مدرسة البيان الشاملة - طمرة
تخصص- كيمياء
صف الثاني عشر

عارضة بموضوع

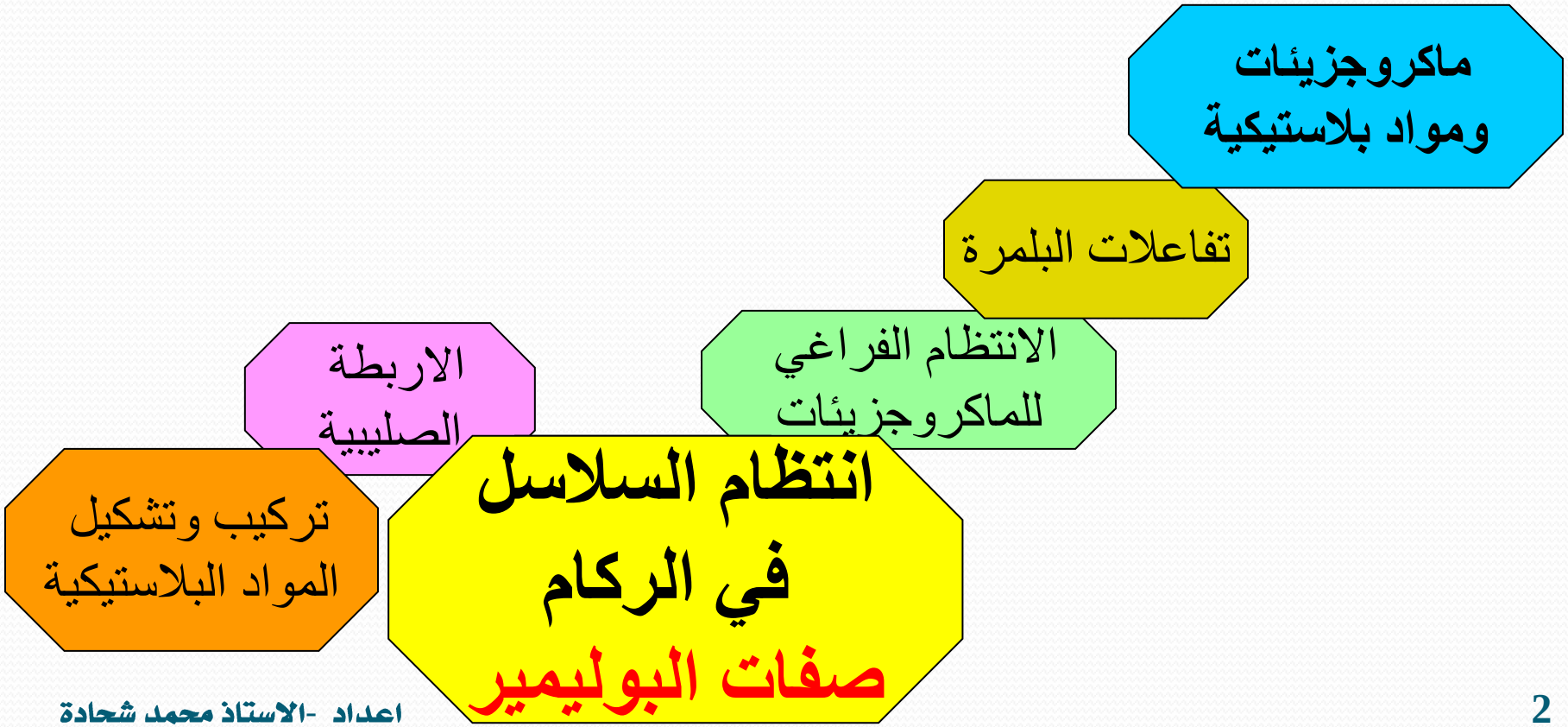
" البوليميرات حسب الطلب"

انتظام السلاسل في الركام البوليميري

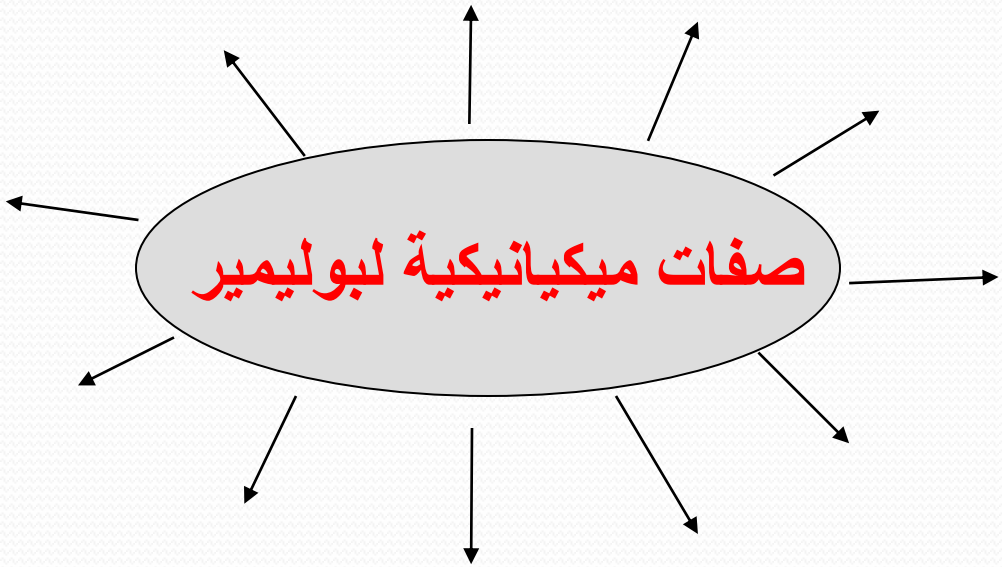
اعداد :
الاستاذ محمد شحادة

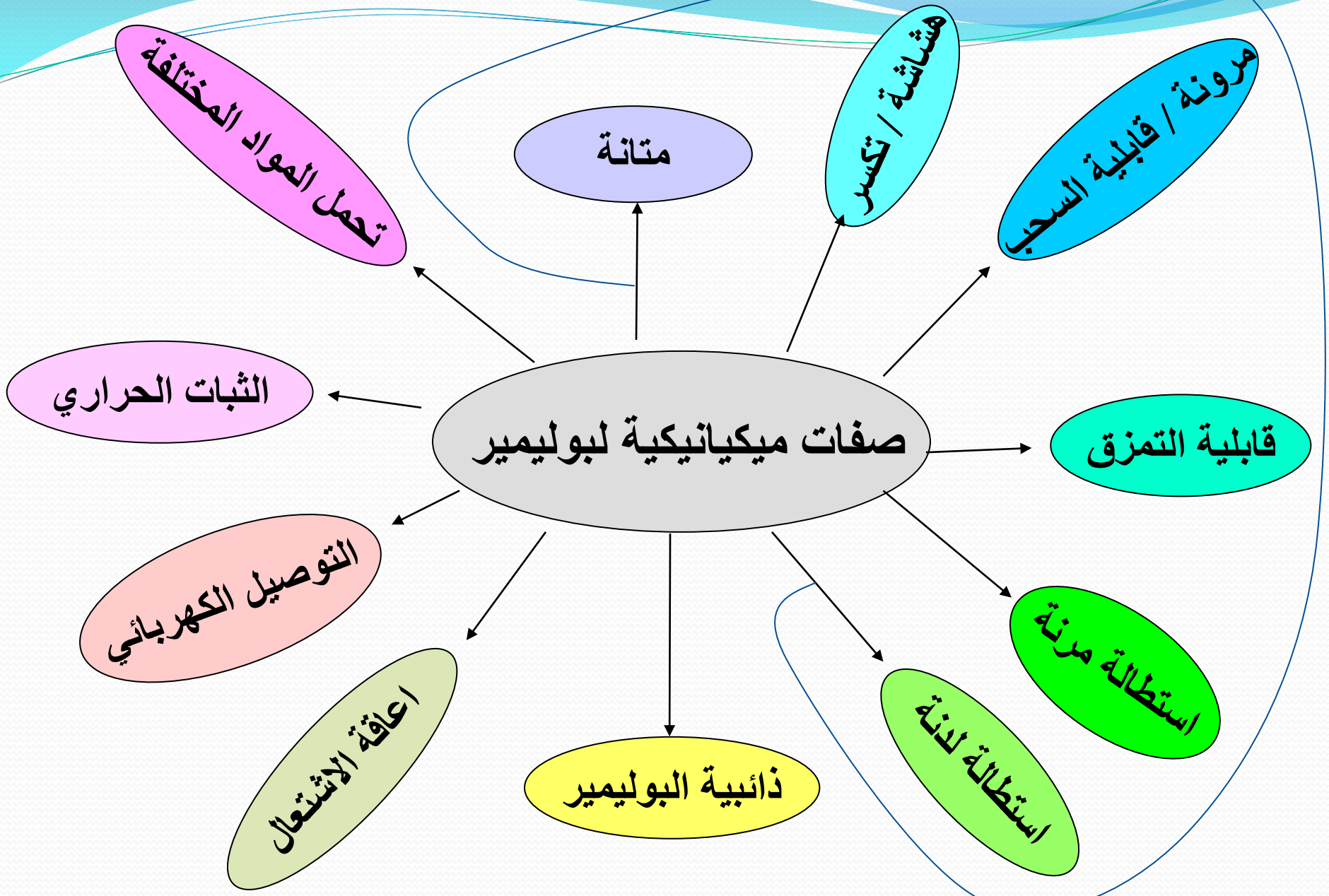
"بوليميرات مصنعة حسب طلبك"

تلخيص موضوع البوليميرات



- الصفات الميكانيكية للبوليمير تتعلق بصورة عامة **بمتانة المادة**، أي بقدرة المادة على تحمل الجهد المؤثر عليها. هذه الصفات هي التي تحدد استعمال البوليمير .




صفات ميكيانيكية لبوليمير
متانة
هشاشة / تكسر
مرونة / قابلية السحب
تحمل المواد المختلفة
الثبات الحراري
قابلية التمزق
التوصيل الكهربائي
استطالة مرنة
اعاقة الاشتعال
استطالة لدنة
ذائبية البوليمير

العوامل المؤثرة على الصفات الميكانيكية للبوليمير

- مبنى السلاسل – مبنى العمود الفقري والمجموعات الجانبية .
- طول السلاسل (كتلة مولارية وتوزيع الكتلة المولارية) .
- نسبة التبلور – الانتظام في الركام البوليميري .
- متانة القوى العاملة بين السلاسل .
- اربطة تصالبية .
- توجيه السلاسل .
- وجود اضافات – حشو، مُطري ، الياف للدروع والخ...
- درجة الحرارة .

مصطلحات - صفات ميكانيكية

❖ **متانة** - مقياس القوة المطلوبة لكسر عينة من المادة .

يقاس وفقا للجهد المطلوب لكسر المادة . لا يمكن تعريف المتانة بشكل قاطع . (هنالك مادة تكون متينة بالسحب او الشد ولكن تتكسر عند الثني)

❖ **الجهد** – مقياس للقوة اللحظية المشغلة على وحدة مساحة في العينة .

$$\sigma = F/A$$

❖ **التشويه** – قيمة عددية تعبر عن النسبة بين التغير في طول العينة والطول الابتدائي لها l ،

$$\varepsilon = \Delta l / l$$

طرق مختلفة لقياس متانة البوليمير

- مقاومة السحب - חוזק מתיחה – مقياس لجهد الاقصى الذي يؤدي الى تشويه (كسر/ تمزق) في عينة المادة البلاستسكية .

- تحمل الضربات - חוזק נגיפה – مقياس لكمية الطاقة اللازمة لكسر عينة بضربة مفاجئة او السقوط من ارتفاع .
- مقياس لقدرة المادة عل الصمود امام الجهد الخارجي المفاجئ .

- مقاومة الثني واللي - חוזק כיפוף ופיתול – مقياس للجهد اللازم لكسر عينة ذات ابعاد محددة اثناء الثني او اللوي .

تشغيل قوة سحب وشد على عينة بوليمير

اجراء تجربة كيس نايلون

سلوك البولي ايثيلين منخفض الكثافة اثناء السحب

نتائج تجربة ص 68

أ- **تشغيل بقوة بسيطة** - انسحبت قليلا وعادت الى ما كانت عليه عند توقف قوة السحب .(استطالة نابضة مرتدة)

ب- **تشغيل قوة اكبر** – العينة تنسحب ولا تعود الى ما كانت عليه (استطالة غير مرتدة) . السلاسل تنسحب وتنزلق عن بعضها .

ت- **تشغيل قوة كبيرة جدا** – تنسحب وتتمزق العينة ، تنكسر اربطة وقوى بين جزيئية .

ث- **عند التسخين** – تتقلص القطع المسحوبة، يزداد تفتل السلاسل وزيادة بعدم النظام (انتروبيا تزداد)

ج- **عند التسخين** – يمكن سحب العينة بسهولة اكبر، القوى بين الجزيئية تضعف مما يسهل عملية السحب .

تشغيل قوة سحب وشد على عينة بوليمير

عند تشغيل جهد خارجي على العينة فان ذلك يؤدي الى تغيّرات في مبناها في المستوى الجزيئي .

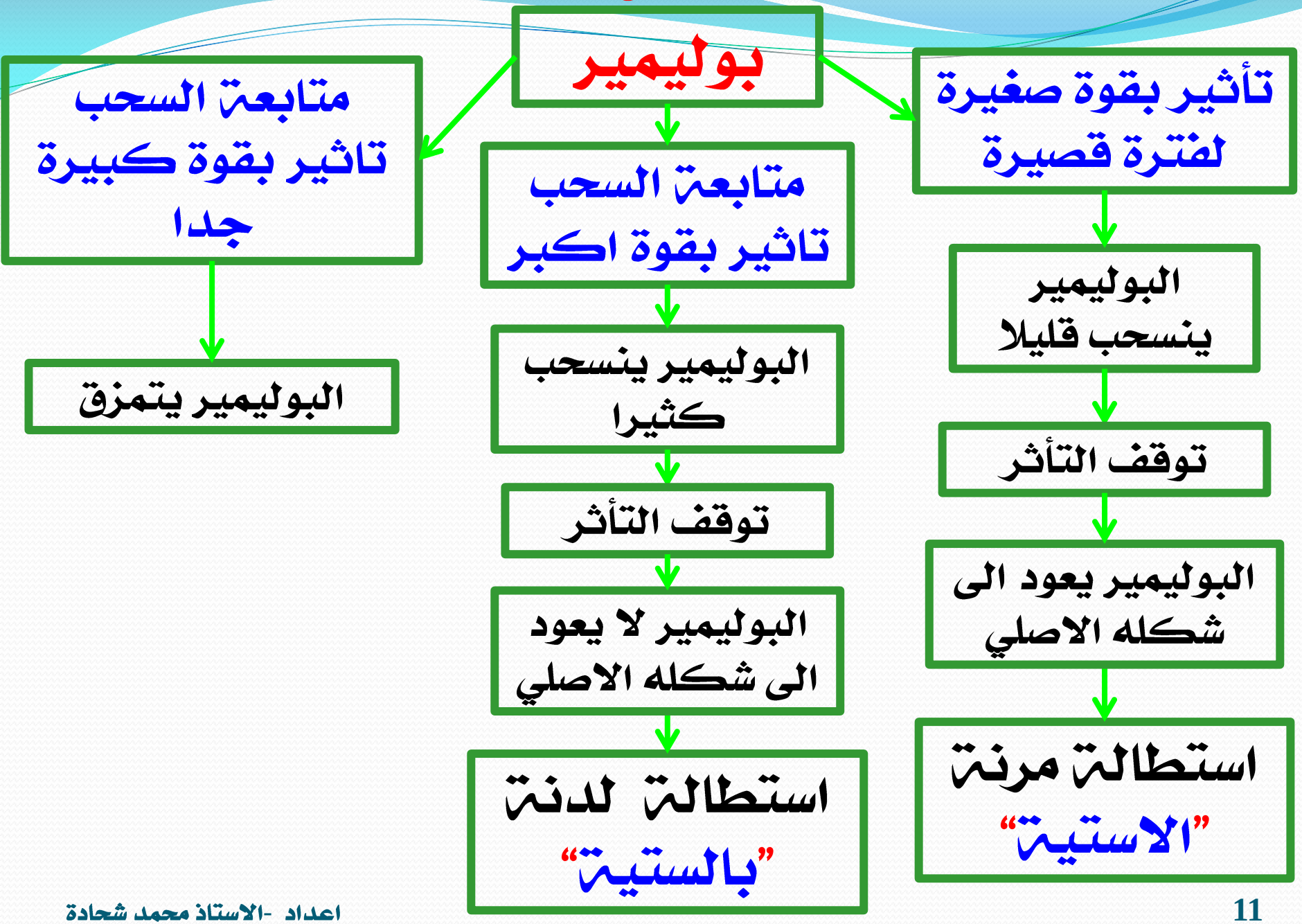
❖ القوة تؤثر على :-

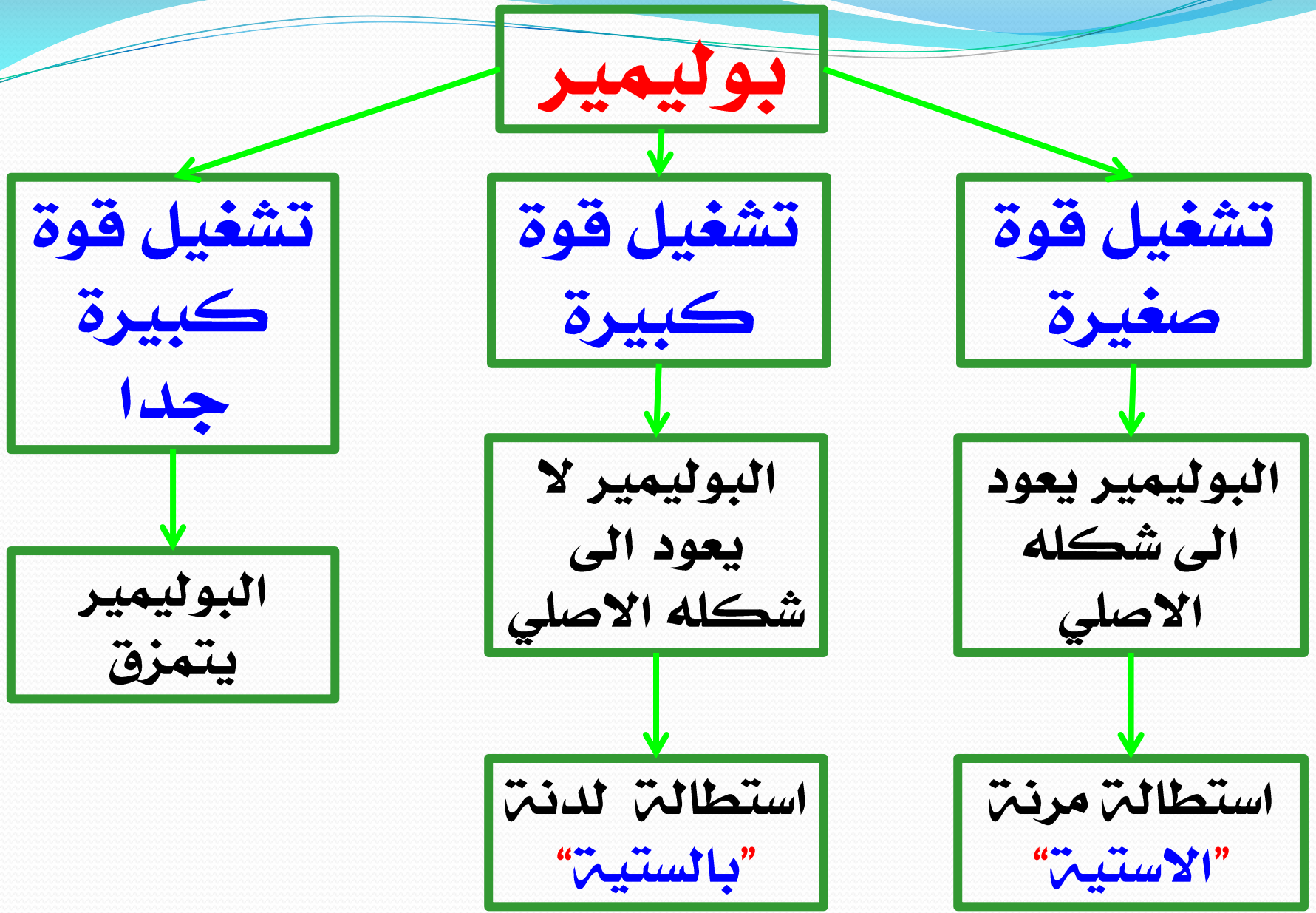
أ- الانتظام الفراغي لسلاسل.

ب- البعد بين سلاسل متجاورة.

ت- القوى العاملة بين السلاسل.

نتيجة هذه التأثير يحدث تشويه او استطالة للمادة وعند متابعة التأثير بالقوة يؤدي ذلك الى تمزق المادة او كسرها وذلك نتيجة تكسر (تفكك) القوى بين الجزيئية .


بوليمير
تأثير بقوة صغيرة لفترة قصيرة
البوليمير ينسحب قليلا
توقف التأثر
البوليمير يعود الى شكله الاصلي
استطالة مرنة "الاستية"
متابعة السحب تاثير بقوة اكبر
البوليمير ينسحب كثيرا
توقف التأثر
البوليمير لا يعود الى شكله الاصلي
استطالة لدنة "بالستية"
متابعة السحب تاثير بقوة كبيرة جدا
البوليمير يتمزق


بوليمير
تشغيل قوة صغيرة
تشغيل قوة كبيرة
تشغيل قوة كبيرة جدا
البوليمير يعود الى شكله الاصلي
البوليمير لا يعود الى شكله الاصلي
البوليمير يتمزق
استطالة مرنة "الاستية"
استطالة لدنة "بالستية"

تشغيل قوة سحب وشد تؤدي الى استطالة البوليمير

- استطالة مرنة – بعد توقف السحب تعود المادة الى وضعها الاولي (الاصلي)

- استطالة لدنة – بعد توقف السحب المادة لا تعود الى وضعها الاولي (الاصلي) .
السلاسل تنزلق ونسبة التبلور تزداد .

تشغيل قوة سحب وشد تؤدي الى استطالة البوليمير

استطالة

استطالة نابضة مرتدة
"استطالة مرنة"
אלסטית

استطالة غير مرتدة
"استطالة لدنة"
פלסטית

عند ايقاف تأثير القوة

تعود المادة الى شكلها وطولها الاصليين.

لا تعود المادة الى شكلها الاصلي

استعمال جهد قليل لا يؤدي الى انفصال وابتعاد السلاسل عن بعضها .
لا يحدث كسر للاربطة بين الجزيئية

استعمال جهد يكفي لِـ –
* السلاسل والقطع المتفتلة في السلاسل تستقيم
* تنزلق السلاسل فوق بعضها البعض
* تزداد القوى بين الجزيئية
* ترتفع نسبة التبلور

تأثير التسخين على خواص البوليمير

التسخين

يزيد من حركة الفتل في قطع السلاسل

يضعف الروابط بين الجزيئية

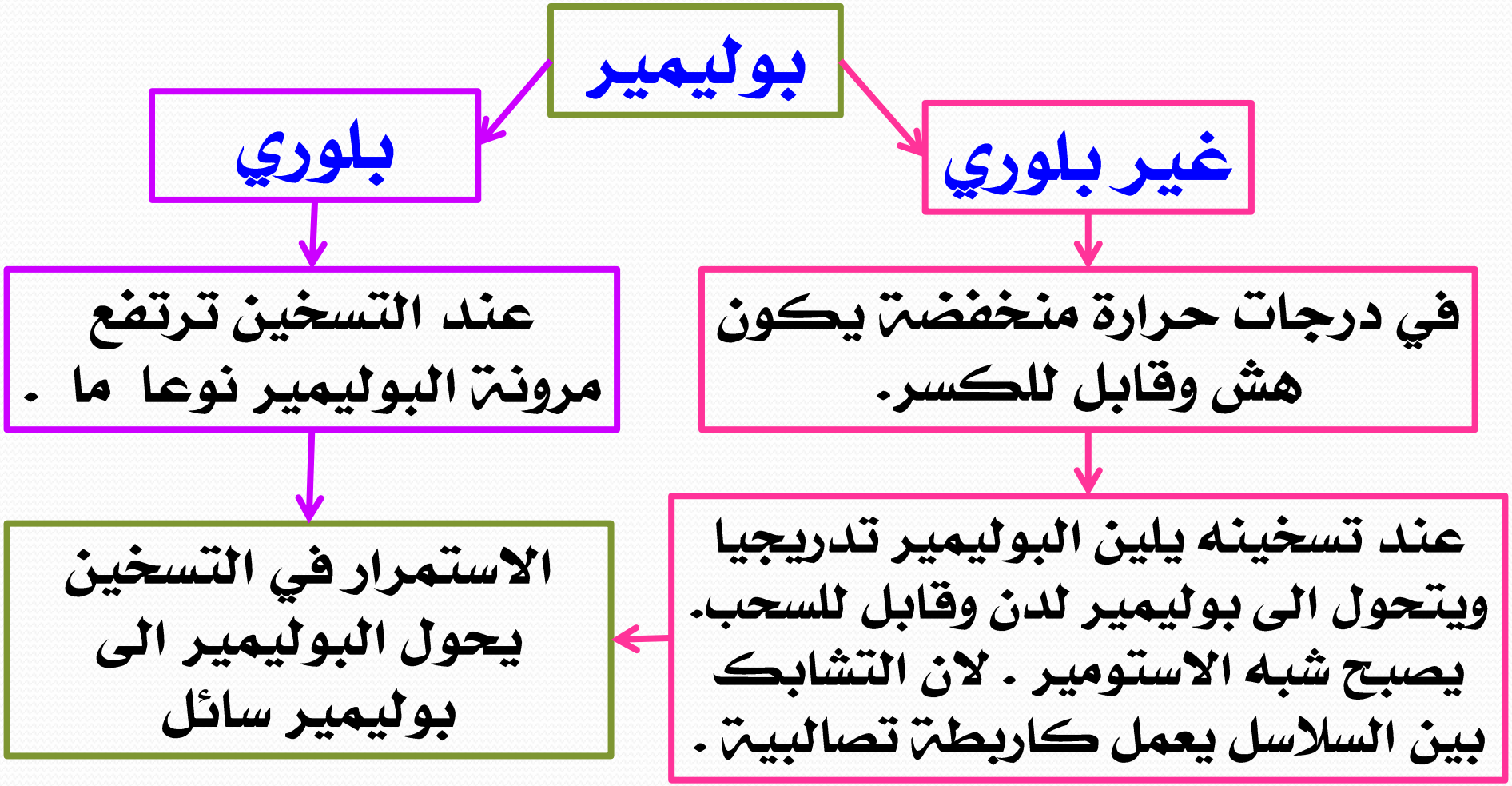
لذلك

التسخين يسهل عملية السحب

لذلك

تتغير الصفات الميكانيكية

تأثير التسخين على خواص البوليمير



تشغيل قوة سحب وشد على عينة بوليمير

مقدار القوة التي يجب تشغيلها تتعلق بـ -

أ- مبنى المادة الصلبة

ب- حرية الفتل في السلاسل .

ت- نسبة التبلور .

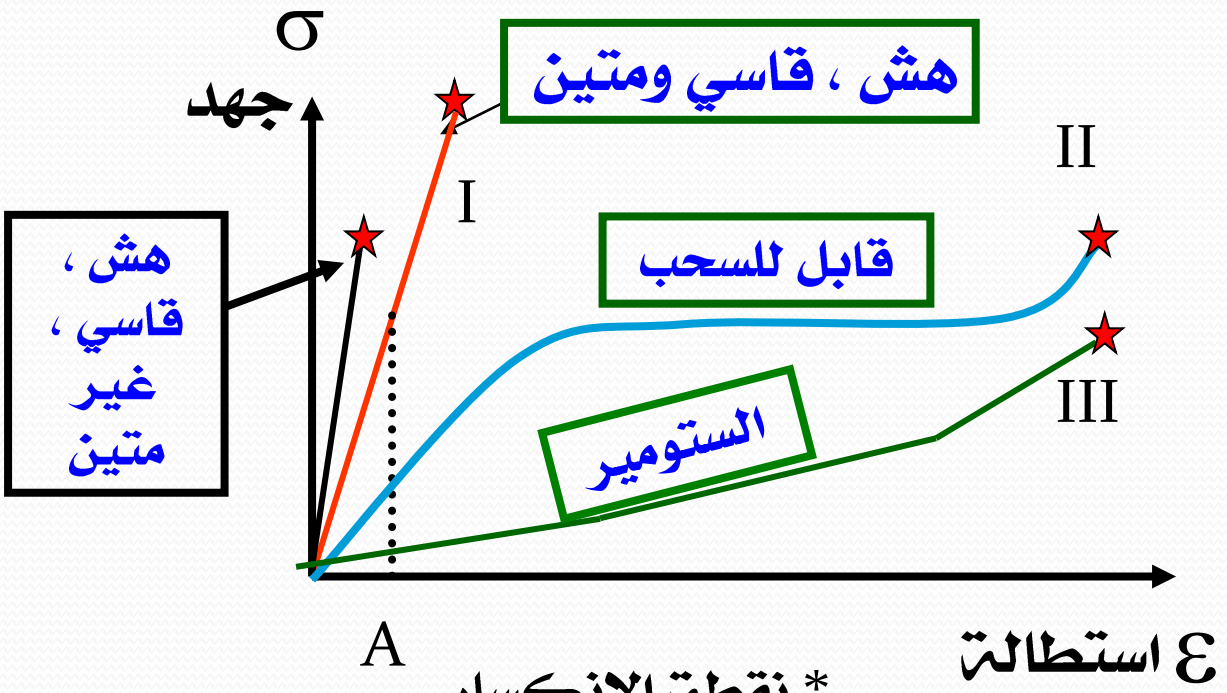
ث- متانة القوى البين جزيئية .

كلما زادت كثافة السلاسل، كلما قويت الروابط بينها الى درجة يلزم جهد اكبر لتشويه المادة او كسرها .

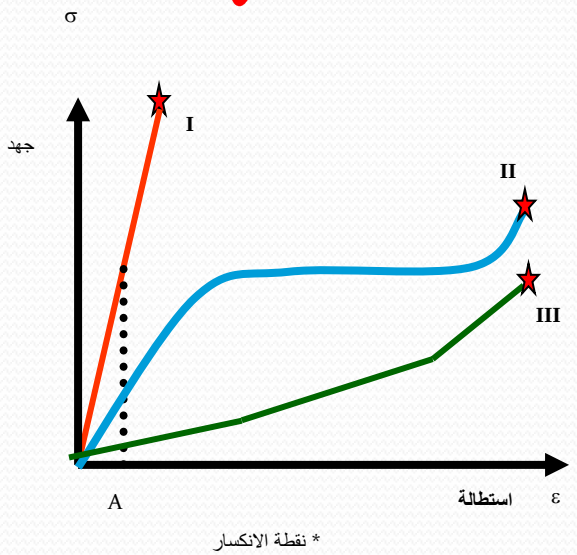
فحص مقاومة السحب

فحص العلاقة بين الجهد والتشويه .

كيفية تصرف المادة عند تشغيل قوة خارجية (جهد)عليها من بداية الشد وحتى انكسار وتمزق العينة .



بوليميرات مختلفة لها تصرفات مختلفة



* عند سحب البوليمير 1 و 2 في البداية يظهر هنال تناسب طردي بين الجهد ومقدار الاستطالة. اذ كلما كبر الجهد المؤثر زادت الاستطالة .

هذه العلاقة خاصة بالاستطالة المرنة (الاستية أي استطالة مرتدة) .

* عند الاستمرار في تشغيل جهد فان البولبمبر 1 ينكسر بينما بوليمير 2 يستمر في الاستطالة.

هذه الاستطالة هي استطالة غير مرتدة (لدنة - بالستية) حيث لا تعود المادة الى مقاييسها الاصلية . عند الاستمرار في تفعيل جهد فانها تتمزق وتنكسر.

البوليمير 3 - الاستومير

معامل المرونة – E :-

هو مقياس لقساوة المادة أي لأي مدى المادة مقاومة للإستطالة (التشويه).

تعبر عن العلاقة بين الجهد والتشويه.

كلما كانت قيمة E اكبر تكون المادة صلبة اكثر قساوة . ويجب ان نؤثر عليها بقوة اكبر حتى نحدث تشويها مرنا (الاستيا) معينا.

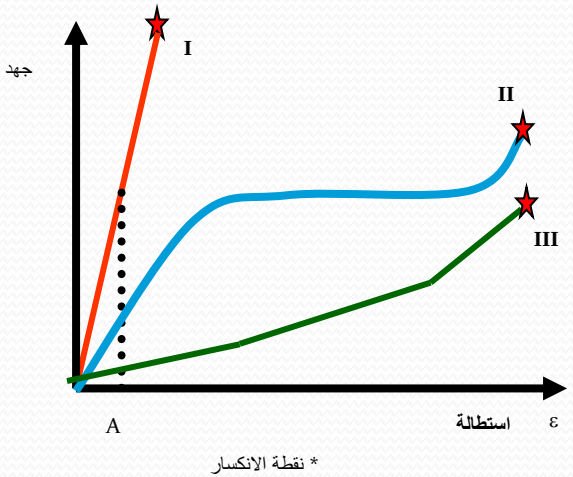
$$E = \sigma / e$$

الجهد= F/A التشويه= $\Delta l/l$

بوليميرات مختلفة لها تصرفات مختلفة

البوليمير 1 - هو بوليمير هش وقابل للكسر . ينكسر بعد الاستطالة المرنة (الالاستية).

البوليمير 2 - بوليمير قابل للسحب ، بعد الاستطالة المرنة لا ينكسر بل ينسحب ويستطيل ، هذه الاستطالة هي استطالة لدنة، سلاسل البوليمير تنتظم من جديد بكثافة رزم اعلى وبعد هذه الاستطالة يتمزق.



البوليمير 3 - الاستومير

انواع البوليميرات وفقا للسحب

- **هش وقابل للكسر –** ينكسر دون استطالة تقريبا . المبنى غير مرن بالمستوى الجزيئي .
- **قابل للسحب -** سلاسله تحتوي على قطع متفتلة التي تكون قابلة للسحب حيث تستطيع ان تنتظم في مبنى جديد. الذي يبقى عند ازالة الجهد.
- **الاستومير –** يمتاز بمعامل مرونة منخفض ومقاومة سحب منخفضة. مع ذلك إلاستوميرات عديدة تكون قوية ومتينة وذات مقاومة عالية للكسر .

العلاقة بين القَساوة وبين مبنى المادة

- استطالة الاستية (مرتدة) - لفترة وجيزة , مرتدة أي تعود المادة الى وضعها الاولي , تنتج بالأساس بسبب التغير في البعد بين الذرات المتجاورة, الموجودة في سلاسل مختلفة او مقاطع في نفس السلسلة . في هذه العملية قد تنكسر قوى فاندر فالس و/او اربطة هيدروجينية.
- لذلك قساوة المادة تتأثر بمتانة الاربطة بين الجزيئية العاملة بين السلاسل ومن كثافة الرزم . وكذلك من مبنى السلسلة الواحدة ومن وجود مجموعات صلدة.
- كلما كانت السلاسل اكثر قساوةً كانت قوى التجاذب التي تعمل بينها أكبر, لذلك يتطلب الامر بذل جهد اكبر كي نستطيع تغيير مكان مقطع بالنسبة لمقطع اخر. ومعامل المرونة يرتفع.

معامل المرونة يتعلق فقط بالاستطالة المرِنّة "إلاستيّة".

تغييّر في درجة الحرارة قد يؤدي الى تغير حاد بمعامل المرونة

تتمة

- استطالة بالستيّة – تحدث بسبب تغيرات في المبنى، تحدث بسبب انزلاق وتحرك مقاطع سلاسل عن بعضها البعض.

- في عملية الاستطالة تتفكك اربطة بين جزيئية وتبنى اربطة بين جزيئية جديدة في المناطق البلورية والمناطق غير البلورية في الركام البوليميري

تأثير التسخين على خواص البوليمير

التسخين

يزيد من حركة الفتل في قطع السلاسل

يضعف الروابط بين الجزيئية

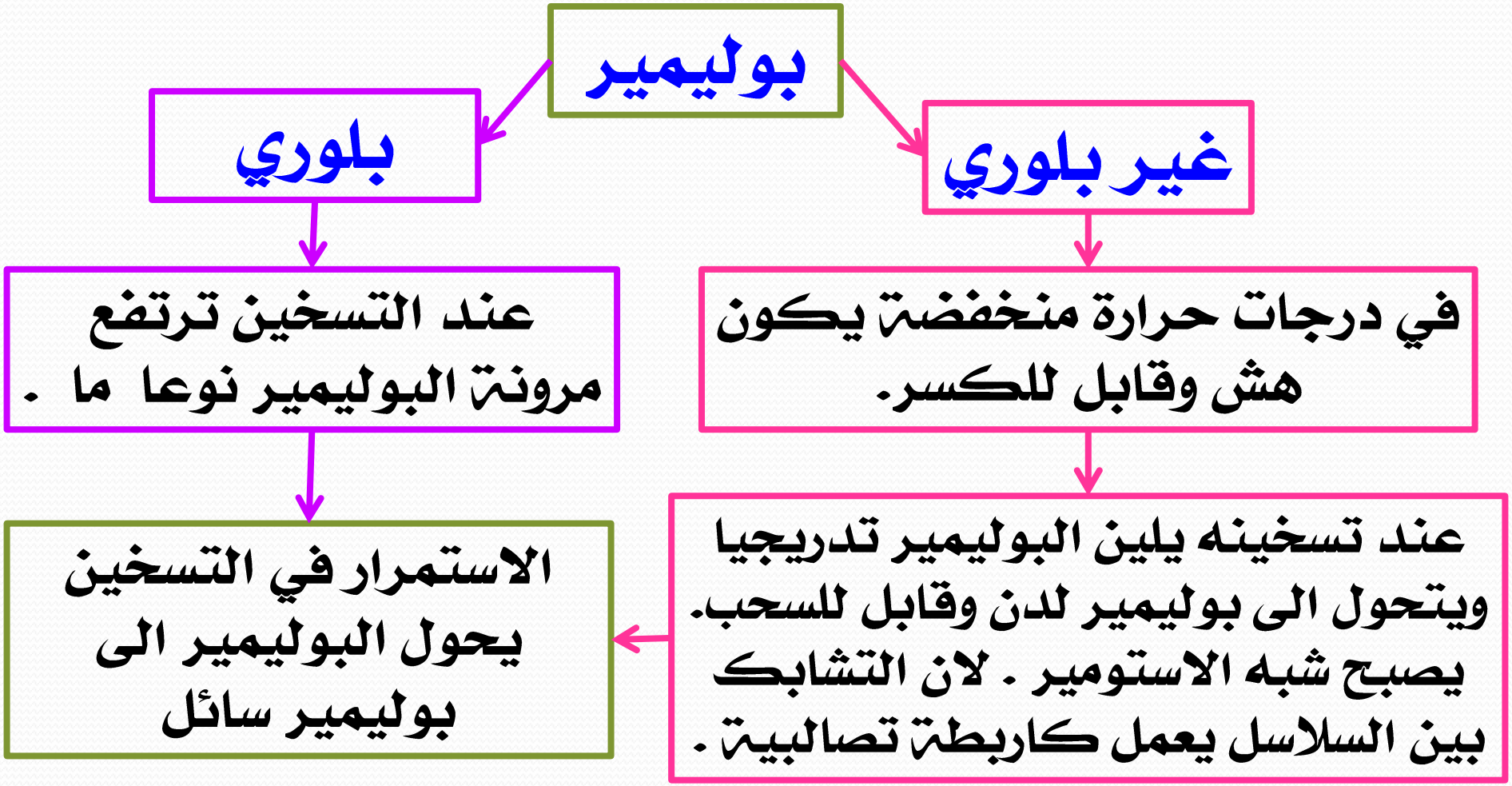
لذلك

لذلك

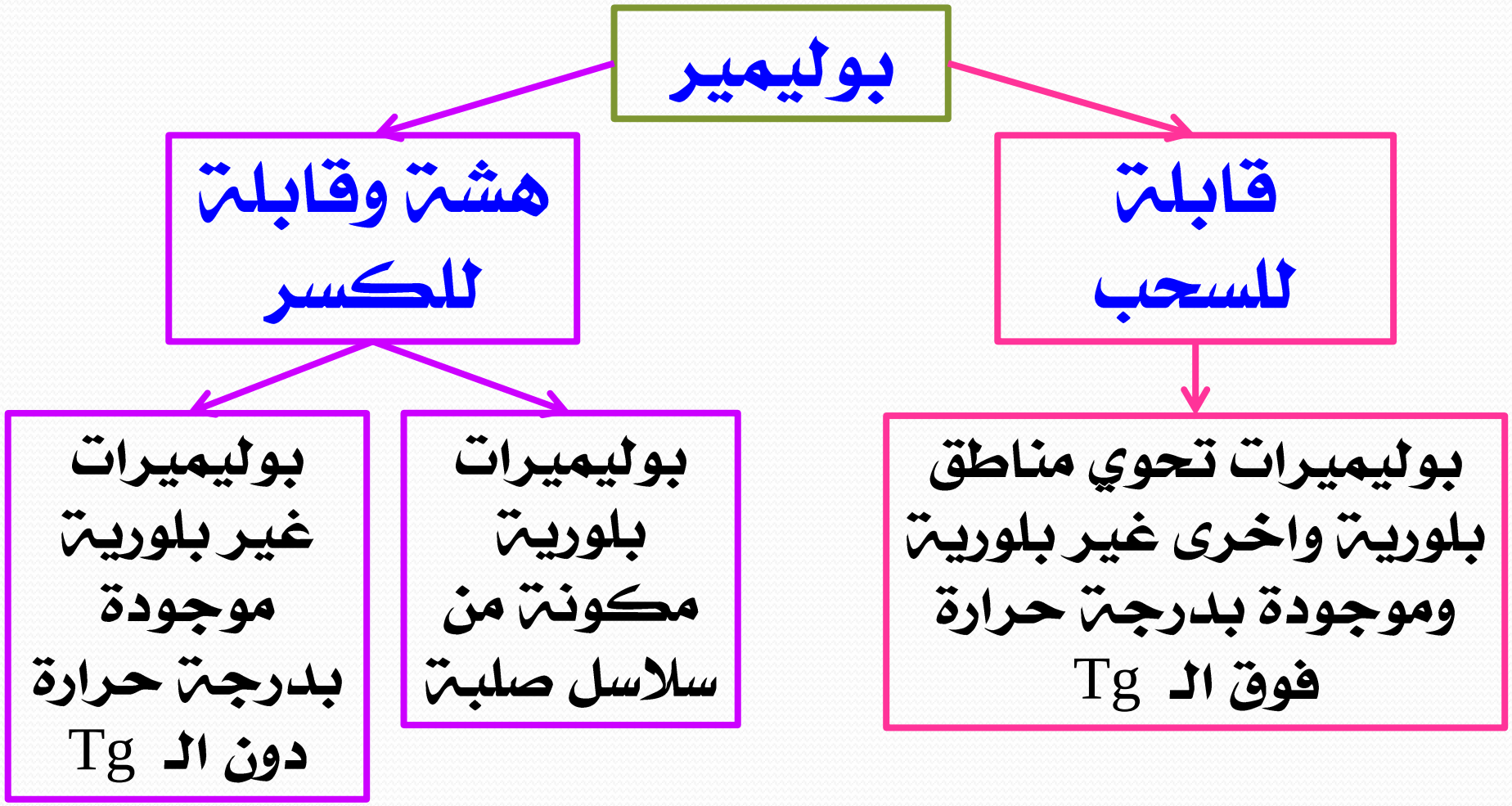
التسخين يسهل عملية السحب

تتغير الصفات الميكانيكية

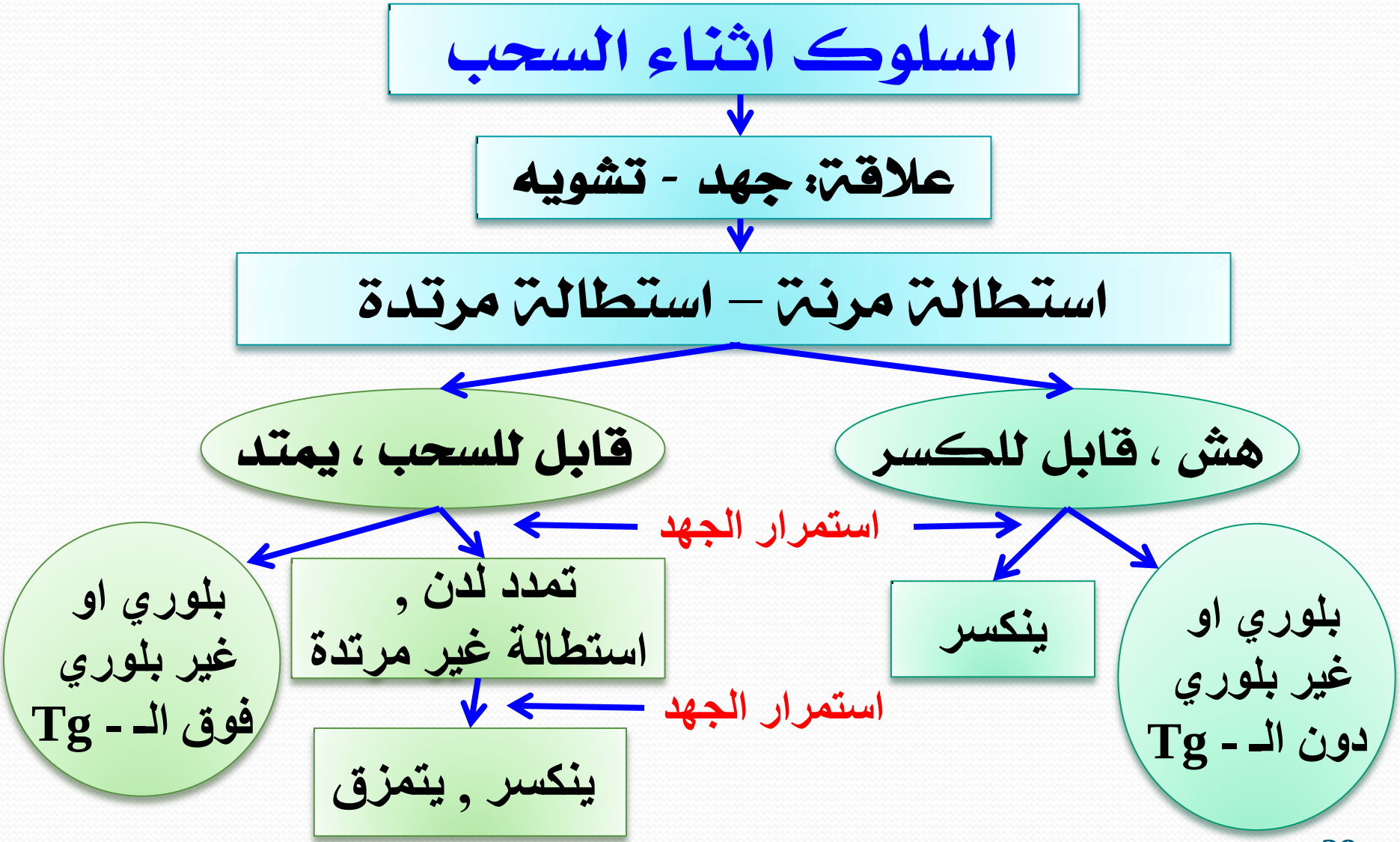
تأثير التسخين على خواص البوليمير



تأثير التسخين على خواص البوليمير



سلوك البوليمير اثناء السحب



الاستومير

غير بلوري
(امورفي)
فوق الـ Tg
اربطة تصالبية

استطالة مرنة (الاستية)

قد يصل طول البوليمير بعد الاستطالة
10 اضعاف طوله الاصلي

مطاط مشدود يقاوم سحب وشد اضافي

يتمزق

بوليمير
تشغيل جهد بسيط على البوليمير
استطالة مرنة
الاستمرار بتشغيل جهد على البوليمير
البوليمير ينكسر ويتمزق
البوليمير غير قابل للسحب
استطالة لدنة "غير مرتدة"
الاستمرار بتشغيل جهد على البوليمير
البوليمير ينكسر ويتمزق
البوليمير هش ، ينكسر

امثلة لاستعمالات مختلفة للبوليميرات ، ص 75-76

بولي ايثيلين (PE) مرتفع الكثافة - 80% نسبة التبلور

$Tm = 130^0$ $Tg = -50^0$

ادوات منزلية، قناني، صناديق صلبة ومتينة

بولي بروبلين (PP) نسبة التبلور 70%

$Tg = -6^0$ $Tm = 165^0$

ادوات طبية تتحمل ظروف التعقيم، اواني لتخزين الغذاء الساخن، ادوات الميكروجل، انابيب، حقائب قاسية, قطع سيارات , ...

بولي فنيل كلوري , (PVC) - صلب وغير قابل للكسر

$Tg = 80^0$ نسبة التبلور 20%

ستائر، سجاد ، العاب ودمى (من P.V.C لدن)

براويز للشبابيك ، انابيب ماء (من P.V.C زجاجي)

بولي ايثلين ذو كتلة مولارية مرتفعة

يتركب من سلاسل طويلة جدا غير متشعبة ، السلاسل تنتظم برزم كثيف لذلك البوليمير ذا قساوة ومتانة مُرتفعة.

تستعمل في ادوات طبية وشتائل ارتوبيديّة وأدوات هندسية مثل العجلات المسننة.

تعميم

المناطق البلورية في البوليمير تساهم في تثبيت وزيادة متانته وقساوته .

المناطق غير البلوريّة (فوق الـ Tg) تساهم في تقليل القساوة وزيادة تحمل الصدمات

اختيار بوليمير لانتاج معين يتم حسب هدف إستعماله .

لانتاج رقائق لينة (יריעות) يستعمل بوليمير ذو نسبة تبلور منخفضة و Tg منخفضة دون درجة الغرفة مثل بولي ايثلين منخفض الكثافة

ولانتاج مستودع صلب يتحمل الضغط نختار بوليمير ذو نسبة تبلور مرتفعة مثل بولي ايثلين مرتفع الكثافة

صفات التافلون

- درجة انصهار وكثافة مرتفعة .
- معامل الاحتكاك منخفض جداً .
- المواد لا تلتصق به . (قوى بين جزيئية ضعيفة) .
- خامل كيميائيا ، (لا يتفاعل مع أي مادة)
- لا يذوب في أي مذيب (حتى في حامض الكبريتيك) .
- عازل ممتاز للكهرباء.
- يصمد امام UV .

ذائبية المواد البوليميرة

- أ- جزيئات المذيب تدخل بين سلاسل البوليمير وتكوّن معها تاثير متبادل . نتيجة ذلك تضعف القوى بين الجزيئية العاملة بين سلاسل البوليمير. جزيئات المذيب تنتظم حول السلاسل وتكوّن طبقة هلامية (Gel) والبوليمر ينتفخ.

- ب- تترك السلاسل الطبقة الهلامية وتنتقل داخل المذيب عن طريق الانتشار. هذه المرحلة بطيئة لذلك التسخين والخلط يسرع من وتيرة هذه المرحلة

- بين السلاسل تعمل روابط متينة نسبيا لذلك مذيبات قليلة قادرة على اذابة بوليمير

خلط البوليميرات

- احيانا ، لمخاليط من بوليميرين او اكثر صفات افضل من صفات بوليميرات نقية .
- خلط البوليمرات ذو اهمية كبيرة في صناعة المنتجات البلاستيكية وفي عملية التدوير.
- كي نتمكن من خلط بوليميرين مع بعضهما يجب ان يكون تلاؤم .

امثلة

- بولي ايثر وحامض بولي اكريلي. المجموعة الجانبية تمكنها من تكوين اربطة هيدروجينيية لذلك يمتزجان .
- بولي ايثلين وبولي بروبلين لا يمتزجان لأن التلاؤم بين سلاسل البوليمير قبل الخلط جيدة جدا والأربطة بين الجزيئية تكون امتن قبل المزج .