ल एकलकों से व्युत्पित होती है।

प्रश्न 17. निम्नलिखित बहुलकों के एकलकों का नाम और संरचना लिखिए।

(i) ब्यूना-S　　　(ii) ब्यूना-N

(iii) डेक्रॉन　　　(iv) निओप्रीन

हल (i) **ब्यूना-S** (a) 1, 3-ब्यूटाडाईन; $CH_2=CH-CH=CH_2$

(b) स्टाइरीन, $C_6H_5-CH=CH_2$

(ii) **ब्यूना-N** (a) 1, 3- ब्यूटाडाईन; $CH_2=CH-CH=CH_2$

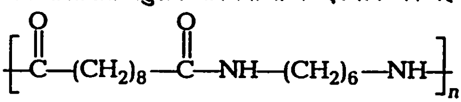
(b) ऐक्रिलोनाइट्राइल; $CH_2=CH-CN$

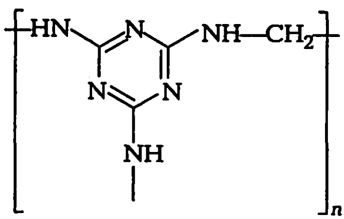
(iii) **डेक्रॉन** (a) एथिलीन ग्लाइकॉल; HOH_2C-CH_2OH

(b) टेरीथैलिक अम्ल; $HOOC-C_6H_4-COOH$

(iv) **निओप्रीन** क्लोरोप्रीन अथवा 2-क्लोरो ब्यूटा-1,3-डाईन; $CH_2=\underset{\underset{Cl}{|}}{C}-CH=CH_2$

प्रश्न 18. निम्नलिखित बहुलक संरचनाओं के एकलक की पहचान कीजिए।

(i) 

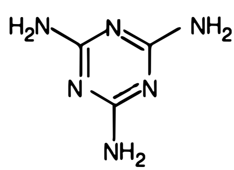
(ii) 

हल एकलक हैं

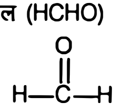
(i) (a) डेकेन डाइओइक अम्ल $HOOC—(CH_2)_8—COOH$

(b) हेक्सामेथिलीन डाइऐमीन $H_2N—(CH_2)_6—NH_2$

(ii) (a) 2, 4, 6-ट्राइऐमीनो-1, 3, 5-ट्राइऐजीन अथवा मेलैमीन

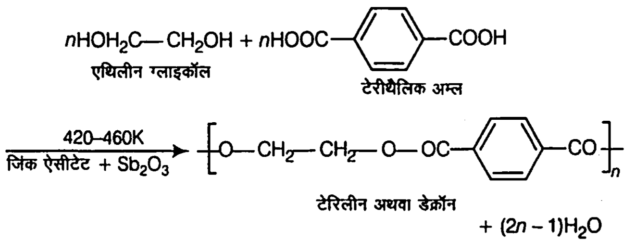


(b) फॉर्मेल्डिहाइड अथवा मेथेनल (HCHO)



प्रश्न 19. एथिलीन ग्लाइकॉल और टेरीथैलिक अम्ल से डेक्रॉन किस प्रकार प्राप्त किया जाता है?

हल डेक्रॉन अथवा टेरिलीन (एक पॉलिएस्टर) एथिलीन ग्लाइकॉल तथा टेरीथैलिक अम्ल के संघनन बहुलीकरण द्वारा बनता है। इसमें जल के एक अणु का निष्कासन होता है। यह अभिक्रिया जिंक ऐसीटेट और ऐन्टीमनी ट्राइऑक्साइड उत्प्रेरक की उपस्थिति में 420-460 K ताप पर होती है।



प्रश्न 20. जैवनिम्ननीय बहुलक क्या है? एक जैवनिम्ननीय ऐलिफैटिक पॉलिएस्टर का उदाहरण दीजिए।

हल **जैवनिम्ननीय बहुलक** वह बहुलक जो एक लम्बे समय अन्तराल के बाद स्वयं के द्वारा अथवा सूक्ष्मजीवो की क्रिया द्वारा विघटित हो जाता है, जैवनिम्ननीय बहुलक कहलाता है। इस प्रकार के बहुलक का उपयोग तथा उनका निस्तारण पर्यावरणीय समस्याएँ उत्पन्न नही करता है।

उदाहरण पॉलि β-हाइड्रॉक्सी ब्यूटिरेट-को-β-हाइड्रॉक्सी वैलेरेट (PHBV)