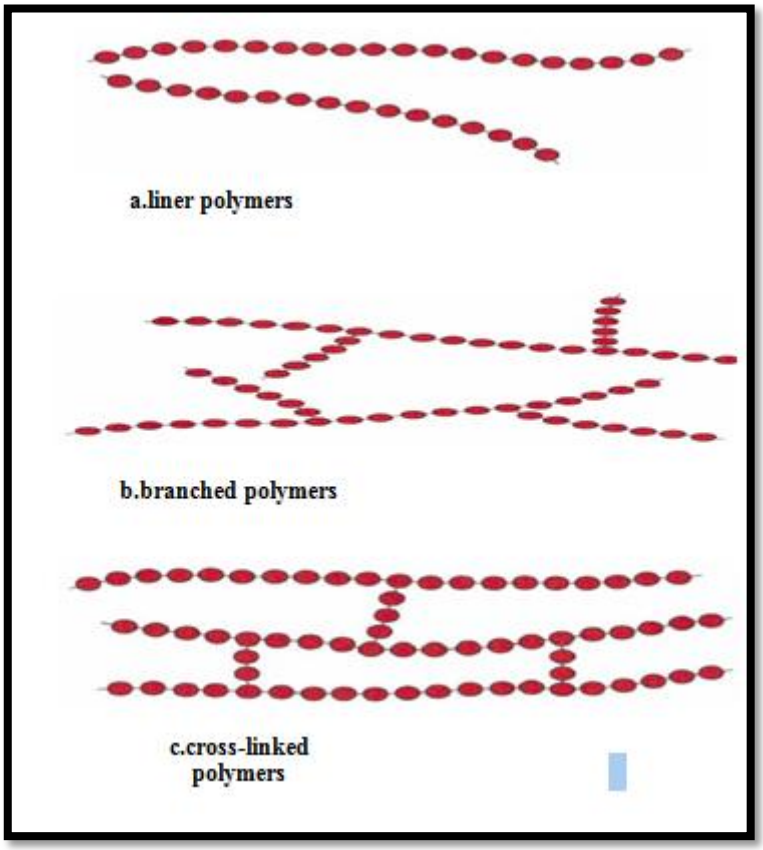
كيمياء البوليمرات

تعاريف أساسية

١) البوليمر (Polymer)

أن البوليمر (polymer) أو مايسمى في بعض الاحيان بالجزئ العملاق (macromolecule) كلمة لاتينية تتكون من مقطعين (بولي poly) وتعني (متعدد) والمقطع (مير mer) وتعني (الجزء) أي أنها تعني (متعدد الاجزاء).

أن جزيئة البوليمر هي جزيئة كبيرة لها وزن جزيئي عالي مابين ($10,000 - 10^6$) تتكون من جزيئات كيميائية صغيرة مرتبطة مع بعضها بأواصر كيميائية ، فقد تكون هذه الجزيئات مرتبطة معا بعضها بشكل خطي فيدعى البوليمر بالبوليمر الخطي (linear polymer) لاحظ الشكل (١). وأحيانا أخرى تكون الجزيئة البوليمرية متفرعة فيدعى بالبوليمر المتفرع (branched polymer) وقد تكون الفروع في سلسلة البوليمر ذات تركيب مشطي (comb form) أو ذات تركيب سلمي (ladder form) أو ذات تركيب صليبي (cruciform). وقد تختلف هذه التفرعات في أطوالها ويمثل الشكل (١) شكل تخطيطي لانواع من البوليمرات المتفرعة وفي بعض الحالات تكون هذه التفرعات متشابكة مع بعضها فيدعى بالبوليمر المتشابك (cross linked polymer) لاحظ الشكل (١).



شكل (١): شكل تخطيطي يوضح انواع مختلفة من السلاسل البوليمرية

٢)المونومرMonomer

تدعى الجزيئة البسيطة التي تبنى منها جزيئة البوليمر بالمونومر (monomer) (أحادي الجزئ) وتدعى عملية أرتباط هذه الجزيئات البسيطة مع بعضها بعملية البلمرة(Polymerization).

أن المونومر مركب كيميائي بسيط ذو وزن جزيئي صغير ، ويتميز جزيء هذا المركب بتركيب خاص يمكنه من التفاعل مع جزيء أخر 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 أحيانا 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 أ و مجموعة من الذرات .

٤) درجة البلمرة Degree of Polymerization

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

مثال توضيحي....

عند بلمرة الأيثيلين ($CH_2 = CH_2$) لتكوين البولي أيثلين (polyethylene) ذو التركيب الكيميائي $(-CH_2-CH_2-)_n$ ($-CH_2-CH_2-$) حيث أن ($-CH_2-CH_2-$) تمثل الوحدة التركيبية أو المتكررة وتمثل (n) عدد الوحدات المتكررة في السلسلة البوليمرية ، وتدعى عادة بدرجة البلمرة (degree of polymerization) .

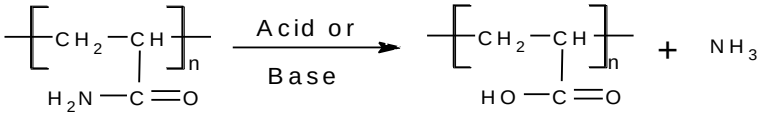
يتباين عدد الوحدات المتكررة في سلسلة البوليمر أذ يتراوح من العشرات الى عشرات الالوف وعندما يكون عدد الوحدات المتكررة قليلاً نسبيا فيدعى المركب بـــ (معدودة الجزيئات oligomer) الأ أن البوليمرات المهمة صناعياً تتراوح أوزانها الجزيئية بين -10000 (1000000) أبتداءَ من المواد الصمغية واللواصق وأنتهاء بالبلاستيكات القوية المتينة والمطاط والالياف.

تجربة رقم (١)

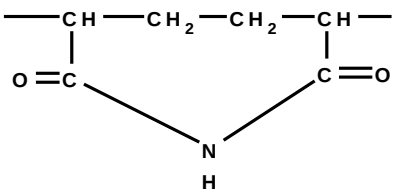
البلمرة الجذرية للاكريل امايد بالوسط المائي

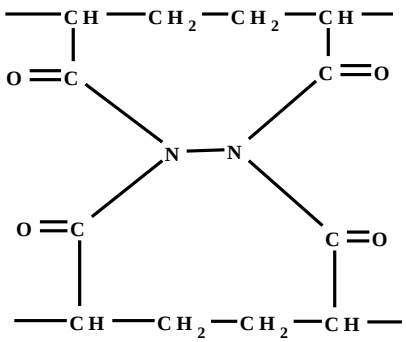
يمتلك البولي اكريل امايد الصيغة التركيبية -$[CH_2\text{-}CH(CONH_2)]_n$– وله استخدامات واسعة ومهمة ايضا وعرف منذ القدم ولكن ظلت صناعته محدودة الى ان توسعت في الوقت الحاضر وهو عديم الرائحة صلب ذو لون ابيض زجاجي وذو سمية قليلة . النوع الجاف منه يتواجد بشكل باودر او بشكل حبيبات بحجوم جزيئية مختلفة اعتمادا على نوع البلمرة وعمليات التجفيف يتراوح الوزن الجزيئي للبولي اكريل امايد (10^4- 10^7 gm\mol^{-1}) حيث يذوب في الماء والفورمالديهايد والاثلين كلايكول.

يمتلك البوليمر الجاف منه استقرارية حرارية أعلى من 100Ċ لذا فان البولي اكريل امايد ممكن ان يتشابك بواسطة تكوين مجاميع الايميد ويبدأ البوليمر بالتجزؤ عند درجة حرارة 220Ċ . تعد مجموعة الامايد ($H_2NC=O$) في البولي اكريل امايد من المجاميع الفعالة حيث انها توفر جهة فعالة (Active site) لتغير صفات البوليمر حيث عن طريقها ممكن انتاج بوليمر ايوني او متشابك. ان التفاعل المهم للبولي اكريل امايد هو التحلل المائي الذي ممكن انجازه في الوسط الحامضي او القاعدي وكما هو موضح في المعادلة التالية:-

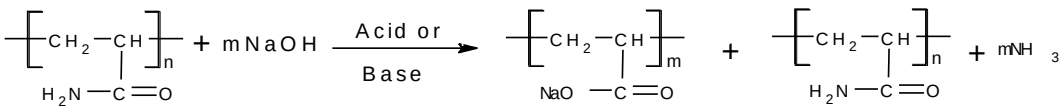


يكون التحليل المائي للبولي اكريل امايد في الوسط الحامضي بطيئا عن (pH=4.5) لكن عند نقصان (PH) اي عندما يكون المحيط حامضي قوي فان ذلك يؤدي الى ناتج غير ذائب بسبب تكوين تراكيب حلقية من مجاميع الايميد (Imides) كما يلي :-





اما التحليل المائي في الوسط القاعدي فانه يستخدم لانتاج مجاميع الاكريلات في الجزيئات البوليمرية الكبيرة (Macromolecules) :-



تعتمد درجة التحلل المائي للبولي اكريل امايد على درجة الحرارة، زمن التفاعل وكذلك على اضافة الاملاح مثل (NaCl, KCl) .

يمكن تحضير بولي اكريل امايد بواسطة بلمرة الجذرية ذات نمو متسلسل او بلمرة ايونية، والبادئ المستعمل هو بيرسلفات البوتاسيوم ($K_2S_2O_8$) او مركبات الازو وتتطلب عملية البلمرة مونمر نقي والطريقة المستعملة هي البلمرة في محلول مائي كون المونمر يذوب في الماء، وتتميز عملية البلمرة بسرعتها مع تكوين بوليمر بوزن جزيئي عالي.

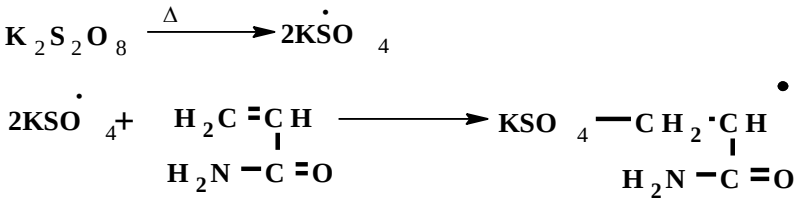
❖ التطبيقات الصناعية للبولي اكريل امايد :-

١- في معالجة المياه كمشتت للترسبات الاحيائية.
٢- في معالجة المياه كمشتت للتكلسات في المراجل البخارية.
٣- في صناعة الورق.
٤- مواد مثخنة ومالئة.
٥- في الصناعات النفطية وفي معالجة ترب الابار عند الحفر.
٦- في الصناعات التعدينية كمواد مكتلة للجزيئات العالقة.
٧- في التطبيقات الزراعية كمثبت للتربة وكمواد ضد الاشنات والبكتريا.
٨- يستعمل في زيادة كفاءة ضخ مياه اطفاء الحرائق.
٩- في صناعة اللواصق.

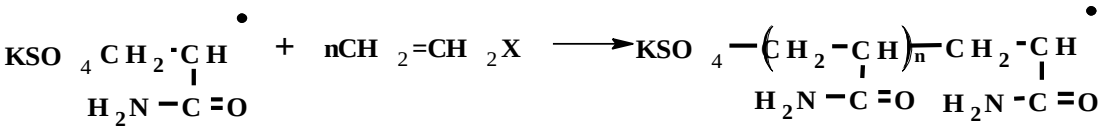
❖ المعادلات الكيميائية :-

يمكن تحضير بولي اكريل امايد بواسطة البلمرة الجذرية ذات النمو المتسلسل او بالبلمرة الايونية ويكون البادئ المستعمل في البلمرة الجذرية هو بيرسلفات البوتاسيوم ($K_2S_2O_8$) او مركبات الازو وتحدث البلمرة في الوسط المائي كون المونمر ذائب في الماء وتتميز عملية البلمرة بسرعتها مع تكوين بوليمر بوزن جزيئي عالي.

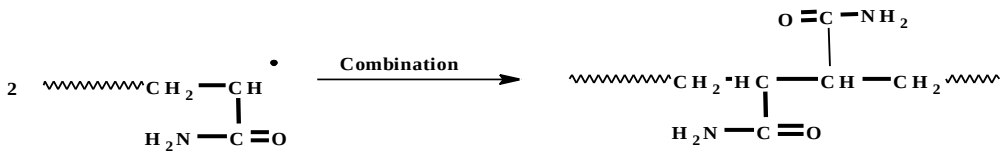
١- البدء :-

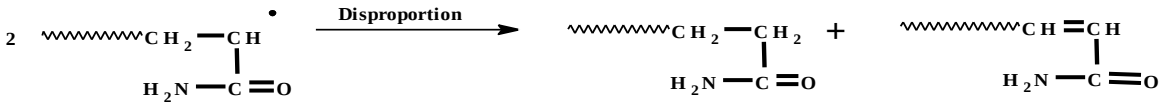


٢- التكاثر:-



٣- الانتهاء :-





❖ طريقة العمل :-

١- يذاب 0.5gm من مونمر الاكريل امايد 10ml من الماء المقطر ويضاف اليه 0.01gm من البادئ بيرسلفات البوتاسيوم وثم تغلق فوهة انبوبة الاختبار بالسداد الفليني او المطاط وتوضع في حمام مائي بدرجة حرارة 70Ċ لمدة 15 دقيقة.

٢- يبرد المحلول بعد ذلك الى درجة حرارة الغرفة ثم يرسب البوليمر المتكون في 20ml من الكحول الاثيلي ويترك لمدة 15 دقيقة ليترسب ثم يرشح ويوضع على زجاجة ساعة نظيفة ويوضع في الفرن ليجف عند درجة حرارة 40Ċ وثم يوزن البوليمر.

❖ الحسابات :-

احسب نسبة التحويل حيث :

$$\text{نسبة التحويل (\%)} = \frac{\text{وزن البوليمر}}{\text{وزن المونمر}} \times 100$$