

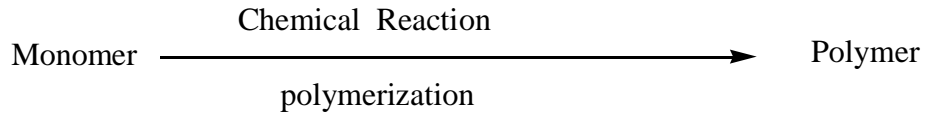
كيمياء وتكنولوجيا البوليمرات

Chemistry and Technology of Polymers

البوليمير (polymer) هي كلمة لاتينية تتكون من مقطعين (بولي -poly) وتعني متعدد والثاني (مير - Mer) وتعني جزء ؛ أي أن الكلمة تعني متعدد الأجزاء ؛ والبوليميرات عبارة عن جزيئات كبيرة عملاقة تتكون من جزيئات كيميائية صغيرة تسمى المونيمرات Monomers حيث يرتبط بعضها البعض بأواصر كيميائية * قد تطلق تسمية الجزيئات الكبيرة (Macro Molecular) على البوليمرات أيضاً .

المونومير Monomer هي الوحدة البنائية الصغيرة المتكررة في السلسلة البوليمرية والتي تبنى منها جزيئة البوليمير .

عملية البلمرة Polymerization Process هي عملية ارتباط الجزيئات الصغيرة المتكررة (المونومير) مع بعضها البعض لتكوين سلسلة البوليمر ، حيث تتكون سلسلة البوليمر من وحدات تركيبية تدعى بالوحدات المتكررة تكون مكافئة لجزيئة المونومير أو تنقصها بذرة واحدة أو مجموعة ذرات .



Degree of Polymerization

درجة البلمرة (Dp أو Xn)

هي عدد الوحدات المتكررة في السلسلة البوليمرية ولها علاقة بطول السلسلة ولما كانت أطوال سلاسل البوليمر غير متساوية فإن درجة البلمرة ستكون مختلفة حسب أطوال السلاسل البوليمرية ، لذلك يعبر عن درجة البلمرة بـ (معدل درجة البلمرة) ويرمز لها بالرمز X_n أو D_p

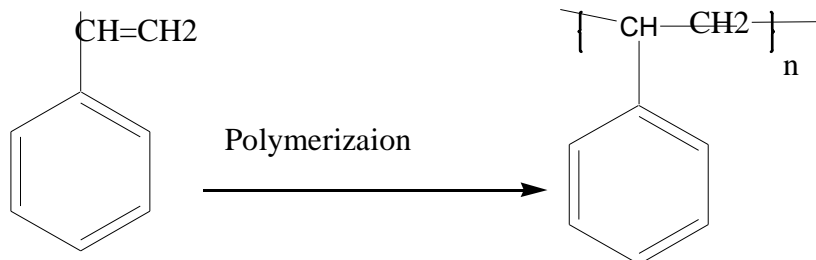
ودرجة البلمرة هي مقياس للوزن الجزيئي للبوليمير حيث يمكننا حساب الوزن الجزيئي للبوليمير من معرفة معدل درجة البلمرة والوزن الجزيئي للمونومير ، وكما في أدناه :

الوزن الجزيئي للبوليمر = معدل درجة البلمرة X الوزن الجزيئي للمونومير

إن قيم درجة البلمرة تتراوح من وحدات قليلة إلى درجات كبيرة تقترب من عشرة الآلاف وأكثر في بعض الحالات .

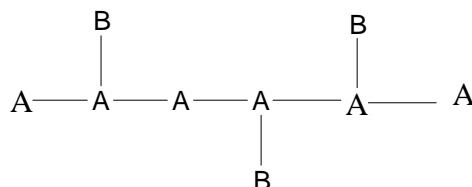
مثال . استخدام البولي ستايرين في صناعة عبوات بلاستيكية وكان معدل درجة البلمرة للبولي ستايرين مساوي إلى (100) . احسب الوزن الجزيئي للبولي ستايرين ؟

الحل :



10400=

2. البوليمرات المتفرعة Branched Polymers
هذه البوليمرات تتكون من سلسلة بوليمرية طويلة عادة بالسلسلة الرئيسية أو العمود الفقري للبوليمير (Backbone Chain) وتحتوي السلسلة الرئيسية على التفرعات

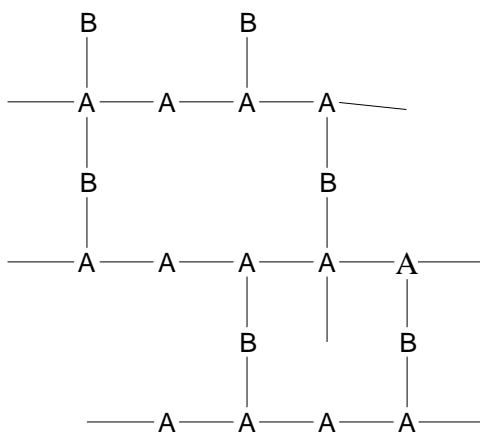


وترتبط A :تمثل الوحدات المتكررة السلسلة الرئيسية

B :تمثل الوحدات المتكررة للفرع

*علماء المونيمير A لا يشبه المونيمير B

3. البوليمرات المتشابكة Crosslinked Polymers
وهي البوليمرات ذات البعاد الثلاثة في السلاسل الطويلة تتصل مع بعضها البعض بشبكة معقدة من الاواصر الكيميائية



ثالثاً :التصنيف حسب نوع وترتيب المونيمرات في السلاسل البوليمرية

1. البوليمرات المتجانسة Homo Polymers
في هذا النوع من البوليمرات تتألف البوليمرات من وحدات بنائية مونيمرية متشابهة كأن تكون جميع المونيمرات الداخلة في البوليمير هي من نوع الأتلين أو من نوع الستايرين وهكذا .

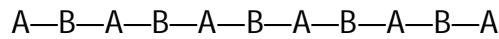


2. البوليمرات غير المتجانسة Hetro Polymers

في هذا النوع من البوليمرات تتألف جزيئة البوليمر من وحدات بنائية مونيمرية مختلفة ، أي أكثر من نوعين أو أكثر ، وتدعى بالبوليمرات المشتركة COPolymers وهي تكون على عدة أنواع :

أ.البوليمرات المشتركة المتناوب Alternating Copolymers

حيث تتناوب الوحدات التركيبية بشكل خط بين نوعين من المونيمرات أو أكثر



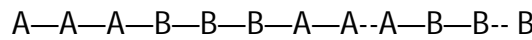
ب. البوليمرات المشتركة العشوائي Random Copolymers

حيث تتوزع الوحدات المونيمرية التي تكون السلسلة البوليمرية بشكل خطي عشوائي الترتيب .

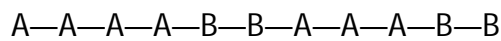


ج.البوليمر المشترك القلبي Block Copolymers

حيث تنتظم هذه الوحدات الموليمرية المختلفة بشكل قوالب متراسة . وقد يكون هذا التراص بشكل منتظم فيدعى بالبوليمر المشترك القلبي المنتظم او قد يكون هذا الوحدات المونيمرية المتراسة غير منتظمة الترتيب فيدعى البوليمر بالبوليمر المشترك القلبي غير المنتظم .



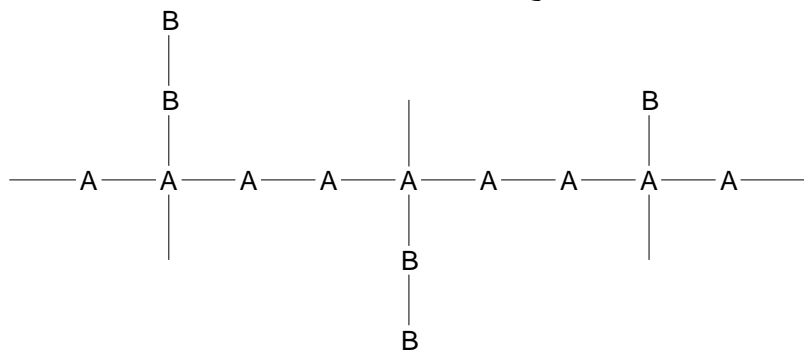
البوليمر المشترك القلبي المنتظم



البوليمر المشترك القلبي غير المنتظم

د. البوليمر المشترك المطعم Graft Copolymers

حيث تنتظم السلسلة البوليمرية الرئيسية من نوع معين من المونيمرات اما الفروع الاخرى المتفرعة منها فتكون من نوع اخر من المونيمرات .

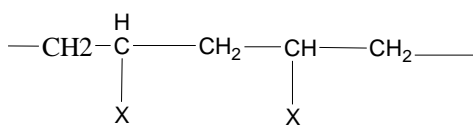


رابعاً : التصنيف حسب التوزيع الفراغي لوحدات المونيمرية

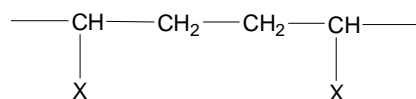
وتقسم الى :

1. حسب طريقة اتحاد الوحدات المونيمرية

تتحد الوحدات المتكررة في السلسلة البوليمرية مع بعضها البعض باتجاهات مختلفة مما يولد عدم انتظام في السلسلة البوليمرية وقد تكون الاضافة على شكل (رأس - ذنب) او (رأس - رأس) او (ذنب - ذنب) .



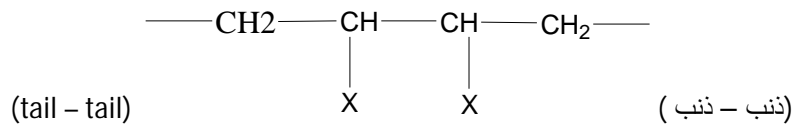
(رأس - ذنب)



(رأس - رأس)

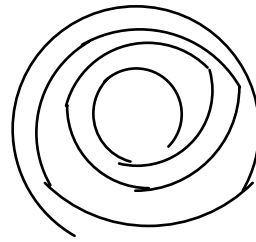
(head – tail)

(head – head)



2. حسب الشكل الفراغي للسلسلة البوليمرية

تأخذ السلاسل البوليمرية الحرة اشكال مختلفة قد تكون خطية او حلزونية او ملتفة او متعرجة :



سلسلة ملتفة (Coiled Chain)



سلسلة متعرجة Zigzag Chain



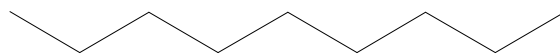
سلسلة خطية Linear Chain

3. حسب اختلاف المواقع الفراغية للمجموعة الفعالة (X)

وتصنف الى :

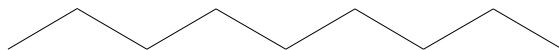
أ. الأيزوتيكتيك Isotactic

هذه مصطلح يطلق على البوليمير عندما تقع المجموعة الفعالة على جهة واحدة من المستوي في السلسلة البوليمرية ويكون توزيعها بصورة منتظمة



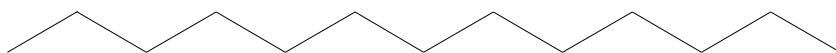
ب. السندوتكتيك Syndiotactic

وهو مصطلح يطلق عند على البوليمرات عندما تتناوب المجاميع الفعالة في السلسلة البوليمرية الواحدة ويكون موقعها اعلى واسفل المستوي بانتظام .



ج. الأكتكتيك Alactic

وهو مصطلح يطلق على البوليمير عندما يكون ترتيب المجاميع الفعالة في البوليمير غير المنتظم اي بصورة عشوائية .



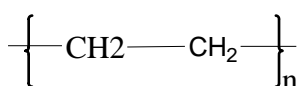
خامساً : التصنيف حسب الطبيعة الكيميائية لذرات السلسلة البوليمرية

ويقسم الى :

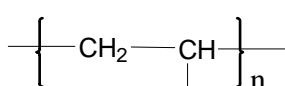
1. البوليمرات العضوية Organic polymers

حيث تحتوي هذه البوليمرات على ذرات مثل الكربون و الهيدروجين و الأوكسجين و النايتروجين و الهالوجين ، وقد يكون موقعها في المجاميع الجانبية او جزء من السلسلة

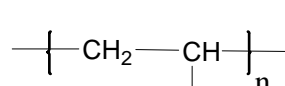
امثلة :



Poly ethylene



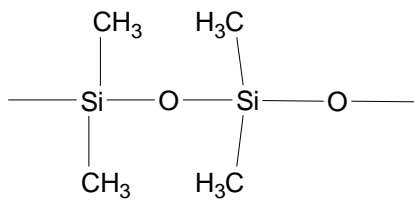
Polyvinyl Chloride



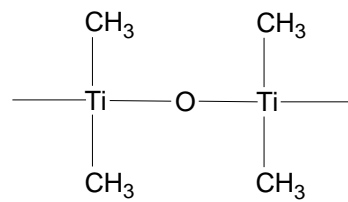
Polyvinyl alcohol

2. البوليمرات العضوية- اللاعضوية Organic – Inorganic Polymers

وهي البوليمرات التي تتكون سلاسلها من ذرات عضوية مثل الكربون و الاوكسجين و الهيدروجين بالإضافة الى العناصر اللاعضوية مثل السلكون والتيتانيوم و الحديد وغيرها من العناصر الفلزية اللاعضوية مثل :



Poly di methyl siloxane

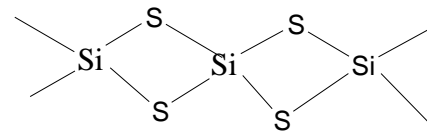


Poly di methyl titanoxane

*هذه البوليمرات يكون عددها قليل ودرجة انصهارها عالية لاحتوائها على عناصر لاعضوية .

3. البوليمرات لاعضوية Inorganic polymers

حيث لا تحتوي هذه البوليمرات على ذرات كربون في سلسلتها .



Poly silicon di sulphide

سادساً : التصنيف التكنولوجي للبوليمرات

تصنيف البوليمرات بالاعتماد على صفاتها الحرارية و التكنولوجية لأنواع مختلفة . ولأجل فهم هذا التصنيف تحدد بعض الدرجات الحرارية المرجعية مثل :

أ. درجة حرارة تالانتقال الزجاجي T_g Glass transition temperature
وهي الدرجة الحرارية التي يتحول فيها البوليمير من حالة الصلابة الى حالة اللينة .

ب. درجة هلاانصهار T_m Melting Point

هي درجة الحرارة التي يتحول فيها البوليمير من الحالة اللينة الى حالة السيولة .

وبذلك يمكن تصنيف البوليمرات تكنولوجياً الى الانواع التالية :

1. البوليمرات المطاوعة للحرارة Thermoplast Polymers

ويمتاز هذا النوع من البوليمرات بقابليتها على تغيير شكلها من شكل الى اخر بتاثير الحرارة وعند انخفاض درجة الحرارة تعود الى شكلها الطبيعي ، وتكون سلاسلها خطية وقليلة التفرع ، ولها القابلية على الذوبان والانصهار ولايتغير شكلها كيميائياً ، ويعتبر هذا التصنيف من أهم البوليمرات صناعياً حيث تكون $T_g < 150$, 250) ومن الامثلة عليها : البلاستيكات والبولي ستايرين والبولي اكريلات المثل و البولي كلوريد الفنايل.

2. البوليمرات غير المطاوعة للحرارة Thermoset Polymers

هي البوليمرات التي تتصلب حرارياً ، حيث تمتاز بحدوث تغيرات كيميائية عند تسخينها فتتشابك بها السلاسل البوليمرية وتصبح بعد معاملتها حرارياً غير ذائبة و غير قابلة للانصهار و رديئة التوصيل للحرارة . تستخدم هذه البوليمرات كمواد عازلة للحرارة . والكهرباء لا يمكن تحويلها من شكل الى اخر نتيجة لتراكم سلاسلها المتشابكة الذي يحدد من حركة السلاسل ز يكون $T_g < 300$ c ، ومن الامثلة عليها : الراتنجات الفينولية والراتنجات الامينية والبولي استر

3.البوليمرات المطاطية Elastomers Polymers

تمتاز هذه البوليمرات بصفات مثل الاستطالة ، قابلية التمدد ، التقلص ، اللبونة في درجات حرارة الغرفة وقابليتها على تغيير شكلها الخارجي عند وقوع ضغط او شد عليها و عودتها الى شكلها الاصلي بعد زوال المؤثر عنها وتعتمد قابليتها على المرونة بسبب احتوائها على سلاسل بوليمرية طويلة محتوية على جزيئات مرنة . وتكون $T_g >$ درجة حرارة الغرفة
مثال : المطاط الطبيعي والمطاط الصناعي .

4.الآلياف Fibers

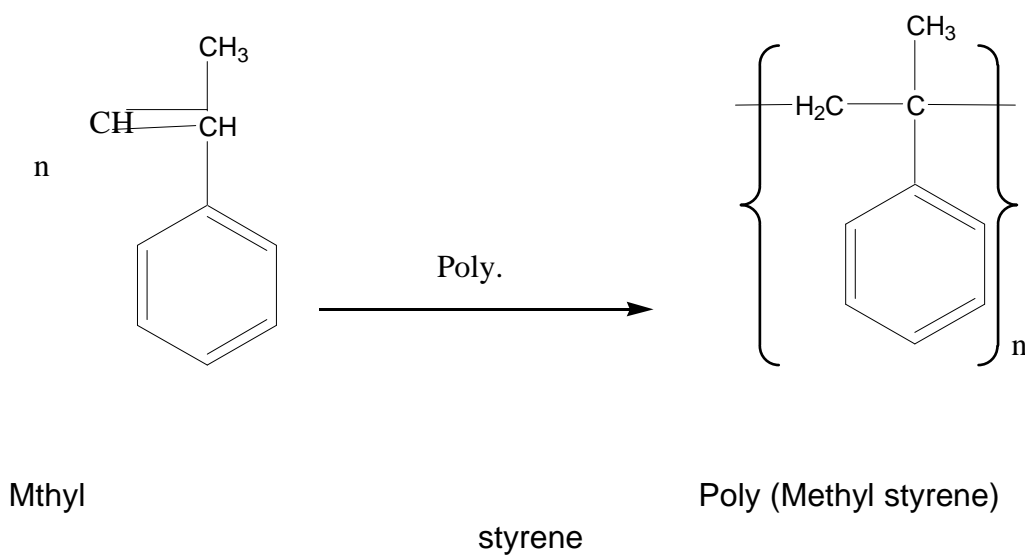
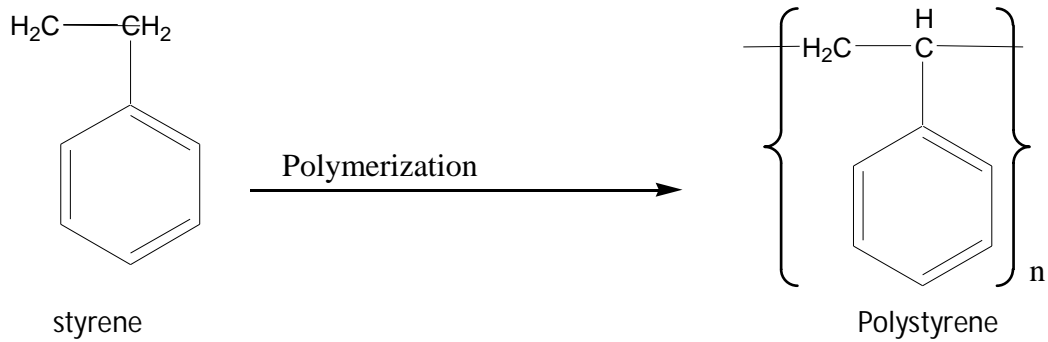
وتكون سلاسلها خطية عالية الترتيب وتحتوي على مجاميع قطبية مما يوفر لها مقاومة حرارية وميكانيكية جيدة ويساعدها على تكوين ارتباطات بين الجزيئات (Inter molecular) قوية مما يسهل صباغتها . وتمتاز بتحملها الحراري العالي حيث يكون $(160 < T_g < 260 \text{ c})$ وهناك نوعين من الاليف طبيعية و صناعية

تسمية البوليمرات Polymer Nomenclature

اولاً تسمية البوليمرات الخطية : nameclatur of chin polmar

وتتلخص هذه الطريقة بالخطوات التالية:

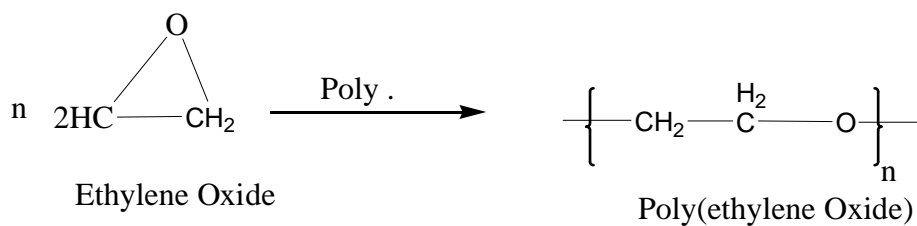
1. كتابة كلمة بولي (poly) قبل الاسم العلمي للمونيمير .
2. وضع اسم المونيمير بين قوسين اذا كان اسم مركب او معقد..
3. كتابة رمز يدل على عدد جزيئات المونيمير في نهاية القوس مثل (m,n) .
4. دائماً تسمى البوليمرات باسم المونيمير المكون لها .

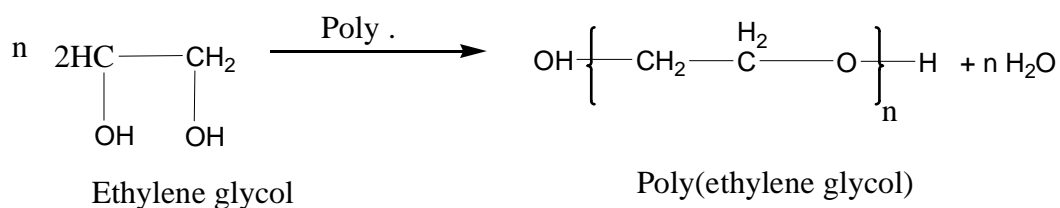


ثانياً : تسمية البولي مرات التكثيفي Name clature Of Condensation polymers

التسمية هنا تأخذ نفس القواعد في أولاً اعلاه لكن يجب الانتباه الى ان البوليمرات التكثيفية قد تتكون نتيجة فتح حلقة ثم سلوك طريقة الاضافة في العملية البلمرة .

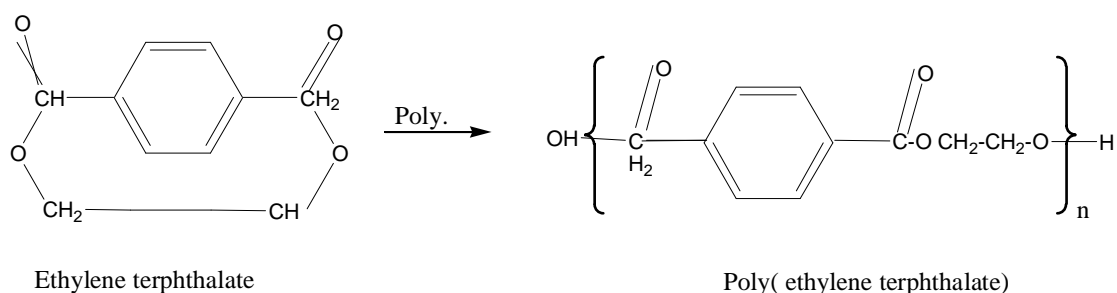
امثلة.



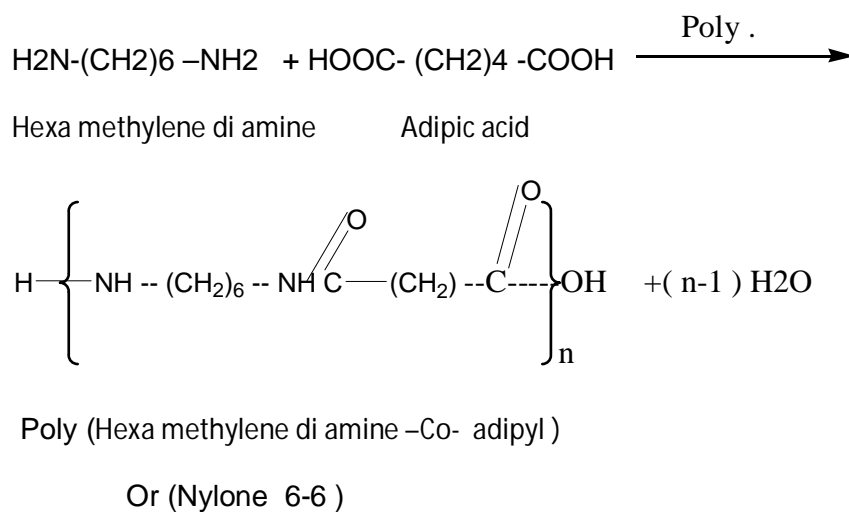


في المثال الاول تمت تسميه نسبه الى البوليمير حيث ان عمليه البلمره تمت بطريقة الاضافه بعد فتح الحلقات
اما المثال الثاني فائن البوليمير المحضر مشتق من المونيمير كلايكول الاثيلين الذي حضر بواسطة تفاعل
التكثيف.

اما في المثال ادناه فنلاحظ ان البوليمير يحضر من انقسام الاستر الحلقي (اللاكتون) ذو التركيب الحلقي ؛ حيث
تتم عملية البلمرة بواسطة ميكانيكية التحلل المائي للاستر في الوسط الحامضي:



هناك تسمية اخرى للبوليمرات التكثيفية التي تنتج من بلمرة مونيميرين أو اكثر وذلك بذكر اسم المونيمرات بعد
كلمة (poly) وبينها المقطع (- Co -) وكما يلي



ثالثاً: تسمية البوليمرات المشتركة Name Clature Of copolymers

1. تسمية البوليمرات المشتركة العشوائية Name Clature Of random copolymers

تسمى لبوليمرات المشتركة المتكونة عشوائياً من بلمرة مونمرين أو أكثر ، وذلك بذكر اسم المونمرات بعد المقطع (poly) وبينها المقطع (Co_) كما في ادناه :

ويمكن تسمية البوليمرات المشتركة المتكونة من ثلاث مونمرات او اكثر بنفس الطريقة ، كما في البولمر المعروف تجارياً بمطاط Abs:

2. تسمية البوليمرات المشتركة المتناوبة Name clature Of Alternating Copolymers

(وفيها نتبع نفس الطريقة السابقة مع استبدال المقطع (- Co -) بالمقطع (-ALT-) والذي يشير الى تناوب الوحدات المونمرية في سلسلة البوليمرية

3. تسمية البوليمرات المشتركة المطعمة. Namen clature Of graf ted copolymers

في هذا النوع من البوليرات المتكونة من نوعين من البوليميرات أو أكثر ، احدهما يكون سلسلة الرئيسية ، اما المونيميرات الاخرى فتكون الفروع المرتبطة بالسلسلة الرئيسية كما في ادناه :

وعند تسمية هذا النوع نستبدل المقطع (Co_-) بالحرف (g_-) التي تعني مطعم وهو اول حرف في كلمة graft كما في المثال التالي:

4. تسمية البوليمرات المشتركة البلوكية. Namen clature Of Block Copolymers

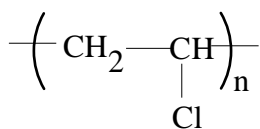
(g_-) عند تسمية هذه البوليمرات المشتركة يستبدل المقطع (Co_-) بالحرف (b_-) للدلالة البوليمر المشترك فتكون من بلوكات من المونمرين .

* اذا كان ($M=n$) فإن البوليمير منتظم اما اذا كان ($M \neq n$) فإن البوليمير غير منتظم

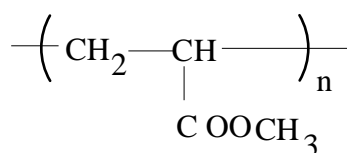
Common Of Commerical Name

خامساً التسميات التجارية والعامة

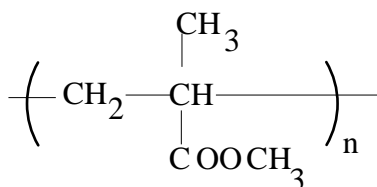
تسمى بعض البوليمرات بأسماء تجارية للسهولة ، مثلاً يطلق على البولي اميدات تسمية (النايلون Nylon) ، وكما في الامثلة التالية:



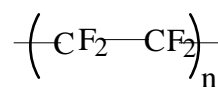
P . V . C



P . C . Ac .



P . MMA



Teflon

سادساً التسمية حسب النظام العام _Nomenclature By IUPAC

في هذه الطريقة يتم اختيار الوحدة المتكررة (Repeating Unit) في سلسلة البولمر ثم نتبع القواعد التالية:

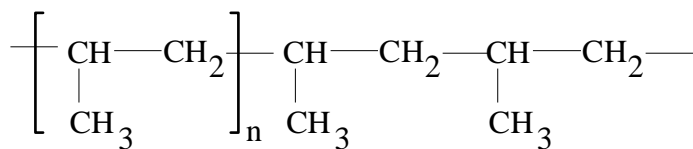
1 . ان تحتل المجاميع المعوضة (ان وجدت) اصغر المرقع ترقيماً.

2. اذا كانت في السلسلة ذرة غير الكربون مثل الاوكسجين و النتروجين و الكبريت وغيرها . فيجب ان تعطى هذه الذرات الاولوية في الترقيم ذرات الواحدة المتكررة ، حيث تتكون الافضلية كما يأت

الخ..... Bi,B,As,P,N,Te,Se,S,O

3. يتم اتباع اسس تسمية المركبات العضوية في ترقيم المجاميع المعوضة في الوحدة المتكررة

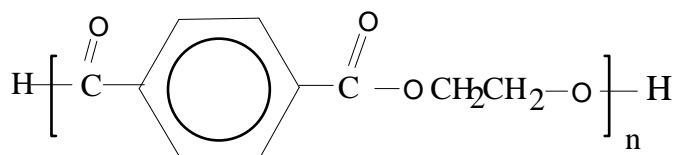
امثلة



Poly (1 - methyl ethylene)

Poly (methyl ethylene)

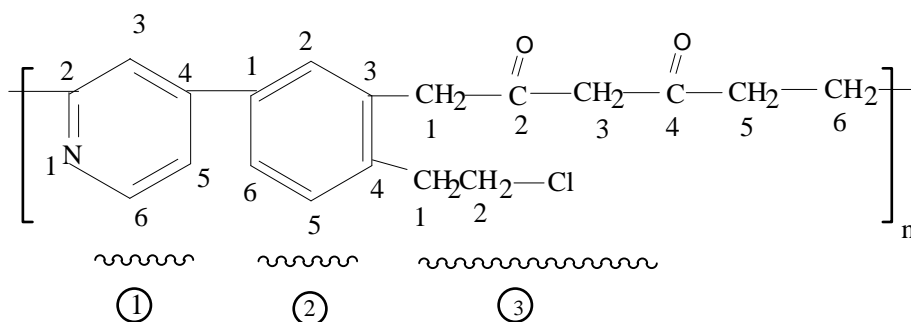
:



Poly (oxy - ethylene - oxy - terphthaloyl)

Poly (ethylene terphthalate)

وبهذه الطريقة يتم تسمية البوليمرات ذات التركيب المعقد ، كما في ادناه :



Poly { 2,4 Pyridinyl - [4-(2- chloroethylene) - (1 , 3- phenylene)] - (2 ,4 - dioxo - hexamethylene) }