

الباب الأول

مقدمة عامة عن البوليمرات

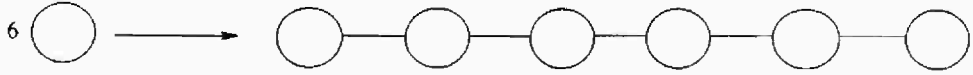
الباب الأول

مقدمة عامة عن البوليمرات

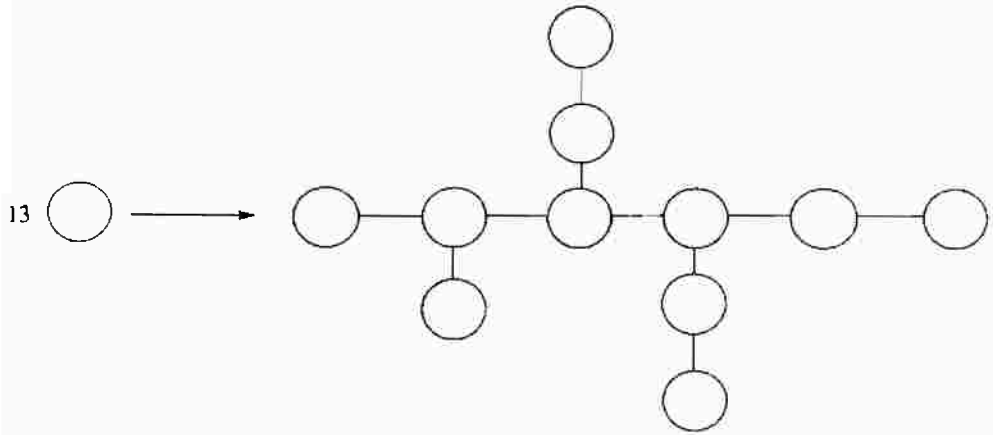
إن كلمة البوليمر لآتينية الأصل وهى مركبة من مقطعين هما (poly) وتعنى متعدد ومير (mer) وتعنى الوحدة ، لذلك ال polymer (بوليمر) تعنى متعدد الأجزاء ولغرض السهولة ستستعمل كلمة بوليمر بدلا من متعدد الأجزاء .

إن علم البوليمرات يبحث عن المواد التى تكون جزئياتها كبيرة وبوليمرية والتى تتكون عادة نتيجة لارتباط جزئيات صغيرة ببعضها كيميائياً وتسمى هذه الجزئيات الصغيرة بالمونومير (Monomer) . فالوحدة البنائية الصغيرة للبوليمر والمسماة بالمونومير يمكن أن تمثل بحلقة واحدة فى سلسلة معدنية طويلة . فالجزئية أو السلسلة البوليمرية polymer chain تنتج عن ارتباط كيميائى بين عدد كبير من الجزئيات الصغيرة والتى سمينها بالمونومرات مكونة للسلاسل البوليمرية الطويلة. ويجوز أن تكون الجزئية الناتجة متفرغة وتسمى عندئذ البوليمر بالبوليمر المتفرع Branched polymer ويشار عادة الى عدد الوحدات المتكررة Repeating units أو عدد الوحدات البنائية Structural units والتى هى فى الواقع عدد المونومرات المتحدة فى سلسلة واحدة ، يشار إليها بالمصطلح درجة البلمرة Degree of polymerization ويرمز لها D_p أو X_n وإذا كانت جزئيات البوليمر الواحد

غير متساوية جميعا في درجة البلمرة ولذلك يعبر عن درجة البلمرة بمعدل درجة البلمرة ويرمز لها بـ $\bar{D}_p$ أو $\bar{X}_n$.



البوليمر الخطي Linear polymer



البوليمر المتفرع : Branched polymer

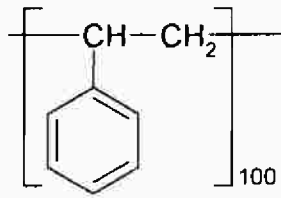
وتكون في بعض الأحيان درجة البلمرة منخفضة ، وبذلك يكون الوزن الجزيئي للبوليمر قليلا ، وتتراوح درجة البلمرة هذه بين 10 الى 20 ، وعندئذ يطلق اسم أوليجومير Oligomer على هذا النوع من البوليمر. أما البوليمرات الصناعية الشائعة فإن درجات بلمرتها عالية وتتراوح بين $\bar{D}_p = 100$ للصمغ والمعاجين اللاصقة ، و $D_p = 1000$ أو أكثر للمطاط الصناعي والمواد البلاستيكية الصلبة . وعليه فإن درجة البلمرة مقياس للوزن

الجزئى للبوليمر حيث يمكننا حساب الوزن الجزئى للبوليمر بمعرفة $\bar{D}_p$ والوزن الجزئى للمونومر باستعمال العلاقة البسيطة التالية :

$$\text{الوزن الجزئى للبوليمر} = \bar{D}_p \times \text{الوزن الجزئى للوحدة المتكررة}$$

فمثلا لو أخذنا نموذجا من البولى ستايرين polystyrene الذى له $\bar{D}_p = 100$ فإن وزنه الجزئى سيكون :

$$\text{الوزن الجزئى} = 100 \times \text{الوزن الجزئى للوحدة المتكررة}$$



∴ الوزن الجزئى $= 104 \times 100 = 10400$ ويمكننا التعبير عن درجة البلمرة بالنسبة الى عدد الجزئيات البوليمرية فى أية لحظة (N) وعدد الجزئيات المونومرية عند بداية البلمرة (N_0) كما يلى :

$$\bar{D}_p = X_n = N_0 / N$$

مصادر البوليمرات Polymer Sources

يمكن الحصول على البوليمرات من مصدرين أساسيين هما :

1- البوليمرات الطبيعية Natural polymers

وهي مركبات مصدرها إما نباتي أو حيواني ، مثال ذلك الخشب والقطن والمطاط الطبيعي والأصماغ النباتية والصوف والجلود والشعر والوبر والحرير الطبيعي وجميعها مركبات بوليمرية طبيعية ضرورية لحياتنا اليومية ويمكن الحصول عليها من مصادر نباتية أو حيوانية ومن المواد الغذائية التي تعد بوليمرات طبيعية هي النشا والبروتين Protein والسيليلوز Cellulose .

2- البوليمرات المحضرة Synthetic polymers

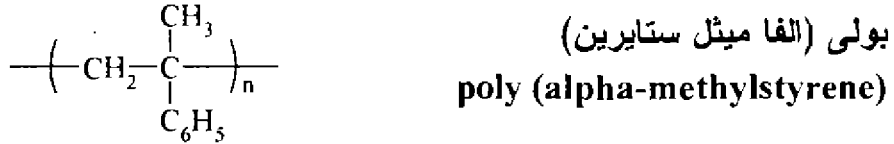
وهي المواد البلاستيكية Plastics والمطاط Rubber والجلود الصناعية Synthetic Leather وأقمشة النايلون Nylons والبولى آستر Polyesters وبعض الأصباغ dyes والطلائع الواقية Coatings وغيرها . ومن هذا يتضح مدى أهمية هذا الحقل من حقول الكيمياء فى خطط التنمية وازدهار القطر صناعيا وإقتصاديا. وتدل الإحصائيات التى أجريت عام 1975 فى الولايات المتحدة الأمريكية أن 75% من الكيميائيين يتعاملون مع البوليمرات بصورة مباشرة أو غير مباشرة .

تسمية البوليمرات Polymer nomenclature

البوليمرات الخطية البسيطة Linear chain polymers

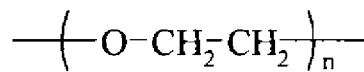
تسمى بأسماء المونومرات المكونة لها ، ويهمل ذكر المجاميع الطرفية فى الجزئية البوليمرية . إن هذا النوع من التسمية لا يشير إلى طبيعة الجزئيات البوليمرية من حيث مدى تشابكها Cross Linking أو تفرعها

Branching . وتتخلص طريقة التسمية هذه بكتابة كلمة بولى (poly) قبل الاسم العلمى للمونومير مع ملاحظة وضع اسم المونومير بين قوسين إذا كان اسما مركبا أو معقدا كما فى الأمثلة التالية :



تسمية البوليمرات الناتجة عن التكثف أو الإضافة

تتكون بعض البوليمرات من بلمرة مونومير معين بطريقة التكثف أو أنها تتكون من بلمرة مونومير آخر بطريقة الإضافة . أى يمكن تحضير البوليمر من مونومرين مختلفين مثال ذلك البوليمر أدناه :



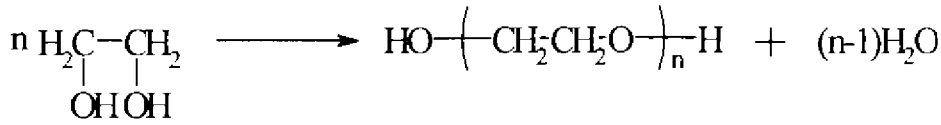
يسمى مثل هذا البوليمر نسبة الى المونومير $\text{H}_2\text{C} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \diagup \diagdown \end{smallmatrix} \text{CH}_2$ الذى يحضر منه بتفاعلات الإضافة التى تتم بطريقة فتح الحلقات Ring opening polymerization فعلى هذا الأساس يسمى

Polyoxirane

بولى أوكسيران

أو بولي (أوكسيد الايثيلين) poly (ethylene oxide)

أما عند اعتباره مشتقا من جلايكول الايثيلين Ethylene glycol وذلك بواسطة تفاعل التكثف المبين أدناه :



فعلى هذا الأساس يسمى البوليمر كما يلي :

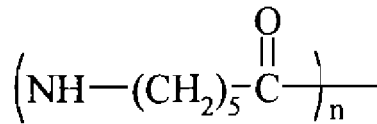
بولي (جلايكول الايثيلين) Poly (ethyleneglycol)

أو بولي (1،2-اثيرلين داى أول) Poly (1,2-ethylenediol)

تسمية البوليمرات التكثفية

Nomenclature of condensation polymers

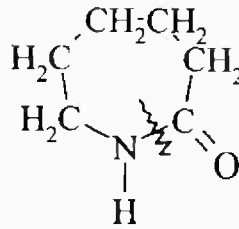
أولاً: يمكن تسمية البوليمرات التكثفية وكأنها تكونت من انفتاح بعض التراكيب الحلقية المتكونة من المونومير أو المونوميرات المكونة للبوليمر ومن الأمثلة على ذلك البوليمر ذو التركيب التالى :



poly-ε-Caprolactam

بولي (ε-كابرو لاکتام)

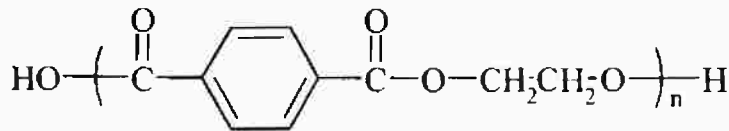
فعند تسمية هذا البوليمر يفترض بأنه ناتج من انفتاح الجزئية الحلقية ذو التركيب :



ϵ -Caprolactam

ε-كابرو لاكتام

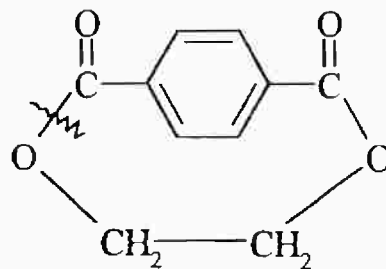
وكذلك بالنسبة لتسمية البوليمر ذو التركيب :



Poly(ethylene terphthalate)

بولى (تيرفتالات الاثيلين)

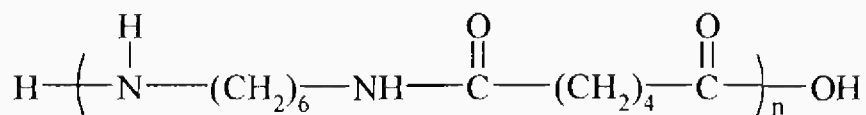
حيث يفترض عند التسمية بأن البوليمر تكون من انفتاح الاسطر الحلقى (اللاكتون) ذو التركيب الآتى :



Ethylene terphthalate

تيرفتالات الاثيلين

ثانياً: تسمى بعض البوليمرات التكثفية الناتجة عن تكثف مونومرين أو أكثر بذكر اسم المونومرات بعد كلمة (بولي) وبينهما المقطع كو (CO) كما في المثال الآتي :



بولي (هكسامثيلين ثنائي أمين)-مشتراك-أديبيل كلورايد

Poly (hexamethylenediamine)-co-adipylchloride

تسمية الكوبوليمرات

Nomenclature of copolymers

1- تسمية الكوبوليمرات المتكونة عشوائيا

Nomenclature of random copolymer

تسمى البوليمرات المشتركة (الكوبوليمرات) المتكونة عشوائيا من بلمرة مونومرين أو أكثر بذكر اسم المونومرات بعد كلمة بولى وبينهما المقطع كو (Co) فمثلا يسمى الكوبوليمر المتكون من الستايرين والبيوتادايين كما يأتي :

Polystyrene-co-butadiene

بولى ستايرين-مشارك-بيوتادايين

ويسمى الكوبوليمر المتكون من مثيل اكريلات والستايرين كما يأتي :

Poly (methyl methacrylate)-co-styrene

بولى (مثيل ميثا اكريلات)-مشارك-ستايرين

ويمكن تسمية الكوبوليمر المتكون من ثلاث مونومرات أو أكثر بنفس الطريقة ، فمثلا عند تسمية الكوبوليمر المتكون من الستايرين والبيوتادايين والاكريلونتريل المعروف تجاريا بمطاط ABS ، كما يأتي :

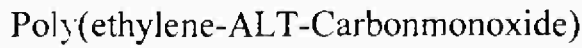
Poly (styrene-co-butadiene-co-acrylonitrile)

بولى (ستايرين-مشارك-بيوتادايين-مشارك-اكريلونتريل)

2- تسمية الكوبوليمرات المتناوبة

Nomenclature of alternating copolymer

تسمية الكوبوليمرات المتناوبة التي تتناوب فيها المونوميرات في السلسلة البوليمرية ، تتبع نفس الطريقة المتبعة مع الكوبوليمرات العشوائية التكوين عدا استبدال المقطع (كو) بالمقطع (ALT) من المصطلح Alternative والذي يعنى (متناوب) وتسمى هذه الطريقة بطريقة (كريسا Ceresa) فمثلا يمكن تسمية الكوبوليمر المتكون من الاثيلين وأول أوكسيد الكربون المتناوبان في السلسلة البوليمرية كما يأتي :



بولي (اثيلين-متناوب-أول أوكسيد الكربون)

3- تسمية الكوبوليمرات المطعمة

Nomenclature of grafted copolymers

في الكوبوليمر المطعم الذي يتكون من مونومرين أو أكثر أحدهما يكون السلاسل البوليمرية الرئيسية والآخرين يكونون فروعاً مرتبطة بالسلسلة الرئيسية كما مبين أدناه :



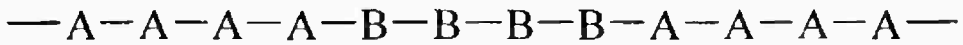
عند تسمية هذه الكوبوليمرات يستبدل المقطع (Co) الحرف (g) وهو أول حرف من الكلمة (graft) التي تعنى (مطعم) كما فى المثال الآتى :

Poly(styrene-g-acrylonitrile)

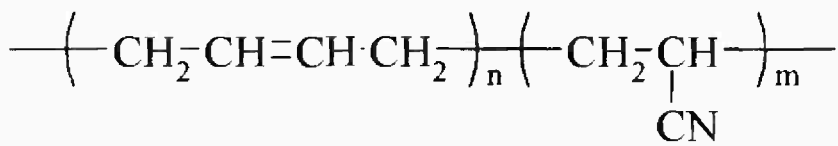
بولى (ستايرين -مطعم-أكريلونتريل)

4- تسمية الكوبوليمرات المتكتلة (بلوكية) (Block copolymers)

تتكون سلاسل هذه الكوبوليمرات من (بلوكات) كتل من المونومرات المكونة لها مرتبطة بعضها ببعض الآخر بروابط كيميائية كما مبين فى المخطط الآتى :



عند تسمية هذه الكوبوليمرات يستبدل المقطع (—O—) بالحرف (b) الذى مصدره المصطلح Block فىمكن تسمية كوبوليمر متكون من بلوكات من مونومرين مثل الاكريلونتريل والبيوتاديين ذو التركيب :



كما يلى :

Poly(butadiene-b-acrylonitrile)

بولى (بيوتاديين - ب - اكريلونتريل)

Common and commercial names

تسمى بعض البوليمرات بأسماء عامة وتجارية للسهولة فمثلا يطلق على البولي أميدات بالنايلون ويشار عادة الى عدد ذرات الكربون في الحامض والأمين المكونة للبولي أميدات بأرقام تلي كلمة النايلون فمثلا النايلون-6 يعنى بأن البوليمر متكون من الكابرو لاكتام والنايلون-66 متكون من حامض الاديبيك $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ Adipic acid و هيكسامثيلين داى أمين $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ Hexamethylenediamine

ويطلق على بولى (كلوريد الفايثيل) الاسم PVC و على بولى (زباعى - فلورواثيلين) التفلون Teflon .

التسميات الكيميائية حسب النظام العالمى للتسمية IUPAC

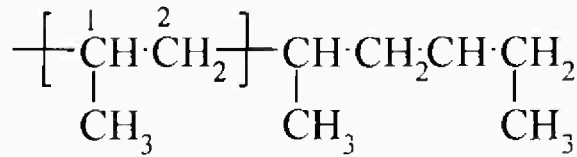
نظرا لتعقيد التراكيب الكيميائية لبعض البوليمرات فقد وضعت المنظمة المعروفة بالاتحاد الدولى للكيمياء الصرفة والتطبيقية IUPAC عام 1974 نظاما علميا خاصا بتسمية البوليمرات أسوة بالنظام الخاص بتسمية المركبات العضوية الأخرى

فى هذه الطريقة من التسمية يتم اختيار الوحدة المتكررة Repeating unit فى سلسلة البوليمر ويتبع قواعد خاصة فى تسمية الوحدة المتكررة منها:

- أ- أن تحتل المجاميع المعوضة (إن وجدت) أصغر المواقع ترقيما .
- ب- إذا كانت فى السلسلة البوليمرية ذرات غير الكربون مثل الأوكسجين والنيتروجين والكبريت وغيرها فيجب أن تعطى هذه الذرات الأولوية

فى ترقيم ذرات الوحدات المتكررة ، ولكى يمكن تسمية الوحدة المتكررة بمقطع واحد وفى حالة وجود أكثر من نوع من هذه الذرات فى السلسلة الرئيسية فتكون الأفضلية فى الترقيم كما يأتى :
Bi, B, As, P, N, Te, Se, S, O الخ

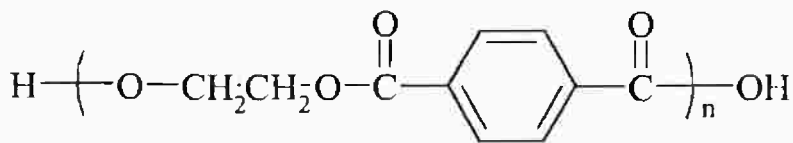
ويتم تحديد مواقع المجاميع المعوضة فى الوحدة المتكررة من خلال ترقيم الوحدة المتكررة متبعا نفس الأسس المعمول بها عند تسمية المركبات العضوية ، فعلى هذا الأساس تتم تسمية البوليمر الآتى :



بولى (1-مethyl-ethylين)

Poly(1-methylethylene)

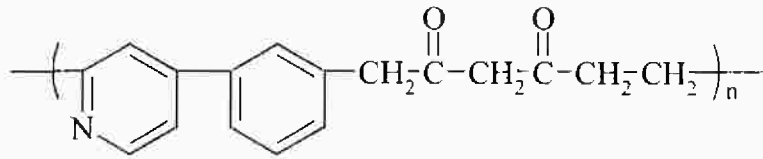
ويمكن تسمية بولى (تيرفثالات الاثيلين) Poly(ethyleneterphthalate) حسب هذه الطريقة كما يلى :



Poly(oxy-ethylene-oxy-terphthaloyl)

بولى (أوكسى اثيلين - أوكسى - تيرفثالويل)

وبهذه الطريقة تسمى البوليمرات ذات التركيب المعقد كالبوليمر أدناه :



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

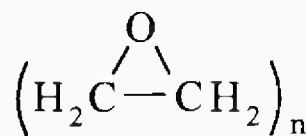
بولى (2،4-بيريدنيل [4-(2-كلوروإيثيل)-(1،3-فينيلين)]- [2،4-داى أوكسى - هكسامثيلين])

وبشكل عام فهناك نقطتان مهمتان جدیرتان بالاهتمام ، الأولى تخص استعمال الأقواس عند تسمية البوليمرات وخاصة فى حالة وجود أسماء متكونة من أكثر من مقطع واحد ، فعند تسمية البوليمر :

بولى أوكسيد الاثيلين $\text{Polyethyleneoxide } (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)_n$

أو بولى (أوكسيد الاثيلين) $\text{Poly (ethyleneoxide)}$

فإن التسمية الأولى - بدون استخدام الأقواس - قد لا تعنى البوليمر المعنى ، بل تعنى البوليمر ذو التركيب التالى :



والنقطة الأخرى الجديرة بالملاحظة هى الإرتباك الحاصل من استخدام الأسماء المختصرة للدلالة على أسماء البوليمرات ، فمثلا قد يعبر عن البولى ستايرين بالرمز (PS) ولكن هذا الرمز قد يعنى بولى سلفونات (PS) أو قد

يعنى بولى سايلوكسان (PS) Polysiloxanes ... وغيرها لذلك يفضل تجنب استخدام الأسماء المختصرة فى الكتابات العلمية .

العوامل المحددة لصفات البوليمر

Factors affecting polymer properties

هناك ثلاثة عوامل مهمة تتوقف عليها صفات البوليمرات وهى :

الوزن الجزيئى للبوليمر : Molecular weight of polymer

إن المركبات العضوية العادية لا تصلح أن تكون مادة بنائية للأجسام النباتية أو الحيوانية لأنها لا تتحمل الضغط وهى عديمة التماسك أو قليلة! وغالباً ما تكون هشة القوام Brittle ، أما الأجسام المصنوعة من المواد البوليمرية فتمتاز بالمتانة والمقاومة والدوام . فالجزيئات البوليمرية طويلة السلاسل وكبيرة الحجم وبعضها متفرع Branched أو متشابك Crosslinked الأمر الذى يزيد من صلابتها ومقاومتها كما أن باستطاعة الجزيئات البوليمرية الامتداد وإملاء الفراغ فى اتجاه الاحداثيات الثلاث كما أن المركبات البوليمرية تكون مقاومة للذوبان فى المذيبات بسبب أوزانها الجزيئية العالية .

طبيعة السلسلة الجزيئية البوليمرية

ويقصد بطبيعة الجزيئية تركيب الوحدات المتكررة وهندستها ونوعية المجاميع العضوية والأواصر الكيميائية التى تتضمنها الوحدة المتكررة . كل

ذلك يؤثر في الصفات الفيزيائية والكيميائية للمركب بشكل عام ، وعلى سبيل المثال نقول أن البوليمرات التي تحتوى على مركبات حلقيّة فى وحداتها المتكررة تكون عادة ذات درجات انصهار عالية ، أو أن البوليمرات التي تحتوى على الرابطة الايثرية Ether linkage C-O-C تمنح المادة قابلية المرونة Elasticity وسهولة اللوى Flexibility دون أن تنقطع ، مثل خيوط الأقمشة وكذلك مادة المطاط . أن طبيعة الجزئية البوليمرية هذه ونوعية المجاميع الكيميائية المرتبطة بها تؤثر على مدى قابلية الجزئيات فى تكوين التراكيب المتبلورة Crystalline structures

القوى الجزيئية Molecular Forces

القوى الجزيئية تصنف الى نوعين :

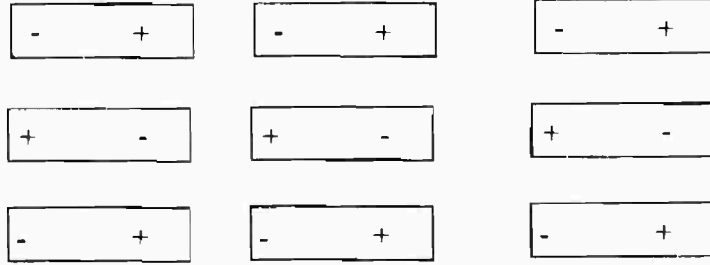
القوى الضمنية : أى قوى تعمل ضمن الجزيئة نفسها وتسمى (Intramolecular forces)

القوى المؤثرة بين الجزئيات : وتسمى كما أسلفنا قبل قليل Intermolecular forces وهى تؤثر بين الجزئيات المتجمعة للمادة الواحدة أو للمواد المختلفة ، أى أن الجزيئة الواحدة تتأثر بما يحيط بها من جزئيات أخرى وتؤثر هى بدورها عليها ، وهى انواع مختلفة كما يأتى :-

1- تأثير الأقطاب بين الجزئيات Dipole effect :

يظهر هذا التأثير فى الجزئيات القطبية بصورة خاصة مثل كلوريد الاثيل $\text{CH}_3\text{-CH}_2^{\delta+}\text{Cl}^{\delta-}$ حيث تكون الجزئيات مستقطبة بسبب تكوين الشحنات الجزئية الضعيفة Partial charges والناجمة عن اختلاف ذرة

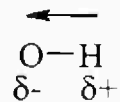
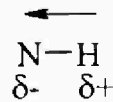
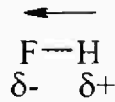
الكلور والكربون في قابلية جذب الإلكترونات . ولذا فإن الجزيئات المستقطبة تترتب فيما بينها بحيث أن النهايات المختلفة في الشحنة تكون متقاربة والنهايات المتشابهة الشحنة متباعدة ، مثال ذلك جزيئات كلوريد الايثيل الممثلة بالمستطيلات كما يلي :



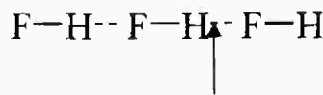
إن الترتيب المرسوم أعلاه يقلل من الطاقة الكلية للجزيئات ويزيد من ثباتها . ونتيجة لتجاذب الأقطاب المختلفة بين جزيئات المركب القطبي تكون درجات انصهارها ودرجات غليانها عاليتين إذا ما قورنت بالمركبات غير القطبية المقاربة بها بالوزن الجزيئي. والجدير بالذكر أن بعض محاليل البوليمرات لا تترسب في درجات حرارة الغرفة الاعتيادية بسبب هذه القوى الأيونية التي تماسك الجزيئات بعضها البعض الآخر . وعند تسخين محاليل هذه البوليمرات الى درجة حرارة أعلى ، يلاحظ أنها تترسب بسبب تفكيك قوى التجاذب الأيونية المسببة للتماسك وإزالة التنظيم الموجود .

2- الرابطة الهيدروجينية Hydrogen bonding :

تتكون الرابطة الهيدروجينية في المركبات التي تحتوى جزيئاتها على مجاميع الهيدروكسيل (OH) أو NH أو HF . وتكون هذه المجاميع قوية الاستقطاب بفضل السالبية الكهربائية العالية لذرات الأوكسجين والنيتروجين والفلور حيث تستقطب ذرة الهيدروجين جزئيا كما يأتي :

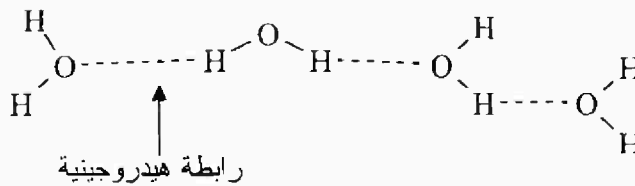


تؤثر الروابط المستقطبة هذه على الجزيئية بكاملها حيث تصبح الأخيرة مستقطبة . ففي فلوريد الهيدروجين يلاحظ وجود تجاذب بين جزيئية وأخرى بفعل الرابطة الهيدروجينية . ويبلغ مقدار هذا التجاذب حوالى (5) كيلو سعر للمول الواحد وهى طاقة الرابطة الهيدروجينية وتمثل بشكل منقط لتمييزها عن الرابطة العادية .



رابطة هيدروجينية

وبالطريقة نفسها تستطيع جزيئات الماء أو الكحول من تكوين الروابط الهيدروجينية كما يأتى :



رابطة هيدروجينية

3- الاستقطاب بواسطة الحث Induced dipole :

عندما تخلط مادتان إحداها قطبية والأخرى غير قطبية فإن الجزيئية القطبية تستطيع استقطاب الجزيئات غير القطبية الواقعة حولها بطريقة الحث. إن هذه الظاهرة هى المسؤلة عن ذوبان اليود فى الكروموفورم على سبيل المثال. إن الكلوروفورم مادة قطبية الى حد ما وتقوم باستقطاب جزيئات اليود

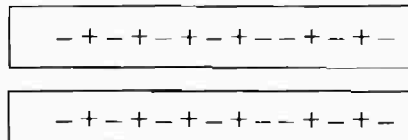
المحيطة بها وبذلك يذوب اليود فى الكلوروفورم . إن اليود أحد العناصر ذات الذرات الكبيرة فى الحجم ، ولذلك فإن ذرته لها قابلية كبيرة على الاستقطاب بالحث حجمها الكبير ، بينما الذرات الصغيرة الحجم صعبة الاستقطاب بالحث (Induction) .

4- قوى فان درفال Vander waals forces

يمكن تقسيم هذه القوى الى نوعين هما :

1- قوى فان ردفال للجذب Vander waals attraction forces

وتسمى أحيانا بقوى لندن London forces وأحيانا بقوى الانتشار Dispersion forces . وتنشأ هذه القوى عن تجاذب الجزيئات فيما بينها بسبب تكوين أقطاب كهربائية مؤقتة على الجزيئات . تنشأ الأقطاب المشحونة والوقتيّة هذه عن دوران الالكترونات المستمر حول النواة والتي تؤدي الى تكوين قطبين مختلفين فى الشحنة بشكل مؤقت لا يلبث أن يزول لتتكون أقطاب جديدة فى مواقع أخرى من الجزيئة . والأقطاب المتكونة هذه والمؤقتة بدورها تستقطب ما يجاورها من الجزيئات بطريقة الحث كما فى الشكل أدناه:



2- قوى فان ردفال للتنافر Vander waals repulsion forces

إن الذرات والجزيئات باعتبارها جسيمات صغيرة لها كتل ، ولذلك فهى تخضع لقانون نيوتن الخاص بالجذب ، فتوجد بين الذرات والجزيئات

المختلفة قوى للتجاذب ، تزداد بزيادة التقارب بينها فى المسافات ، إلا أن العالم فان درفال بين أن الجزيئات والذرات تتقارب فى حدود معينة بحيث تصل الى حد يصبح أى تقارب إضافى يؤدي الى تنافر ، وذلك بسبب تنافر النوى الموجبة للذرات . إن نصف قطر الدائرة المحيطة بالذرة والنوى عندها يبدأ التنافر بين الذرات المتقاربة تدعى بنصف قطر فان درفال (Vander waals's radius) . عند تقارب الذرات من بعضها بحيث تتعدى أنصاف أقطار فان درفال يحدث تنافرا يدعى (بقوى فان درفال للتنافر) .

الأسئلة

1- أكتب الصيغة الجزيئية للوحدات التركيبية المتكررة للبوليمرات التالية: البولي إثيلين ، بولي (كلوريد الفينيل) ، بولي ستايرين ، بولي (مethyl - ميثاالكريلات) ، نايلون 106 ، نايلون 66 ، بولي (تيرفتالات البيوتلين) ، بولي (فتالات الفينيلين) ، بولي (كلوروبيرين)

2- عند بلمرة 0.5 مول من الكابرولاكتام وبعد نصف ساعة من التفاعل وجد أن عدد مولات البوليمر في مزيج التفاعل تساوى 0.1 مول أوجد درجة البلمرة عند هذه المرحلة من التفاعل ثم احسب الوزن الجزيئى للبوليمر المتكون .

3- كيف تختلف الجزئيات البوليمرية الكبيرة عن الغرويات

4- عند بلمرة الاثيلين مع البروبلين للحصول على كوبوليمر . سم الكوبوليمر الناتج إذا كان :

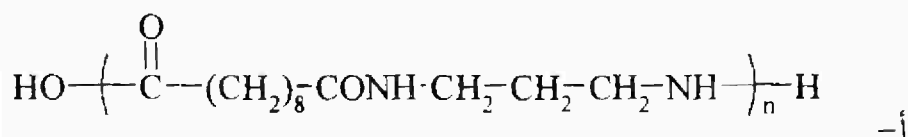
أ- اعتباطيا Random copolymer

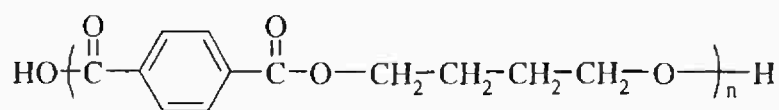
ب- كوبوليمر مطعم Alternative copolymer

ج- كوبوليمر مطعم Graft copolymer

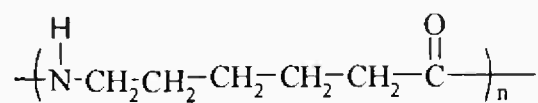
د- كوبوليمر بلوكى Block copolymer

5- اذكر اسم البوليمرات التالية معتمدا على التركيب الكيميائى للبوليمر :

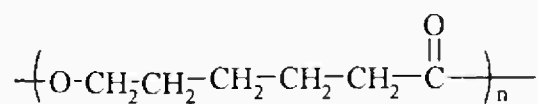




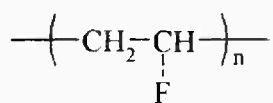
بـ



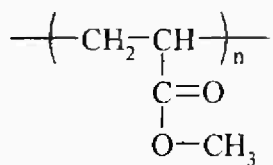
جـ



دـ



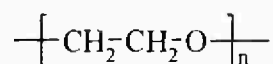
هـ



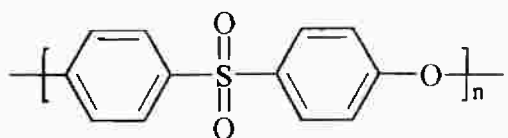
وـ



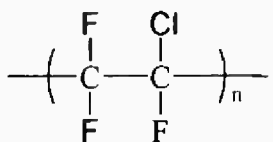
زـ



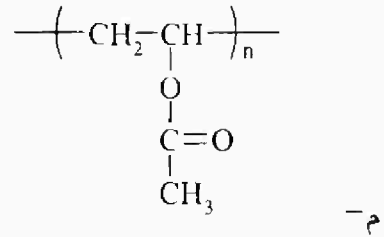
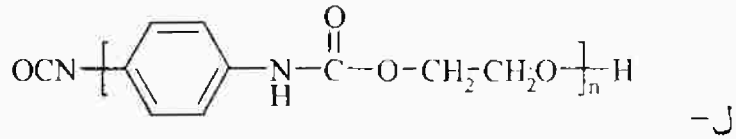
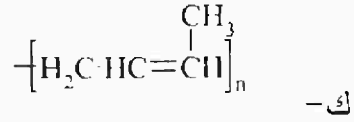
حـ



طـ



يـ



6- اذكر اسم البوليمرات المذكورة في السؤال الخامس بطريقة IUPAC

7- ما هي الأسماء التجارية المألوفة للبوليمرات : أ ، ب ، ج ، د ، و ، ط ، ل ، ن من السؤال الخامس .

8- رتب البوليمرات التالية حسب طاقة التماسك المتوقعة مستندا على التركيب الكيميائي للبوليمر وبين الأساس الذي اعتمد عليه في الترتيب .

9- كيف تعلق الظاهرة التالية : أن بولي (اكريلونايتريل) يتفكك قبل أن ينصهر .

10- درجة انصهار بولي (كحول الفايثيل) أعلى من درجة انصهار بولي (كلوريد الفايثيل) كيف تفسر ذلك .

11- أن طاقة التماسك في النايلون 66 أعلى من طاقة تماسك بولي تيرفتالات الاثيلين بين لماذا ؟