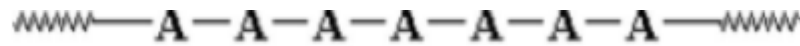


البوليمرات Polymers

المحاضرة الاولى

١) البوليمر Polymer

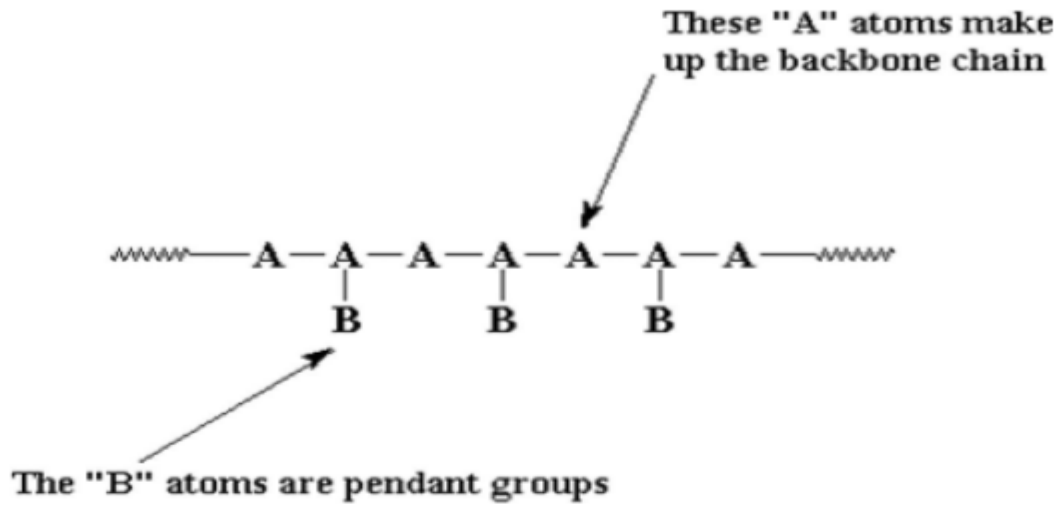
إن البوليمر (polymer) (أو ما يسمى في بعض الأحيان بالجزء العملاق macromolecule) كلمة لاتينية تتكون من مقطعين "بولي" poly وتعني "متعدد" والمقطع "مير mer" وتعني "الجزء" أي أنها تعني متعدد الأجزاء. وسنستخدم في هذا المقرر كلمة بوليمر بدلاً من متعدد الأجزاء للتيسير. إن جزيئة البوليمر هي جزيئة كبيرة (لها وزن جزيئي عالي ما بين $10^6 - 10,000$) تتكون من جزيئات كيميائية صغيرة مرتبطة مع بعضها بأواصر كيميائية، فقد تكون هذه الجزيئات مرتبطة مع بعضها بشكل خطي فيدعى البوليمر بالبوليمر الخطي (linear polymer)،



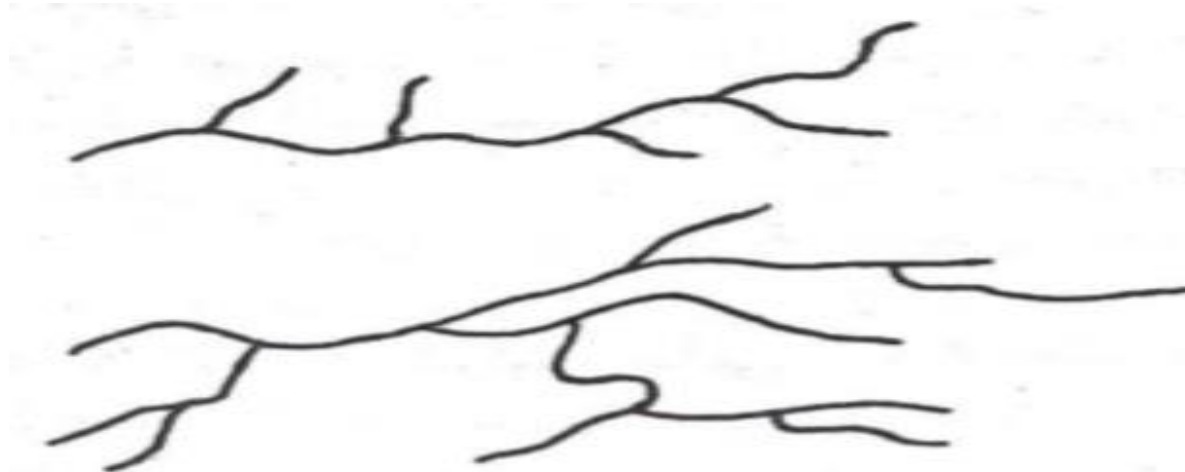
a linear polymer made of "A" atoms

بوليمر خطي مكون من ذرة A

وأحياناً أخرى تكون الجزيئة البوليمرية متفرعة فيدعى بالبوليمر المتفرع (branched polymer) وقد تكون الفروع في سلسلة البوليمر ذات تركيب مشطي (comb form) أو ذات تركيب سلبي (ladder form) أو ذات شكل صليبي (cruciform).

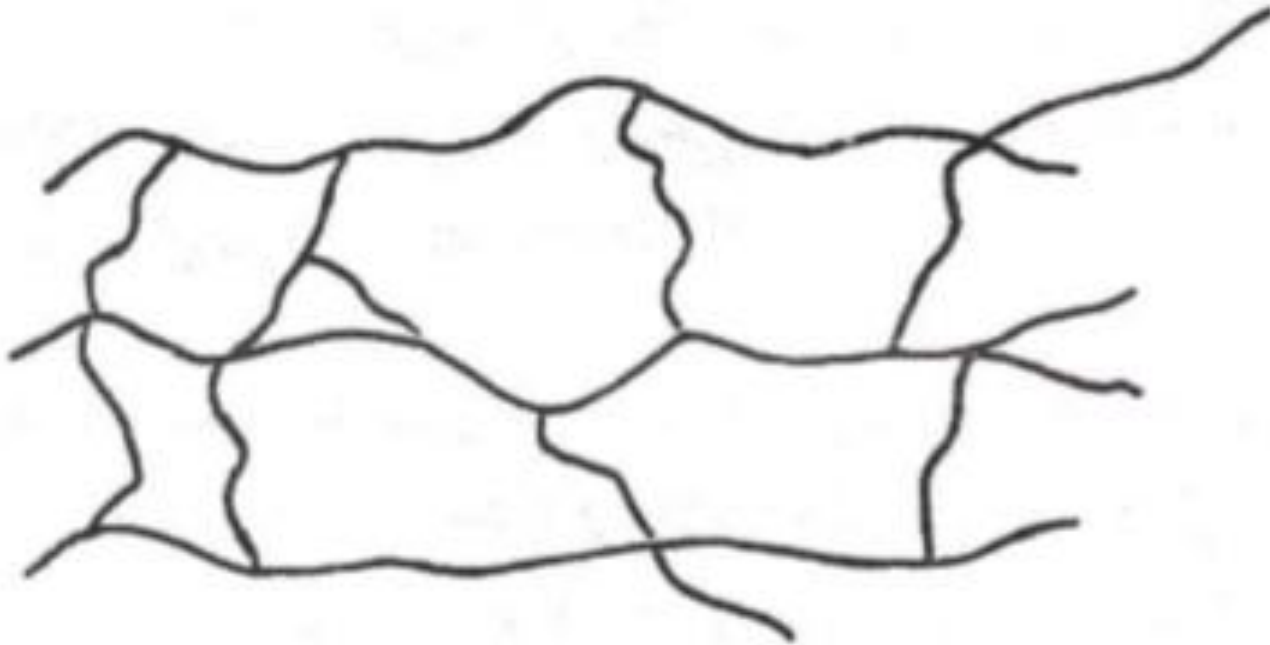


الذرة المتفرعة B



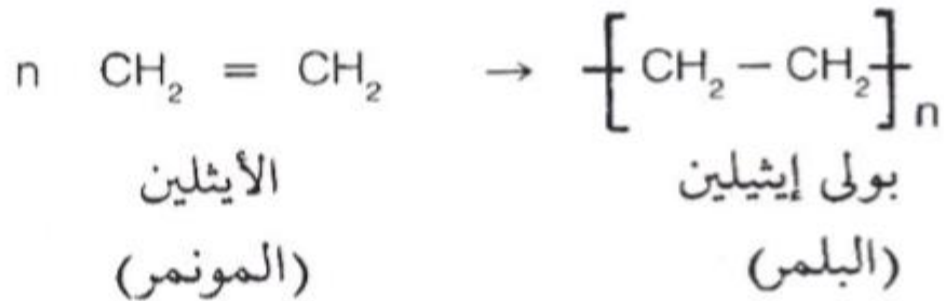
بوليمر متفرع

تكون هذه التفرعات متشابكة مع بعضها فيدعى بالبوليمر
المتشابك (crosslinked polymer)



٢) المونومر Monomer

تدعى الجزيئة البسيطة التي تبني منها جزيئة البوليمر بالمونومر (monomer) (أحادي الجزيء) وتدعى عملية ارتباط هذه الجزيئات البسيطة مع بعضها بعملية البلمرة (polymerization). إن المونومر مركب كيميائي بسيط ذو وزن جزيئي صغير، ويتميز جزيء هذا المركب بتركيب خاص يمكنه من التفاعل مع جزيء آخر من نفس نوعه أو جزيء لمركب آخر وتحت الظروف المناسبة لتكوين سلسلة البوليمر.



٣) الوحدة التركيبية المتكررة Structural repeating Unit

تتكون سلسلة جزيء البوليمر من وحدات تركيبية (structural units) والتي تدعى أحياناً بالوحدات المتكررة (repeating units). وهذه الوحدات التركيبية تمثل الجزء التركيبي المتبقي من جزيء المونومر (أو المونومرات) بعد تفاعلها لتكوين البوليمر وتوضع صيغتها بين قوسين. وتكون هذه

الوحدات التركيبية مكافئة لجزيئة المونومر أو تنقصها ذرة أو مجموعة من الذرات.

٤) درجة البلمرة Degree of Polymerization

ويرمز لها بالرمز (DP) وهي تمثل عدد الوحدات التركيبية المتكررة في سلسلة جزيء البوليمر ويعبر عنها بالعدد (n) والتي توضع أسفل نهاية القوس الذي يحتوي على الوحدة التركيبية المتكررة. وكلما ازدادت درجة البلمرة لأي بوليمر كلما دل ذلك على أن وزنه الجزيئي كبير.

$$\text{الوزن الجزيئي للبوليمر} = D_p \times \text{الوزن الجزيئي للوحدة المتكررة}$$

٥- **معدود الجزيئات (oligomer):** عبارة عن بوليمرات قليلة الوزن الجزيئي

تصنيف البوليمرات

▶ تصنف البوليمرات من حيث مصادرها الى ثلاثة أصناف رئيسية

أ- **البوليمرات الطبيعية** وتنقسم هذه البوليمرات الى :

أ) **بوليمرات من مصدر عضوي**

▶ عبارة عن منتجات طبيعية من مصدر حيواني او نباتي مثل :

▶ السليلوز ، النشا ، الشعر ، الجلود ، القطن و المطاط الطبيعي

ب) **بوليمرات من مصادر غير عضوية**

▶ مثل : الأسبستوس – الجرافيت – الزجاج.

٢) البوليمرات المحضرة صناعياً (البوليمرات الصناعية)

وتشمل البوليمرات التي يتم تحضيرها من مركبات كيميائية بسيطة وتشمل البلاستيك ، المطاط الصناعي و الالياف الصناعية . وتنقسم الى :

أ- **بوليمرات عضوية** : مثل البولي ايثلين و البولي استر

ب- **بوليمرات غير عضوية** : مثل البولي سليكون

ت- **البوليمرات الطبيعية المحورة** : يتم تحويلها من البوليمرات الطبيعية اما بتغيير تركيبها الكيميائي كادخال مجاميع جديدة ، بتغيير تركيب بعض المجاميع الفعالة الموجودة او بتطعيم بوليمر طبيعي على بوليمر صناعي مثل **خلات السليلوز و نترات السليلوز**

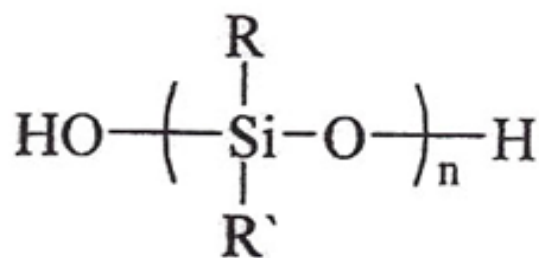
ثانيًا : التصنيف المعتمد على الطبيعة الكيميائية للبوليمر

▶ تصنف البوليمرات على أساس كونها بوليمرات عضوية او غير عضوية الى ثلاثة اصناف رئيسية :

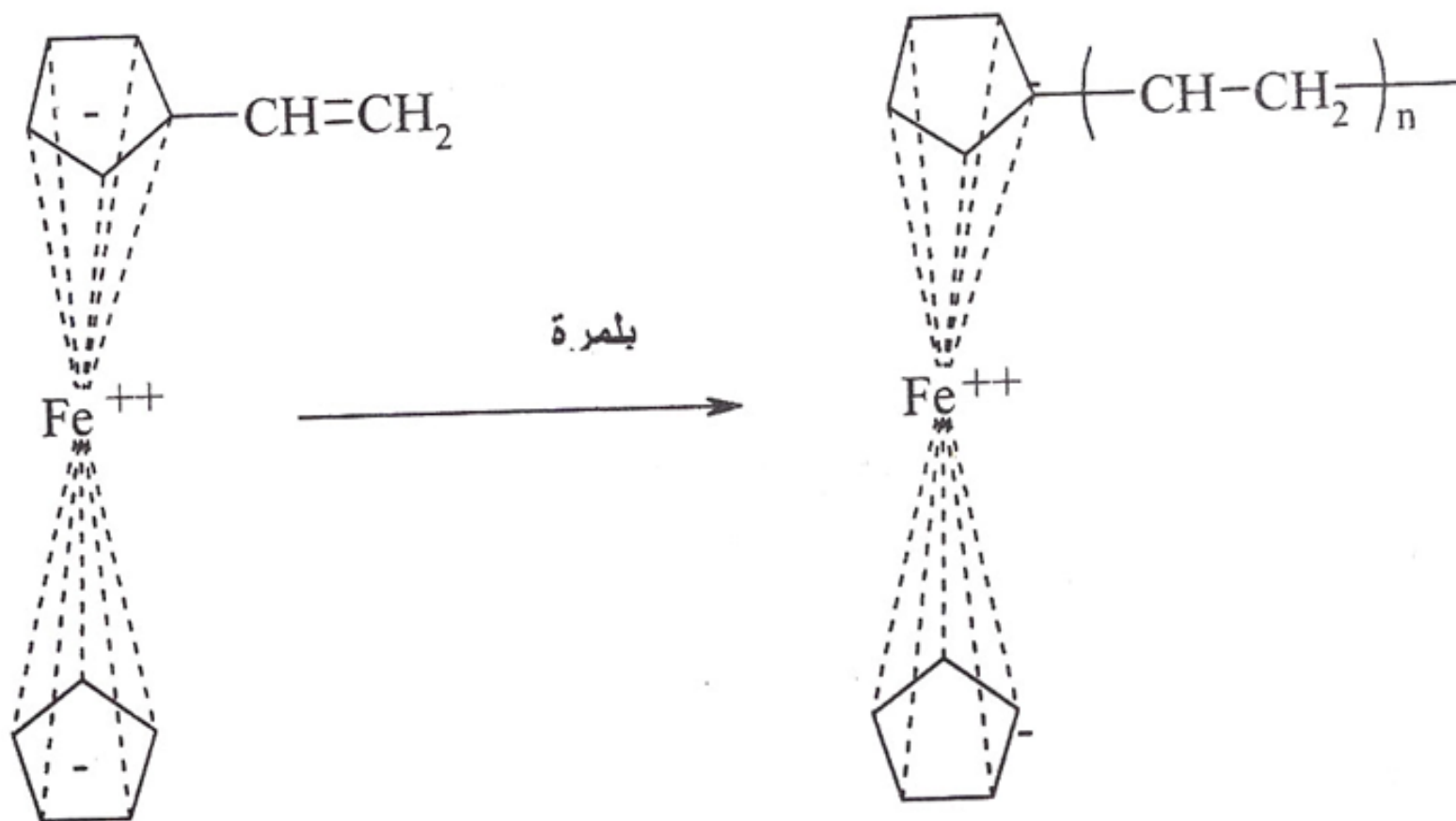
▶ (أ) البوليمرات العضوية

▶ (ب) البوليمرات غير العضوية (لا عضوية بحتة) : يدخل في تكوينها بعض العناصر غير العضوية مثل السيليكون ، النتروجين ، الفسفور و البورون.

▶ (ج) البوليمرات العضوية – غير العضوية : تشتمل وحداتها المتكررة على مجاميع عضوية و اخرى غير عضوية مثل



مثال اخر على البوليمرات العضوية - غير العضوية



ثالثاً : التصنيف التكنولوجي للبولىميرات

▶ تصنيف البولىميرات وفقاً لخواص البولىمر الناتج بالنسبة لتأثره بعملية التسخين :

▶ (أ) البلاستيكات المطاوعة للحرارة **Thermoplastics** :

وهي مواد صلبة القوام عند درجات الحرارة العادية ولكنها تلين بالحرارة حتى تنصهر و تسيل برفع درجة الحرارة اكثر ، وعند انخفاض درجة الحرارة اكثر ترجع الى حالتها الاعتيادية مثال عليها البولى ايثلين ، و البولى استيرين .

▶ (ب) البولىميرات المتصلبة حرارياً (غير المطاوعة للحرارة) **Thermosetting Polymers**:

▶ يشمل هذا النوع من البولىميرات التي لا تنصهر بالتسخين و لكن يساعد التسخين على ثباتها في شكلها النهائي (بولىميرات الثيرموسيت) ، حيث تتشابك سلاسلها البولىميرية بفعل الحرارة مثال عليها راتنجات الفينول الفورمالدهيد ، و اليوريا فورمالدهيد .

صفات البوليمرات المتصلبة حراريًا (غير المطاوعة للحرارة)

▶ وتكون هذه البوليمرات :

- ▶ ١- معقدة التركيب ومتشابكة الجزيئات
- ▶ ٢- وذات مقاومة عالية تجاه الحرارة (غير قابلة للانصهار بفعل الحرارة)
- ▶ ٣- صلابة القوام و عديمة الذوبان في المذيبات الشائعة
- ▶ ٤- رديئة التوصيل للحرارة و الكهرباء لذلك تستخدم في صناعة الادوات و الاجهزة العازلة للحرارة و الكهرباء .

تحويل البلاستيكات المطاوعة للحرارة إلى بوليمرات غير مطاوعة للحرارة

طرق فيزيائية	طرق كيميائية
تعريض البوليمر الى اشعة ذات طاقة عالية	اضافة بعض المركبات الكيميائية الشابكة

ج) البوليمرات المرنة المطاطية Elastomers

تتميز بصفات معينة منها قدرتها على الاستطالة بالضغط ، وقابليتها على الاستطالة و التقلص

▶ (د) الألياف Fibers

▶ تشمل هذه البوليمرات الصالحة لصناعة الخيوط المستخدمة في صناعة الملابس والفرش

▶ يتميز هذا الصنف من البوليمرات بمواصفات خاصة

▶ ١- القوة و المتانة

▶ ٢- قابليتها على التبلور

▶ ٣- تكون درجة انتقالها الزجاجية عالية حتى تستطيع مقاومة ظروف الاستخدام كالغسل و الكوي .

▶ ٤- سلاسلها البوليمرية تتميز بانها خطية غالبا

▶ ٥- يجب ان تكون القوي الجزيئية فيها عالية ، لذلك يجب ان تحتوي سلاسل البوليمر على مجاميع مستقطبة قادرة على ربط سلاسل البوليمر مع بعضها .

▶ ٦- لها قابلية لتقبل الاصباغ و امتصاص الرطوبة

ومن أهم بوليمرات هذا الصنف

- ▶ النايلون (البولي أميدات). البولي أسترات الخطية.
- ▶ بولي (اكريلو نتريل) البولي بروبيلين وغيرها.
- ▶ **Adhesive and Coatings** (ه) اللواصق والمواد الطلائية
- ▶ ان نوعية السطوح اللاصقة هي التي تحدد طبيعة البوليمر المناسب لالتصاقها :

نوع السطوح المستخدمة	البوليمر المناسب	طبيعة الالتصاق
الخشب و الورق(نفاذة)	جميع انواع البوليمرات	تداخل فيزيائي
الزجاج و المعادن (غير نفاذة)	بوليمرات حاوية على مجاميع مستقطبة	تداخل فكيماي

من امثلتها الصمغ العربي ، النشا ، المطاط الطبيعي

رابعاً : التصنيف المعتمد على الشكل البنائي لجزيئات البوليمر

▶ (أ) البوليمرات الخطية Linear Polymers

- ▶ تكون الوحدات المتكررة مرتبطة بشكل خطي ، لها قابلية على التبلور ، ولها صفات ميكانيكية مرغوبة و من أمثلتها البولي ايثيلين عالي الكثافة .

▶ (ب) البوليمرات المتفرعة Branched Polymers

- ▶ من أمثلتها البولي ايثيلين منخفض الكثافة

▶ (ج) البوليمرات المتشابكة (crosslinked polymers)

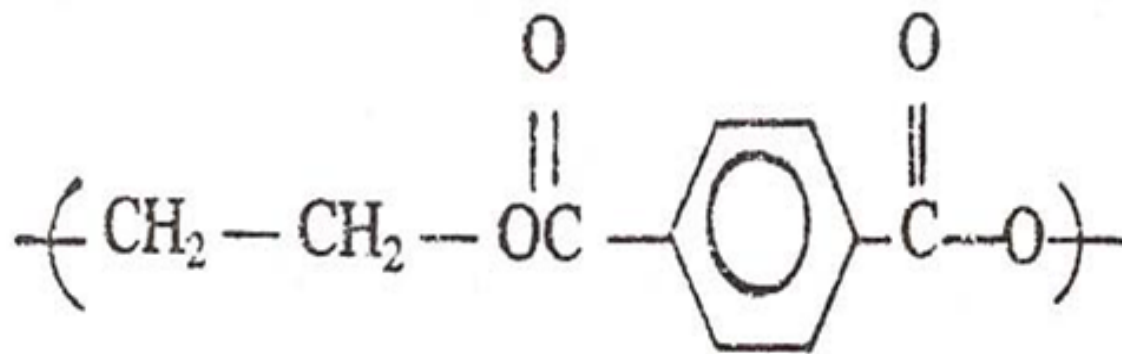
- ▶ فبازدياد درجة التشابك :
- ▶ تقل الصفات المطاطية.
- ▶ ترتفع درجة الإنصهار.

- ▶ عندما تكون درجة التشابك عالية يصبح البوليمر غير قابل للانصهار وغير موصل للحرارة والكهرباء.
- ▶ ومن الأمثلة على بوليمرات هذا الصنف : البوليمرات المتصلبة حرارياً مثل :
- ▶ مثل :
- ▶ راتنجات اليوريا فورمالدهيد.والفينول فورمالدهيد

خامسًا : التصنيف المعتمد على تجانس البوليمرات

▶ (أ) البوليمرات المتجانسة (Homopolymers)

▶ تتكون من نوع واحد من الوحدات المتكررة مثل بولي تيرفتالات الايثلين

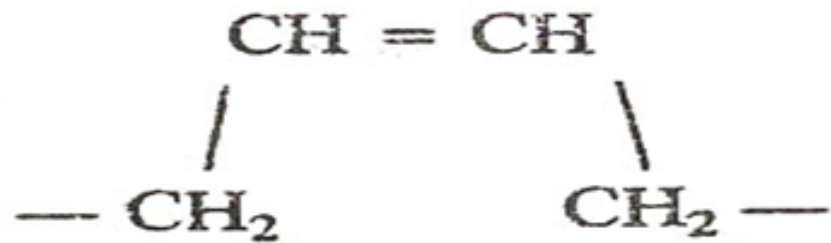
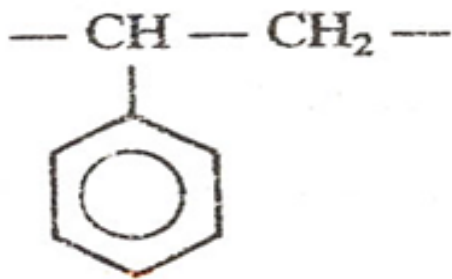


▶ (ب) البوليمرات المشتركة (الكوبوليمرات) Copolymers

▶ تتكون من اكثر من نوع واحد من الوحدات المتكررة مثل مطاط

استيرين بيوتادايين (SBR)

فإنه يتكون من نوعين من الوحدات التركيبية هي :



(ج) البوليمرات المركبة

تتكون من نوعين من المواد او اكثر وهي تكون عادة غير متجانسة وهي تتكون من اضافة بعض المواد الي البوليمرات المتجانسة

وهناك أنواع مختلفة من المضافات

١-المالئات : تكون عادة مواد صلبة تعمل على زيادة صلادة

البوليمر مثل الزجاج ، الرمل ، الكربون الاسود

(٢) الملدنات : عبارة عن سوائل ذات درجات غليان عالية

تعمل عند اضافة الملدنات للبوليمر تقل صلابتها وتزداد

مرونتها وتنخفض درجة انتقالها الزجاجية ودرجة انصهارها

(٣)تكون بعض المضافات على هيئة اسلاك معدنية

أهم الصفات المرغوب الحصول عليها في البوليمر المركب الناتج من البوليمر المتجانس :

- ١) زيادة صلادة (stiffness) البوليمر وقوته (strength) وثبات أبعاده (dimensional stability).
- ٢) زيادة قوة البوليمر للتصادم (impact strength).
- ٣) رفع درجة حرارة التشوه (distortion temperature) للبوليمر.
- ٤) زيادة التضاؤل الميكانيكي للبوليمر (mechanical damping).
- ٥) تقليل نفاذية البوليمر للغازات والسوائل.
- ٦) تغير بعض الصفات الكهربائية للبوليمر.

د) المخاليط البوليمرية

▶ يتكون هذا الصنف من البوليمرات من مزج نوعين او اكثر من البوليمرات مزجا فيزيائيا ،مثل مزيج من القطن و البولي استر .