كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء المواد

المحاضرة : السادسة/نظري/ كتابة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

مخططات الاتزان الطوري:

تعتمد الكثير من السبائك على خواص الأطوار وعلى الطريقة التي يكون بها بنية تجميعية يمكن توضيح هذا الأمر عن طريق ما يسمى بمخططات الاتزان أو التوازن أو مخططات الأطوار وهو عبارة عن رسم يوضح العلاقة بين التركيز ودرجة الحرارة للسبائك في حالة الاتزان يمكن تصنيف مخططات الاتزان الطورية وفقاً لطبيعة المكونات لكلتا من الحالة السائلة والحالة الصلبة كما يلي:

1- مكونات تامة الامتزاج في الحالة السائلة وتقسم إلى ثلاثة أقسام:

A- مكونات تامة الامتزاج بالحالة الصلبة.

B- مكونات محدودة الامتزاج بالحالة الصلبة

C- مكونات عديمة الامتزاج بالحالة الصلبة

2- مكونات محدودة الامتزاج في الحالة السائلة وتقسم إلى الأقسام التالية:

A- مكونات محدودة الامتزاج بالحالة الصلبة

B- مكونات عديمة الامتزاج بالحالة الصلبة.

3- مكونات عديمة الامتزاج بالحالة السائلة وهي عديمة الامتزاج في الحالة الصلبة أيضاً

يعتبر النوع الأول من أنواع مخططات الاتزان والتي يكون فيها المكونات تامة الامتزاج في الحالة السائلة وهي أكثر الأنواع شيوعاً في السبائك الهندسية

منحنيات التبريد ودورها في رسم مخططات الاتزان:

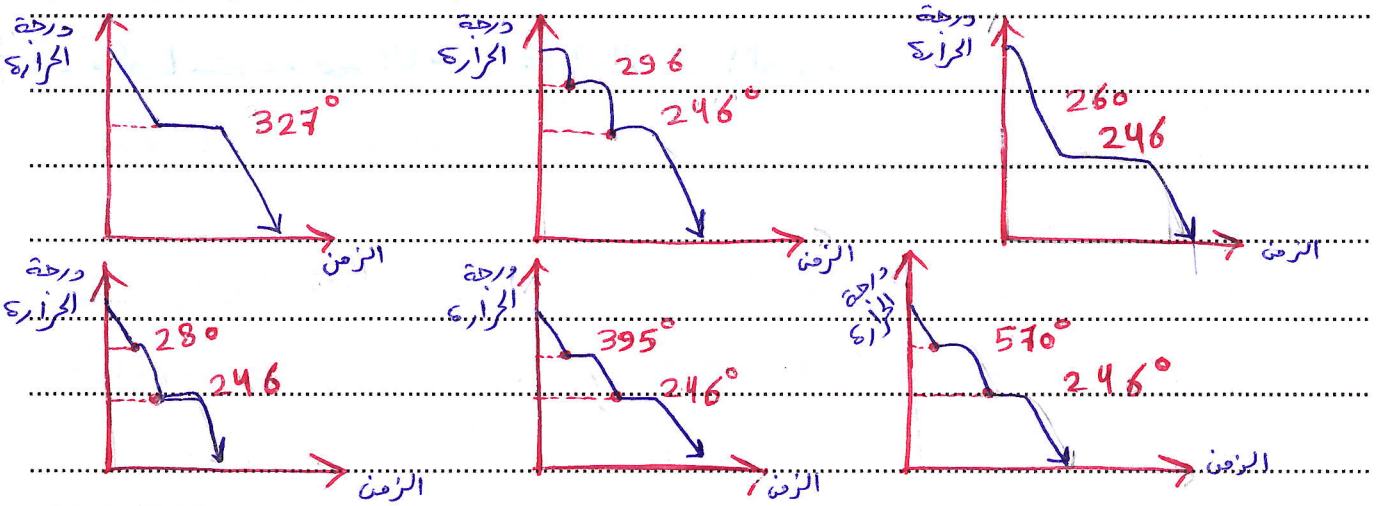
لتعيين درجة الحرارة التي يحصل عندها التغير الطوري لابد من دراسة تغير درجة الحرارة مع الزمن أثناء التبريد البطيء جداً لمصهورات السبائك مختلفة التراكيب ومثل هذه المعلومات تمكننا من رسم منحنيات التبريد الخاصة لكل سبيكة.

أن هذه الطريقة تمكننا من دراسة التحولات الحاصلة أثناء عملية التصلب للسبائك المنصهرة ومن خلالها نتعرف على التحولات الطورية التي تحصل بالحالة الصلبة.

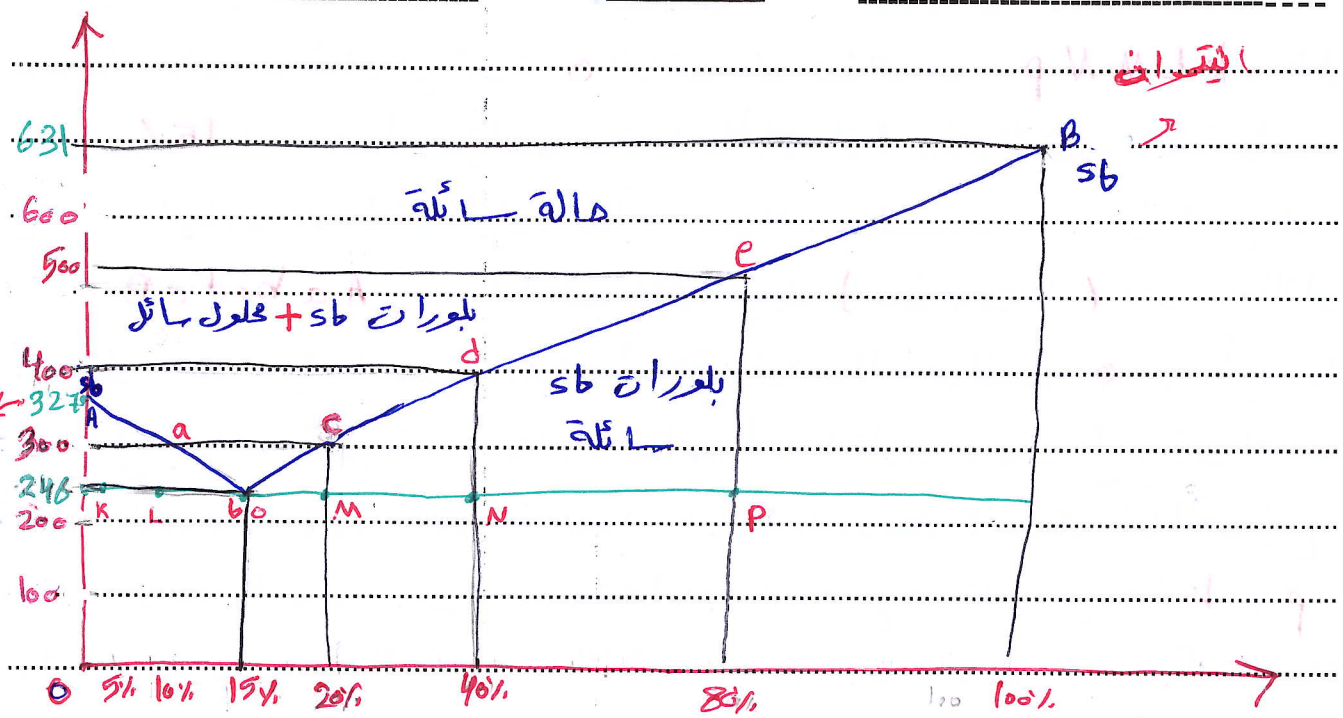
مثال:

سنبدرس كيفية استخدام منحنيات التبريد لرسم مخططات التوازن لسبيكة ثنائية والمثال هو سبائك الرصاص والانتموان (pb - sb)

1- تكون نقي pb 100% - sb 0%
2- سبيكة pb 95% - sb 5%
3- pb 90% - sb 10%
4- pb 80% - sb 20%
5- pb 60% - sb 40%
6- pb 20% - sb 80%
7- pb 0% - sb 100%



TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة



مخطط الاتزان الدوري للرصاص الانتوان

يؤخذ على الخط الأفقي تراكيز السبائك الانتوان بنسب 5 - 10 - 20 - 40 - 100%

ويؤخذ على الخط العمودي درجات الحرارة من 0 - 100 - 200 - - - - 600)

يرمز إلى النقاط الحرجة العليا بالحروف a-b-c-d-e التي تعبر عن نقاط التقاء النسب مع درجات الحرارة و النقاط الحرجة السفلى بالحروف k-L-o-M,N,p

أخذ على المحور العمودي أيضاً درجات الحرارة الخاصة بإظهار المعادن النقية فإلى اليسار النقطة A درجة حرارة إظهار الرصاص النقي نرمز لها بالحرف A عند درجة حرارة 327° وإلى اليمين درجة إظهار الانتوان ورمزها B عند درجة انصهار حرارة 631° تقابل النقاط الحرجة السفلى للسبائك وهي k-L-o,M,N,p وهي درجة حرارة واحدة وقيمتها 246 ولذلك نصل هذه النقاط بمستقيم يمتد حتى يقابل الاحداثيين العموديين وباعتبار أن الرصاص والانتوان لا يذوب أحدهما في الآخر في الحالة الصلبة نصل الآن إلى النقاط الحرجة العليا والتي تدل على بدء تجمد السبائك بالمغنى Aaboo والمغنى الثاني Bedo

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

وهنا المنحنيان يتقاطعان في النقطة o الواقعة على الخط الأفقي k L M N p وتقابل التركيز 15% لـ الانتحوان وبالتالي نحصل على خط الاتزان لسيكة الرصاص الانتحوان من الرسم البياني نلاحظ أن التبلور يبدأ في جميع السبائك عند درجة حرارة تقع على الخط A a b o d e B سمي هذا الخط بالخط السولة (خط الابتدار) وأن درجة التبلور للسوائل تنخفض بزيادة نسبة الانتحوان حتى التركيب المناظر للنقطة o ثم يبدأ بعد ذلك بالارتفاع أي أن لكل سبيكة درجة حرارة خاصة لبدء التبلور تتوقف على تركيب السبيكة عند التجمد ينطبق خط الابتدار على درجة حرارة نهاية الابتدار السبيكة أما التجمد لجميع سبائك هذه المجموعة يحدث عند درجة حرارة واحدة تقع على المستقيم بين k و p والذي يسمى خط التجمد والذي بين هذا الخط بدء ابتدار السبائك عند التسخين يكون السبائك فوق خط الابتدار في الحالة السائلة أما تحت خط الابتدار فتكون في الحالة الصلبة وفيما بين هذين الخطين يكون السبائك من درجة الحالة متبلورة وسائلة

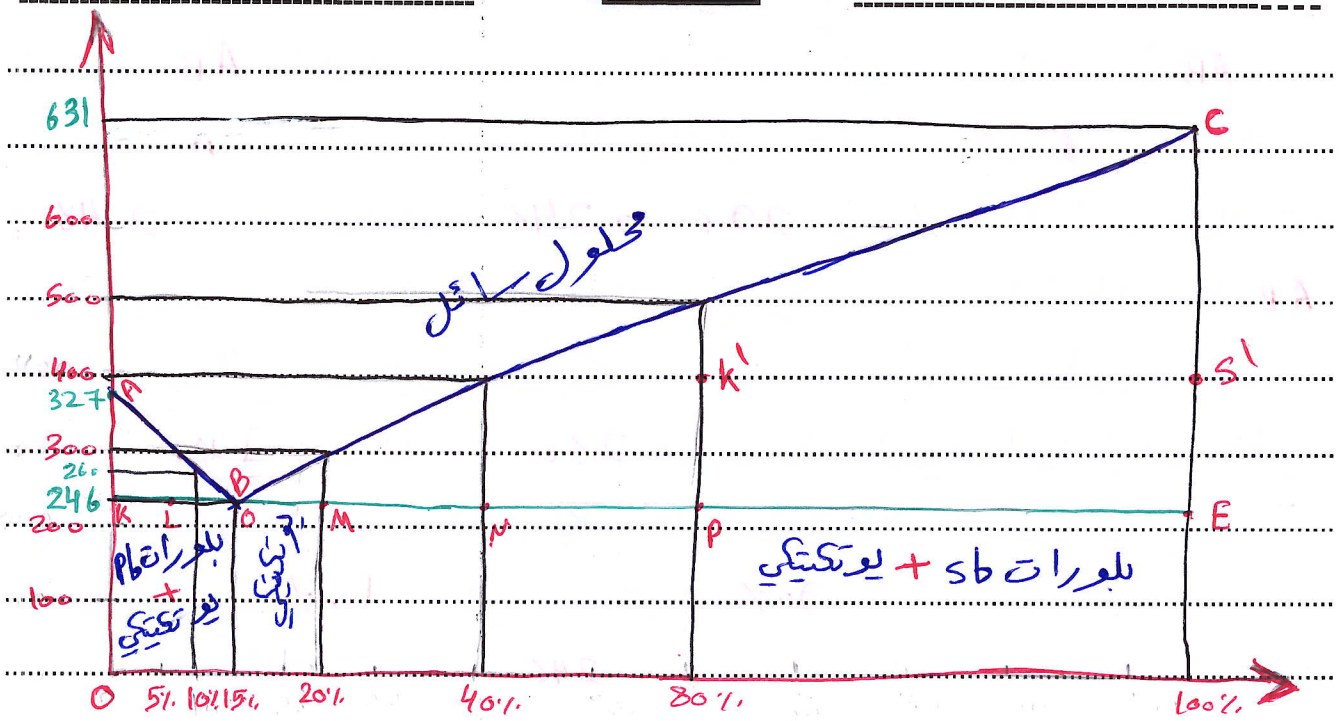
تنشأ منحنيات الاتزان لأي مجموعة ثنائية المكونات بالطريقة السابقة ذاتها ويوضح منحنى الاتزان نوع البنية المجهرية المتكونة في السبائك عند تجمدها ولذلك فإن معرفة منحنيات التوازن له دور كبير في عمليات التصنيع

قاعدة الأطوار :

يتحدد شكل الاتزان لمجموعة ما بالعلاقة بين عدد الأطوار المتواجدة معاً وعدد المكونات وعدد المتغيرات

قام العالم جيبس بوضع العلاقة بين عدد الأطوار وعدد المكونات وعدد المتغيرات عند الاتزان الترموديناميكي وسميت بقاعدة الأطوار

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة



المكونات الطامة الامتزاج في الحالة المنصهرة وعديمة الامتزاج في الحالة الصلبة يمكن تمثيلها في النظام السباعي الرصاص الانتموان بالنظر إلى مخطط الاتزان لمجموعة سبائك الرصاص الانتموان نرى أن المكونين النقيين لهذه المجموعة يقع فوق الخط A B C وتكون في الحالة السائلة أي أنها ذات طور واحد عند

عند التبريد تتجمد المكونات النقية عند درجة حرارة 327° للرصاص و 631° للانتموان ومكونان بنيتة مجهرية على شكل حبيبات متماثلة في النقطة B والتي تقابل تركيباً قدره 15% للانتموان و درجة الحرارة الموافقة 246° عند خط التجمد

تتبلور المكونات في وقت واحد مكوناً خليطاً ميكانيكياً من بلورات الرصاص الانتموان يسمى بالطور اليوتكتيكي وتسمى البنية ذات النسبة 15% الانتموان و 85% رصاص بالبنية يوتكتيكية.

تسمى السبائك الواقعة تحت النقطة B بالسبائك اليوتكتيكية وتبحث عملية التبلور البنية تحت اليوتكتيكية المحتوية على 5% الانتموان و 95% رصاص فوق خط

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

أثناء

الانصهار AB بالحالة السائلة وعندما تصل السبيكة بتبريدها إلى الخط AB عند النقطة A تبدأ بلورات الرصاص النقي بالتكون وتستمر هذه العملية إلى أن تصل للدرجة 246 بين درجتي الحرارة 246 و 296 تتزايد كمية البلورات الرصاص بالاستمرار في حين أن الجزء السائل من السبيكة يغير تركيبه حسب نقاط خط الانصهار AB لتصبح تركيب الجزء السائل من السبيكة عند أي درجة حرارة بين خطين الانصهار والتجمد مثلاً: عند الدرجة 260 يجب مد خط موازي لمحور التراكيز حتى يتقاطع مع خط الانصهار عندها لذلك نقوم بإسقاط نقطة التقاطع على محور التراكيز فنجد أن تركيز الانتموان 10% وبالتالي نسبة الرصاص 90%

عند وصول درجة الحرارة إلى الدرجة 246 يتجمد الطور السائل من السبيكة فيكون تركيبه موافقاً للنقطة B أي مساوياً للطور اليوتكتيكي 15% انتموان و 85% رصاص عند ذلك يتصلب مكوناً تركيباً يوتكتيكياً من بلورات الرصاص والانتموان وبنفس الطريقة نجري عملية تجمد جميع السبائك تحت اليوتكتيكية في درجات الحرارة بين خط الانصهار وخط التجمد تتكون في السبيكة بلورات من الرصاص وتتجمد السبائك نهائياً عند خط التجمد

انتهت المحاضرة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z