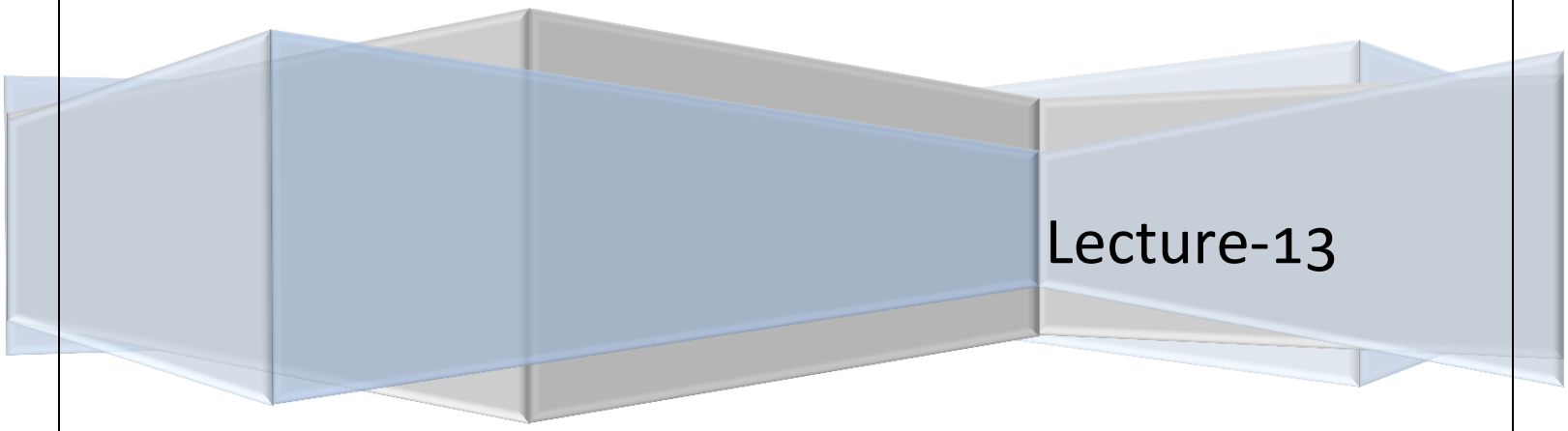
Chemical engineering department

polymers technology



Lecture-13

بعض انواع البلاستيك الرئيسية واستخداماتها

اولا : البولي اثيلين منخفض الكثافة Low density polyethylene (LDPE)

وهذا اول بلاستيك انتج من بلمرة غاز الاثيلين وهو عبارة عن بوليمر يتكون من سلسلة خطية تتصل بها تفرعات جانبية كثيرة وهذه التفرعات تتسبب في انخفاض درجة التبلور للبوليمر وبالتالي انخفاض الكثافة .ويحضر البولي اثيلين تحت ضغط عالي .

الطريقة الصناعية لانتاج البولي اثيلين ذو الكثافة المنخفضة.

اولا : انتاج الاثيلين : يحصل علية بطريقتين :

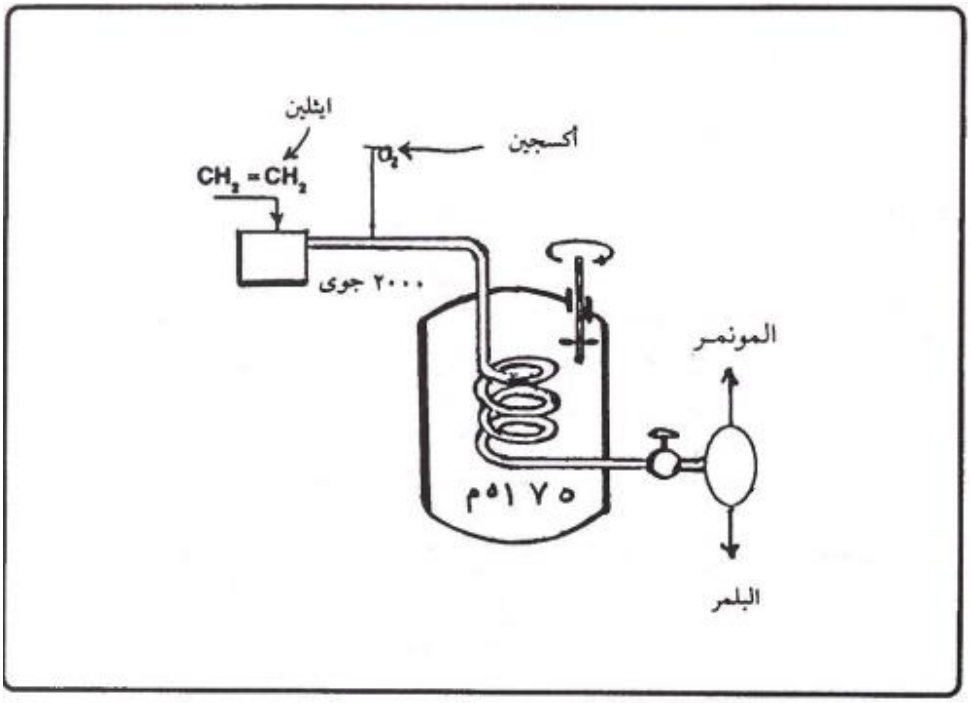
أ) - أزالة جزئ ماء من الكحول الاثيلين :

$$CH_3\text{-}\ CH_2\text{-}\ OH \rightarrow\ CH_2 = CH_2 + H_2O$$

ب) – طريقة البوليمر (العملية الصناعية):

تتم العملية في معظم الاحوال في مفاعل انبوبي (Tubular Reactor) مسخن وتحت ضغط عال

حيث يدخل المونيمر من احد طرفي الانبوبة ويخرج البوليمر من الطرف الاخر



المفاعل الانبوبي لانتاج الاثيلين المنخفض الكثافة

في المفاعل الموضح في الشكل اعلاة يدخل غاز الاثيلين بعد تنقيتة من شوائب غاز الميثان (demethanized) وكذلك من شوائب غاز الايثان (Deethanized) ثم يذاب فيه غاز الاكسجين (عامل الخفز) لعمل محلول بتركيز (O_2 % 0.5) . ثم يضخ الخليط (المحلول) في المفاعل الانبوبي عند ضغط (1000- 3000 atm) وتكون الانبوبة مسخنة عند درجة حرارة (200 – 175 C) ومعدل الانتاج في هذا المفاعل يصل الى (100×10^6 kg /year) وفي بعض المفاعللات مثل المفاعل (Pilot plant) حيث معدل الانتاج يصل الى (3 kg/hour)

هذا المفاعل في نهاية الانبوبة يوجد صمام يفتح على فترات وبفتحة ينخفض لضغط حيث يقذف بالبوليمر الناتج والمونيمر المتسرب الزائد ويسمح للمونيمربالتبخر , ثم يفصل البوليمر ويغسل .

الصفات الفيزيائية للبولي اثيلين منخفض الكثافة:

1- نسبة تبلور تكون من 50 – 60 %

2- كثافة 0.91 – 0.94 غرام / $سم^3$

3- يذوب في المذيب العضوي فوق ($100\ C^0$) ولكن ليس هناك اي مذيب معروف يذيب البولي اثيلين عند درجة حرارة الغرفة.

4- البلاستيك يحتفظ بصفات جمود على مدى كبير من درجات الحرارة .

5- له صفات عزل كهربائي عالي جدا ويعتبر ثاني بولمر بعد البولي تترافلورو اثيلين (تفلون) في صفات العزل الكهربائي .

6- عند تشكيله في صورة الافلام الرقيقه يكون البولي اثيلين شفافا ولكن صورة الافلام السميكة يكون نصف شفاف .

الصفات الكيميائية للبولي اثيلين منخفض الكثافة:

يعتبر البولي اثيلين من البوليمرات الخاملة كيميائيا . ولايتفاعل او يذوب مع اي مادة كيميائية عند درجة حرارة الغرفة ولكنه ينتفخ قليلا بمذيبات مثل البنزين ورابع كلوريد الكربون عند درجة حرارة منخفضة ويذوب تماما عند درجة تقرب من درجة انصهاره من مذيبات :(تراي كلورو بنزين , ديكاهيدرونفثالين , زيلين).

الاستخدامات الصناعية للبولي اثيلين منخفض الكثافة :

1- انتاج الاغلفة وافلام البلاستيكية : وتمتاز افلام البولي اثيلين المنخفض الكثافة بانها خفيفة لان كثافتها منخفضة وهي مطاطية بعض الشئ ولها درجة مقاومه كبيره ضد القطع وضد الرطوبة والكيمياويات .وتستخدم الاغلفه لبلاستيكية كذلك في تغطية البيوت الخضراء المستخدمة في الزراعة وفي صناعة بعض ستائر الحمام ومفارش الطاولات.

2- صناعة ادوات بلاستيك مشكلة بالصب والحقن. مثل انتاج لعب الاطفال وهذا الاستخدام يستهلك حوالي (13%) من كمية البولي اثيلين المنتجة عالميا.

3- تغليف الاسلاك الكهربائية: وهذا الاستخدام حوالي (1%) من البولي اثيلين المنتج عالميا والاسلاك المغطاة بالبولي اثيلين تكون لها صفات عزل كهربائي عالي لاسيما في الترددات العالية.

4- اغراض التغطية الاخرى Coatings : يستخدم البولي اثيلين في اغراض التغطيه على قاعدة

ورقية او قاعدة نسجية وتتم عملية التغطية من منصهر البوليمر او من محلول ساخن له في مذيب عضوي .كما يستخدم البولي اثيلين من تغطية الكثير من الاشكال المعدنية كما يحدث في انتاج شماعات الملابس وحوامل الاطباق وغيرها .ويستهلك هذا الغرض في حدود (3%)من انتاج البولي اثيلين.

5- انتاج القوارير البلاستيكية المختلفة: انتاج القوارير والبرطمانات البلاستيكية بطريقة الصب بالنفخ

(blow molding) يستهلك هذا الاستخدام حوالي (2%) من البولي اثيلين المنتج وتمتاز الزجاجات

المنتجة من البولي اثيلين برخص ثمنها وقوة مقاومتها للرطوبة والكيمياويات وتسخدم في تعبئة الزيوت ومنتجات البترول الاخرى وفي تعبئة الاحماض الكيمياوية وغيرهام من المواد الكيمياوية.

ثانيا:البولي اثيلين عالي الكثافة(High density polyethylene (HDPE

ويحضر هذا البوليمر من بلمرة غاز الاثيلين وهو بوليمر خطي مثل البولي اثيلين منخفض الكثافة ولكنة يمتاز عنه بأن سلسلة جزيئاتة خالية تقريبا من التفرعات الجانبية الكبيرة .ولهذا فان البوليمر له درجة تبلور عالية مما يتسبب في زيادة درجة كثافة البوليمر وارتفاع درجة حرارة انصهاره.

التحضير الصناعي للبولي اثيلين مرتفع الكثافة :

1- طريقة زيكلر – ناتا:

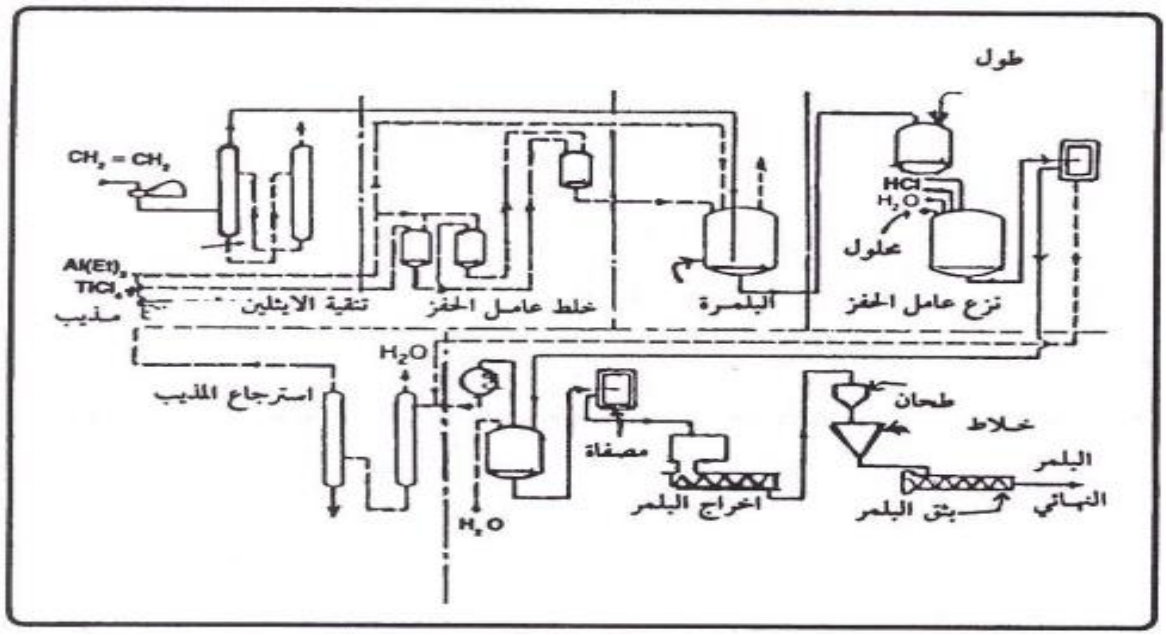
يحضر البولي اثيلين ذو الكثافة المرتفعة من بلمرة غاز الاثيلين في وجود عامل الخفر

(heterogeneous)غير المتجانس والمعروف باسم عامل حفاز (زيكلر – ناتا) في

(slurry reactor) مفاعل المعلق حيث تتم البلمرة باذابة الاثيلين في مذيب عضوي مثل الهبتان العادي . ثم يمر هذا المحلول على المفاعل الذي يحتوي على خليط العامل الحفاز

ويسخن خليط التفاعل الى درجة اقصاها ($120\ C^0$) وتحت ضغط (30 -5atm) .بعدها

يبطل تأثيرعامل الخفر بادخال الماء ثم يفصل بالبوليمر المتكون على شكل من المذيب بالترشيح بعدها يغسل ويجفف . ويجب تقطير واسترجاع المذيب واستخدامه مرة اخرى لتسخين من ضمن اقتصاديات العملية الصناعية.

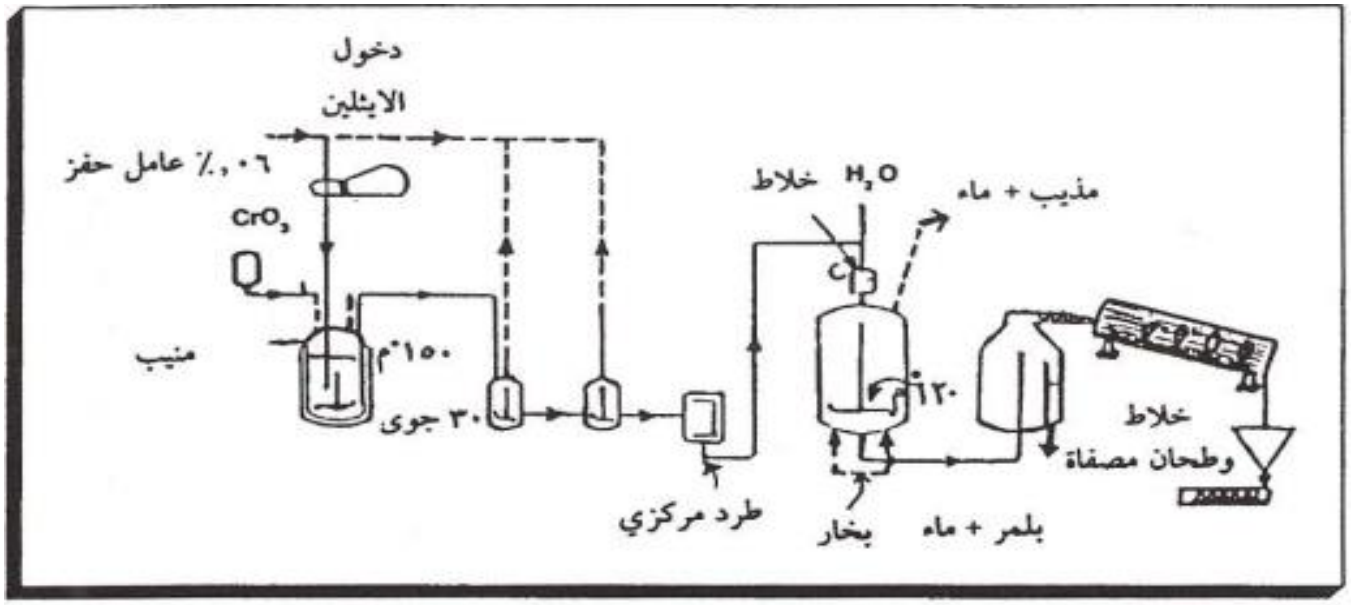


انتاج البولي اثيلين عالي الكثافة بطريقة زيكلر – ناتا

2- طريقة فيلبس (Philips method):

وهذه الطريقة تشبة طريقة (زيكلر – ناتا) ولكنها تستخدم عامل خفز مختلف يتكون من اكسيد الكروم

(Cro_3) على الالومينا (AL_2O_3). والبوليمر تتبع نظام المحلول غير المتجانس نظرا لعدم ذوبان عامل الخفز وسط بالتفاعل وتتم صناعيا.



انتاج البولي اثيلين عالي الكثافة بطريقة فيليبس

علما ان هنالك نوعين من المفاعلات المستخدمه: أ- مفاعل عامل الحفز الثابت , ب- مفاعل عامل الحفز المعلق .

خواص البولي اثيلين عالي الكثافة :

1- درجة تبلوره تصل الى (90%)

2- سلسلة البوليمر خطية على معظم طولها وتحتوي تفرعات جانبية قليلة .

3- درجة حرارة الانصهار اكثر من ($127C^0$) ($135C^0$).

4- الكثافة ($0.95 - 0.97\ g/cm^2$).

5- يتميز بدرجة صلابة اكبر من درجة صلابة البولي أثيلين المنخفض الكثافة .

6- يمتاز عن البولي اثيلين االعادي بانة اكثر مقاومه لنفاد الغازات والابخرة.

الاستخدامات الصناعية للبولي اثيلين عالي الكثافة :

1- في عمليات الصب بالنفخ في انتاج القوارير والجوالين والاوعية الاخرى وهذا يعبر عن (40%) من استهلاك البلاستيك .

2- عمليات التشكل بالحقن.ويستهلك هذا الاستخدام حوالي (20%) من البولي اثيلين (HDPE)

لانتاج الادوات المنزلية ويحل محل البولي اثيلين منخفض الكثافة في هذا الاستخدام .

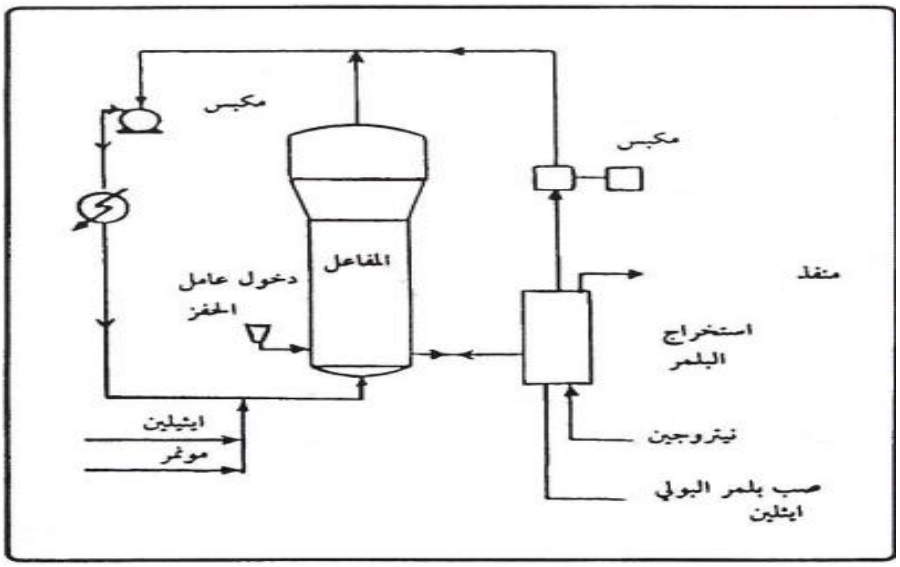
3- يستخدم في انابيب العزل الكهربائي وفي اغراض التغطية .

4- يستخدم في انتاج الاكياس القوية التي تستعمل لتعبئة البقالة وفي انتاج الافلام والمسطحات والاغطية لاسيما قي مجال الزراعة الحديثة .

ثالثا :البولي اثيلين منخفض الكثافة الخطي (Linear Low Density Polyethylene) (LLDPE)

خواصة متوسطة بين خواص البولي اثيلين منخفض الكثافة (LDPE) المتفرع وبين خواص البولي اثيلين عالي الكثافة (HDPE) ولكنة يقترب من خواصة من (LDPE).

تتم عملية الصناعة لانتاج هذا البوليمر بنظام بلمرة الغاز (fluidized bed(gas phase) حيث يستخدم عامل الحفز (اكسيد الكروم) على شكل مسحوق محمل .على المونيمر الغازي ويمر في المفاعل على هذه الصورة (fluidized bed) تحت ضغط(30 atm) ودرجة حرارة(100^0C) الحبيبات الناتجة والتي تتكون على مدى (2- 5 hours) حتى يصل قطر الحبيبة (500) مليمكرون بعدها يفصل البوليمر ويغسل ويجفف.

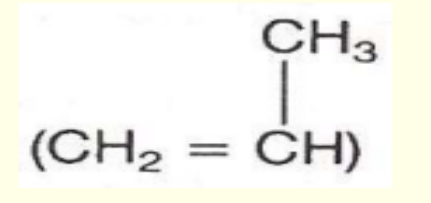


انتاج البولي اثيلين الخطي منخفض الكثافة

وتتميز هذه الطريقة بانها لاتستخدم اي مذيب وكذلك عامل الحفز لايتطلب استرجاعة لان انتاج (100.000kg) من البوليمر الناتج يتم بحفز كمية واحد كليوغرام فقط من عامل الحفز (اكسيد الكروم) وتكون كمية عامل الحفز المتبقية قليلة ولا تستحق الاسترجاع حيث انها لاتؤثر كثيرا على نقاوة البوليمر الناتج .

رابعا : بلاستيك البولي بروبيلين (polypropylene)

يحضر البولي بروبيلين من مونيمر البروبيلين :



والبروبيلين نفسه يحصل علية من عمليات انتاج البتروكيمياويات في تكسير النافثا كمنتج ثانوي من انتاج الاثيلين .

الطريقة الصناعية لانتاج البولي بروبيلين :

تتم بلمرة البروبيلين باستخدام العامل الحفاز (زيكلر – ناتا) كما يحدث في انتاج البولي اثيلين عالي الكثافة وبنفس الطريقة الصناعية وتجدر الاشارة الى ان بلمرة البروبيلين لا تتم الا بهذه الطريقة .

خواص بولي بروبيلين :

1- يعتبر اخف البلاستيك المعروفة واقلها كثافة .

2- درجة انصهاره ($165\ C^0$) ويمكن للادوات المصنوعة منه تحمل عملية التعقيم بالغلي في الماء.

3- له درجة صفات كهربائي ممتاز مع قوة مقاومة للكيمياويات والرطوبة العالية لانة مادة خاملة جدا كيميائيا.

4- البولي بروبيلين اقل مقاومة للحرارة والضوء والاكسدة من البولي اثيلين بسبب وجود الكاربون

الثلاثية .لذلك يجب ان يضاف في خليط التشكيل مادة ضد الاكسدة تمتص الاشعة البنفسجية حتى يمكن حماية البوليمر من التكسر.

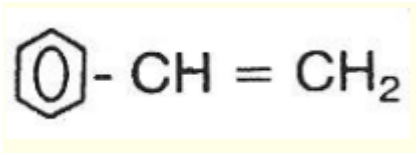
الاستخدامات الصناعية لبولي بروبيلين:

1- في عملية التشكيل بالحقن لانتاج الاجزاء المستخدمة في مجال الاستخدام المنزلي مثل اجزاء الثلاجات الداخلية والغسالات والمطابخ وهذا الاستخدام (50%من كل البولي بروبيلين المنتج .

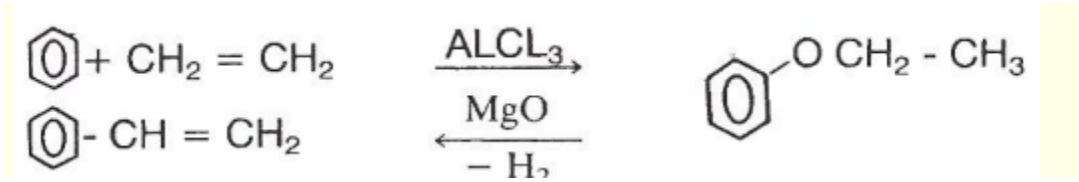
2- يستخدم كخيوط صناعية تستخدم في صناعة الحبال والاربطة (في صورة خيوط مستمرة)او في صورة الياف لصناعة سجاد الموكيت.

خامسا: بلاستيك البولي ستيرين (Polystyrene)

يحضر البولي ستيرين من مونيمرالسترين :



والذي يمكن الحصول علية من تفاعل البنزين مع الاثيلين تحت ضغط وفي وجود كلوريد الالومينيوم اللامائي كعامل حفاز كالاتي :



اثيل بنزين

مركب (MgO) يساعد في عملية نزع الهيدروجين .

الطريقة الصناعية لبلمرة الستيرين :

تتم البلمرة بطريقة بلمرة المستحلب (emulsion) او بطريقة بلمرة المحلول (solution)ولكن معظم البولي ستيرين المنتج يحضر بطريقة بلمرة العوالق (suspension) او بطريقة بلمرة المونيمر الخالص (Bulk).

خواص البولي ستيرين :

1- بوليمر خطي السلسلة والمنتج التجاري يكون في صورة التركيب العشوائي (atactic)

وينتج كذلك بوليمر غير متبلورنهائيا .

2- درجة الانصهار ($240\ C^0$) ودرجة الزجاجية ($80\ C^0$)

3- بلاستيك خامل كيميائيا ويقاوم القلويات والمواد المؤكسده والمواد المختزلة والاحماض الهالوجينية

4- يمكن نيترته بحامض النتريك كما يمكن صلفنته بحامض الكبريتيك المركز عند درجة ($90\ C^0$) الى بوليمر يذوب في الماء.

5- يمكن تشكيله بسهولة بواسطة الصب بالحقن ويعتبر بلاستك مثالي لاستخدامه في هذه الطريقة.

6- بوليمر شفاف (لانه غير متبلور) ولذلك يستخدم في الاشارات الضوئية وذلك بسبب تميزه بمعامل انكسار عالي .

7- له صفات عزل كهربائي عالية.

8- له قوة شد كبيره .

عيوب البولي ستيرين :

1- ليست له درجة مقاومه عاليه ضد المذيبات المستخدمه في التنظيف على الجاف فهو يذوب تماما في البنزين عند درجة حرارة الغرفه.

2- لايناسب الاستخدام خارج المنزل حيث ان لونه يصفر ويتشقق عند تعرضه للعوامل الجوية.

3- يعتبر من اهش انواع البلاستك (لانه بوليمر غير متبلور).

ملاحظه: ولتلافي عيوب البولي ستيرين المشار اليها فان البولي ستيرين كثيرا ماينتج في صورة بوليمر مختلط من الستيرين مع مونمرات اخرى.

البوليمرات المختلطة مع البولي ستيرين :

1- **بوليمر مختلط من الستيرين مع البيوتادين :** وهذا هو اهم مختلط للبولي ستيرين من ناحية الاستعمال وينتمي هذا البوليمر المختلط الى مجموعة بوليمرات المطاط الصناعي واهم الخلطات المستخدمة هو (60%) ستيرين , (40%)بيوتادين في انتاج بوليمر مختلط من نوع (البلوك).

2- **بوليمر مختلط من الستيرين مع الاكريلونيترل :**ويحضر هذا البوليمر المختلط من(76%)ستيرين مع (24%)من الاكريلونتريل (CH_2=CH-CN)ووجود الاكريلونيترل يزيد من الصفة القطبية لسلسة المختلط ويزيد من قوة الجذب الطبيعية بين سلاسل البوليمرات .

3- **البولي ستيرين المعدل بادخال المطاط :** وهذا ليس بوليمر مختلطا مثل البوليمر المختلط من الستيرين والبيوتادين ولكن ادخال المطاط في شكل جسيمات صغيرة في صورةغروية داخل مصهور البولي ستيرين وبهذه الطريقة ينتج بوليمر له درجة عالية من مقاومة الصدمات .

4- **بلاستيك (ABS):** وهذا البلاستيك يتكون من بوليمر مختلط من الستيرين مع الاكريلونيتريل وعند صهر هذا البوليمر المختلط يضاف له جسيمات غروية من المطاط (البولي بيوتادين) ولذلك جاء الاسم (ABS)نسبة الى الاكريلونيتريل (A) والبيوتادين(B) والسترين (S) على الترتيب. له درجة

عالية لمقاومة الحرارة والمذيبات اكثر من البولي ستيرين المعدل بمفرده . ويعتبر(ABS) من انواع البلاستيك الهندسية ويستخدم في تطبيقات عديده مكان المعادن .

5- **البولي ستيرين المقوى بالالياف الزجاجية:** امكن كذلك بادخال الالياف الزجاجية زيادة مقاومة البولي ستيرين . ويمكن تقوية البولي ستيرين المخلوط والبولي ستيرين المعدل وكذلك بلاستيك (ABS) باخال الالياف الزجاجية بنسبة تصل الى (24%) وتدخل هذه الالياف خلال عملة التشكيل بالحقن.