كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء المواد

المحاضرة : السابعة/نظري/ كتابة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

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

* مخططات الاتزان الطوري :

تتم الكثير من السبائك على هوامش الأطوار وعلى الطريقة التي تكون بها بنية مجهرية ، هذا لك أهمية كبيرة لوجود طريقة ما لتعيين العلاقات المتداخلة بين الأطوار .

يمكن توضيح هذا الأمر عن طريق ما يسمى مخططات الاتزان أو التوازن أو مخططات الأطوار وهو عبارة عن رسم يوضح العلاقة بين التركيب ودرجة الحرارة للسبائك في حالة الاتزان ويمكن تصنيف مخططات الاتزان الطورية وفقاً لطبيعة المكونات بكل من الحالة السائلة والصلبة كما يلي :

1 مكونات تامة الامتزاج في الحالة السائلة وتقسم إلى الأقسام التالية :

A) مكونات تامة الامتزاج في الحالة الصلبة .

B) مكونات محدودة الامتزاج في الحالة الصلبة .

C) مكونات عديمة الامتزاج في الحالة الصلبة .

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

A) مكونات محدودة الامتزاج بالحالة الصلبة .

B) مكونات عديمة الامتزاج في الحالة الصلبة

3 مكونات عديمة الامتزاج في الحالة السائلة وهي عديمة الامتزاج في الحالة الصلبة أيضاً .

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

* تطبيقات التبريد ودورها في رسم مخطط الاتزان :

لتحديد درجة الحرارة التي يحدث عندها التغير الطوري لابد من دراسة تغير درجة الحرارة مع الزمن أثناء التبريد البطيء لأحد مصهورات السبائك مختلفة التركيب ومثل هذه المعلومات يمكننا من رسم منحنيات التبريد الخاصة بكل سبيكة.

إن هذه الطريقة تمكننا من دراسة التحولات الحاصلة أثناء عملية التصلد للسبائك المنصهرة، ومن خلالها نتعرف على التحولات الطورية التي تحصل في الحالة الصلبة.

مثال:

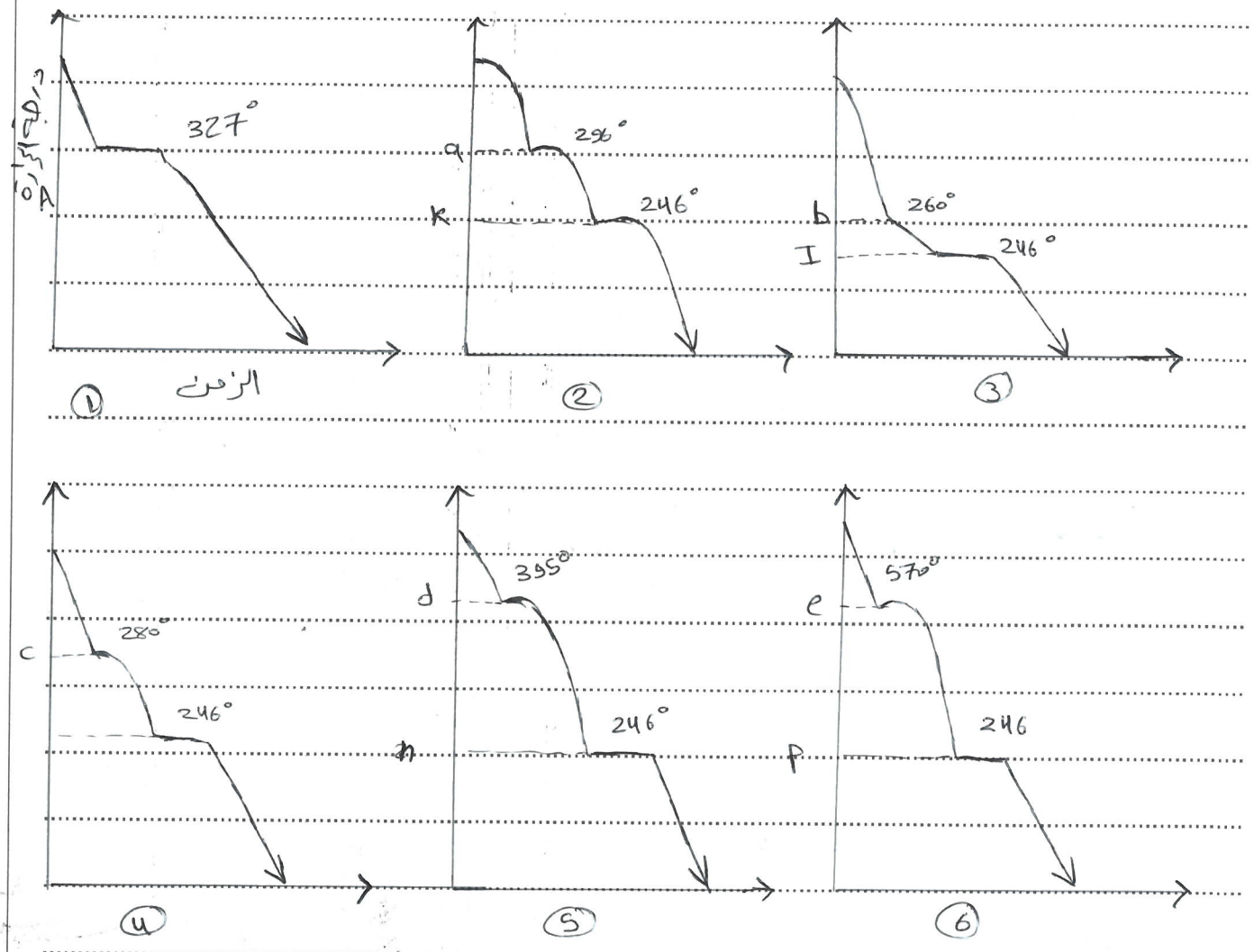
سندرس كيفية استخدام منحنيات التبريد لرسم مخطط التوازن لسبيكة ثنائية والمثال في هذه الفقرة هو سبائك الرصاص والانتيمون (Pb-Sb).

* نأخذ لدينا ستة سبائك ذات وزن معلوم، كل سبيكة في بوتقة (مجرة) من الجدول:

①	مكون نقي	Pb(100%), Sb(0%)
②	سبيكة كوي	Pb(95%), Sb(5%)
③	سبيكة كوي	Pb(90%), Sb(10%)
④	سبيكة كوي	Pb(80%), Sb(20%)
⑤	سبيكة كوي	Pb(60%), Sb(40%)
⑥	سبيكة كوي	Pb(20%), Sb(80%)
⑦	سبيكة كوي	Pb(0%), Sb(100%)

وتسخن إلى درجة حرارة أعلى بـ 30°C من درجة الانصهار ثم يغمر في السبيكة المنصهرة بدرجة حرارية وتسجل القراءات في فترات زمنية متساوية (30s) وذلك مع ترييد السبيكة تدريجياً من نظرة الطلب من المعلومات السابقة نرسم إحداثيات درجة الحرارة مع الزمن

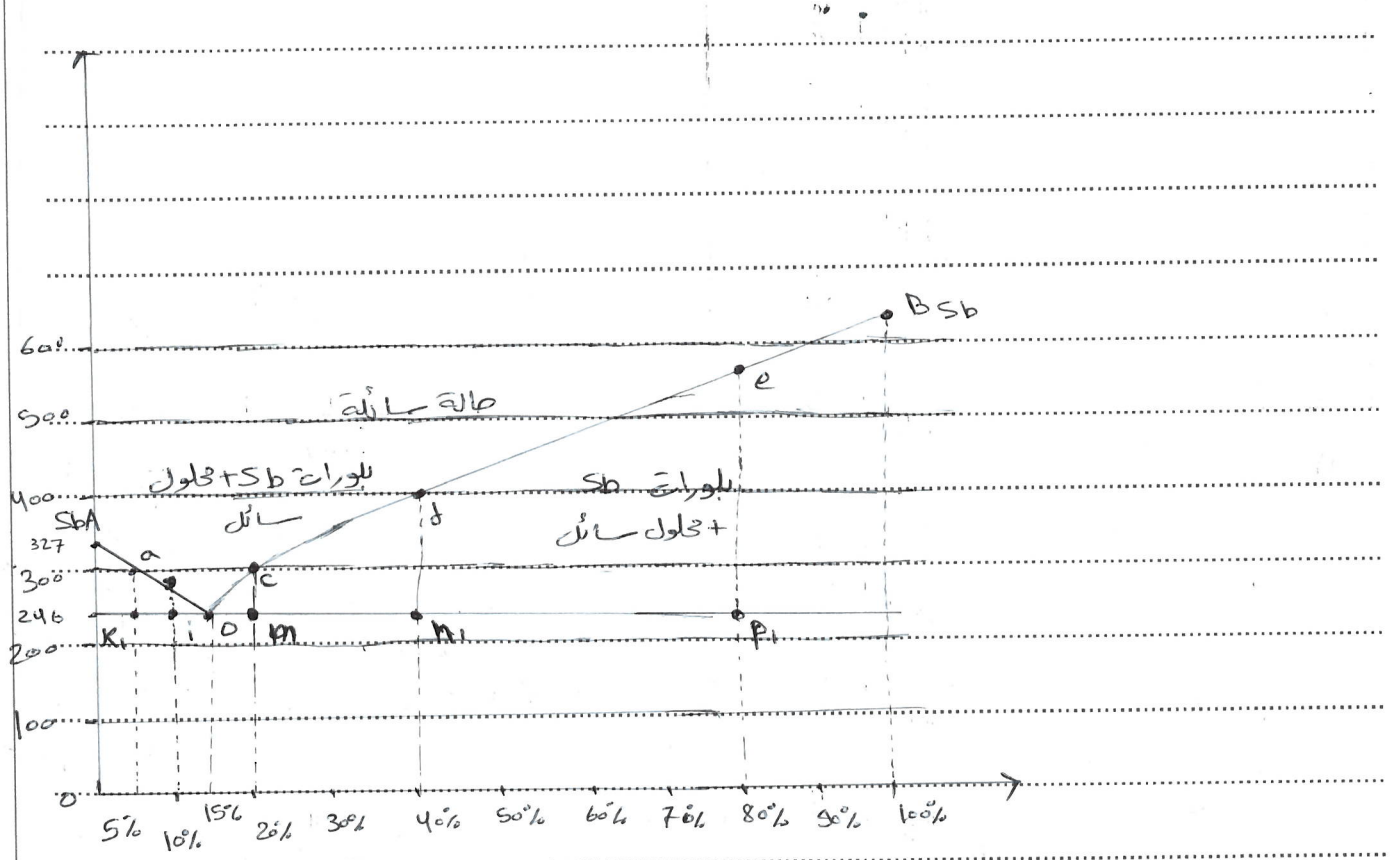
TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة



من بيانات البيان هذه يتم الحصول على كل من درجة تجمد المذيب أو النقاط الحرجة كما هو مبين في الأشكال السابقة.

* يوضح الشكل التالي كيفية إنشاء الرسم البياني لسبائك المجموعة ① من النقاط الحرجة (د) وهي النقاط التي يبدأ وينتهي عندها ظهور طور جديد على محاور البيانات كالتالي:

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة



مخطط التوازن لسبائك الرصاص والانتموان

* يؤخذ على المحور الأفقي تراكيز السبائك بالانتموان بين الـ 0، 10، 20، 40، 80)

- ويؤخذ على المحور العمودي درجات الحرارة، تنسحب على النقاط المأخوذة على المحور الأفقي أعمدة، هذه الأعمدة تأخذ النقاط الحرجة بشكل دوائر صغيرة وأحرف وقد تم ترميز النقاط الحرجة العليا بالحروف "a، b، c، d، e" والنقاط الحرجة السفلى بالحروف "k، l، m، n، o، p" تأخذ على المحور العمودي أيضاً درجات الحرارة اللازمة لانصهار المادة النقية، فإن السبب النقطة A وهي درجة حرارة انصهار الرصاص النقي ورمزها A تقع عند درجة حرارة 327°c وإلى اليمين درجة انصهار الانتموان ورمزها B عند درجة حرارة 631°c تقابل النقاط الحرجة السفلى للسبائك وهي k، l، m، n، o، p درجة حرارة 246 واللازمة لصهر

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

ولذلك نضل هذه النقاط مستقيم حتى نقابل الإشارتين العمودين وباعتبار أن الحضران الرصاص والاسنوان لديهم أحدهما في الآخر في الحالة الصلبة نضل الآن النقاط الرجة العليا أو التي تدل على بدء تجمد السائل نعين لها Aabo والمغني الثاني Bedo وهذان المنحنيان يتقاطعان في النقطة o الواقعة على الخط الأفقي KLmnb وتقابل تركيز 13% الاسنوان وبالتالي نحصل على خط الاتزان لسبائك الرصاص - الاسنوان.

* من الرسم السابق نلاحظ:

أن التبلور يبدأ في جميع السبائك عند درجة حرارة تقع على الخط AaboeB يسمى هذا الخط بخط السيولة (خط الانصهار) وأن درجة التبلور للسوائل تنخفض بزيادة نسبة الاسنوان حتى التركيب المناظر للنقطة (e) ثم يبدأ بعد ذلك بالارتفاع أي أن بكل سبيكة درجة حرارة خاصة لبدء التبلور تتوقف على تركيب السبيكة عند التبريد خط الانصهار على درجة حرارة نهاية الانصهار السبيكي

* أما انتهاء التجمد لجميع سبائك هذه المجموعة فيحدث عند درجة حرارة واحدة تقع على المستقيم KBJ والذي يسمى خط التجمد يسمى هذا الخط بـ (انصهار السبائك عند التسخين) تكون السبائك صلبة خط الانصهار في الحالة السائلة أما تحت خط التجمد تكون في الحالة الصلبة وفيما بين هذين الخطين تكون السبائك مزدوجة الحالة متبلورة مسائل.

* تنشأ منحنيات الاتزان لأي مجموعة ثنائية المكونات بالطريقة السابقة ذاتها ويوضح مخطط الاتزان نوع البنية المجهرية المتكون في السبائك عند تجمدها ولذلك فإنه يمكن معرفة مخططات التوازن لها دور كبير في عمليات التصنيع

* قاعدة الأطوار:

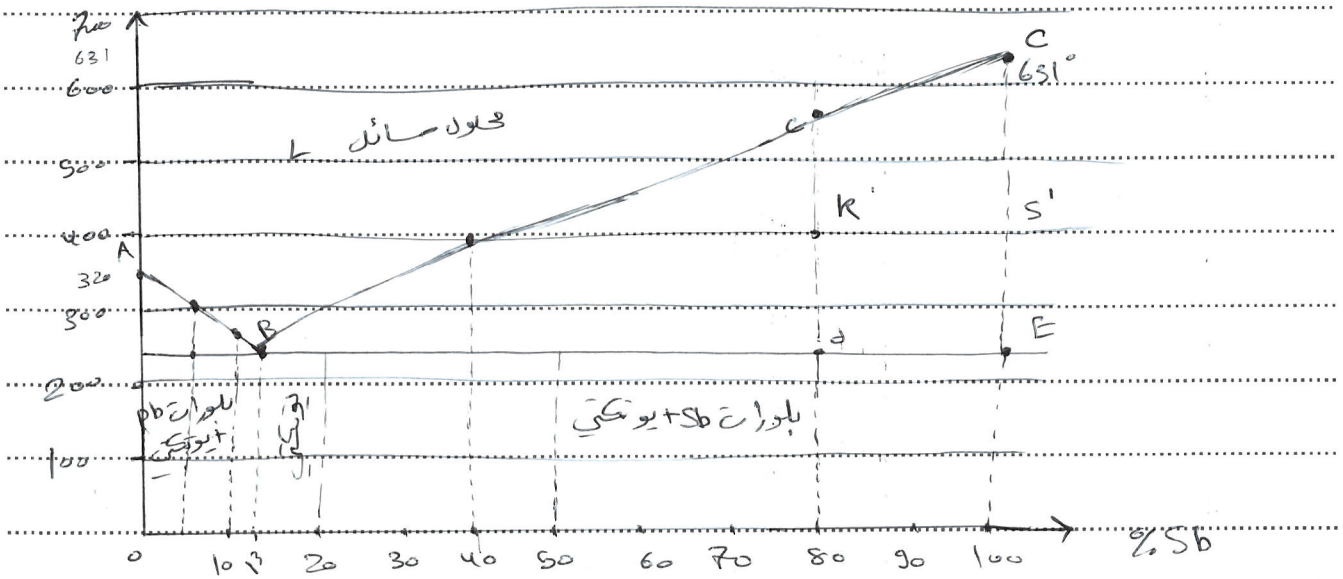
يحدد شرط الاتزان لمجموعة ما بالعلاقة بين عدد الأطوار المتواجدة معاً وعدد المكونات وعدد المتغيرات، قام العالم جيبس بوضع العلاقة بين

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

A to Z LIBRARY — مكتبة AZ — FOR UNIVERSITY SERVIC

عدد الأطوار وعدد المكونات والمتغيرات عند الاتزان التوديناميكي وسميت بقاعدة الأطوار المتغيرات المحيطة في هذه الحالة هي درجة الحرارة والضغط وتركيز المكونات

* المكونات التامة الامتزاج في الحالة المطهرة وعديمة الامتزاج في الحالة الصلبة



يمكن تمثيلها في النظام السابق الرصاص - الانتيمون، بالنظر إلى خط الاتزان نجد في سائل الرصاص والانتيمون، نرى أن المكونين النقيين لهذه الحلوة يقعان فوق الخط ABC وتكون في الحالة السائلة أي أنها على شكل محلول واحد عند التبريد تتجمد المكونات النقية عند درجتي حرارتي 327° بالرصاص، 631° للانتيمون مكونين بنية مجهرية على شكل حبيبات متماثلة في النقطة B والتي تقابل تركيباً قدره 13% للانتيمون ودرجة الحرارة الموافقة 246° عند خط الحيد، تبلور المكونات في وقت واحد مكونان خليطاً ميكانيكياً من بلورات الرصاص والانتيمون يسمى باليوتكتي وتسمى السبيكة ذات البنية 13% انتيمون و 87% رصاص بالسبيكة اليوتكتية

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

تسمى السائل الواقعة تحت النقطة B بالسائل البوتكية لبدأ عملية تبلور السيكة تحت البوتك المحتوية على 5٪ انتوان والسيكة المحتوية على 8٪ أنتوان، تكون السيكة تحت البوتك المحتوية على 6٪ انتوان مؤلفة من الأطوار AB بالحالة السائلة وعندما تصل السيكة أثناء تبريدها إلى الخط AB (النقطة A) تبدأ بلورات الرصاص النقي بالتكون وتستمر هذه العملية إلى أن تصل الدرجة 246° بين درجتي الحرارة 246° و 296° تتزايد كمية البلورات الرصاص باستمرار حتى أن الجزء السائل من السيكة يغير تركيبه حسب نقاط خط الانصهار AB، لتحديد تركيب الجزء السائل من السيكة عند أي درجة حرارة بين خطي الانصهار والتجمد مثلاً عند درجة 260° يجب رسم خط موازي لمحور التراكيز حتى يتقاطع مع خط الانصهار أو السيولة عند ذلك نقوم بإسقاط نقطة التقاطع على محور التراكيز نجد أن تركيز الانتوان موافق لـ 10٪ و 90٪ رصاص.

عند وصول درجة الحرارة إلى الدرجة 246° نجد الطور السائل من السيكة فتكون تركيبه عند ذلك موافقاً للنقطة (B) أي مساوياً للتركيب البوتكتي 13٪ أنتوان 87٪ رصاص، عند ذلك ينقلب مكوناً تركيباً يوتكتي متكوناً من بلورات الرصاص أو الانتوان، بنفس الطريقة نرى عملية تجمع السائل تحت البوتكية، ففي درجات الحرارة بين خطي الانصهار والتجمد تتكون في السيكة بلورات من الرصاص ونجد السائل يزداد غناً عند خط التجمد DB وتحت خط التجمد 246° تكون بنية السائل من الرصاص النقي المتبقي في درجات الحرارة بين خطي الانصهار والتجمد.

- انتهت المحاضرة -

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة