جامعة البعث
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة التصميم والإنتاج – السنة الخامسة

سلّم تصحيح ودرجات امتحان مقرر هندسة اللدائن

الفصل الثاني للعام الدراسي 2023-2024

السؤال الأول (50 درجة)

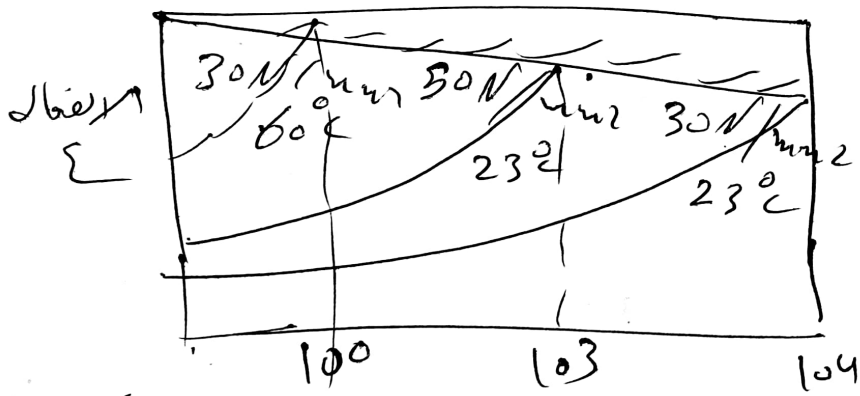
أ. أثبت باستخدام الشكل التالي أن تغيّر درجة الحرارة له تأثير أكبر من تغيّر الزمن على سلوك المادة البلاستيكية . **10 درجات**

كما نرى من الشكل فإنّه عند درجة حرارة 23°C عند الإجهاد 30 N/mm² سيستغرق 10^4 ساعة (أي حوالي 14 شهراً) ومن أجل الإجهاد 50 N/mm² سيستغرق 1000 ساعة

وبالتالي يمكن ملاحظة مدى العلاقة مع الزمن بالنسبة لسلوك المادة البلاستيكية أي أنّه لا يمكن إغفال هذه المسألة عند تصميم العناصر التقنية من المواد البلاستيكية.

بمراقبة نفس المخطط عند درجات حرارة مختلفة وإجهاد مقداره 30 N/mm² نلاحظ كما ذكرنا سابقاً أنّ مادة PMMA سوف تستغرق حوالي 14 شهراً حتى تنهار عند درجة حرارة 23°C. بزيادة درجة الحرارة إلى 60°C نجد أنّ المادة ستستغرق فقط ساعة واحدة فقط حتى تنهار.

وبالتالي يمكن القول أنّ تغيّر درجة الحرارة له تأثير أكبر من تغيّر الزمن على سلوك المادة البلاستيكية.



ب. اذكر خمسة أسباب تجعلك تفضل استخدام خزان مياه بلاستيكي في المنزل بدلاً من الفولاذي. 10 درجات

1. *المواد البلاستيكية خفيفة الوزن*
2. *تحويل المواد البلاستيكية إلى منتجات يتم بسهولة وبالتالي سعرها أقل*
3. *يمكن إعطاء المواد البلاستيكية خصائص محددة حسب الرغبة*
4. *للمواد البلاستيكية ناقلية حرارية منخفضة*
5. *تملك المواد البلاستيكية ثباتية كيميائية عالية وبالتالي لا يصدأ الخزان*
6. *المواد البلاستيكية قابلة للتدوير (إعادة الاستخدام)*

ت. عدّد طرائق تحضير البوليميرات واشرح الطريقة التي كلمتها المميزة (تبديل الشريك). 15 درجة

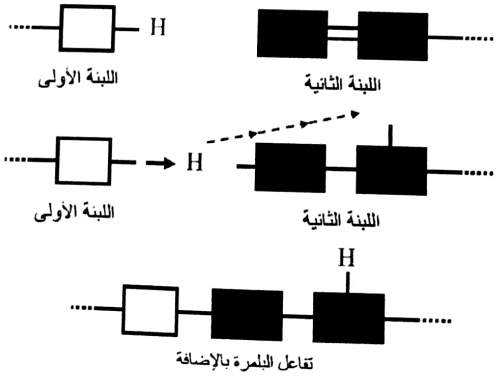
1. تحضير البوليميرات بطريقة البلمرة ------ الربط
2. تحضير البوليميرات بطريقة التكثيف ----- تحرير جزيء الماء
3. تحضير البوليميرات بطريقة الإضافة ----- تبديل الشريك

يجري هذا التفاعل بشكل مشابه لتفاعل البلمرة بالتكثيف ولكن بدون تحرير جزيء الماء أو انفصال جسيمات أخرى وإنّما هنا تنتقل ذرة هيدروجين من مجموعة وظيفية إلى مجموعة وظيفية أخرى.

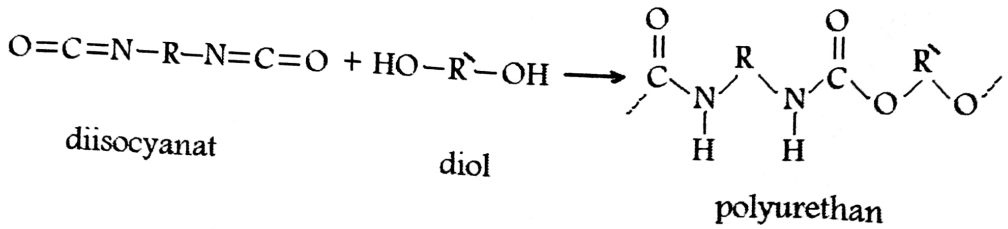
من أجل تشكيل رابطة ما يكون من الضروري (كما في حالة البلمرة بالتكثيف) تواجد مجموعتين وظيفيتين مختلفتين وبالتالي يجب على المونوميرات المستخدمة أن تحتوي على الأقل على مجموعتين وظيفيتين مختلفتين. كذلك الأمر يتمّ هنا استخدام إمّا نوع واحد من الجزيئات يحتوي على الأقل على مجموعتين وظيفيتين مختلفتين أو على الأقل نوعين مختلفين من الجزيئات يحتوي كلّ منها على اثنتين أو أكثر من نفس المجموعة الوظيفية.

يبين الشكل المراحل الثلاث التي يتمّ وفقاً لها تفاعل البلمرة بالإضافة وهي:

- المرحلة الأولى: تتوفر نهاية جزيء يمتلك ذرة هيدروجين قابلة للتحرر بسهولة ونهاية جزيء ذو رابطة قابلة للانشطار بسهولة
- المرحلة الثانية: تتحرر ذرة الهيدروجين وتنشطر رابطة المجموعة الوظيفية الأخرى
- المرحلة الثالثة: تنتقل ذرة الهيدروجين إلى الرابطة المنشطرة. الموقع الذي تركته ذرة الهيدروجين والإلكترون الفائض عن الرابطة المنشطرة بعد انتقال ذرة الهيدروجين إليها يشكلان رابطة جديدة وبذلك تكبر السلسلة.



يبين الشكل مثالاً لعملية البلمرة بالإضافة للحصول على البولي أوريتان من خلال تفاعل دي إيزو سيانات مع دي أول.

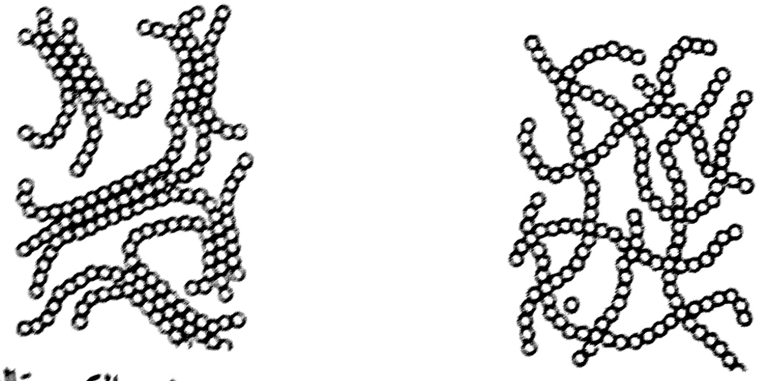


ث. عدّد الأنواع الرئيسية للمواد البلاستيكية واذكر كل ماتعرفه عن المواد البلاستيكية الحرارية. 15 درجة

1. المواد البلاستيكية الحرارية: 2. المتصلبة حرارياً: 3. الإيلاستوميرية:

المواد البلاستيكية الحرارية:

تتألف جزيئات المواد البلاستيكية الحرارية من سلاسل خطية أو متشعبة وترتبط هذه الجزيئات مع بعضها البعض من خلال قوى الترابط الجزيئية وتتعلق هذه القوى بنوع وعدد التشعبات أو السلاسل الجانبية.
إنّ المواد البلاستيكية الحرارية هي مواد قابلة للانصهار ويمكن صهرها عدّة مرّات وهي قابلة للانحلال في العديد من المذيبات العضوية أو على الأقل قابلة للانتباج فيها. كما أنّ المواد البلاستيكية الحرارية هي مواد لدنة إلى متماسكة صلبة أو قصفة صلبة عند درجة حرارة الجو المحيط الاعتيادية.
تشكّل المواد البلاستيكية الحرارية الجزء الأكبر من المواد البلاستيكية من الناحية الكمية، وتقسم هذه بدورها إلى مواد بلاستيكية حرارية أمورفية ومواد بلاستيكية حرارية شبه كريستالية حيث تكون الأمورفية صافية كالزجاج ومشابهة له من حيث التوضع الجزيئي فيها، في حين يكون لون المواد شبه الكريستالية كلون الحليب. فإذا كانت المادة البلاستيكية شفافة وصافية كالزجاج فإنّه يمكن القول مع درجة عالية من الثقة بأنّ هذه المادة هي مادة بلاستيكية حرارية أمورفية.
تمتلك المواد البلاستيكية الحرارية الأمورفية سلاسل جزيئية متشعبة كثيراً وسلاسل جانبية طويلة، ونتيجة لتركيبها غير المنتظم فإنّه لايمكن لها أن تكون ذات وضع مكثّف وبالتالي فإنّ المادة البلاستيكية الأمورفية لاتملك بنية معينة.
على عكس جزيئات المواد البلاستيكية الأمورفية تملك جزيئات المواد البلاستيكية الحرارية شبه الكريستالية تشعبات قليلة (أي سلاسل جانبية أقلّ وأقصر) وبالتالي تتوضع السلاسل الجزيئية بشكل مرتّب وقريب من بعضها البعض ولكنّها تبقى غير مرتّبة تماماً، وذلك بسبب الطول الكبير لهذه السلاسل فيتوضّع قسم من هذه السلاسل بشكل مرتّب وقسم آخر يكون بعيداً عن السلاسل الأخرى.
نسمّي الجزء المرتّب من بنية المادة البلاستيكية بالجزء الكريستالي والجزء غير المرتّب بالجزء الأمورفي ولذلك تسمّى المادة بالكامل شبه كريستالية. يفسّر لون هذه المواد (لون الحليب غير الشفاف) من خلال تشتت الضوء على الحدود بين المناطق الكريستالية والمناطق الأمورفية للمادة البلاستيكية.
يظهر الشكل بشكل تخطيطي كيفية توضّع الجزيئات في المواد البلاستيكية الأمورفية وتلك شبه الكريستالية.



بنية المواد البلاستيكية الحرارية الأمورفية (يمين) وشبه الكريستالية (يسار)

سؤال الثاني: (30 درجات)

أ. تحدث عن الملونات كمواد مضافة للمواد البلاستيكية. (10 درجات)

الملونات هي مواد مانحة للون وتكون إمّا قابلة أو غير قابلة للانحلال في الوسط الذي تضاف إليه وتستخدم لتلوين المواد البلاستيكية

تدعى الملونات القابلة للانحلال في الوسط الذي تستخدم فيه "الصباغ" أما تلك غير القابلة للانحلال في الوسط الذي تستخدم فيه فتسمى "الأخضاب" ويرتبط اسم الأخضاب بمجال لحجم الجزيئات يتراوح بين 0,01 µm و 1µm.

كما يمكن تقسيم الأخضاب إلى عضوية ولاعضوية، حيث لا تمتلك اللاعضوية منها قوة لونية عالية (مع وجود بعض الاستثناءات) ولكنّها قادرة على التغطية اللونية بشكل جيد كما أنّها ثابتة حرارياً.

أمثلة للأخضاب اللاعضوية:

- أبيض: أبيض التيتان، أبيض الزنك
- أصفر: أصفر الكروم، أصفر النيكل – تيتان
- أحمر: أحمر المولبيدات، أحمر أوكسيد الحديد
- أزرق: أزرق الألترامارين، أزرق الكوبالت، بنفسجي المانغان
- أخضر: أخضر الكروم، أخضر الكوبالت
- بني: بني أوكسيد الحديد
- أسود: هباب الفحم، أسود أوكسيد الحديد

تمتلك الأخضاب العضوية قوة تلوين عالية ولكن تغطيتها سيئة، ولهذا السبب يتمّ عند الحاجة خلط الأخضاب العضوية مع أخضاب لاعضوية بهدف الاستفادة من التغطية الجيدة للاعضوية. يجب الانتباه إلى أنّ العديد من المعادن الثقيلة الموجودة في الأخضاب اللاعضوية تعتبر سموماً بالنسبة للأجسام المعدنية.

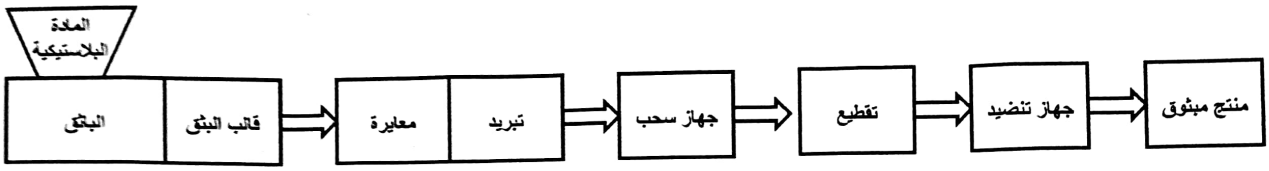
يتمّ السعي للتخلّي عن الأخضاب المحتوية على معادن ثقيلة، ولكن لا يمكن الاستغناء عنها بالكامل لامتلاكها عدداً من الصفات مثل مقاومتها للضوء والبرق وثباتيتها الحرارية العالية وسعرها المنخفض مقارنة مع الأخضاب العضوية.

إنّ عدد الأخضاب العضوية المستخدمة كبير جداً، ولأنّها مركبات عضوية معقدة فإنّنا سنستغني عن ذكرها.

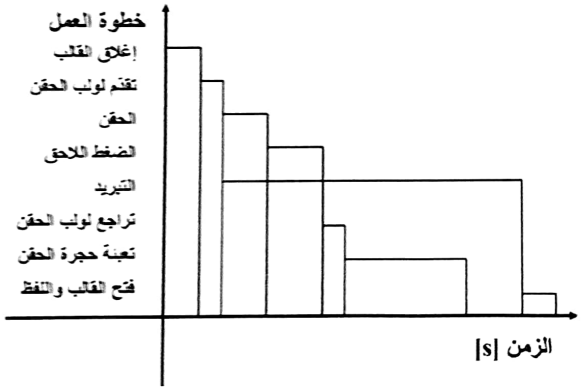
تجارياً تسمى هذه المواد باستخدام "لون – دليل".

مثال: خضاب أزرق15 = فتالوسيانين النحاس

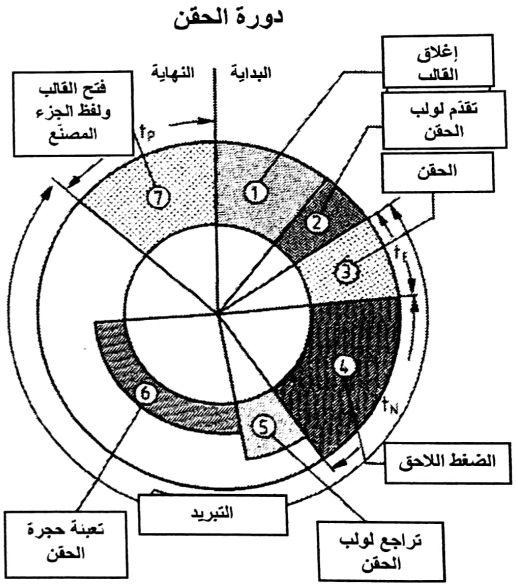
ب. ارسم شكلاً تخطيطياً لمبدأ إحدى منظومات عملية البثق المستخدمة في إنتاج بروفيلات بلاستيكية تستخدم لصناعة النوافذ. 10 درجات



ت. ارسم شكلاً يوضح أزمنة دورة الحقن. 10 درجات



أو



نهاية السلّم
مع التمنيات بالنجاح

مدرّس المقرر
د.م. ماهر الابراهيم