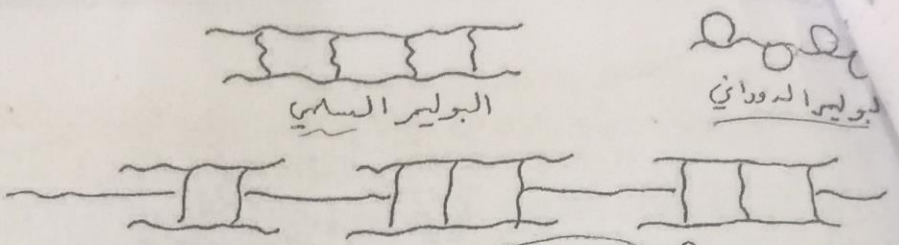
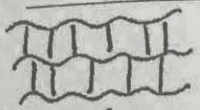


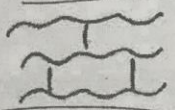
ج- المتشابكة Cross-linked polymers

تكوّن هذه البوليمرات سلاسل ترتبط مع بعضها البعض بسلاسل جانبية صغيرة أو كبيرة حيث تكون مرتبطة مع بعضها بأكثر من موقع واحد واتجاه واحد حيث تكون ثلاثية الابعاد او بشكل متشابك مثل راتنجات اليوريا وتقسم الى :-

أ- المتشابكة العالية الكثافة high density Cross-linked



ب- المتشابكة الواطئة الكثافة low density Cross-linked



خامساً:- حسب تركيب الجزيئة (اي ما يحويه البوليمر من مونومرات)

أ- البوليمرات المتجانسة Homo-polymers

وتكون الوحدات البنائية لها (monomers) من نوع واحد وامثلتها البولي اثيلين P.E والبولي ستايرين P.S

ب- البوليمرات الغير متجانسة Co-polymers (المشتركة)

تكون الوحدات البنائية لها من اكثر من مونومر واحد ومثالها

P.E - Co - P.S

Co-poly (ethylene styrene)

وتكون البوليمرات الغير متجانسة (المشتركة) على اربعة انواع وهي :-

1- Alternating Co-polymer (المنتظم) ويكون ترتيب الوحدات البنائية فيه بشكل منتظم متناوب

A-B-A-B-A-B-A-B----

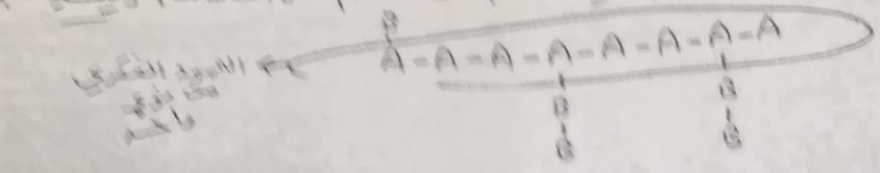
2- Random Co-polymer (العشوائي) ويكون ترتيب الوحدات البنائية فيه بشكل عشوائي

A-A-B-A-B-A-A-B-B

-n-
-6-

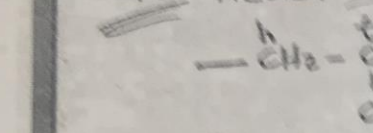
٣- block co-polymer (التتالي)
ويكون ترتيب الوحدات البنائية له بشكل تتالي منتظم
A-A-A-B-B-B-A-A-A-B-B-B

٤- Graft-copolymer (المطعم)
ويكون ترتيب الوحدات البنائية له بشكل تفرعي للسلسلة الرئيسية للبوليمر

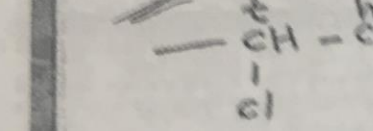


ملاحظة: يكون ارتباط البوليمرات المتزامنة (Co-polymers) على عدة انواع وهي:-

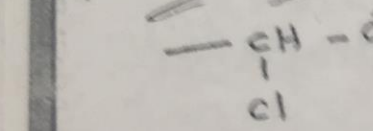
a- heael to tail رأس الى ذنب
h = heael
t = tail



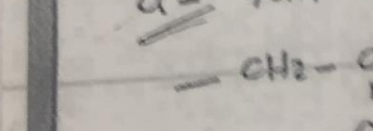
b- tail to heael ذنب الى رأس



c- heael to heael رأس الى رأس



d- tail to tail ذنب الى ذنب

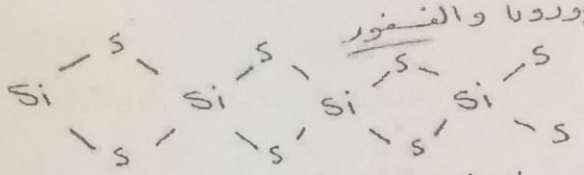


سادساً:- حسب التركيب الكيميائي

أ- عضوي Organic polymer ويتكون هذا النوع من البوليمرات من مونومر عضوي واحد أو اكثر وهو الاكثر شيوعاً في الصناعة مثل الورق والاسفلت والبلاستك والمطاط والاصباغ).

ب- اللاعضوي Inorganic polymer
وهي البوليمرات التي تتكون من مركبات غير عضوية في سلسلتها الرئيسية

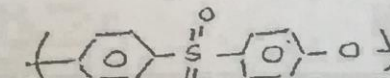
مثل السليكون والبورون والفسفور



poly silicon di sulphide

ج- عضوي - لا عضوي Organic - inorganic pdymer

وتكون سلسلة البوليمر الرئيسية من أحد العناصر المعدنية اللاعضوية مع تراكيب عضوية لتعطي بوليمر عضوي لا عضوي مثل



سادساً (٢٠٢٠) التصنيف الصناعي

سابعاً :- التصنيف التكنولوجي: وتصف استناداً الى خواصها التكنولوجية واستخداماتها الى :-

أ- المطاطيات Elastomers مثل المطاط وشبيهاته .

ب- البوليمرات المطاوعة للحرارة Thermoplastic polymers

وتشمل البوليمرات الخطية والمتفرعة (غير المتشابكة) حيث تتميز صفات هذا البوليمر بتأثير الحرارة وتعاني تغيرات فيزيائية وكيميائية فتتحول الى منصهرات حيث يمكن ان تذاب اثناء عملية التصنيع وممكن ان تسترجع حالتها عند التبريد وهذا النوع من البوليمرات له قابلية ذوبان بالمذيبات بسهولة وهذه الصفات تجعل هذا الصنف مهماً في الصناعة ومن امثلتها P.E و P.P و P.S و P.V.C و غيرها.

ج- البوليمرات الغير مطاوعة للحرارة Thermosetting polymers

وتسمى المتصلبة حرارياً وتشمل البوليمرات المتشابكة حيث ان ظاهرة التشابك العرضي (Cross-linking) تجعلها تعاني تغيرات كيميائية وفيزيائية غير عكسية فتتشابك السلاسل البوليمرية حيث تفقد قابليتها على الحركة فتصبح غير قابلة للانصهار وتتصلب ولا تذاب ولا يمكن صبها في قوالب ويكون معظمها غير ذائب بالمذيبات وانما يعاني من ظاهرة الانتفاخ .

ثامناً :- حسب نوع تفاعل البلمرة

البلمرة :- هي عملية تحويل الوحدات البنائية (المونومرات) الى جزيئات عملاقة ذات اوزان جزيئية عالية وتتم هذه العملية الى نوعين رئيسيين :-

بلمرة الاضافة Addition polymerization او البلمرة المتسلسلة.
وهي التفاعلات ذات النمو المتسلسل حيث لا يحدث فقدان لجزيئة صغيرة في هذا التفاعل وانما تعتمد على بلمرة المونومرات غير المشبعة حيث تنتج مراكز فعالة تكون مسؤولة عن نمو السلسلة و عن التفاعلات بشكل عام من خلال اضافة عدة وحدات مونومرية الى بعضها لتكوين السلسلة البوليمرية ، اهم مجموعة لبوليمرات الاضافة هي التي تشتق من مونومرات الفاينيل غير المشبعة والتي تكون فيها الوحدات المتكررة للبوليمرات تحوي على ذرات المونومر نفسها.

* تحدث تفاعلات الاضافة بعدة انواع من الميكانيكية منها بلمرة الجذور الحرة او البلمرة الايونية (ايونية موجبة وايونية سالبة) او البلمرة التناسقية.

* تسمى ميكانيكية بلمرة الاضافة بميكانيكية نمو السلسلة chain-growth polymerization وتمر بثلاث خطوات رئيسية

I- Initiation step خطوة التحفيز (البدء)
II- Propagation step خطوة النمو (الامتداد)
III- Termination step خطوة الانتهاء

ب- بلمرة التكاثف Condensation polymerization
وتسمى ايضاً البلمرة الخطوية وتسمى ميكانيكية هذا التفاعل بميكانيكية النمو الخطوي step-growth polymerization وهذا النوع من البلمرة يقابل تفاعلات التكثيف الاعتيادية في المركبات العضوية البسيطة.
ويحصل التكثيف بين جزيئتي المونومر بشرط امتلاكها على جاميع فعالة ثنائية او متعددة ويرافقها حذف جزيئة صغيرة مثل الماء والامونيا و HCl او جزيئة عضوية مثل الايثانول او الميثانول حيث تنتج جزيئة اكبر تحوي ايضاً على جاميع فعالة متعددة وتستمر هذه البلمرة الى ان يستنفذ احدى او كلا المادتين المتفاعلتين كلياً.
يعتمد هذا التفاعل على عدد من الجاميع الفعالة في المونومرات حيث ان عدد الجاميع الفعالة المتفاعلة يحدد نوع البوليمر الناتج اذا كان خطي مستقيم او متفرع او متشابك ومن امثلة المونومرات في بلمرة التكثيف التي تحوي على جاميع فعالة ثنائية :-

$H_2N-R-NH_2$ ، $HOOC-R-COOH$ ، $HO-R-OH$

ومن امثلة المونومرات التي تحوي على ثلاثة جاميع فعالة هي :-