... एवं बहुलकीकरण :→

सहसंयोजी बंधो द्वारा जुड़कर एक बड़े अणु का निर्माण करते हैं तो जब अनेक छोटे-२ अणु आपस में मिलकर वह बड़ा अणु बहुलक तथा यह क्रिया बहुलकीकरण कहलाती है।

बहुलकीकरण क्रिया में भाग लेने वाले सरल अणु (छोटे अणु) को एकलक तथा बनने वाले अणु को बहुलक कहते हैं। एकलक तथा बहुलक दोनो का मूलानुपाती सूत्र समान होते हैं। बहुलक का अणुभार एवं अणुसूत्र एकलक अणु का एक सरल गुणज होता है।

बहुलक उच्च अणुभार वाले यौगिक होते हैं या एकलकों के बहुलक मे परिवर्तन की क्रिया (एकलक → बहुलक) को बहुलकीकरण कहते है।

Ex. पुनरावृत्ति इकाई की वृद्धि

मान लिया जाये कि A एक एकलक है।

$2A \longrightarrow A_2$ द्विलक , $3A \longrightarrow A_3$ त्रिलक

$$\boxed{nA \longrightarrow A_n \text{ बहुलक}}$$

Ex. एथीलीन के बहुलकीकरण से पोली एथिलीन का निर्माण

$$\underset{\text{(एकलक अणु)}}{\underset{\text{एथीलीन}}{n\,CH_2 = CH_2}} \xrightarrow[\text{दाब}]{O_2,\ \text{ताप}} \underset{\text{(बहुलक अणु)}}{\underset{\text{पोलीएथीलीन}}{[-CH_2 - CH_2-]_n}}$$

⇒ बहुलकों का वर्गीकरण :—

(A) उद्गम या स्त्रोत के आधार पर वर्गीकरण :→

इस आधार पर बहुलको को निम्न तीन वर्गो मे विभक्त किया जा सकता है-

(अ) प्राकृतिक बहुलक :→

प्रकृति मे पाये जाने वाले अर्थात् जीव-जन्तुओं एवं वनस्पतियों से प्राप्त बहुलक प्राकृतिक बहुलक कहलाते है।

Ex. स्टार्च, सेलुलोज, रबड़, प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्ल etc.

(ब) अर्द्धसंश्लेषित बहुलक :→

इन्हे प्राकृतिक बहुलक की रासायनिक क्रिया द्वारा प्राप्त किया जाता है।

Ex. सेलुलोस को सान्द्र H_2SO_4 की उपस्थिति में एसीटिक एन-हाइड्राइड से एसिटिलीकरण कराने पर सेलुलोज डाई एसिटेट बनता है। [वल्कनीकृत रबड़]

(स) कृत्रिम बहुलक :→

मानव द्वारा प्रयोगशाला या फैक्ट्री मे (Factory) बनाये गये बहुलक संश्लेषित बहुलक कहलाते है।

Ex. नाइलोन - 66, BUNA - S, बेकेलाइट, टेफ्लॉन।

2. संरचना पर आधारित वर्गीकरण :→

इसमें एकलक इकाइयो के संयुक्त होने पर के प्रकार पर निर्भर करता है।

(a) रेखीय बहुलक (linear Polymer) :→

इसमें एकलक इकाइयाँ एक सीधी श्रृंखला में परस्पर जुड़े रहते है।

इस प्रकार के बहुलक में उच्च गलनांक, उच्च घनत्व तथा उच्च तनन सामर्थ्य होती है।

Ex. पॉलीथीन $[-CH_2-CH_2-]_n$

⇒ टैफ्लॉन $[-CF_2-CF_2-]_n$

⇒ PVC

⇒ पॉलीएस्टर etc.

fig. रेखीय बहुलक

(b) शाखित श्रृंखला बहुलक :-

जब बहुलक की प्रमुख श्रृंखला के इधर-उधर शाखाएँ निकलती रहती है तो वे अरेखीय या शाखित बहुलक कहलाते है। इन बहुलको का निम्न गलनांक, निम्न घनत्व तथा निम्न तनन सामर्थ्य होती है।

Ex. स्टार्च, एमाइलो पेक्टिन, ग्लाइकोजन etc.

fig :- शाखित बहुलक

(c) तिर्यक या जालयुक्त बहुलक :-> 2K6

जब बहुलक अणुओं में कई रेखीय शृंखलाएं परस्पर क्रॉस बंधों द्वारा जाल सा बना लेती ऐसे बहुलक को क्रॉस बन्धित या जालयुक्त या तिर्यक बहुलक कहते हैं। ये बहुलक कठोर, मजबूत तथा भंगुर होते हैं।

Ex. बेकेलाइट, यूरिया, फार्मएल्डिहाइड बहुलक।

तिर्यक बहुलक

(3) संघटक इकाइयों के आधार पर वर्गीकरण :->

2K5(अ) समबहुलक :->

जब किसी यौगिक के एक ही प्रकार के अणु या एकलक इकाई आपस में जुड़कर बहुलक बनाते हैं। यह क्रिया समबहुलकीकरण कहलाती है।

Ex. - एथीलीन से पॉलिथीन बनना।
- वाइनिल क्लो. से पोली वाइनिल क्लो. (PVC) बनना।
- टेट्रा फ्लोरो एथिलीन से PTFE बनना etc.

2K5 (ब) विषम बहुलक :-> या सह-बहुलक (Copolymer) :-

जब दो भिन्न-2 यौगिकों के अणु आपस में जुड़कर बहुलक बनाते हैं। यह क्रिया सहबहुलकीकरण कहलाती है।

Ex. फीनोल + फार्म एल्डि. से बेकेलाइट का बनना
- हैक्सा मेथिलीन डाई एमीन + एडीपिक अम्ल -> नाइलोन-66

(५) संश्लेषण पर आधारित वर्गीकरण :->

दो श्रेणियों में विभक्त है.

(अ) योगात्मक एवं संकलन बहुलक :->

जब कई असंतृप्त एकलक अणु आपस में जुड़कर एक बड़ा अणु बनाते है तथा कोई अन्य छोटा उत्पाद नहीं बनता है। यह बड़ा अणु योगात्मक बहुलक तथा यह क्रिया योगात्मक बहुलकीकरण कहलाती है।

Ex. एथीलीन से पॉलीएथीलीन बनना –

$$^{n}CH_2 = CH_2 + {}^{n}CH_2 = CH_2 + {}^{n}CH_2 = CH_2$$

$$\downarrow$$

$$(-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-)_n$$

पॉलीथीन

$$\Rightarrow \quad {}^{n}CH_2 = \underset{Cl}{CH} + {}^{n}CH_2 = \underset{Cl}{CH} + {}^{n}CH_2 = \underset{Cl}{CH} + {}^{n}CH_2 = \underset{Cl}{CH}$$

$$\downarrow$$

$$\left[-CH_2-\underset{Cl}{CH}-CH_2-\underset{Cl}{CH}-CH_2-\underset{Cl}{CH}-CH_2-\underset{Cl}{CH}-\right]_n$$

पोलीवाइनिल क्लोराइड (PVC)

(ब) संघनन बहुलक (Condensation Polymer) :->

जब समान या भिन्न-२ एकलक अणु आपस में जुड़कर एक बड़े अणु का निर्माण करते है परन्तु साथ ही कुछ छोटे अणुओं Ex. H_2O, CH_3OH, NH_3 etc. का निष्कासन भी होता है तो यह बनने वाला बड़ा अणु संघनन बहुलक एवं यह क्रिया संघनन बहुलकीकरण कहलाती है।

Ex. हेक्सा मेथिलीन डाई एमीन एवं एडीपिक अम्ल के अणु आपस में क्रिया कर नाइलोन – 66 बनाते है।

0

नाइलोन - 66

Note :-> 6, 6 कार्बन की एकलक इकाइयाँ जुड़ने पर इसका नाम नाइलोन - 66 है।

1997
(5) आण्विक बलों के आधार पर :-> चार भागो में बाटा गया है-

(अ) प्रत्यास्थ बहुलक [Elastomers] :-> इस प्रकार के बहुलको में अणुओं के मध्य दुर्बल आकर्षण बल पाया जाता है। इन्हे खींचने पर एक सीमा तक लम्बे हो जाते है एवं छोड़ने पर पुन: वास्तविक स्थिति में आ जाते हैं तथा तिर्यक बन्धों की संख्या बढ़ाकर इनमे प्रत्यास्थता का गुण बढ़ाया जा सकता है।
Ex. वल्कनीकृत रबड़, BUNA - S, नियोप्रीन etc.

(ब) कृत्रिम रेशे [Fibres] :-> इनकी बहुलक शृंखलाऐ H - बंध जैसे प्रबल अन्तराअणुक बलो द्वारा आपस में बन्धित होती हैं इसलिये कृत्रिम रेशो में उच्च तनन सामर्थ्य होती है। ये सामान्यत: क्रिस्टलीय तथा तीक्ष्ण गलनांक प्रदर्शित करने वाले बहुलक है। इस प्रकार के बहुलको को रेशो के रूप मे प्राप्त कर सकते हैं जिससे ये कपड़ा उद्योग में काम में आते हैं।
Ex. नाइलोन - 66

1998, 2K2
(स) ताप सुनम्य बहुलक [Thermoplastics] :-> इसमे प्रत्यास्थ बहुलक एवं रेशेदार बहुलक दोनो के बीच का अन्तराणुक बल पाया जाता है।

इनके बीच में तिर्यक बन्धों की संख्या की कमी की वजह से इन्हें (5)
गरम करके मुलायम कर सकते हैं एवं मनचाही या स्वेच्छा से
कुछ भी आकृति बना सकते हैं।
Ex. P.V.C , पॉलीथीन , खिलौने etc.

(ख) तापदृढ बहुलक [Thermosetting Polymers] :→
1998, 2K2
इनकी बहुलक शृंखलाओं के मध्य काफी अधिक तिर्यक बंध होते हैं। इनकी संरचना एक त्रिविमीय जाल के समान होती है। इन्हे सामान्यतः निम्न अणुभार वाले अर्धतरल बहुलकों को गर्म करके बनाया जाता है। गर्म अवस्था में सांचों मे भरने पर ये सांचे की आकृति ग्रहण कर लेते हैं, पर गर्म किया जाए तो भी नहीं पिघलते हैं।
Ex. बैकेलाइट

2K5 बहुलकीकरण की सामान्य विधियाँ :→
(अ) योगात्मक बहुलकीकरण
(ब) संघनन बहुलकीकरण

(अ) योगात्मक बहुलकीकरण का क्रियाविधि :→
योगात्मक बहुलकीकरण को शृंखला वृद्धि बहुलक कहते हैं। क्योंकि इसमे एकलक इकाई उत्तरोत्तर क्रम मे बढ़ती जाती है।
(1) मुक्त मूलक (2) आयनिक
दोनों प्रकार की क्रियाविधि तीन चरण (1) शृंखला प्रारम्भिक (2) शृंखला संचरण (3) शृंखला समापन पद मे सम्पन्न होती है।

(1) मुक्त मूलक योगात्मक बहुलकीकरण :→
इस क्रियाविधि को पराक्साइड की उपस्थिति मे एथीन के बहुलकीकरण के द्वारा बता सकते हैं। निम्न पदों द्वारा :-
(1) शृंखला प्रारंभन पद :→
प्रारंभिक पदार्थ (पराक्साइड) का अपघटन होकर मुक्त मूलक का निर्माण करते हैं जो प्रारंभन पद में काम आते हैं.

(b) शृंखला संचरण पद :→

अब यह मुक्त मूलक एथीन अणु से जुड़कर बड़ा अणु बनाता है तथा इस पर मुक्त मूलक पाये जाने कि वजह से ये फिर एथीन एकलक इकाई से जुड़कर बड़ा अणु बनाता है। इस प्रकार एथीन अणु जुड़ते जाते हैं एवं अन्त में मुक्त मूलक का निर्माण हो जाता है। यह पद संचरण या शृंखला वृद्धि पद कहलाता है।

$$R^{\cdot} + CH_2=CH_2 \longrightarrow R-CH_2-CH_2^{\cdot} + CH_2=CH_2$$

$$\downarrow$$

$$R-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2 \xleftarrow{CH_2=CH_2} R-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2^{\cdot}$$

$$\xrightarrow{n(CH_2=CH_2)} R-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-(CH_2-CH_2)_n-CH_2-CH_2^{\cdot}$$

(c) शृंखला समापन पद :→

शृंखला का समापन करने के लिए दो अणु मुक्त मूलक को आपस में जोड़ दिया जाता है जिससे अभिक्रिया रुक जाती है।

$$R-CH_2-CH_2(CH_2-CH_2)_nCH_2-\dot{C}H_2 + \dot{C}H_2-CH_2-(CH_2-CH_2)_nCH_2-CH_2-R$$

$$\downarrow$$

$$R-CH_2-CH_2-(CH_2-CH_2)_n-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-(CH_2-CH_2)_n-CH_2-CH_2-R$$

(2) आयनिक योगात्मक बहुलकीकरण :->

आयन दो प्रकार के होते है -

(a) धनायनिक (b) ऋणायनी

(a) धनायनिक बहुलकीकरण :->

इसे अम्ल उत्प्रेरित बहुलकीकरण भी कहते हैं इसमें प्रारम्भिक पद धनायन या प्रोटोन होता है।

(1) श्रृंखला प्रारम्भिक पद :->

इलेक्ट्रॉन स्नेही वाइनिल एकलक पर आक्रमण करके एक कार्बधनायन बनाता है जो प्रारम्भिक पद के रूप में काम आता है।

$$H^{\oplus} + CH_2=\underset{\underset{\text{(e}^-\text{ दाता)}}{G}}{\underset{\uparrow}{CH}} \longrightarrow H-CH_2-\underset{G}{\underset{|}{CH^{\oplus}}}$$

(2) श्रृंखला संचरण पद :->

इस धनायन पर वाइनिल समूह की एकलक इकाई जुड़ती जाती है एवं अन्त में कार्बधनायन का निर्माण होता रहता है एवं श्रृंखला बढ़ती जाती है।

$$CH_3-\underset{G}{\underset{|}{\overset{\oplus}{CH}}} + CH_2=\underset{G}{\underset{|}{CH}} \longrightarrow CH_3-\underset{G}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{G}{\underset{|}{\overset{\oplus}{CH}}}$$

$$\Big\downarrow \; CH_2-\underset{G}{\underset{|}{CH}}$$

$$\xleftarrow{n\;CH_2=\underset{G}{CH}} CH_3-\underset{G}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{G}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{G}{\underset{|}{\overset{\oplus}{CH}}}$$

$$CH_3-\underset{G}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{G}{\underset{|}{CH}}-\left[CH_2-\underset{G}{\underset{|}{CH}}\right]_n-CH_2-\underset{G}{\underset{|}{\overset{\oplus}{CH}}}$$

श्रृंखला विस्तारात्मक पद

(c) शृंखला समापन पद :→

इस संचरण पद को नाभिकस्नेही या ऋणायन द्वारा समापन कराया जा सकता है।

$$CH_3-\underset{G}{CH}-CH_2-\underset{G}{CH}-\left[CH_2-\underset{G}{CH}\right]_n-CH-\overset{\oplus}{\underset{G}{CH}} + X^{\ominus} \text{ (ऋणायन)}$$

$$\downarrow$$

$$CH_3-\underset{G}{CH}-CH_2-\underset{G}{CH}-\left[CH_2-\underset{G}{CH}\right]_n-CH_2-\underset{G}{CH}-X$$

(b) ऋणायनिक बहुलकीकरण :→

इसे क्षार उत्प्रेरित बहुलकीकरण भी कहते है।

(1) शृंखला प्रारम्भन पद :→

यह क्षार नाभिकस्नेही की भांति व्यवहार करते हैं। वाइनिल समूह पर ऋणायन के आक्रमण करने पर कार्बऋणायन बनता है।

$$B^{\ominus} + CH_2=\underset{X}{CH} \longrightarrow B-CH_2-\overset{\ominus}{\underset{X}{CH}}$$

[X = इले. आकर्षी समूह]

(2) शृंखला संचरण या विस्तारात्मक पद :-

इस प्रकार अनेक वाइनिल समूह जुड़ते जाते हैं एवं कार्ब ऋणायन शृंखला बनती है।

$$B-CH_2-\overset{\ominus}{\underset{X}{CH}} + CH_2=\underset{X}{CH} \longrightarrow B-CH_2-\underset{X}{CH}-CH_2-\overset{\ominus}{\underset{X}{CH}}$$

$$\Big\downarrow \; CH_2=\underset{X}{CH}$$

$$B-CH_2-\underset{X}{CH}-CH_2-\underset{X}{CH}-CH_2-\overset{\ominus}{\underset{X}{CH}}$$

(3) **शृंखला समापन पद** :->

यह कार्बऋणायन, प्रोटोन से संयोग कर क्रिया का समापन करता है। (या रोकता है।)

$$B-[CH_2-\underset{X}{\underset{|}{CH}}]_n-CH_2-\underset{X}{\underset{|}{\overset{\ominus}{C}H}}+H^+\longrightarrow B-[CH_2-\underset{X}{\underset{|}{CH}}]_n-CH_2-\underset{X}{\underset{|}{CH}}-H$$

कुछ महत्वपूर्ण बहुलक :->

2K5, 2K3

(1) **नाइलोन - 66** :->

जब हैक्सा मेथिलीन डाई एमीन एवं एडिपिक अम्ल की एकलक इकाई आपस में मिलकर, H_2O अणु का निष्कासन कर एक बड़े अणु का निर्माण करते हैं जिसे नाइलोन-66 कहते हैं। इसमें एकलक इकाई 6-6 कार्बन की होने की वजह से इसे नाइलोन - 66 कहते हैं।

ये एकलक आपस में H_2O अणु निकालकर एमाइड समूह का निर्माण करते हैं अत: नाइलोन-66 पोलीएमाइड समूह का बहुलक है।

एक एकलक इकाई अलग 2 होने की वजह से यह विषम बहुलकीकरण एवं छोटे अणु के निष्कासन से संघनन बहुलकीकरण अभि० भी कहलाती है।

$$H-HN-(CH_2)_6-NH-H + HO-OC-(CH_2)_4-COOH$$

हैक्सा मेथिलीन डाई एमीन   एडिपिक अम्ल

$$\downarrow -H_2$$

$$H_2N-(CH_2)_6-NH-\underset{O}{\underset{||}{C}}-(CH_2)_4-COOH$$

$$\downarrow H_2N-(CH_2)_6-NH_2$$

$$H_2N-(CH_2)_6-NH-\underset{O}{\underset{||}{C}}-(CH_2)_4-\underset{O}{\underset{||}{C}}-NH-(CH_2)_6-NH_2-$$

$$\downarrow HOOC-(CH_2)_4-COOH$$

$$H_2N-(CH_2)_6-NH-\underset{O}{\underset{||}{C}}-(CH_2)_4-\underset{O}{\underset{||}{C}}-NH-(CH_2)_6-NH-\underset{O}{\underset{||}{C}}-(CH_2)_6-COOH$$

$$\downarrow$$

$$[HN-(CH_2)_6-NH-\underset{O}{\underset{||}{C}}-(CH_2)_4-\underset{O}{\underset{||}{C}}-NH-(CH_2)_6-NH-\underset{O}{\underset{||}{C}}-(CH_2)_6-CO-]_n$$

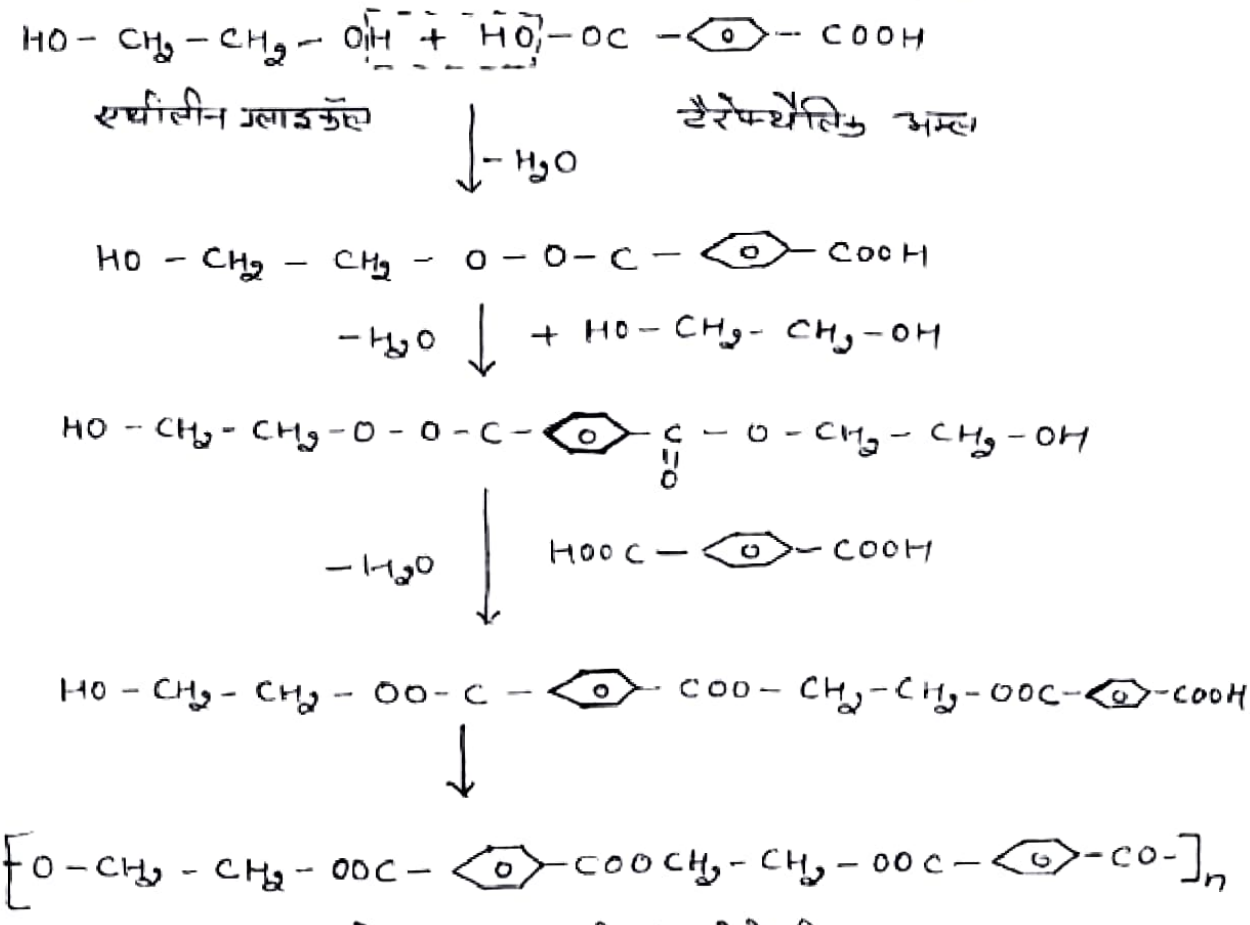
नाइलोन - 66 (पोलीएमाइड)

2K3, 2K2

(2) टैरीलीन या डेक्रान या पॉलीस्टर .→

जब टैरेफ्थैलिक अम्ल एवं एथिलीन ग्लाइकॉल एकलक इकाई आपस में मिलकर एक बड़े अणु का निर्माण करते है जो संघनन बहुलकीकरण का उदा. है। क्योंकि उसमे H_2O अणु का निष्कासन होता है।

जल का अणु निकलने पर दो एकलक इकाइयों के मध्य मे एस्टर समूह बनता है अतः यह पॉलीस्टर के नाम से भी जाना जाता है। तथा यह पद वृद्धि बहुलक का उदा. है।



डेक्रान या डेक्री टेरेलीन

⟹ उपयोग →

वस्त्र उद्योग में, सुरक्षा बेल्ट, रस्सी बनाने तथा नावों की पाल आदि बनाने मे भी इनका उपयोग किया जाता है।

(3) PVC (पॉली वाइनिल क्लोराइड) बनना →

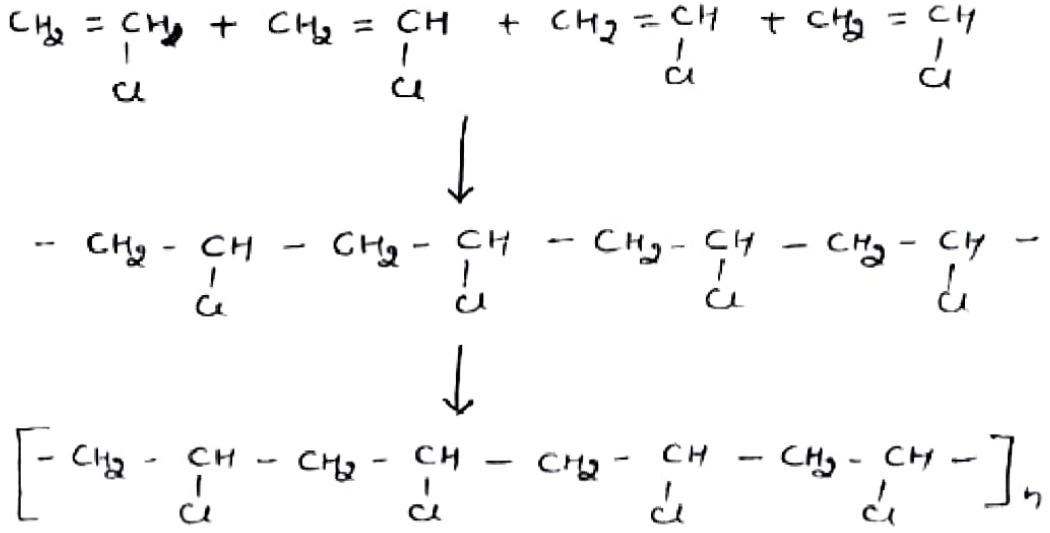
उत्त- जब वाइनिल क्लोराइड एकलक अणु आपस मे जुड़ते जाते हैं एवं अन्य छोटा उत्पाद नही बनाते तथा एक बड़े अणु का निर्माण योगात्मक अभि० द्वारा करते है। यह बड़ा अणु PVC कहलाता है। मुक्त मूलक योगात्मक अभि० होती है

$$CH_2=\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} + CH_2=\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} + CH_2=\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} + CH_2=\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}$$

$$\downarrow$$

$$n \quad -CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-$$

$$\downarrow$$



$$\left[-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-\right]_n$$

PVC (पॉली वाइनिल क्लो०)

उपयोग →

(i) पाइप, छड़, चद्दरे बनाने मे।

(ii) प्लास्टिसाइजर के रूप में एस्टर मिलाने पर यह मुलायम हो जाता है। तथा इसका उपयोग वाइनिल चमड़े के रूप मे किया जाता है। इससे बरसाती कोट, हैण्डबेग, परदे के कपड़े, फर्श की पॉलिश आदि पर पॉलिश के रूप में।

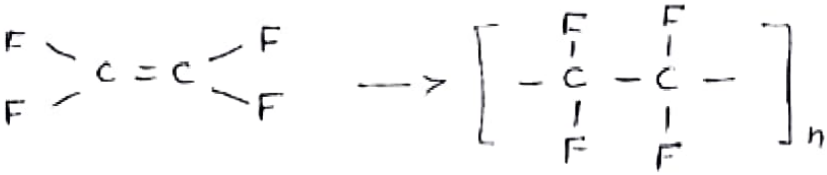
2017, 2015, 2013

(4) PTFE (पॉली टेट्रा फ्लोरो एथिलीन या टेफ्लॉन) -

टेट्रा फ्लोरो एथीलीन एकलक अणु के आपस मे योगात्मक अभि० द्वारा जुड़कर समबहुलक टेफ्लॉन बनाते हैं।

$$n \; \begin{matrix} F \\ F \end{matrix}\!\!>C=C<\!\!\begin{matrix} F \\ F \end{matrix} \longrightarrow \left[-\underset{\displaystyle F}{\underset{|}{\overset{\displaystyle F}{\overset{|}{C}}}}-\underset{\displaystyle F}{\underset{|}{\overset{\displaystyle F}{\overset{|}{C}}}}-\right]_n$$

टेफ्लॉन



विद्युत रोधी तथा खम्भा बनाने के उपकरण में ।

(5) पोलीएक्रिलो नाइट्राइल (PAN) :-

जब एक्रिलो नाइट्राइल ($CH_2 = CH - CN$) एकलक इकाईयां योगात्मक रूप से आपस में जुड़कर बड़े अणु का निर्माण करते हैं जिसे PAN कहते हैं।

$$n\ CH_2 = \underset{|\atop CN}{CH} \longrightarrow \left[CH_2 - \underset{|\atop CN}{CH} - \right]_n$$

PAN

(6) नाइलॉन 6, 10 :->

जब हैक्सा मेथिलीन डाई एमीन एवं सैबिसिक अम्ल (Sebacic acid) से संघनन द्वारा नाइलॉन 6, 10 बनता है इसमें एकलक इकाई 6 एवं 10 कार्बन की होती है।

$$n\ H_2N(CH_2)_6 - NH_2 + n\ HOOC - (CH_2)_8 - COOH$$

Sebacic acid

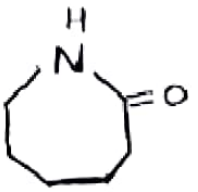
$$\downarrow -H_2O$$

$$\left[-HN - (CH_2)_6 - NH - \underset{\|\atop O}{C} - (CH_2)_8 - CO - \right]_n$$

नाइलॉन 6, 10

(7) नाइलॉन 6 या [Perlon] :->

यह केप्रोलेक्टम (Caprolactam) एकलक इकाई की पुनरावर्ती द्वारा बड़ा अणु नाइलॉन - 6 बनता है।



$$\xrightarrow[533-543K]{H_2O} \left[H_3\overset{+}{N} - (CH_2)_5 - COO^- \right]$$

ε - amino Caproic acid

$$\downarrow \Delta,\ H_2O$$

$$\left[-NH - (CH_2)_5 - \overset{O\atop \|}{C} - \right]_n$$

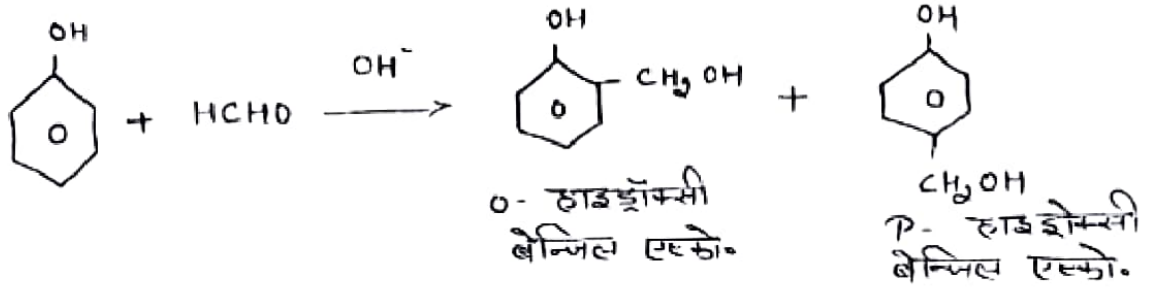
नाइलॉन -6

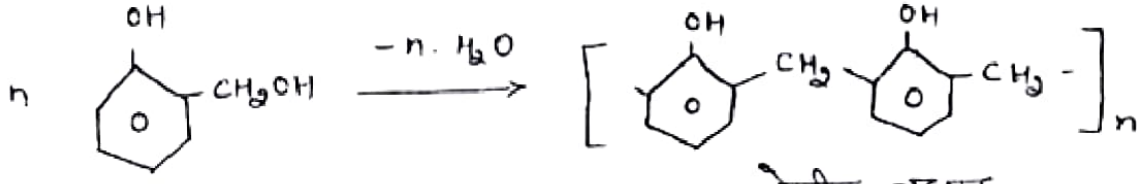
(4) <u>बेकेलाइट</u> :→

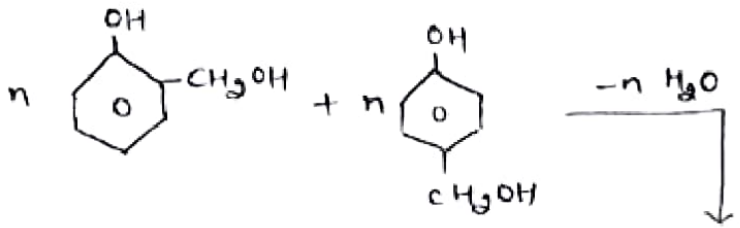
जब फिनॉल एवं फार्मएल्डि० की अभि० से बेकेलाइट बनता है जो कि एक <u>थर्मोसैटिंग</u> (तापदृढ बहुलक) है। लेकिन तनु अम्ल की उप० में संघनन कराने पर थर्मोप्लास्टिक पदार्थ बनते हैं जो रेखीय बहुलक है जिसे <u>नोवोलक</u> कहते हैं।

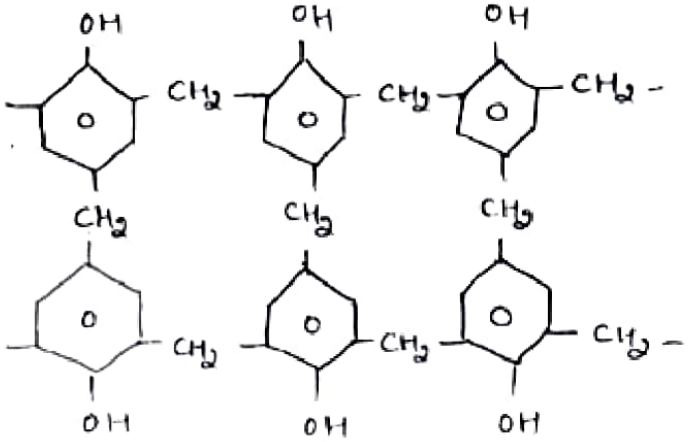
जब क्षार की उपस्थिति में अभि० कराने पर संघनन के फलस्वरूप तापदृढ बहुलक बनता है जिसे रिसॉल कहते हैं। गर्म करने पर तिर्यक बंध बढ़ जाते हैं जिससे <u>बेकेलाइट</u> बनता है

<u>बेकेलाइट</u>









<u>उपयोग</u> :—

विद्युतरोधी उपकरण में

Ex स्विच

(9) संश्लेषित रबड़ :->

(a) BUNA - S या SBR (स्टायरीन ब्यूटाडाईईन रबड़) :->

जब स्टायरीन एवं 1,3 - ब्यूटा - डाईईन एकलक इकाई के सहबहुलकीकरण द्वारा प्राप्त होता है।

$$n\ CH_2 = CH - CH = CH_2 + n\ CH_2 = \underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH} \longrightarrow$$

$$\left[-CH_2 - CH = CH - CH_2 - CH_2 - \underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH} - \right]_n$$

BUNA - S

उपयोग -> वाहनों के टायर, जूते बनाने में।

(b) BUNA - N (नाइट्राइल रबड़) :->

जब 1,3 - ब्यूटाडाईईन एवं प्रोपीनो नाइट्राइल एकलक इकाई के सहबहुलकीकरण से प्राप्त होता है।

$$n\ CH_2 = CH - CH = CH_2 + n\ \underset{\underset{CN}{|}}{CH} = CH_2 \longrightarrow$$

$$\left[-CH_2 - CH = CH - CH_2 - \underset{\underset{CN}{|}}{CH} - CH_2 - \right]_n$$

उपयोग -> ऑयल सील, गैस्केट, संग्रहण टैंक अस्तर बनाने में।

(c) ABS रबड़ :->

यह 1,3 - ब्यूटाडाईईन (20%.) प्रोपीनो - नाइट्राइल (30%.) तथा स्टाइरीन (50%.) के सहबहुलकीकरण से प्राप्त होता है।

उपयोग -> मोटरकार का ढाँचा बनाने में।

(d) निओप्रीन रबड़ :->

जब 2 - क्लोरो, 1,3-ब्यूटाडाईईन (क्लोरोप्रीन) के योगात्मक सहबहुलकीकरण द्वारा प्राप्त होता है)

$$n\ CH_2 = CH - \underset{Cl}{C} = CH_2 \longrightarrow \left[- CH_2 - CH = \underset{Cl}{C} - CH_2 - \right]_n$$

नियोप्रीन रबड़

उपयोग :-> प्रतिरोधक के रूप में, हॉजेज, गेस्केट, प्रिन्टिंग रोलर आदि बनाने में।

⇒ जैव बहुलक एवं जैवनिम्नीकृत बहुलक :->
(Biopolymer & Biodegradable polymer)

प्राकृतिक बहुलक को ही जैव बहुलक कहते हैं जैसे - प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्ल, लिपिड, पॉलीसेकेराइड etc.

जैवनिम्नीकृत बहुलक :->

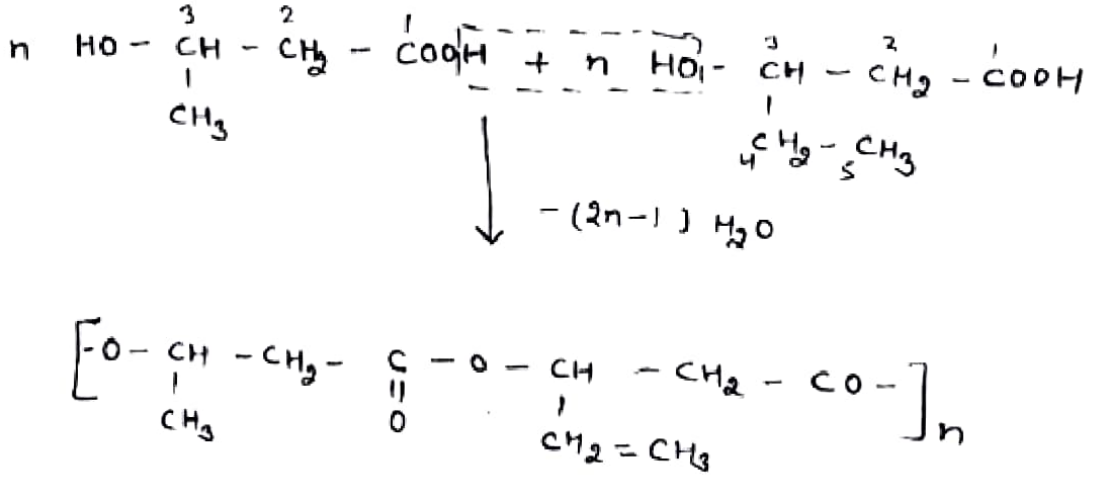
यदि जीवाणु द्वारा बहुलक को छोटे अणुओं में ~~बदला जैवनिम्नीकृत बहुलक~~ बदला जाता है तो ये बहुलक जैवनिम्नीकृत बहुलक कहलाते हैं।

जैसे - जैविक तंत्र में प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्ल आदि का एन्जाइम के द्वारा निम्नीकरण, यह निम्नीकृत बहुलक है।

कुछ संश्लेषित बहुलकों का निम्नीकरण नहीं होता है। जिससे प्रदूषण की समस्या बन जाती है।
इसे कम करने के लिए ऐसे संश्लेषित बहुलक बनाये, जिनका निम्नीकरण हो सके।

Ex. (i) PHBV (पॉली - β - हाइड्रॉक्सी ब्यूटाइरेट - को - β - हाइड्रॉक्सी वैलेरेट) —>

यह 3 - हाइड्रॉक्सी ब्यूटेनोइक अम्ल एवं 3 - हाइड्रॉक्सी पेन्टेनोइक अम्ल के सहबहुलकीकरण से बनते हैं।
एस्टर समूह उपस्थित होता है।



$$n\ HO-\overset{3}{C}H(CH_3)-\overset{2}{C}H_2-\overset{1}{C}OOH + n\ HO-\overset{3}{C}H({}_4CH_2-{}_5CH_3)-\overset{2}{C}H_2-\overset{1}{C}OOH \xrightarrow{-(2n-1)H_2O}$$

$$\left[-O-CH(CH_3)-CH_2-\underset{\|}{\overset{}{C}}(=O)-O-CH(CH_2=CH_3)-CH_2-CO-\right]_n$$

PHBV

उपयोग :- विशेष पैकेजिंग, अस्थि रोग के उपकरणों तथा नियमित ड्रग रिलीज में किया जाता है।

(2) पॉली (ग्लाइकोलिक अम्ल) तथा पॉली (लैक्टिक अम्ल) :->

ये जैव निम्नीकृत बहुलक जैसे सियन के मुख्य घटक है। इनका उपयोग शल्य चिकित्सा में टांका लगाने (stiches) में किया जाता है।

(3) नाइलॉन - 2 - नाइलॉन - 6 :->

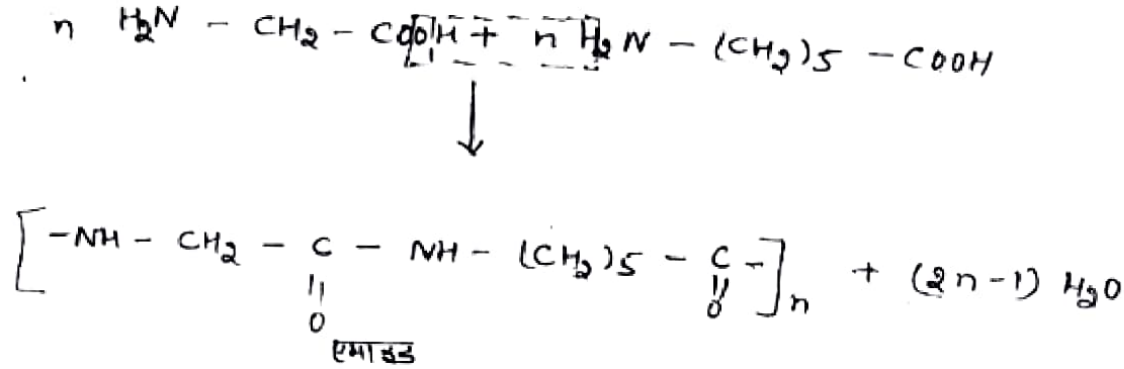
जब ग्लाइसीन एवं ऐमीनो क्रेप्रोइक अम्ल का एक एकान्तरित पॉलीएमाइड सहबहुलक है तथा जैवनिम्नीकृत है।

$$n\ H_2N-CH_2-COOH + n\ H_2N-(CH_2)_5-COOH$$

$$\downarrow$$

$$\left[-NH-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-(CH_2)_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\right]_n + (2n-1)H_2O$$

एमाइड



→ पद वृद्धि बहुलक है।

⇒ प्राकृतिक रबड़ :->

रबड़ का पेड़ – हेविआ ब्रेसिलियेन्सिस के क्षीर से प्राप्त होता है।

रबड़ प्राप्त करने की विधि :->

पहले रबड़ के पेड़ो पर चीरा लगाया जाता है तो दूध जैसा पदार्थ क्षीर (Latex) प्राप्त होता है। इसे एकत्रित कर लिया जाता है।

तथा इस क्षीर को पहले पानी मिलाकर तनु कर लिया जाता है इसमें रबड़ की 10 – 20 % मात्रा रह जाये। फिर एक प्रतिशत एसिटिक अम्ल मिलाकर दिया जाता है जिससे रबड़ के कोलॉइडी कण स्कन्दित होकर अवक्षेपित हो जाते हैं, इसे छान कर प्राप्त कर लेते हैं। इस प्रकार से प्राप्त रबड़ को क्रेप रबड़ कहते हैं। इसकी प्रत्यास्थता कम एवं यह चिपचिपा होता है।

यह तनु नाइट्रिक अम्ल में अविलेय लेकिन CS_2, तारपीन का तेल, ईथर, बेंजीन, पेट्रोल आदि में विलेयशील होता है।

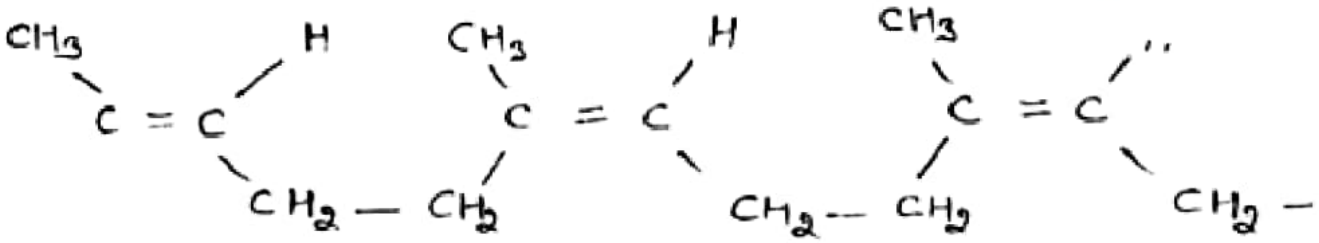
उपयोग :-> जूते, बरसाती कोट, गोल्फ की गेंद बनाने में।

संघटन एवं संरचना :->

प्राकृतिक रबड़ का संघटन $(C_5H_8)_n$ होता है। जब आइसोप्रीन एकलक इकाई आपस में जुड़कर एक बड़े अणु पोली आइसोप्रीन बनाते हैं। यह लचीलापन एवं अपनी आकृति को बनाये रखने के लिए प्रत्यास्थता कम होती है। क्योंकि इसकी बहुलक श्रृंखला में तिर्यक बन्धों की संख्या का अभाव होता है।

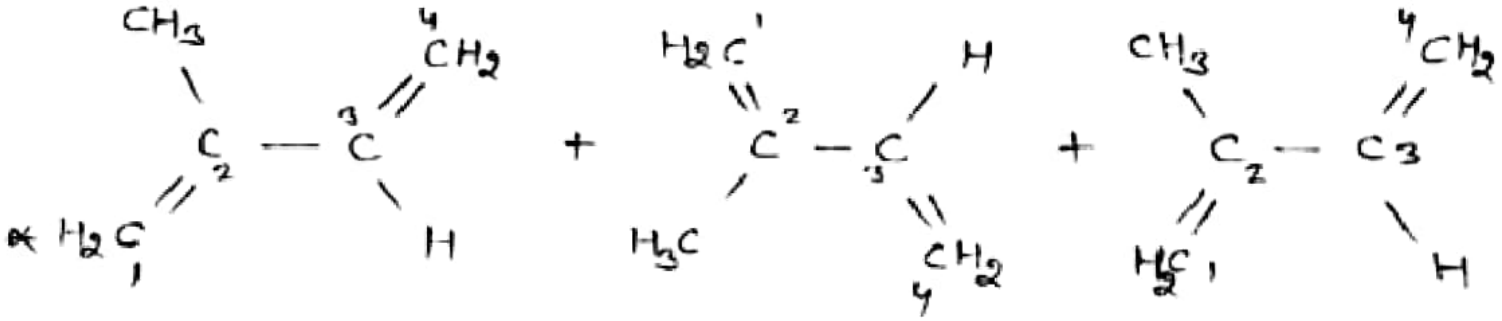
प्राकृतिक रबड़ का रासायनिक नाम = पोली आइसोप्रीन

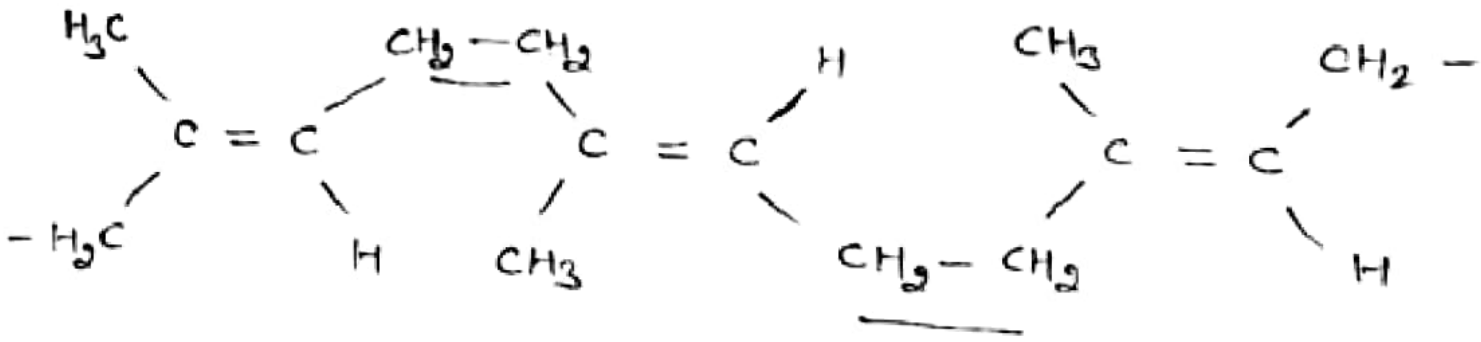
पोली आइसोप्रीन का cis (समपक्ष) रूप प्राकृतिक रबर कहलाता है। ट्रांस (trans) या विपक्ष रूप 'गुटा परचा' कहलाता है। प्राकृतिक रबड़ के लेटेक्स में 30 - 60 % रबर होता है।



समपक्ष - पॉली आइसोप्रीन (प्राकृतिक रबड़)

<u>गुटा परचा रूप</u> ⇒ २K7





विपक्ष - पॉली आइसोप्रीन (गुटा परचा)

⇒ रबड़ का वल्कनीकरण :->

वल्कनीकरण विधि का आविष्कार "गुडईयर" नामक वैज्ञानिक ने 1839 में किया।

प्राकृतिक तथा संश्लिष्ट रबड़ में बहुलक शृंखलाएँ कुण्डलित रहती हैं। अतः ऐसे रबड़ में प्रत्यास्थ गुण कम होते हैं। क्योंकि तिर्यक बन्धों का अभाव होता है। परन्तु जब रबड़ को सल्फर (S) के साथ गर्म करते हैं तो बहुलक शृंखलाओं के मध्य अनेक स्थानों पर सल्फर सेतु (तिर्यक बंध) बन जाते हैं। इन सल्फर सेतुओं के कारण रबड़ में प्रत्यास्थता का गुण बढ़ जाता है। इस प्रकार के रबड़ को वल्कनीकृत रबड़ तथा यह प्रक्रिया वल्कनीकरण कहलाती है।

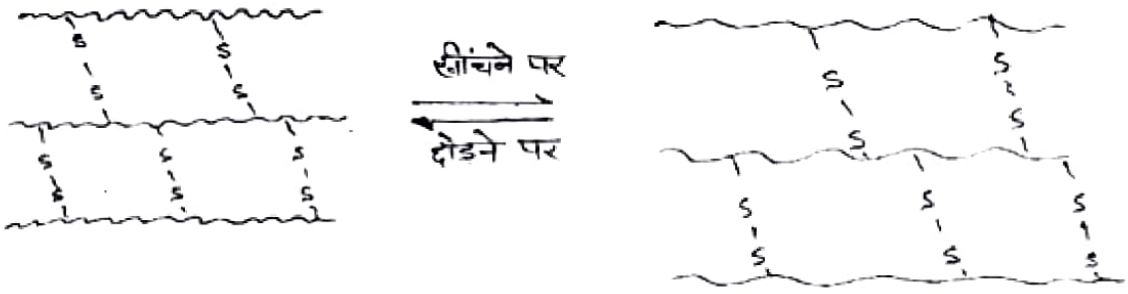


fig - वल्कनीकृत रबड़ की प्रत्यास्थता

वल्कनीकरण रबड़ को सल्फर के साथ गर्म करके किया जाता है। यह क्रिया धीमी होती है। ZnO की उपस्थिति इस क्रिया का वेग बढ़ा सकती है।

बहुलक का आण्विक द्रव्यमान :->

बहुलकों का आण्विक द्रव्यमान दो तरह से प्रदर्शित करते हैं।

(1) संख्या औसत आण्विक द्रव्यमान ($\bar{M}_n$) :->

जब समस्त अणुओं के (एकलकों) द्रव्यमान में अणुओं की संख्या (एकलकों की संख्या) से विभाजित

किया जाता है तो प्राप्त मान को संख्या औसत आण्विक द्रव्यमान कहते हैं।

माना (n_1) अणुओं में प्रत्येक अणु का द्रव्यमान (m_1) है तो n_1 अणुओं का कुल द्रव्यमान $n_1 \times m_1$

इसी प्रकार n_2 अणुओं का कुल द्रव्यमान $n_2 \times m_2$

अत: n_n अणुओं का आण्विक द्रव्यमान

$$= m_1n_1 + m_2n_2 + m_3n_3 + \cdots$$

$$= \sum m_n$$

समस्त अणुओं की संख्या $= n_1 + n_2 + n_3 + \cdots$

$$= \sum n$$

संख्या औसत आण्विक द्रव्यमान $= \dfrac{\sum Nm}{\sum N}$

$\bar{m}$ का निर्धारण प्राय: परासरण दाब द्वारा करते हैं।

(2) द्रव्यमान औसत आण्विक द्रव्यमान ($\bar{M}_w$) :-

जब अणुओं के समूहों के आण्विक द्रव्यमान भिन्न-2 होते हैं। तब इस द्रव्यमान को उनके प्रत्येक के आण्विक द्रव्यमान से गुणा करते हैं। प्राप्त गुणनफलों को जोड़ देते हैं। इस योग में अणुओं के आण्विक द्रव्यमानों का भाग देते हैं। प्राप्त भागफल को द्रव्यमान औसत आण्विक द्रव्यमान कहते हैं।

जैसे माना की n_1, n_2, n_3 etc. अणुओं में प्रत्येक अणु का द्रव्यमान क्रमश: M_1, M_2, M_3 etc. है तो n_1 अणुओं का कुल द्रव्यमान $= n_1M_1$

n_2 अणुओं का कुल द्रव्यमान $= n_2M_2$

n_1 अणुओं का आपेक्षिक आण्विक द्रव्यमान = $N_1 M_1 \times M_1$

n_2 अणुओं का आपेक्षिक आण्विक द्रव्यमान $= N_2 M_2^2$

समस्त अणुओं का केवल आण्विक द्रव्यमान

$= N_1 M_1 + N_2 M_2 + \dots$

समस्त अणुओं का आपेक्षिक आण्विक द्रव्यमान

$= N_1 M_1^2 + N_2 M_2^2 + N_3 M_3^2 + \dots$

$= \Sigma N M^2$

द्रव्यमान औसत आण्विक द्रव्यमान ($\bar{M}_W$)	$= \frac{\Sigma N M^2}{\Sigma N M}$

बहुपरिक्षेपण गुणांक :→

किसी बहुलक के भार औसत अणुभार व संख्या औसत अणुभार का अनुपात बहुपरिक्षेपण गुणांक (Polydispersity index) (PDI) कहलाता है

$$PDI = \frac{\bar{M}_W}{M_n}$$