ईकाई–XX

Polymers

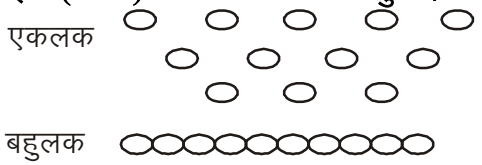
बहुलक

रूपरेखा

1. **परिभाषा**
2. **वर्गीकरण**
3. **व्यावसायिक रूप से महत्वपूर्ण बहुलक**
4. **जैव बहुलक**

(1) हमारा जीवन बहुलकों से अत्यधिक प्रभावित है। दैनिक जीवन में उपयोग में ली जाने वाली अनेक वस्तुओं से लेकर पहनने के कपड़े तक बहुलक है। प्लास्टिक के पदार्थ, नायलॉन, टेरिलिन कपड़े सभी बहुलक है।

(2) सन् 1838 में पहला बहुलक, पॉलिवाइनिल क्लोराइड (PVC) अचानक संश्लेषित हुआ। 1839 में स्टाइरीन का बहुलीकरण हुआ।



पॉलिमर (ग्रीक शब्द)	
पॉलि = बहुत	मर = इकाई

परिभाषा – बहुलक उच्च अणुभर ($10^3 - 10^7$ u) वाले वे पदार्थ है जो कई सरल अणुओं के रासायनिक बंधों द्वारा जुडने से बनते है।

क्र सं.	ताप सुघट्य प्लास्टिक	तापदृढ़सेटिंग प्लास्टिक
1.	गर्म करने पर, ये तुरन्त मुलायम पड़ जाती है तथा पुनः अपना आकार प्राप्त कर सकती है या ठण्डा करने पर सांचे में ढाली जा सकती है।	गर्म करने पर, ये मुलायम नहीं होती है। एक बार मुलायम करने पर ये दुबारा नहीं ढाली जा सकती है।
2.	ये सामान्यतः लम्बी श्रृंखला वाले रैखिक बहुलक होते हैं तथा योगात्मक बहुलकन के परिणामस्वरूप बनते हैं।	ये सामान्यतः क्रास–संयुग्मित प्रकृति के होते हैं तथा संघनन बहुलकीकरण द्वारा बनते है।
3.	ताप सुघट्य प्लास्टिक सामान्य रूप से कमजोर, कोमल, व कम भंगुर होते हैं।	तापदृढ़सेटिंग बहुलक तुलनात्मक रूप से कठोर प्रबल भंगुर प्रकृति के होते हैं।

व्यावसायिक रूप से महत्वपूर्ण कुछ संश्लेषित बहुलक

(Some Commercially Important Synthetic Polymers)

संश्लेषित बहुलक, एकलक इकाइयों के योगात्मक या संघनन उत्पाद होते हैं।

योगात्मक बहुलक (Addition Polymers)

एकलक इकाइयाँ प्रायः ओलिफिन्स या उसकी व्युत्पन्न होती हैं। योग विशिष्ट दशाओं में होता है और बहुलक साधारणतयः एकलकों के पूर्ण गुणित होते हैं। उदाहरण – पॉलिएल्कीन, पॉलिएक्राइलेटस, और पॉलिहैलोआलफिन्स।

पॉलिएल्कीन्स (Polyalkenes)

इन योगात्मक बहुलकों में एकलक इकाइयाँ एल्कीन व उसकी व्युत्पनन होती हैं।

1. पॉलिएथीन (Polyethene) : यह एथीन का सबसे ज्यादा प्रचलित बहुलक उत्पाद है और इसे पॉलिथीन भी कहते है।

(a) कम घनत्व वाली पॉलिएथीन (Low density polyethene) :

$$\underset{\text{एथीन}}{n(CH_2 = Ch_2)} \xrightarrow[\text{ऑक्सीजन की अल्प मात्रा}]{350 - 570\ K;\ 1000 \text{ से } 2000 \text{ वायुमण्डल}} \underset{\text{पॉलिथीन}}{(-CH_2 - CH_2 -)\ n}$$

गुण व उपयोग : ये बहुलक अत्यधिक शाखित श्रृंखला अणुओं को रखते हैं। ये शाखायें बहुलक अणुओं को अत्यधिक पास बंधने से रोकती है। इसलिए घनत्व बिल्कुल कम होता है। कम घनत्व वाली पॉलिथीन रासायनिक रूप से अक्रिय, दृढ़ व विद्युत् के बहुत कम चालक होते हैं।

(i) इलेक्ट्रिक तारों को वैद्युत् अवरोधक करने के लिए,

(ii) पाईप, खिलौने, बोतल, कोट आदि को बनाने में।

(b) उच्च घनत्व वाली पॉलिथीन (High density polyethene) :

एथिलीन को लगभग 333-334 K पर वायुमण्डलीय दाब के अन्तर्गत उत्प्रेरक जैसे ट्राइएथिल ऐलुमिनियम, और टीटेनियम ट्रेटाक्लोराइड (जिगलर नट्टा उत्प्रेरक की तरह जाना जाता है) की उपस्थिति में बहुलकीकरण द्वारा बनायी जाती है। बना हुआ बहुलक रैखिक श्रृंखला रखता है और अणु खाली स्थान में पूर्ण रूप से बंधे होते है। इसीलिए इन्हें उच्च घनत्व वाला बहुलक कहते हैं।

गुण व उपयोग : उच्च घनत्व वाले पॉलिथीन भी कम घनत्व वाले पॉलिथीन की तरह रासायनिक रूप से बिल्कुल अक्रिय होती हैं। किन्तु यह ज्यादा दृढ़, ज्यादा कठोर होती है और एकलक श्रृंखलाओं के पास–पास बंधे होने के कारण इसकी फैलाने की प्रबलता भी ज्यादा होती है। प्रयोग–

(i) पात्रों के निर्माण में, जो रासायन आदि को संचित करने के लिए प्रयोग किये जा सकते हैं (क्योंकि ये रासायनिक रूप से अक्रिय होते हैं।)

(ii) विभिन्न घरेलू सामानों के निर्माण के लिये।

2. पॉलिप्रोपीन (Polypropene) : यह 373 K व 10 वायुमण्डलीय दाब पर ट्राइएथिल ऐलुमिनियम की थोड़ी मात्रा रखने वाले n- हेक्सेन में घुलनशील प्रोपिलीन के बहुलकीकरण द्वारा बनायी जाती है।

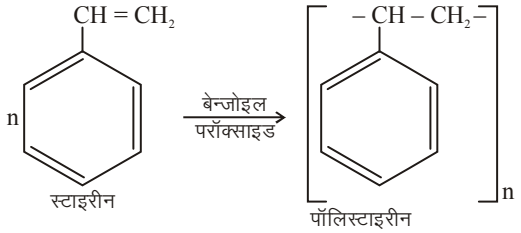
$$\underset{\text{प्रोपीन}}{nCH_3 - CH = CH_2} \xrightarrow[10 \text{ वायुमण्डल, } 373\ K]{(C_2H_5)_3Al} \left(\begin{matrix} - CH - CH_2 - \\ | \\ CH_3 \end{matrix} \right)_n$$

गुण व उपयोग : पॉलिप्रोपीन, पॉलिएथीन की अपेक्षा ज्यादा कठोर व दृढ़ होती है। प्रयोग –

(i) आसन (सीट) खोल, कालीन रेशों, डोरियों आदि को बनाने के लिये।

(ii) रिकार्डों के लिए खोल, व कपड़े और दूसरे सामानों को बांधने वाला समान बनाने के लिये।

3. पॉलिस्टाइरीन (Polystyrene) : यह स्टाइरीन का एक बहुलक है और स्टाइरीन को बेन्जोइल पराक्साइड की उपस्थिति में मुक्त मूलक क्रियाविधि द्वारा गर्म करके बनायी जाती है।



गुण व उपयोग : पॉलिस्टाइरीन एक पारदर्शक थर्मोप्लास्टिक पदार्थ है और जल के ऊपर तैरती है।
प्रयोग –

(i) खिलौने, कंघे, गर्म पेय पानी वाले कप को बनाने के लिये।

(ii) TV केबिनेट व रेफ्रीजरेटर (बर्फ रखने का बक्स) के लिए स्तरित पदार्थ का निर्माण करने में।

(iii) छतों व जमीन को ढकने में प्रयुक्त होने वाले खपड़ा (Tiles) को बनाने के लिये।

पॉलिएक्राइलेट्स (Polyacrylates)

पॉलिक्राइलेट्स में एकलक इकाइयाँ एक्राइलिक अम्ल ($CH_2 = CHCOOH$) से उत्पन्न होती हैं। ये विनाइल बहुलक भी कहलाते हैं चूँकि ये अपने अणुओं में एक वाइनिल समूह ($CH_2 = CH–$) रखते हैं। उदाहरण के लिये–

1. पॉलिएक्रिलोनाइट्राइल या ओरलान Polyacrylonitrile (PAN) or Orlon :

$$n\,CH_2 = CHCN \xrightarrow{\text{बहुलकन}} \left[-CH_2 - \underset{\displaystyle CN}{\underset{|}{CH}} - \right]_n$$

वाइनिल सायनाइड या एक्राइलोनाइट्राइल

PAN

गुण व उपयोग : यह एक्राइलोन भी कहलाता है और बहुत कठोर व उच्च गलनांक वाला सींग की तरह कड़ा पदार्थ है। एक्राइलेन रेशे प्रयोग होते हैं–

(i) विभिन्न प्रकार की संश्लेषित कालीनों के निर्माण में।

(ii) कंबलों, स्वेटरों व नहाने वाले कपड़े आदि को बनाने के लिये।

2. पॉलिमेथिलमेथाएक्राइलेट [Polymethylmethacrylate (PMMA)] :

$$n\,CH_2 = \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}} - COOCH_3 \xrightarrow{\text{(कार्बनिक पराक्साइड)}} \left[-CH_2 - \underset{\displaystyle COOCH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}} - \right]_n$$

मेथिलमेथाएक्राइलेट

यह बहुलक बहुत से व्यावसायिक नामों जैसे ल्यूसाइट, एक्राइलाइट, प्लेक्सीग्लास, और परस्पेक्स द्वारा जाना जाता है।

गुण व उपयोग : यह एक कठोर व पारदर्शक बहुलक है और प्रकाश, ऊष्मा व एजिंग के प्रभाव के प्रति पूर्ण प्रतिरोधक होता है। उपयोग –

(i) न टूटने वाली लाइट्स, सुरक्षात्मक स्तर व कृत्रिम दांतों की पंक्ति बनाने में।

(ii) वायुयान की खिड़कियाँ बनाने में।

3. पॉलिएथिलएक्राइलेट (Polyethylacrylate) :

$$n\,CH_2 = CHCOOC_2H_5 \xrightarrow{\text{कार्बनिक पराक्साइड}} \left[-CH_2 - \underset{\displaystyle COOC_2H_5}{\underset{|}{CH}} - \right]_n$$

एथिल एक्राइलेट

पॉलिएथिलएक्राइलेट

गुण व उपयोग : यह अधिक कठोर व बहुत कुछ रबर जैसी प्रकृति का होता है।

(i) विभिन्न प्रकार के वस्त्रों को बनाने के लिये।

(ii) कालीनों व कम्बलों का निर्माण करने में।

पॉलिहैलोओलिफिन्स (Polyhaloolefins)

इस प्रकार के बहुलकों में, एकलक इकाइयाँ हैलोएल्कीन होती हैं जो उपयुक्त स्थितियों में जुड़कर विभिन्न उपयोगी उत्पाद बनाते है।

1. पॉलिटेट्राफ्लुओरोएथिलीन या टेफ्लान Polytetrafluroethylene (PTFE) or Teflon :

$$\underset{\text{टेट्राफ्लुओरोएथिलीन}}{n\ CF_2 = CF_2} \xrightarrow{\text{बहुलकीकरण}} \underset{\text{टेफ्लान}}{(-\ CF_2 - CF_2\ -)n}$$

गुण व उपयोग : टेफ्लान बहुत कठोर व दृढ़ होता है। यह ऊष्मा, अम्लों व क्षारों के प्रति अवरोधक होता है। यह विद्युत् का खराब चालक है। प्रयोग –

(i) सीलस (seals) व गास्केटस (gaskets) बनाने के लिए जो बहुत उच्च ताप व दाब का विरोध करते हैं।

(ii) उच्च आवृत्ति वाली वैद्युत नियुक्तियों के लिए वैद्युत् अवरोधकता प्रदान करने में।

(iii) खाना बनाने वाले बर्तनों की सतह को नानस्टिक बनाने के लिये।

2. पॉलिवाइनिल क्लोराइड (PVC) (Polyvinyl chloride (PVC)) :

$$\underset{\text{वाइनिल क्लोराइड}}{n\ CH_2 = CHCl} \xrightarrow{\text{बहुलकीकरण}} \underset{\text{P.V.C.}}{\left[-\ CH_2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}\ -\right]_n}$$

गुण व उपयोग : P.V.C. एक थर्मोप्लास्टिक बहुलक है और इसकी सुघट्यता उपयुक्त प्लास्टीसाइजर की सहायता से बढ़ायी जा सकती है।

(i) वैद्युत् नियुक्तियों का अवरोध करने वाले PVC पाइपों का निर्माण करने में।

(ii) बरसाती कोट, मेज कवर, थैले, पर्दे के कपड़े आदि बनाने के लिये।

(iii) कृत्रिम भूतल ढकने वाला बनाने के लिये।

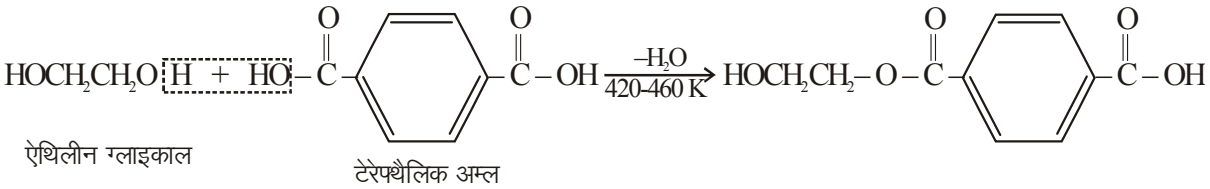
संघनन बहुलक (Condensation Polymers)

ये बहुलक एकलक इकाइयों के संघनन के परिणामस्वरूप बनते हैं जो भिन्न होते हैं ओर इनके पास कुछ विशेष क्रियात्मक समूह होते हैं। इस प्रकार ये सहबहुलक प्रकृति के होते हैं। जैसे–

पॉलिएस्टर, पॉलिएमाइड व रेसिन।

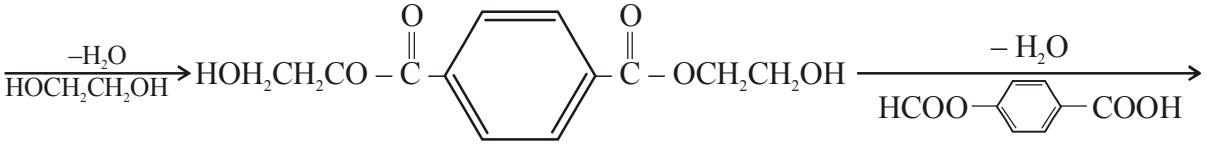
पॉलिएस्टर (Polyesters)

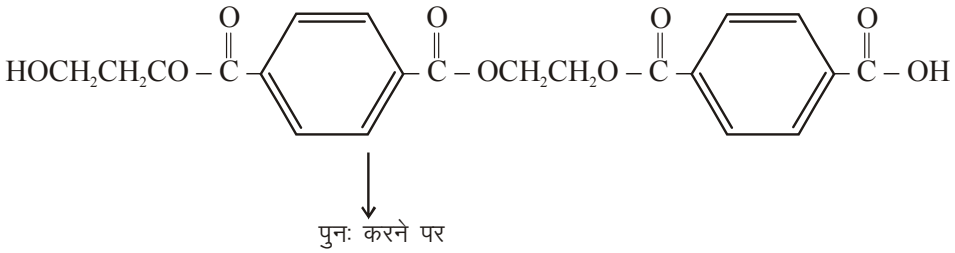
1. टेरिलीन (Terylene) : या डेक्रान

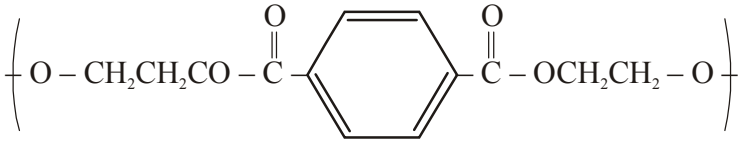


ऐथिलीन ग्लाइकाल

टेरेफ्थैलिक अम्ल







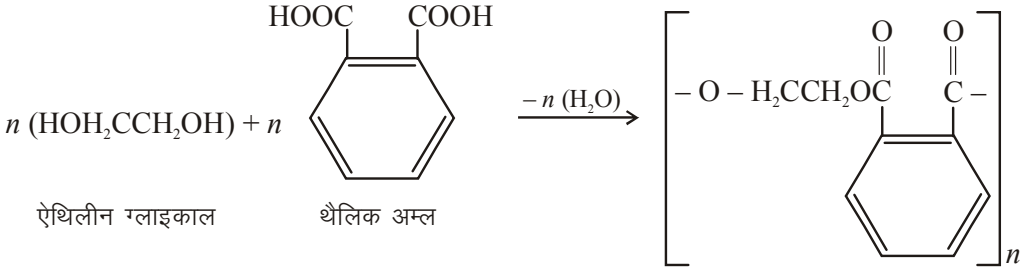
टेरिलीन या डेक्रान

गुण व उपयोग : टेरिलीन रासायनिक व जैविक कारकों की क्रिया के प्रति उच्च प्रतिरोधक होता है। इसके रेशे बहुत मजबूत व टिकने योग्य होते है।

(i) विभिन्न प्रकार के वस्त्रों जैसे टेरिकाट, टेरिवूल व टेरिसिल्क के निर्माण में, जो दूसरे सूत के साथ मिलाने के परिणामस्वरूप बनते हैं।

(ii) चुम्बकीय रिकार्डिंग टेप, चालक बेल्ट, औद्योगिक मजदूरों के लिए ऐप्रन आदि को बनाने के लिए।

2. ग्लिपटल : यह ऐथिलीन ग्लाइकाल व थैलिक अम्ल का एक बहुलक है।



गुण व उपयोग : ग्लिपटल एक जालक तिर्यक संयुग्मित बहुलक है। जब यह उपयुक्त कार्बनिक विलायक में घोला जाता है तो इससे बना विलयन वाष्पित होकर एक दृढ़ व बिना लचीली फिल्म छोड़ जाता है। ग्लिपटल मुख्यतः प्रयोग होता है–

(i) पेन्ट व सुनहरी वार्निश के निर्माण में।

(ii) निर्माणकारी पदार्थों जैसे एस्बेस्टस व सीमेन्ट को बनाने के लिये।

पॉलिएमाइड (Polyamides)

इन संघनन बहुलकों की एकलक इकाइयों में ऐमाइड संयुग्मन (– CO – NH –) उपस्थित होता है। दो बहुत ही प्रचलित बहुलक जिन के पास ऐसा संयुग्मन होता है वे हैं – नाइलॉन – 66 व नाइलॉन – 6 है।

1. नाइलॉन–66, (Nylon - 66) : यह ऐडीपिक अम्ल (हैक्सेनडाओइक अम्ल) व हेक्सामेथिलीन डाइऐमीन (हेक्सेन–1, 6–डाइऐमीन) का एक बहुलीकृत उत्पाद है। चूँकि अम्ल व ऐमीन दोनों में प्रत्येक के पास छः कार्बन परमाणु होते हैं इसलिए यह अनुलग्न 66 देते हैं।

बहुलकन सामान्यतः अभिक्रिया मिश्रण को दाब के अन्तर्गत गर्म करने के द्वारा लाया जाता है।

बहुलक का अणुभार बहुत उच्च होता है।

$$n(H_2N-(CH_2)_6-NH_2) + nHOOC-(CH_2)_4-COOH$$

हेक्सामेथिलीन डाइऐमीन — ऐडीपिक अम्ल

$$\downarrow -n(H_2O)$$

$$(-NH-(CH_2)_6-NH-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_4-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-)n$$

नाइलॉन–6,6

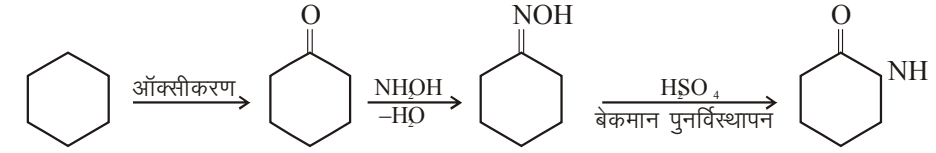
गुण व उपयोग : नाइलॉन–6,6 उपयुक्त सूत कातने वाली मशीन के द्वारा चादर या रेशे में ढाला जा सकता है। इन रेशों की तन्यता क्षमता बहुत उच्च होती है। ये बहुत कठोर व घर्षण के प्रति अवरोधक होती है। प्रयोग –

(i) दन्त ब्रश के रेशे बनाने में।

(ii) रस्सी व चढ़ाई वाली रस्सी के निर्माण में।

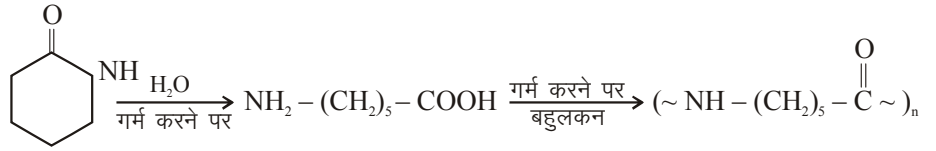
(iii) जब ऊन के साथ मिलाते हैं तब मोजे व स्वेटर बनाने के लिये।

2. नाइलॉन–6 (Nylon-6) : यह कैपरोलेक्टम का बहुलकीकृत उत्पाद है जो साइक्लोहैक्सेन से नीचे की गई अभिक्रियाओं के परिणामस्वरूप प्राप्त होते हैं।



साइक्लोहेक्सेन — साइक्लोहेक्सेनोन — साइक्लोहेक्सेनोन आक्सिम — कैप्रोलैक्टम

नमी की उपस्थिति में गर्म करने पर कैपरोलेक्टम वलय टूट कर ε–ऐमीनो केपोरिक अम्ल या 6–ऐमीनो हेक्सोनोइक अम्ल देते हैं जो कि छह कार्बन परमाणुओं वाला ऐमीनो मोनोकार्बोक्सलिक अम्ल है। यह बहुलकीकृत होकर नाइलॉन–6 देते हैं।



कैप्रोलेक्टम — ε–ऐमीनो कैपोरिक अम्ल — नाइलॉन–6

गुण व उपयोग : चूँकि एकलक इकाई के पास 6 कार्बन परमाणु होते हैं इसलिए इसे नाइलॉन–6 कहते हैं। इनका उपयोग बुने वस्त्रों, डोरियों, टायर की रस्सियों आदि के निर्माण में होता है।

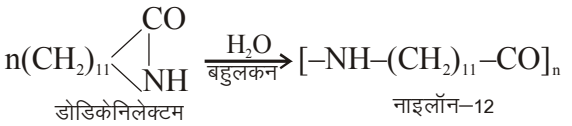
नाइलॉन–66 में हेक्सामेथिलीन डाइऐमीन व ऐडीपिक अम्ल दोनों एकलक इकाइयों में से प्रत्येक के पास 6 कार्बन परमाणु होते हैं जबकि नाइलॉन–6 में केवल कैप्रोलेक्टम एकलक के पास 6 कार्बन परमाणु होते हैं। दोनों ही पॉलिएमाइड प्रकृति के होते हैं।

नोट (Note) : कुछ समय पहले नाइलॉन–11 व नाइलॉन–12 का संश्लेषण हुआ है। नाइलॉन–11 ω–ऐमीनो अन्डीकेनोइक अम्ल के स्व संघनन का उत्पाद है।

$$n[H_2N(CH_2)_{10}COOH] \xrightarrow{\text{बहुलकन}} [-NH-(CH_2)_{10}-CO-]_n$$

ω–ऐमीनोअन्डीकेनोइक अम्ल — नाइलॉन–11

नाइलॉन–12 डोडिकेनिलेक्टम के जलअपघटनयुक्त बहुलकीकरण द्वारा प्राप्त होता है।

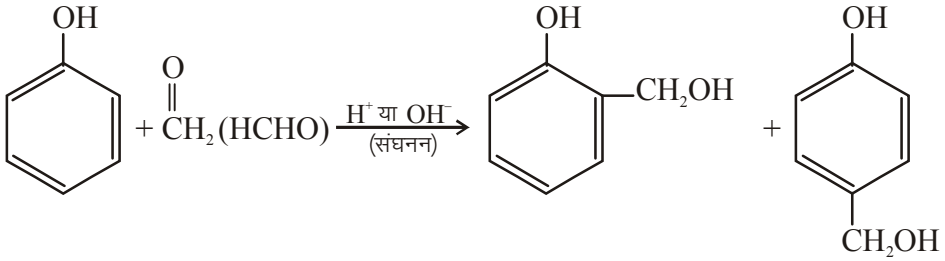


नाइलॉन–2–नाइलॉन–6 एक संश्लेषित द्विबहुलक है (जैव निम्ननीय प्रकृति का) जिसमें एकलक इकाइयाँ ग्लाइसीन व ऐमीनोकैप्रोइक अम्ल है।

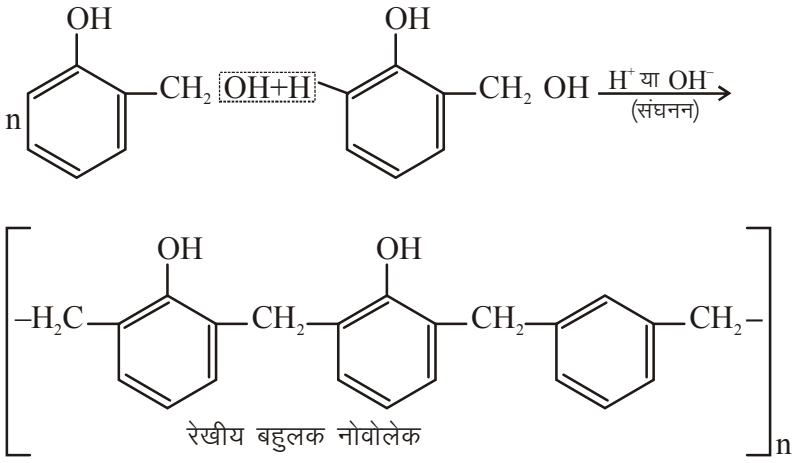
फार्मेल्डिहाइड रेसिन (Formaldehyde Resins)

रेसिन अघुलनशील ठोस या अर्द्ध ठोस होते हैं जो कुछ पौधों से सीधे प्राप्त हो जाते हैं और बहुलकीकरण के परिणामस्वरूप भी बनाये जा सकते हैं।

1. फीनॉल फार्मेल्डिहाइड रेसिन या बहुलक : फीनॉल फार्मेल्डिहाइड बहुलक सम्भवतः सबसे पुराने ज्ञात बहुलक है।

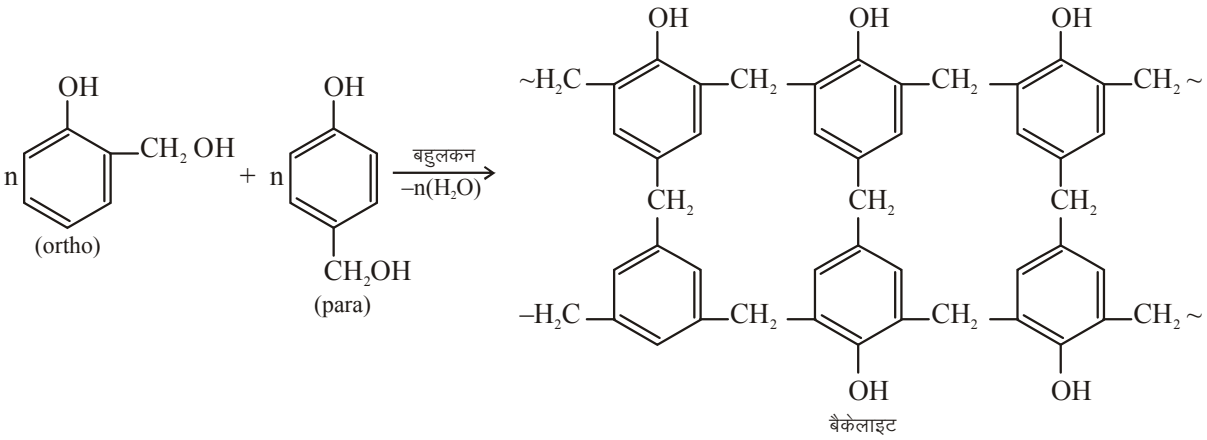


o - हाइड्रॉक्सीमेथिल फीनॉल के अणु इन्हीं दशाओं के अन्तर्गत संघनित होकर रेखीय बहुलक बनाते हैं जिसे नेवोलेक कहते हैं।



समावयवी o- हाइड्राक्सीमेथिल फीनॉल व p-हाइड्रॉक्सीमेथिल फीनॉल के अणु भी क्रास संयुग्मन के परिणामस्वरूप संघनित हो सकते हैं तथा बैकेलाइट बनाते है।

तिर्यक संयुग्मन दो समावयवी बेन्जिल ऐल्कोहलों में भी हो सकता है जो क्रास संयुग्मित बहुलक देते हैं।

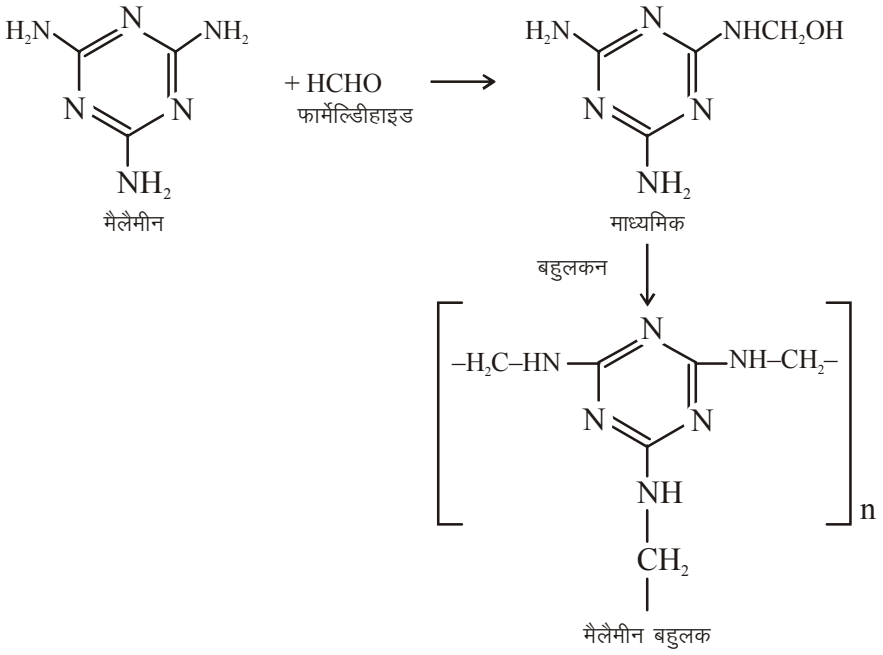


गुण व उपयोग : बैकेलाइट एक तिर्यक संयुग्मित थर्मोसेटिंग बहुलक है। बहुलकीकरण की कम दर मुलायम बैकेलाइट देती है जबकि बहुलकीकरण की उच्च दर से कठोर बैकालाइट प्राप्त होता है–

(i) मुलायम बैकालाइट परतदार लकड़ी के तख्तों को बांधने के लिये सरेस बनाने में, वार्निश व सुनहरी वार्निश (पीतल पर चढ़ाने वाली) में प्रयुक्त होते हैं।

(ii) कठोर बैकालाइट कंघे, फाउन्टेन पैन, फार्मिका मेज की ऊपरी स्तह, वैद्युत् सामान आदि को बनाने में प्रयुक्त होते हैं।

2. मैलैमीन फार्मेल्डिहाइड रेसिन (Melamine-formaldehyde resin) : यह मैलैमीन के बहुलकीकरण द्वारा प्राप्त होने वाला सहबहुलक है जो विषमचक्रीय ट्राइऐमीन की फार्मेएल्डिहाइड के साथ क्रिया द्वारा बनता है:–



गुण व उपयोग : मैलैमीन फार्मेल्डीहाइड बहुत कठोर व दृढ़ है। यह मुख्यतः क्राकरी बनाने के लिए बहुत महत्वपूर्ण माना जाता है। ये ऊँचाई से गिराने पर भी नहीं टूटते हैं।

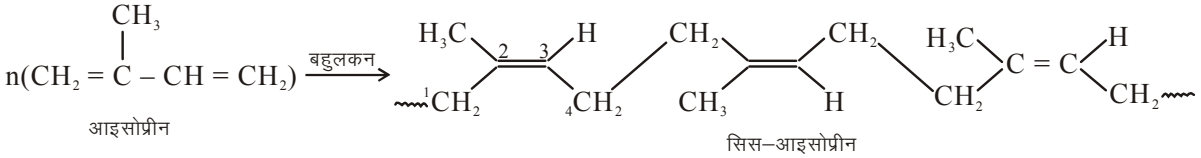
रबर (Rubber)

रबर सम्भवतः सबसे ज्यादा उपयोगी बहुलक है। यह हमोर उद्योग, स्वचालित उद्योग की रीढ़ की प्राकृतिक रबर कहलाती है जबकि मानव द्वारा निर्मित रबर संश्लेषित रबर कहलाती है।

प्राकृतिक रबर (Natural Rubber)

यह जल में रबर के कोलाइडी परिक्षेपण के रूप में प्राप्त होता है तथा लेटक्स कहलाती है। यह रबर के पेड़ में उपस्थित होती है जो उष्ण कटिबन्धीय व उपोष्ण कटिबन्धीय देश जैसे दक्षिण अमेरिका, श्रीलंका, मलेशिया, इन्डोनेशिया, भारत के दक्षिणी भाग में अधिकतर पाये जाते है। रबर के पेड से लेटक्स इसकी छाल को खरोंच कर एकत्रित की जाती है।

रासायनिक रूप से प्राकृतिक रबर पॉलिआइसोप्रीन है जिसमें आइसोप्रीन अर्थात् 2–मेथिल–1,3–ब्यूटाडाइईन की एकलक इकाइयाँ होती हैं। ऐसा सम्भवतः 1, 4 बहुलक में होता है जिसमें एकलक 1, 4 स्थिति पर स्थित CH_2 समूह द्वारा जुड़े होते है। शेष बचे द्विबन्ध आइसोप्रीन इकाइयों में C_2 व C_3 स्थिति पर स्थित होते हैं। सभी द्विबन्धों में सिस (cis) विन्यास होता है। इस प्रकार प्राकृतिक रबर सिस पॉलिआइसोप्रीन है।



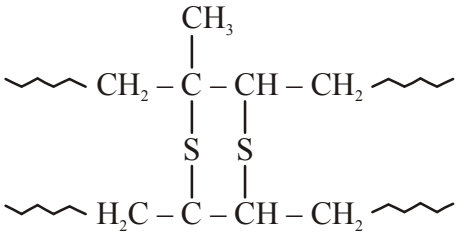
प्राकृतिक रबर की उच्च तन्यता ध्रुवीय समूहों की अनुपस्थिति के कारण होती है और द्विबन्धों के सिस–विन्यास बहुलक श्रृंखलाओं को पास आने नहीं देते है। इसलिए केवल दुर्बल वाण्डर वाल बाल उपस्थित होते हैं। श्रृंखला रैखिक नहीं होती है। अतः ये स्प्रिंग सदृश्य फैल सकते हैं।

रबर को गन्धक पूर्ण बनाना (Vulcanisation of Rubber) :

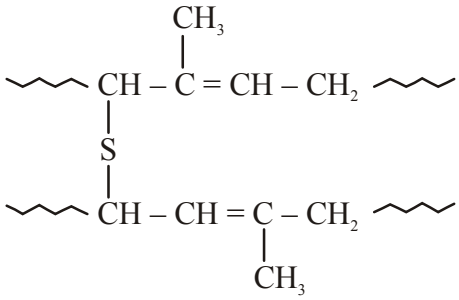
रबर 283 से 335 K तक की ताप परास में प्रयुक्त होते हैं। उच्च ताप पर यह बहुत मुलायम हो जाते हैं और इस ताप के नीचे यह भंगुर हो जाते हैं। इसको अत्यधिक उपयोगी बनाने के लिये प्राकृतिक रबर को गन्धकयुक्त बनाया जाता है।

यह प्रक्रिया सबसे पहले चार्ल्स गुडयर द्वारा 1893 में की गयी, इसके लिये इन्होंने गलित सल्फर की निश्चित मात्रा को 373 से 415 K के बीच के ताप परास पर गलित रबर में डाला। यह प्रक्रिया बिल्कुल धीमी थी और इसको बढ़ाने के लिए इसमें वर्धक जैसे जिंक ऑक्साइड (ZnO) डाला गया। गंधक पूर्ण रबर बनाने से प्राकृतिक रबर के भौतिक गुणों में बहुत कुछ सुधार होता है। जैसे यह ज्यादा लचीली होती है, जल अवशोषण की क्षमता कम होती है और ऑक्सीकरण व कार्बनिक विलायकों के प्रति ज्यादा प्रतिरोधक होती है।

रासायनिक रूप से गंधकयुक्त रबर में सल्फर परमाणु, प्राकृतिक रबर की रैखिक श्रृंखलाओं में क्रास संयुग्मन करता है। कार्बन परमाणु द्विबन्धों में प्रयुक्त होते हैं और द्विबन्ध की α– स्थिति पर पाये एलिलिक मेथिलीन ($-CH_2$) समूह अभिकारक केन्द्रों की तरह कार्य करते हैं। इस स्थिति पर सल्फर परमाणु जुड़ सकते हैं और तिर्यक संयुग्मन करते हैं जो नीचे दर्शाया गया है।



(द्विबन्धीय कार्बन परमाणुओं द्वारा क्रास संयुग्मन) (मेथिलीन कार्बन परमाणुओं द्वारा क्रास संयुग्मन)



तिर्यक संयुग्मन के कारण रबड़ कड़ा हो जाता है और रबर के दूसरे गुणों पर भी प्रभाव पड़ता है। 5% सल्फर से युक्त रबर टायर बनाने में उपयोग होती है। इसी तरह से लगभग 30% गन्धक से बनी रबर, बैटरी के खोल बनाने में प्रयुक्त होती है।

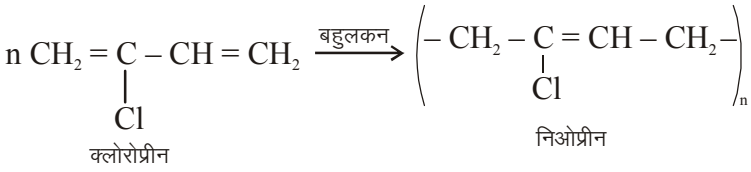
गंधक युक्त रबर के गुण–

1. यह कठोर व बिना चिपचिपी होती है।
2. यह उच्च प्रत्यास्थता वाली होती है जो ताप की उच्च परास पर भी बनी रहती है।
3. यह तुरन्त ऑक्सीकृत नहीं होती है तथा सभी मौसमों में एक जैसा व्यवहार दिखाती है।
4. यह कार्बनिक अम्लों के आक्रमण से पर्याप्त प्रतिरोधक होती है।

संश्लेषित रबर (Synthetic Rubber)

प्राकृतिक रबर उद्योगों की बढ़ती माँग को पूरा नहीं कर सकती है। रसायनज्ञों ने प्रयोगशाला में रबर बनाया। यह मानव निर्मित रबर या संश्लेषित रबर कहलाता है। उदाहरण–

1. निओप्रीन **(Neoprene) :**



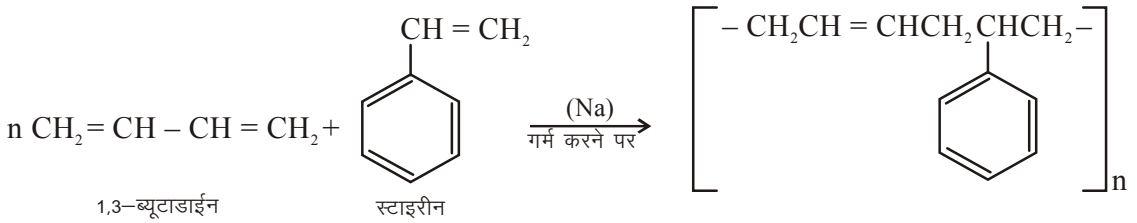
गुण व उपयोग : निओप्रीन एक थर्मोप्लास्टिक बहुलक है। यह वायवीय ऑक्सीकरण के प्रति अपनी स्थायित्वता के कारण तेलों, गैसोलीन, व दूसरे विलायकों के प्रति अपनी प्रतिरोधकता के कारण प्रबल होते है। प्रयोग –

(i) पैट्रोल, तेल व दूसरे विलायकों के निर्माण में।

(ii) कोयले के कारखानों में निओप्रीन बैल्ट के निर्माण में (क्योंकि ये आग नहीं पकड़ती है)।

(iii) होस, जूते की एड़ी, रोकने वालो डाट (Stopper) को बनाने में।

2. ब्यूना **–S (Buna–S) :** यह 1,3–ब्यूटाडाईन व स्टाइरीन का एक सहबहुलक है और यह सोडियम की उपस्थिति में 3 : 1 के अनुपात में इन घटकों के बहुलकन द्वारा प्राप्त होता है।

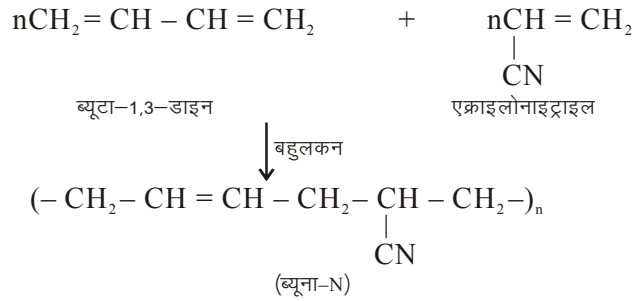


ब्यूटा –S में, बू (Bu) ब्यूटाडाईन को प्रदर्शित करता है, N (Ni) (नैट्रियमों) सोडियम के लिए है जो बहुकलन करने वाला कारक है जबकि S प्रतीक स्टाइरीन के लिए है।

गुण व उपयोग : बूना –S एक संश्लेषित बहुलक है और प्रचलित रूप से S.B.R. अर्थात् स्टाइरीन ब्यूटाडाईन रबर की तरह जाना जाता है। इसकी तन्यता प्राकृतिक रबर की अपेक्षा थोड़ी–सी कम होती है। प्रयोग –

(i) मोटर गाड़ी के टायरों के निर्माण में। (ii) रबर के तल्ला, बैल्ट, होस आदि को बनाने के लिये।

ब्यूटा –N (Buna-N (Nitrile rubber)) : यह ब्यूटा –1, 3– डाइन व एक्राइलोनाइट्राइल का सह–बहुलक है।



गुण व उपयोग : यह वैद्युत् अवरोधक प्रकृति का होता है और चालक बैल्ट व छपाई वाले रोलर बनाने के लिए प्रयुक्त होता है।

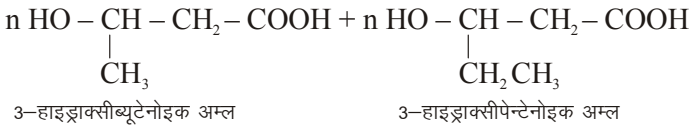
जैवबहुलक व जैवनिम्नीकरणीय बहुलक **Biopolymers & Biodegradable Polymers**

संश्लेषित बहुलक ऊष्मा व रासायनों जैसे अम्लों, क्षारों व ऑक्सीकारकों के प्रतिरोधक होते हैं। इनकी अक्रियता विभिन्न प्रकार के संश्लेषित उपयोगों, के लिए उत्तरदायी होती है। लेकिन इन्होंने पर्यावरणीय समस्याओं को बढ़ाया है। ये अधिकतर जैव अपघटित नहीं होते है और अपशिष्ट बहुलक को खत्म करना बहुत कठिन है। जैसे – पॉलिथीन थैले, टूटे हुए पॉलिथीन, पाइप आदि।

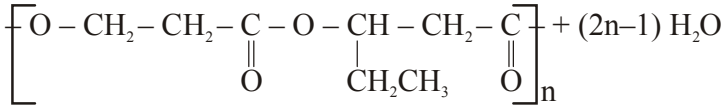
प्रकृति में कई बहुलक है जो पौधों व जन्तुओं के जैविक तन्त्र द्वारा बनाये जा सकते हैं। ये जैवीय बहुलक कहलाते है। पॉलिसैकैराइड्स, प्रोटीन, न्यूक्लीक अम्ल जैविक बहुलक के सामान्य उदाहरण हैं। जैविक तन्त्र में, ये बहुलक विभिन्न एन्जाइमों की उपस्थिति में अपघटित या जल अपघटित हो जाते हैं। अर्थात् ये जैव निम्ननीकरण हो जाते हैं। जैव बहुलकों के लक्षणों से मिलते जुलते बहुलकों के निर्माण के प्रयास किये जा रहे है। ये संश्लेषित जैव बहुलक कहलाते हैं और जैविक रूप से अपघटित हो जाते है। ऐलीफैटिक पॉलिएस्टर जैव अपघटित बहुलकों के सामान्य उदाहरण है।

PHBV (पॉलि हाइड्राक्सी ब्यूटाब्यूटिरेट–को–β–हाइड्राक्सी वेलैरेट

यह 3–हाइड्राक्सी ब्यूटेनॉइक अम्ल व 3–हाइड्राक्सीपेन्टेनोइक अम्ल का सह–बहुलक हैं। जिसमें इनकी एकलक इकाइयों में एस्टर संयुग्मन मिलता है।



3–हाइड्राक्सीब्यूटेनोइक अम्ल 3–हाइड्राक्सीपेन्टेनोइक अम्ल

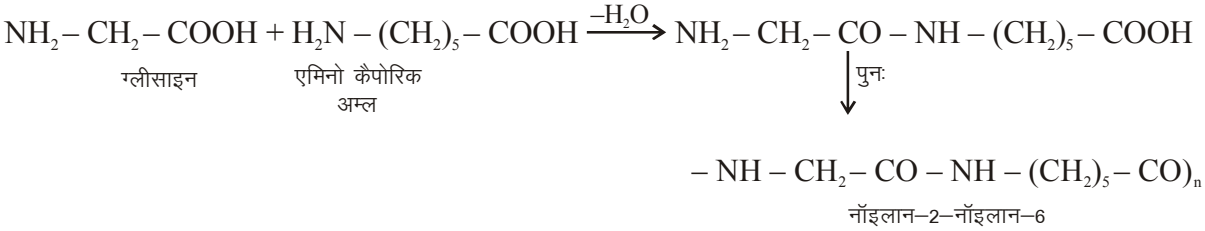


PHBV

जैव–बहुलक के गुणों को एकलक हाइड्रॉक्सी अम्लों के सापेक्ष अनुपातों को व्यवस्थित करके बदला जा सकता है। ये आर्थोपीडिक पैकिंग मटीरियल और कैप्सूलों में उपयोगी है। जब औषधि को PHBV के कैप्सूलों में डालते हैं तो यह मूलक के अपघटित होने पर ही मुक्त होता है। यह कुछ किण्वकों की सहायता से भी वायुमण्डल में अपघटित हो जाता है,

नॉइलान–2–नॉइलान–6

यह ग्लीसाइन एवं एमिनो कैपोरिक अम्ल का सह–बहुलक है।

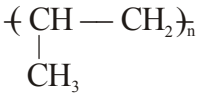
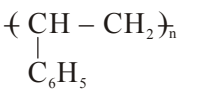
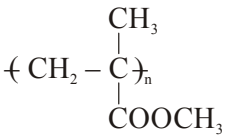
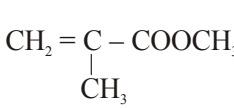
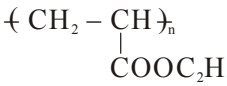
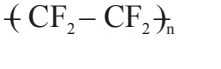
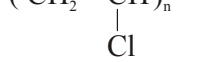


ग्लीसाइन एमिनो कैपोरिक अम्ल नॉइलान–2–नॉइलान–6

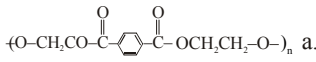
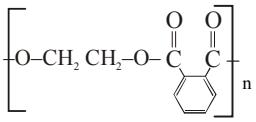
पॉलीग्लाइकोलिकपॉली लैक्टिक अम्ल (डैक्सट्रॉन)

यह ग्लाइकोलिक अम्ल और लैक्टिक अम्ल का सह–बहुलक है और इसे डैक्सट्रॉन के नाम से जाना जाता है। यह एक पॉलीएस्टर है जो शल्य क्रिया के बाद घावों की सिलाई के काम आता है। ये घुलनशील टाँके होते हैं जो सात दिन में घुल जाते है। बहुलक शरीर में जल अपघटन के कारण अपघटित हो जाता है और इसके छोटे अणु बन जाते हैं वे शरीर को बिना कोई हानि पहुँचाए बाहर आ जाते है।

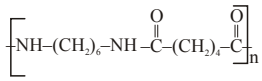
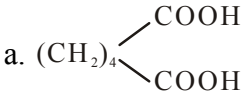
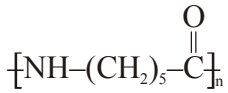
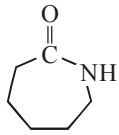
क्र.सं.	बहुलक का नाम	संरचना	एकलक	उपयोग
योगात्मक बहुलीकरण	पॉलिएल्कीन			
1.	पॉलिथीन	$+CH_2-CH_2+_n$	$CH_2=CH_2$	एल.डी.पी. 1. इलेक्ट्रिक तारों को वैद्युत अवरोधी करने में 2. पाईप, खिलौने, बोतल एच.डी.पी. बनाने में 1. रसायन स्टोर करने के पात्र 2. घरेलू सामान

2.	पॉलिप्रोपीन		$CH_3–CH=CH_2$	1. सीट कवर, कालीन रेशे, डोरियों का निर्माण 2. घरेलू सामान
3.	पॉलिस्टाइरीन		$C_6H_5CH=CH_2$	1. खिलौने, कंघे, कप (गर्म पेय पदार्थ) 2. टी. वी. केबिनेट 3. फ्रिज में बर्फ रखने का बॉक्स 4. टाईल्स
	पॉलिएक्राइलेट्स			
1.	पॉलिएक्रिलोनाइट्राइल		$CH_2=CH–CN$	1. संश्लेषित कालीन 2. कंबल, स्वेटर, नहाने वाले कपड़े
2.	पॉलिमेथिलमेथाएक्रिलेट			1. अटूटनीय लाइटें 2. वायुयान की खिड़कियाँ
3.	पॉलिएथिल एक्रिलेट		$CH_2=CH–COOC_2H_5$	1. वस्त्र 2. कालीन व कंबल
	पॉलिहैलोऑलिफिन्स			
1.	पॉलिटेट्राफ्लोरोएथिलीन (PTFE) या टेफ्लान (TEFLON)		$CF_2=CF_2$	1. सील (Seal) व गास्केट 2. विद्युत अवरोधी उपकरण 3. नानस्टिक बर्तन
2.	पॉलिवाइनिल क्लोराइड		$CH_2=CH–Cl$	1. पाइप 2. बरसाती कोट, टेबल – कवर, पर्दे के कपड़े

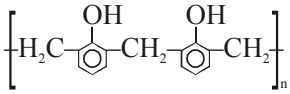
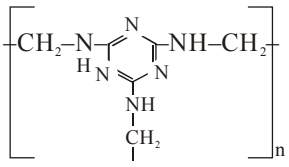
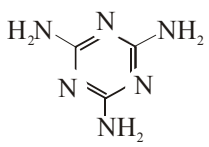
संघनन बहुलीकरण **पॉलिएस्टर**

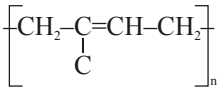
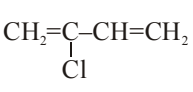
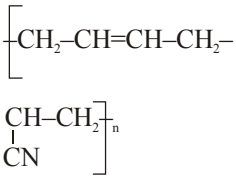
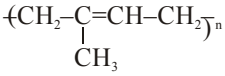
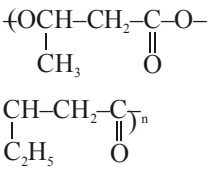
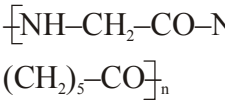
1.	टेरिलीन या डेक्रान		a. $HOOC–C_6H_4–COOH$ b. $HOCH_2CH_2OH$	1. टेरिकोट, टेरिवूल व टेरिसिल्क वस्त्र 2. चुम्बकीय रिकार्डिंग टेप, चालक बेल्ट, एप्रेन 3. टेन्ट
2.	ग्लिपटल		a. b. $HOCH_2CH_2OH$	1. पेन्ट व सुनहरी वार्निश 2. एस्बस्टोस व सीमेन्ट

पॉलिएमाइड

1.	नाइलॉन–66		a.  b. $H_2N–(CH_2)_4NH_2$	1. टुथ ब्रश 2. रस्से 3. ऊन के साथ मोजे व स्वेटर
2.	नाइलॉन–6			1. बुनाई वस्त्र 2. डोरियाँ 3. टायर की रस्सियाँ

फार्मेल्डिहाइड रेजिन

1.	फिनाल–फार्मेल्डिहाइड रेजिन (बेकेलाइट)		a. HCHO b. C_6H_5OH	1. नरम बैकेलाइट से सरेस, वार्निश व सुनहरी वार्निस 2. कठोर बैकेलाइट से कंघे, फाउन्टेन पैन, विद्युत उपकरण
2.	मैलेमाइन–फार्मेल्डिहाइड		a. HCHO; b.मैलेमीन 	क्राकरी (अन–ब्रेकेबल)

	संश्लेषित रबर			
1.	निओप्रीन		 क्लोरोप्रीन	1. पेट्रोल, तेल व अन्य विलायक निर्माण 2. कोयले के कारखाने में निओप्रीन बेल्ट निर्माण में क्योंकि ये आग नहीं पकडती 3. जूते की एड़ी
2.	ब्यूना–S (S.B.R.)		a. 1,3- ब्यूटाडाइईन b. स्टाइरीन	1. टायर 2. रबर–सॉल, बैल्ट
3.	ब्यूना-N		a. 1,3-ब्यूटाडाइईन b. एक्रिलोनाइट्राइल	1. चालक बैल्ट 2. छपाई वाले रोलर
	प्राकृतिक रबर			
1.	पॉलिआइसोप्रीन		आइसोप्रीन	बैटरी के खोल
	जैवनिम्नीकरण बहुलक			
1.	PHBV (पॉलिहाइड्रॉक्सी ब्यूटाब्यूटिरेट को -β- हाइड्रॉक्सी वेलैरेट		a. 3-हाइड्रॉक्सी ब्यूटेनोइक अम्ल b. 3-हाइड्रॉक्सी पेन्टेनोइक अम्ल	1. आर्थोपैडिक पैंकिग मेटेरियल 2. कैप्सूल
2.	नाइलान 2–नाइलान6		a. ग्लाइसीन b. एमीनोकैपोरिक अम्ल	
3.	पॉलिग्लाइकोलिक पॉलि अम्ल (डैक्सट्रॉन)		a. ग्लाइकोलिक अम्ल b. लैक्टिक अम्ल	1. शल्य क्रिया के बाद घावों की सिलाई (घुलनशील टांके)

प्र.1 ब्यूना–N– और ब्यूना –S के मध्य अन्तर समझाइये।

उत्तर ब्यूना–N– ब्यूना –S दोनों संश्लेषित रबर हैं तथा सहबहुलक प्रकृति की होती हैं। ये अपने घटकों में अलग होती है। ब्यूना–N के घटक हैं : ब्यूट–1, 3 डाईन व एक्राइलोनाइट्राइल ब्यूना–S के घटक हैं: ब्यूट–1, 3–डाईन व स्टाइरीन। ये Na की उपस्थिति में संघनित हो जाते है।

प्र.2 निम्न बहुलकों को उनके अन्तरा आण्विक बलों के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित कीजिए।

(i) नाइलॉन 6,6, बूना–S, पॉलिथीन (ii) नाइलॉन 6, निओप्रीन, पॉलिवाइनिल क्लोराइड।

उत्तर अन्तराआण्विक बलों के आधार पर बहुलक निम्न क्रम का पालन करते हैं।

इलास्टोमर < प्लास्टिक < रेशे

बहुलक को अन्तरा आण्विक बलों के बढ़ते क्रम में निम्न रूप में व्यवस्थित कर सकते हैं।

(i) ब्यूना–S (इलास्टोमर) < पॉलिथीन (प्लास्टिक) < नायलॉन 66 (रेशे)

(ii) निओप्रीन (इलास्टोमर) < पॉलिवाइनिल क्लोराइड (प्लास्टिक) < नायलॉन 6 (रेशे)

प्र.3 प्राकृतिक और संश्लेषित बहुलक क्या हैं? प्रत्येक के दो उदाहरण दीजिये।

उत्तर प्राकृतिक बहुलकों के उदाहरण : प्राकृतिक रबर, सेलुलोस, न्यूक्लिक अम्ल, प्रोटीन आदि।

संश्लेषित बहुलकों के उदाहरण : डेक्रान (या टेरीलीन), बेकेलाइट, PVC, नायलॉन 66, नायलॉन 6 आदि।

प्र.4 समबहुलक और सहबहुलक पदों में विभेद कर प्रत्येक का एक उदाहरण दीजिये।

उत्तर वह बहुलक जिसमें एकलक समान होते हैं समबहुलक कहलाते हैं। उदाहरण के लिए पॉलिस्टाइरीन केवल स्टाइरीन का बना होता है। वह बहुलक जिसमें एकलक अलग होते हैं, सहबहुलक (copolymer) कहलाते है। उदाहरण के लिए, नायलॉन–66 में एकलक ऐडीपिक अम्ल व हेक्सामेथिलीन डाइऐमीन होते हैं।

प्र.5 $(-NH-CHR-CO-)_n$ एक समबहुलक है या सहबहुलक?

उत्तर यह एक समबहुलक है। यह केवल एक प्रकार की एकलक इकाईयाँ रखता है अर्थात् NH_2-CHR . . . . . । ये α– ऐमीनो अम्ल हैं।

प्रश्नावली

1. हल्के पेय व शिशु द्वारा पी जाने वाली बोतल प्रायः बनी होती है–

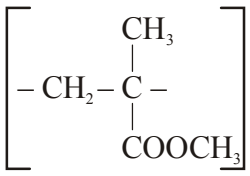
(अ) पॉलिएस्टर (ब) पॉलियूरीथेन (स) पॉलियूरिया (द) पॉलिऐमाइड

2. निम्न में कौन–सा सही मिलान नहीं हैं?

(अ) निओप्रीन : $\left[-CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{C}=CH-CH_2-\right]_n$

(ब) नाइलॉन–66 : $\left[-NH-(CH_2)_6-NH-CO-(CH_2)_4-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\right]_n$

(स) टेरिलीन : $\left[-OCH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-C_6H_4-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\right]_n$

(द) PMMA : 

3. निम्न में से किससे ऐस्टर बन्ध मिलता हैं?
(अ) नाइलॉन (ब) बैकालाइट (स) टेरिलीन (द) PVC

4. निम्न में से संघनन बहुलक है
(अ) टेफ्लान (ब) पॉलिस्टाइरीन (स) PVC (द) डेक्रान

5. नाइलॉन –66 है
(अ) पॉलिऐमाइड (ब) पॉलिएस्टर (स) पॉलिस्टाइरीन (द) पॉलिवाइनिल

6. टेफ्लान किसका बहुलक है?
(अ) टैट्राफ्लुओरोएथिलीन (ब) टैट्राआयाडोएथिलीन
(स) टैट्राब्रोमोएथिलीन (द) टैट्राक्लोरोएथिलीन

7. नाइलॉन धागे किसके बने होते हैं
(अ) पॉलिऐमाइड बहुलक (ब) पॉलिएथिलीन बहुलक
(स) पॉलिवाइनिल बहुलक (द) पॉलिएस्टर बहुलक

8. बैकेलाइट किसका बहुलक है?
(अ) HCHO व ऐसीटिक अम्ल (ब) HCHO व फ़ीनॉल
(स) C_2H_5OH व फ़ीनॉल (द) CH_3COOH व बेन्जीन

9. निम्न में से कौन जैव निम्ननीय बहुलक है?
(अ) सेलुलोस (ब) सहबहुलक (स) पॉलिवाइनिल (द) नाइलॉन–6

10. निम्न में कौन श्रृंखला वृद्धि बहुलक है?
(अ) मण्ड (ब) न्यूक्लीक अम्ल (स) पॉलिस्टाइरीन (द) प्रोटीन

उत्तरमाला

1. (ब) 2. (स) 3. (स) 4. (द) 5. (अ) 6. (अ)

7. (अ) 8. (ब) 9. (अ) 10. (स)