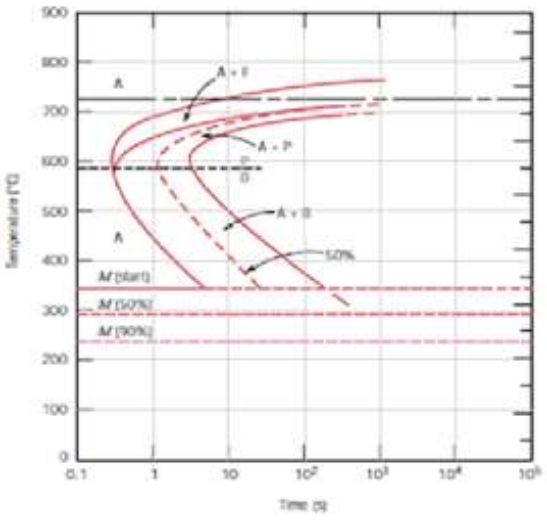
دائرة الفيزياء

الفولاذ و سبائك الحديد

التمرين الأول: الشكل1 يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية TTT (درجة الحرارة ثابتة) للفولاذ ذو التركيز الكاربوني المساوي ل 0.45% وزنا. أجب عما يلي:

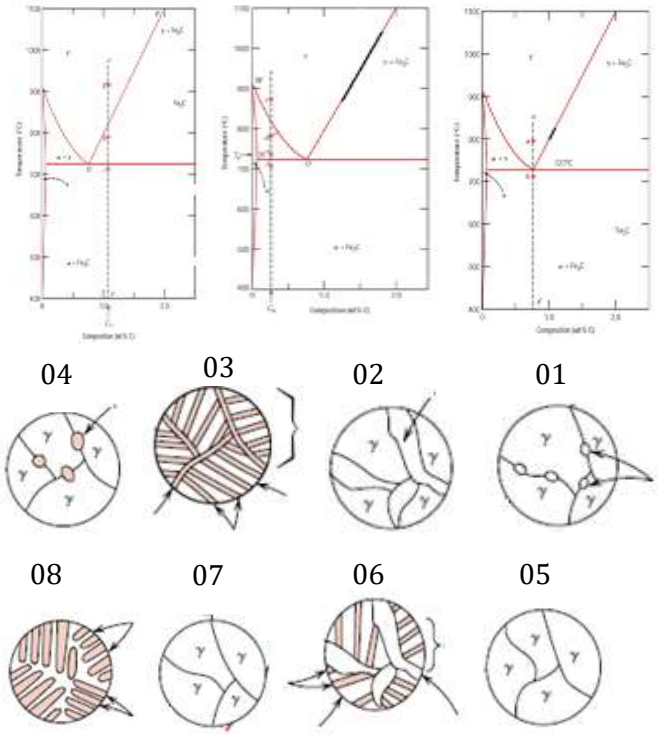
1. أذا بردنا العيينة ببطء شديد جدا فما هي الأطوار التي يمكن الحصول عليها عند درجة حرارة الغرفة و ما هي نسبها المئوية الكتلية.
2. ما هي احد طرق المعالجة الحرارية التي يجب إتباعها من اجل الحصول على بنية مجهريه موزعة بالتساوي بين البرليت و البانيت.
3. إذا بردت العيينة لغاية 600C° و تركت لمدة 10 ثوان فهل هناك طريقة للمعالجة الحرارية من اجل الحصول على المارتنزيت.
4. ما هي المدة التي يجب تركها عند 600C° للحصول على بنية موزعة بالتساوي بين المارتنزيت و البانيت.
5. إذا بردت العيينة السابقة لمدة 1 ثانية فقط ثم بردت بدون زمن لغاية 400C° و تركت لمدة 10 ثواني فهل هناك طريقة تجريبية للحصول على بنية تحتوي على مارتنزيت.
6. في هذه الحالة ما هي اكبر نسبة للمارتنزيت يمكن الحصول عليها و ما هي نسبة بقية الأطوار.
7. ما هي طريقة المعالجة الحرارية للحصول على بنية فيريتية فقط، مارتنزيتية فقط، بالتساوي بين الفيريت و المارتنزيت.
8. مثل البنية المجهرية لمختلف العيينات السابقة مع توضيح الفوارق بينها.
9. أذا بردنا ثلاث عيينات ابتداءا من الطور الأوستينيتي760C° بسرع مختلفة بحيث :$V_1=2V_2=4V_3=10C°/S$ فماهي البنية المجهرية للأطوار المستقرة عند درجة حرارة الغرفة و ما هي نسبتها.
10. اشرح بالتفصيل الطريقة التجريبية لرسم منحنيات TTT, TRC و ماهو الفرق بينهما و ماهي اهميتهما الصناعية.
11. اشرح آلية تكون المارتنزيت مع تمثيل الخلايا الأولية للأوستنيت و المارتنزيت و كيفية التحول.



الشكل 1

التمرين الثاني: الشكل 2 يبين البنى المجهرية للعيينات الموضحة (الأعداد من 1 إلى 8) في الشكل 2(الحروف a, b, c, d, e, f, g, h ,i) و هذا بعد إعطائها الوقت الكافي للاتزان عند درجة الحرارة المرافقة ثم تبريدها بسرعة إلى درجة حرارة الغرفة.

1. اربط بين البنى المجهرية المعطاة و العيينات الموضحة في الشكل 2.
2. أحسب النسبة المئوية الوزنية للأطوار المختلفة لكل العيينات التي تحتوي على اكثر من طور واحد.
3. اكمل ما ينقص على بيان البنى المجهلرية.



الشكل 2

التمرين الثالث: أجب بصح أو خطأ عما يلي:

1. الحديد الزهر المحتوي على الكاربون ذو طاقة تكوين اكبر من المحتوي على السمنتيت.
2. يمكن التخلص من السمنتيت الأولي و اليوتكتيكي بالتبريد البطيئ جدا، و من السمنتيت الثانوي بالسقاية.
3. يستعمل الفولاذ المارتنزيتي للبناء بعد تلدينه لأنه اكثر لدونة من الفولاذ المسقي.
4. بزيادة درجة الحرارة يزداد تركيز الكاربون في الحديد نتيجة للعيوب النقطية الناتجة عن التسخين.
5. ينقص حجم الفولاذ عند التحول اليوتكتويدي لأن ثابت الشبكة البلورية يتناقص.
6. البنية المجهرية للمارتنزيت دقيقة جدا لأنها غير مستقرة.
7. البينيت هو نفسه البرليت و لكن تركيز الكاربون في الفيريت اكبر.
8. تركيز الكاربون في الفيريت المارتنزيتي هو نفسه للفيريت.
9. السقاية و المراجعة و المجانسة عمليات لابد منها للأستقرار.
10. زيادة تركيز الكاربون تقوي من الخصائص الميكانكية للحديد.

بالتوفيق س.ف

دائرة الفيزياء

الفولاذ و سبائك الحديد

التمرين الأول

1. أحسب التغير ألحجمي الذي يرافق التحول التآصلي للحديد أذا علمت ان ثابت الشبكة $a(Fe_{\alpha})=2.9A$ $a(Fe_{\gamma})=3.61A$.

2. حدد عدد المواقع الانغراسية الثمانية و الرباعية الأوجه في كلا التركيبين البلوريين للحديد بالنسبة لكل ذرة من ذرات الشبكة البلورية مع تمثيل موقع على الأقل لكل نوع في كل حالة.

3. احسب نسبة نصف قطر ذرة الموقع الانغراسي الرباعي و الثماني الأوجه إلى نصف قطر ذرة الشبكة في كلا الحالتين للتركيب البلوري.

4. استنتج انه ل Fe_{γ} الموقع الانغراسي الأكثر احتمالا هو الثماني.

التمرين الثاني

1. أرسم المخطط البياني لاتزان الأطوار للحديد سمنتيت ($Fe-Fe_3C$) موضحا عليه كل الأطوار و المركبات و المحاليل المتواجدة و مبينا كذالك كل نقاط التحولات اللاتخالفية مع توضيح الفرق بين هذا المخطط و مخطط الاتزان للحديد كاربون المستقر (Fe-C)

2. تتجمد سبيكة حديد زهر(A) وفق بيان الاتزان السابق و تحتوي عند درجة حرارة الغرفة على نسبة % 80 وزنا من Fe_3C حدد نسبة الكارون الوزنية و الذرية في هذه السبيكة (A) و حدد موضعها على بيان الأتزان.

3. احسب مقدار السمنتيت اليوتكتيكي و اليوتكتويدي في هذه السبيكة (A) و ما الفرق البنيوي بينهما.

4. توجد انواع اخرى من السمنتيت في هذه السبيكة (A) ما هي و احسب نسبتها الكتلية المئوية.

5. تتبع تغير البنية المجهرية للسبيكة (A) من الطور السائل لغاية درجة حرارة الغرفة مع توضيح الفرق في البنية المجهرية بين كل مرحلة و أخرى.

6. للفولاذ ذو التركيز الكاربوني المساوي ل % 0.4 (B) وزنا ما هي نسبة السمنتيت و الفيريت عند درجة حرارة الغرفة.

7. تتبع تغير البنية المجهرية من الطور الأوستنيتي حتى درجة حرارة الغرفة موضحا الفوارق الأساسية بينها (B) و بين السبيكة الأولى (A).

8. اذا بردنا هذا الفولاذ بسرعة و لكنها غير كافية لتشكل المارتنزيت فماهو الاختلاف بينها وبين التي بردت ببطأ.

9. مثل منحنى التمدد الطولي في الحالتين التبريد و التسخين للعينات ذات تركيز الكاربون المساوي % 0.00، % 0.77، % 2.1 .

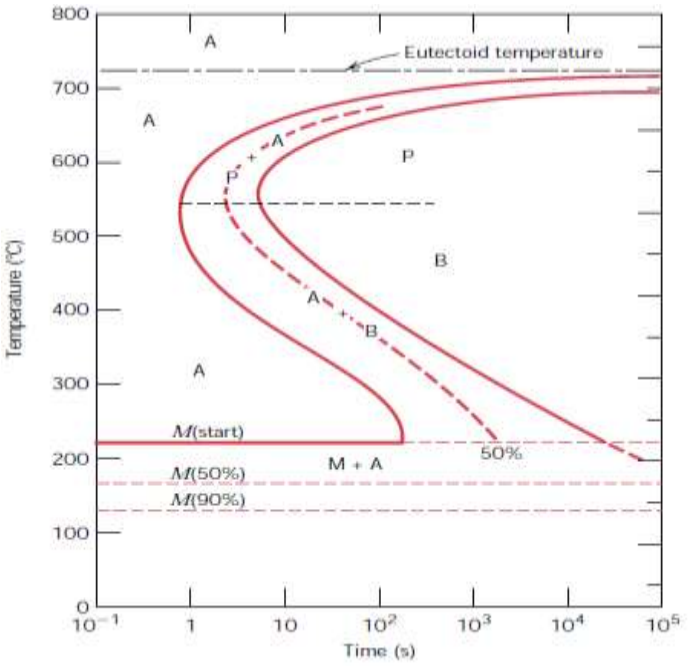
التمرين الثالث

الشكل أدناه يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية (درجة الحرارة ثابتة) للفولاذ اليوتكتويدي (تركيز الكاربون 0.77 وزنا)، احسب بالتقريب النسبة المئوية للمكونات (الأطوار) عند درجة حرارة الغرفة للعيينات الثلاث التالية و التي سخنت لغاية 760 درجة مئوية و تركت حتى التجانس التام للبنية المجهرية

العيينة الأولى تبريد سريع لغاية °350C ، ثم تركت لمدة 10^4 ثانية ثم بردت بسرعة لدرجة حرارة الغرفة (بدون وقت).

العيينة الثانية تبريد سريع لغاية °250C ، تركت لمدة 100 ثانية ثم بردة بسرعة لدرجة حرارة الغرفة (بدون وقت).

العيينة الثالثة تبريد سريع لغاية °C 650 ، تركت لمدة 20 ثانية ثم بردت بسرعة لغاية °C 400 و تركت لمدة 100 ثانية ثم بردت لدرجة حرارة الغرفة.



التمرين الرابع

اجب بصح او خطأ عما يلي:

1- كلما كانت سرعة التبريد أكبر كلما كانت البنية المجهرية ذات حبيبات أدق.

2- التحول المارتنزيتي للفولاذ هو تحول للطور الأوستينيتي بدون انتشار.

3- الكاربون من العناصر التي توسع في استقرار الطور γ للحديد.

4- الحديد الزهر الأبيض يعني انه لا ترسب للكاربون .

5- درجات حرارة التحولات التي تستنتج من منحنيات التسخين في تجارب التمدد الطولي دائما اكبر من الحقيقية.

6- من بين ما تهدف إليه السقاية إعطاء الفولاذ أو السبيكة صلادة اكبر.

7- المراجعة تهدف إلى التخلص من الاجهادات الداخلية .

8- المارتنزيت هو محلول فوق مشبع للكاربون في الحديد ∝ بحيث $c \neq a$.

9- البانيت ينتج في منطقة بين التحول البرليتي و المارتنزيتي.

10- التبريد البطيئ جدا للأوستينيت يعطي برليت و السريع جدا يعطي مارتنزيت

بالتوفيق

جوان 2013

دائرة الفيزياء

الفولاذ و سبائك الحديد

الشكل (1) يوضح مخطط شبه الاتزان (Fe-C). و الشكل (2) يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية TTT (درجة الحرارة ثابتة) للفولاذ ذو التركيز الكاربوني المساوي ل 1% وزنا. أجب عما يلي:

<u>أولا (9ن):</u>

قمنا بتحضير ستة عيينات (A_1, A_2, …A_6) انطلاقا من الحالة السائلة بواسطة التبريد و بإتباع مخطط الاتزان السابق و تركيزها المئوي الوزني من الكاربون هو:

($X_{A2}=X_B$, $X_{A5}=X_D$, X_{A6}= 6% = 2.X_{A4}= 4.X_{A3}= 12.X_{A1})

1. عين لكل المناطق (من المنطقة (1) إلى (12)) المركبات و المحاليل المتواجدة ؟
2. ما هي الأطوار المنحلة و المتكونة للعيينات السابقة من الحالة السائلة لغاية درجة حرارة الغرفة ؟
3. عند درجة حرارة الغرفة بين الفرق في البنية المجهرية للعيينات السابقة ؟
4. عند أي درجة حرارة يبدأ السمنتيت في التكون لكل العيينات ؟
5. حدد نسبة السمنتيت المئوية للعيينات السابقة ؟
6. للعيينتان A_5 و A_2 احسب النسبة المئوية الذرية للكربون و تتبع تغير نسبة تواجد الأطوار المختلفة من الحالة السائلة لغاية درجة حرارة الغرفة؟

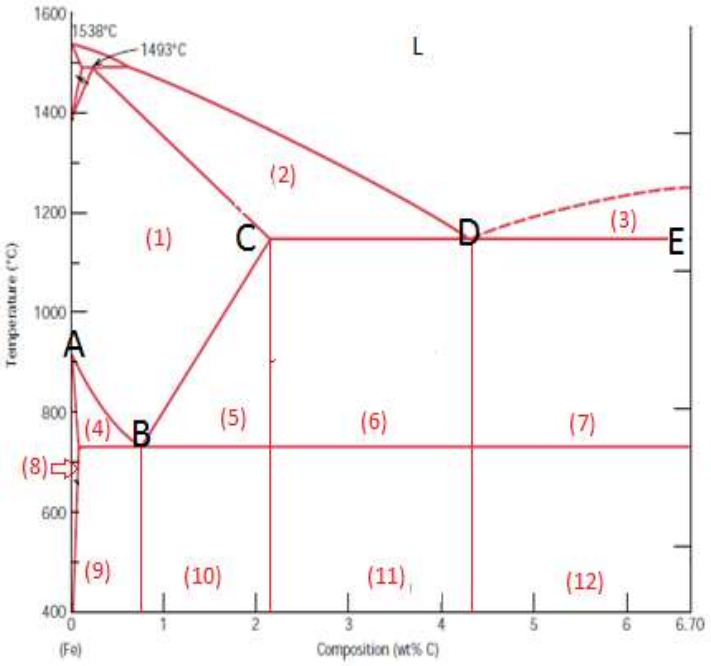
<u>ثانيا (6ن):</u>

قمنا بإجراء تجربة التمدد الطولي للعيينات السابقة بسرعة تسخين ثابتة من T=20 C° لغاية T=1000 C°.

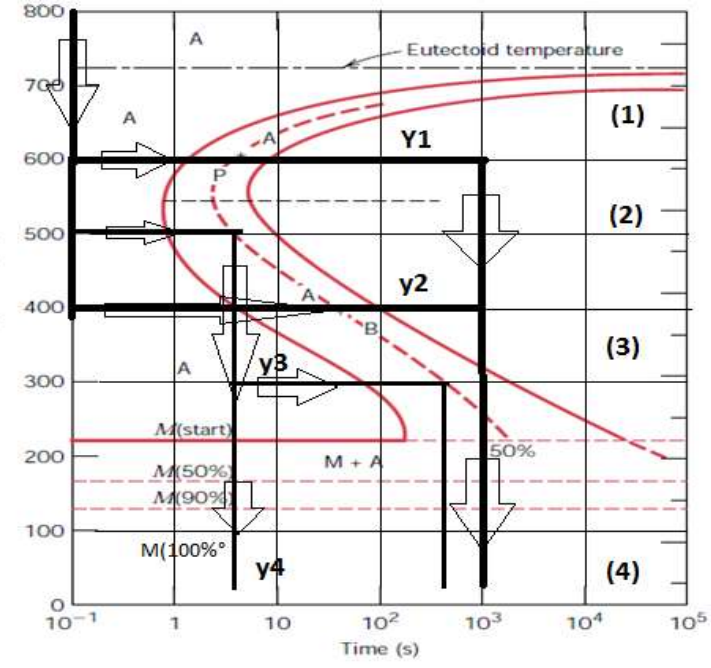
1. مثل كيفيا منحنى التمدد الطولي للعيينتين A_3 و A_2؟
2. بين أوجه الاختلاف و التشابه بين المنحنيين السابقين؟
3. مثل كيفيا البنية المجهرية للعيينات A_3 و A_2 و A_1 عند:
(T_1=20, $T_2=T_{ed}-\varepsilon$, $T_3=T_{ed}+\varepsilon$, T_4=1100C°)؟
4. مثل البنية المجهرية لكل العيينات التي تحتوي على السمنتيت الثانوي عند درجة حرارة الغرفة مع توضيح الفرق بينها؟

<u>ثالثا (5ن):</u>

1. اشرح كيف يمكن الحصول عل الشكل (2) تجريبيا ؟
2. اذكر الأطوار المتواجدة في المناطق ((1).....(4)) مع تعليل ذلك؟
3. هل يمكن الحصول (الشكل(2)) على بنية لا تحتوي تماما على السمنتيت مع التعليل؟
4. بين الفرق في البنية المجهرية بين العيينة (y1) بردت عند T=600C° و أخرى (y2) عند T=400 C° لمدة t=1000 s ثم بردتا لدرجة حرارة الغرفة؟
5. احسب نسبة الأطوار المتواجدة في كل من: Y1, Y2, Y3, Y4 ؟



الشكل (1): مخطط شبه الاتزان ل Fe-C



الشكل (2): مخطط التحولات الأيزوتارمية (TTT) للسبيكة ذات التركيز 1%

بالتوفيق

الفولاذ و سبائك الحديد

التمرين الأول:

أذا علمت ان ثابت الشبكة $a_{(Fe\alpha)}=2.9A$ $a_{(Fe\gamma)}=3.61A$.

1. حدد عدد المواقع الانغراسية الثمانية و الرباعية الأوجه في كلا التركيبين البلوريين للحديد بالنسبة لكل ذرة من ذرات الشبكة البلورية مع تمثيل موقع على الأقل لكل نوع في كل حالة.
2. احسب نسبة نصف قطر ذرة الموقع الانغراسي الرباعي و الثماني الأوجه إلى نصف قطر ذرة الشبكة في كلا الحالتين للتركيب البلوري.
3. استنتج انه ل Fe_γ الموقع الانغراسي الأكثر احتمالا هو الثماني.
4. ما هو الموقع المفضل طاقويا في حالة Fe_γ .

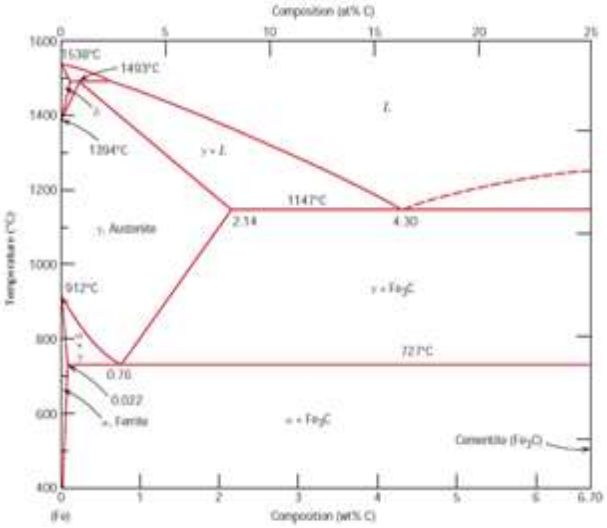
التمرين الثاني:

1. للمخطط البياني لاتزان الأطوار للحديد سمنتيت $Fe\text{-}Fe_3C$ (الشكل 1) وضح عليه كل الأطوار و المركبات و المحاليل المتواجدة و مبينا كذالك كل نقاط التحولات اللاتخالفية مع توضيح الفرق بين هذا المخطط و مخطط الاتزان للحديد كاربون المستقر (Fe-C)
2. تتجمد سبيكة حديد زهر(A) وفق بيان الاتزان السابق و تحتوي عند درجة حرارة الغرفة على نسبة % 90 وزنا من Fe_3C حدد نسبة الكارون الوزنية و الذرية في هذه السبيكة (A) و حدد موضعها على بيان الأتزان.
3. احسب مقدار السمنتيت اليوتكتيكي و اليوتكتويدي في هذه السبيكة (A) و ما الفرق البنيوي بينهما.
4. توجد انواع اخرى من السمنتيت في هذه السبيكة (A) ما هي و احسب نسبتها الكتلية المئوية.
5. تتبع تغير البنية المجهرية للسبيكة (A) من الطور السائل لغاية درجة حرارة الغرفة مع توضيح الفرق في البنية المجهرية بين كل مرحلة و أخرى.
6. للفولاذ ذو التركيز الكاربوني المساوي ل % 0.76 (B) وزنا ما هي نسبة السمنتيت و الفيريت عند درجة حرارة الغرفة.
7. تتبع تغير البنية المجهرية من الطور الأوستنيتي حتى درجة حرارة الغرفة موضحا الفوارق الأساسية بينها (B) و بين السبيكة الأولى (A).
8. اذا بردنا هذا الفولاذ بسرعة و لكنها غير كافية لتشكل المارتنزيت فماهو الاختلاف بينها وبين التي بردت ببطأ.
9. مثل منحنى التمدد الطولي في الحالتين التبريد و التسخين للعينات ذات تركيز الكاربون المساوي % 0.00، % 0.77، % 2.1 .

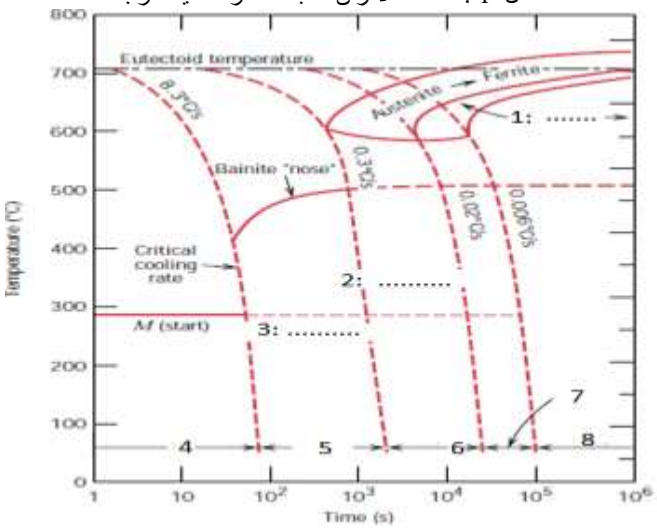
التمرين الثالث:

الشكل 2 يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية (درجة الحرارة ثابتة) لفولاذ (تركيز الكاربون % x وزنا) اجب عما يلي:

1. بين كيفية الحصول على مخططات TTT تجريبيا.
2. عين الأطوار أو المحاليل الجامدة المرقمة من 1 الى 8.
3. سرعة التبريد الدنيا التي يبدأ عندها المارتنزيت بالتشكل.
4. سرعة التبريد التي يتشكل عندها اكبر نسبة من المارتنزيت.
5. سرعة تشكل البانيت و البرليت.
6. مثل البنية المجهرية لعينات بردة بالسرعات السابقة.



الشكل 1 : مخطط الأتزان الشبه مستقر للحديد كارب



الشكل 2: يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية لفولاذ ما.

التمرين الرابع: اجب بصح او خطأ عما يلي:

-1 كلما كانت سرعة التبريد أكبر كلما كانت الخصائص الميكانيكية أحسن.

-2 التحول المارتنزيتي للفولاذ هو تحول للطور الأوستينيتي مع انتشار لذرات C.

-3 الكاربون من العناصر التي توسع في استقرار الطور α للحديد.

-4 الحديد الزهر البني يعني انه لا ترسب للكاربون .

-5 درجات حرارة التحولات التي تستنتج من منحنيات التبريد في تجارب التمدد الطولي دائما اكبر من الحقيقية.

-6 من بين ما تهدف إليه السقاية إعطاء الفولاذ أو السبيكة صلادة اكبر.

-7 المراجعة تهدف إلى التخلص من الاجهادات الداخلية الناتجة عن السقاية.

-8 المارتنزيت هو محلول فوق مشبع للكاربون في الحديد α .

-9 المارتنزيت هو محلول فوق مشبع للكاربون في الحديد γ.

-10 البانيت ينتج في منطقة بين التحول البرليتي و الأوستنيتي.

11 - التبريد البطيئ جدا للأوستينيت يعطي برليت و السريع جدا يعطي مارتنزيت.

بالتوفيق

امتحان: الفولاذ و سبائك الحديد

التمرين الأول(10ن)

الشكل (1) يوضح الرسم البياني لاتزان الأطوار للحديد كاربون (الخط المتقطع مستقر و الخط المستمر شبه المستقر).

1- حدد أوجه الاختلاف بين المخططين (خمس فوارق على الأقل).
2- حدد الأطوار و المركبات المتواجدة في المناطق (Z:4, Z:7, Z:8 et Z:11).
3- حدد من بين البنى المجهرية الموضحة في الشكل (2) البنية الصحيحة للسبيكة ($A(X_c=0.6\%)$) عند درجات الحرارة: T=20, 724, 1400, 1450 C°.
4- إلى ماذا تعود بقية البنى المجهرية (في الشكل (2)) في رأيك.
5- تتبع مراحل التحولات الطورية للسبيكتين ($B(X_c=0.4\ \%)$ و $C(X_c=1.2\ \%)$ من الحالة السائلة إلى T=20C°.
6- وضح برسم تخطيطي الفرق بين البنية المجهرية لسبيكة حديد زهر و السبيكة Bعند درجة حرارة الغرفة.
7- أحسب تركيز الكاربون الذري و نسبة انواع السمنتيت للسبيكة A.
8- احسب نسبة الأطوار المتواجدة عند درجة حرارة الغرفة لكل السبائك.
9- ارسم كيفيا منحنى التمدد الطولي للسبيكتين B et C في حالة التسخين و التبريد مع توضيح الفرق بينهما.
10- ارسم كيفيا منحنى تغير درجة الحرارة بدلالة الزمن للسبيكة A في حالة التبريد و التسخين.

التمرين الثاني(10ن)

يمثل الشكل (3) منحنيات TTT للسبيكة $Fe-Fe_3C$ ذات التركيز اليوتكتويدي اجب على ما يلي:

1- كيف يمكن الحصول على هذه المنحنيات عمليا.
2- ما الذي يمكن استنتاجه (5 نتائج على الأقل) من هذه المنحنيات.
3- حدد الأطوار (Ph1, …Ph7) الموضحة في الشكل(3) مع تحديد المستقرة منها.
4- بين بالتفصيل آلية تشكل Ph5 مع توضيح الفوارق الجوهرية بينه و بين Ph2 و Ph6.
5- حدد مجال سرعة التبريد(KS^{-1}) للحصول على: أ- مارتنزيت فقط، ب- برليت فقط، ج- باينيت فقط.
6- تتبع تغير الأطوار و البنية المجهرية لثلاث عيينات بدلالة الزمن بحيث: الأولى بردت بسرعة لغاية T=650C° ثم تركت. و الثانية لغاية T=500C°. أما الثالثة فبردت لغاية .T=300C°
7- عين طريقة للمعالجة الحرارية للحصول على:
   أ- عينة F1 تحتوي على 50% برليت و الباقي مارتنزيت
   ب- عينة F2 تحتوي على 50% باينيت الباقي مارتنزيت.
8- هل يوجد اختلاف في تركيز الكاربون في الفيريت بين هاتين العيينتين (F1, F2) و إن كان نعم فكيف.

9- هل هناك طريقة للحصول على عينة تحتوي عل كل من البرليت و البانيت و المارتنزيت و الأوستنيت. و كيف.

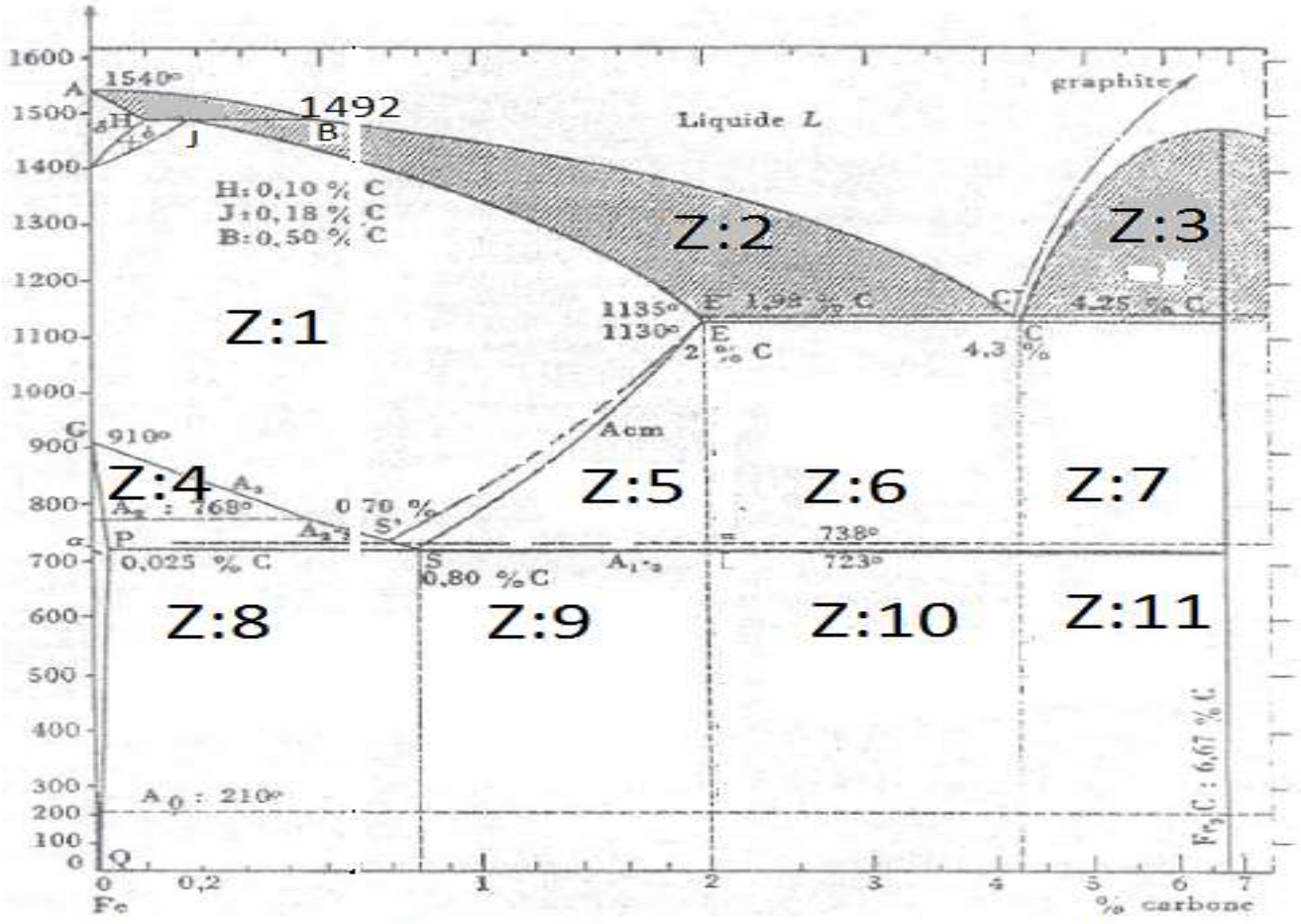
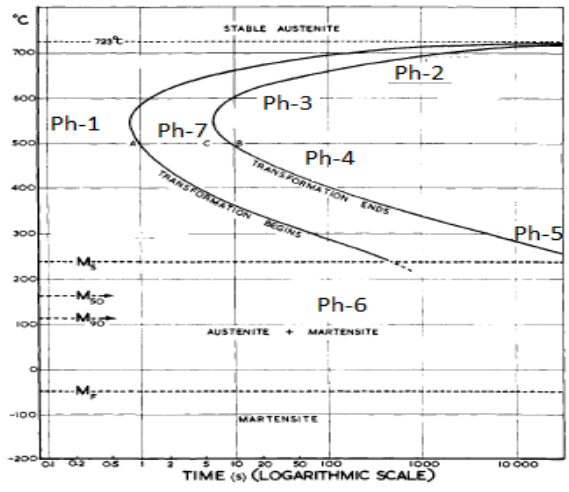


Diagramme d'équilibre Fer-Carbone - d'après Arvieu C. et Guillot I., 1997 Atlas de Métallographie, UTC.

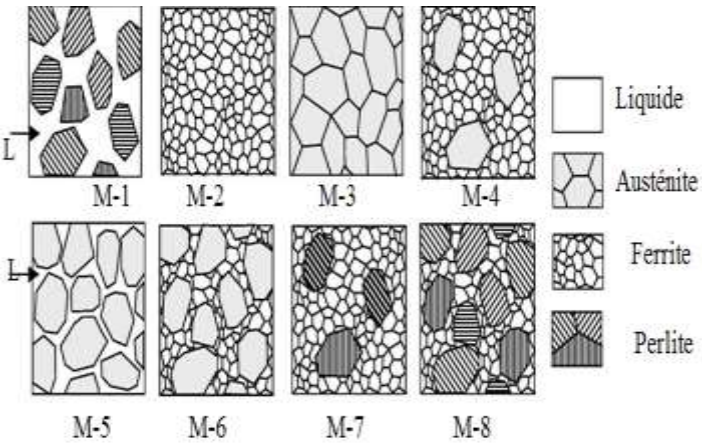
Trait plein : diagramme à cémentite ou métastable.
Trait pointillé : diagramme à graphite ou stable.

الشكل (1): مخطط الاتزان المستقر و الشبه المستقر للحديد كاربون.



Time–temperature–transformation (TTT). Curves for a plain carbon steel of eutectoid composition.

الشكل (3): منحنيات TTT للسبيكة ذات التركيز اليوتكتو



الشكل (2): بنى مجهرية لسبائك حديدية عند درجات حرارة مختلفة.

امتحان: الفولاذ و سبائك الحديد

التمرن الاول:

الشكل (1) يمثل مخطط الاتزان شبه المستقر للحديد مع السمنتيت، لتكن لدينا أربع سبائك (A , B, C, D) و تركيز الكاربون **الذري** بها هو (1% , 6.25 , 12.5 , 20) كما هو موضح في الشكل أدناه.

1- للعينتين B و C.

أ- ما هو التركيز **الوزني** للكاربون لهما؟ ؟

ب- ما هي نسبة السمنتيت المتواجدة بهما عند درجة حرارة الغرفة و هذا بفرض أن تركيز الكاربون في الفيريت يؤول إلى الصفر؟

ت- ما الفرق في البنية المجهرية بينهما عند T=25 °C ؟

2- للعينتين A و D.

أ- ما هي الأطوار المتواجدة بهما عند كا من: ؟ T=1200, 1000, 720, 25 °C ؟

ب- مثل البنية المجهرية لهما عند T=1146, 800, 726 °C ؟

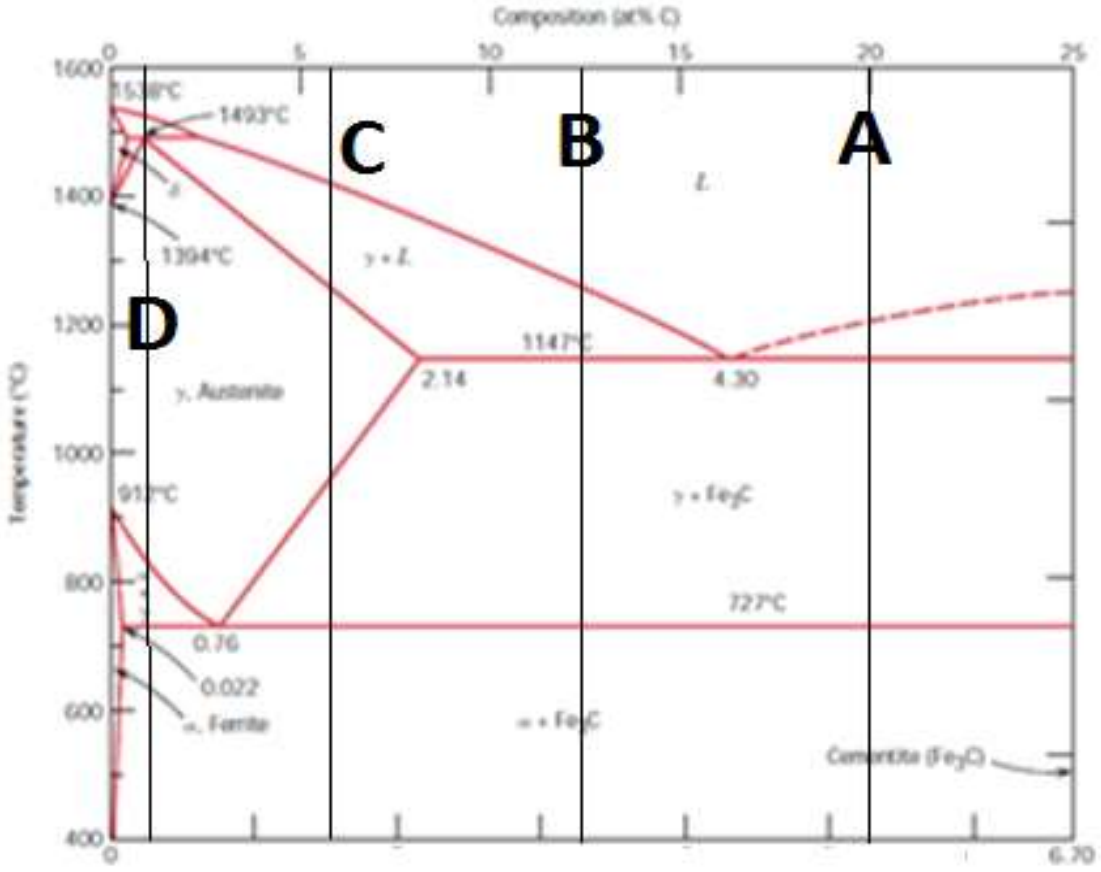
ت- ما العينة التي يمكن أن يكون لونها أسود أو ابيض حسب طريقة التبريد، و لماذا ؟

3- للعيينات الأربع.

أ- حدد الأطوار المتواجدة في كل منهم عند درجة الحرارة. ؟T= 1146, 726 °C

ب- مثل البنية المجهرية لهم عند الدرجة 100 °C مع توضيح الفرق بينهما ؟

ت- احسب نسبة أنواع السمنتيت في كل من العيينتين A و D ؟



الشكل (1): مخطط الاتزان شبه المستقر للحديد سمنتيت.

التمرين الثاني:

الشكل (2) يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية (درجة الحرارة ثابتة) لعيينة A (فولاذ يوتكتويدي تركيز الكاربون 0.77 وزنا) و الشكل (3) يبين كذلك مخطط TTT لعيينة B تركيز الكاربون بها اقل من التركيز اليوتكتويدي.

1- للعيينة A احسب بالتقريب النسبة المئوية للمكونات (الأطوار) عند درجة حرارة الغرفة للعيينات الأربع التالية و التي سخنت لغاية 760 درجة مئوية و تركت حتى التجانس التام للبنية المجهرية ؟

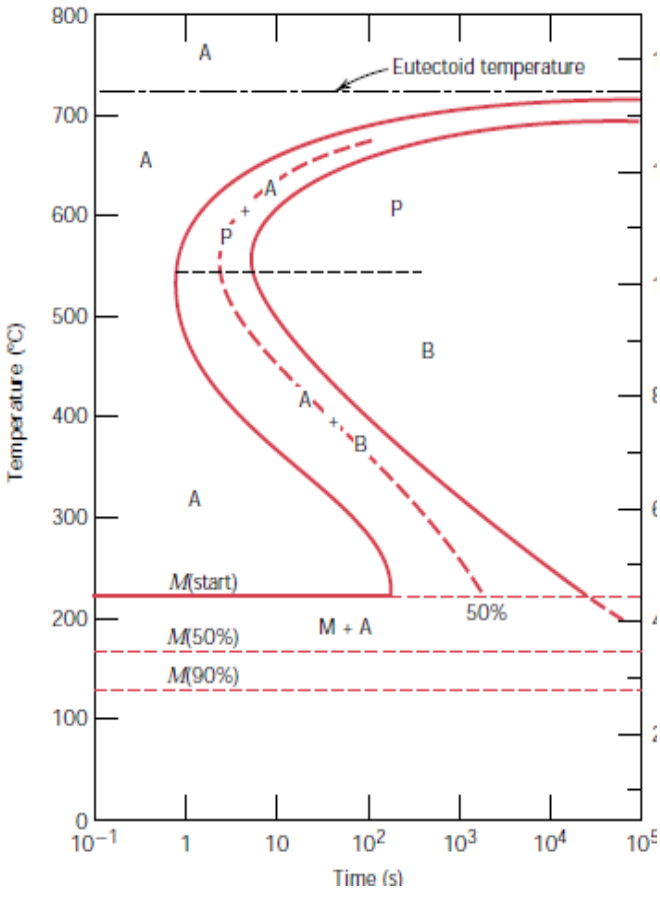
- العيينة الأولى تبريد سريع لغاية 300 °C ثم تركت لمدة 10^4 ثانية ثم بردت بسرعة لدرجة حرارة الغرفة (بدون وقت).
- العيينة الثانية تبريد سريع لغاية 300 °C ثم تركت لمدة 10^4 ثانية ثم بردت ببطء لغاية درجة حرارة الغرفة.
- العيينة الثالثة تبريد سريع لغاية 250 °C، تركت لمدة 10^3 ثانية ثم بردة بسرعة لدرجة حرارة الغرفة (بدون وقت).
- العيينة الرابعة تبريد سريع لغاية 650 °C، تركت لمدة 10 ثانية ثم بردت بسرعة لغاية 250 °C و تركت لمدة 10^3 ثانية ثم بردت لدرجة حرارة الغرفة.

2- مثل البنية المجهرية للعيينات الأربع السابقة ؟

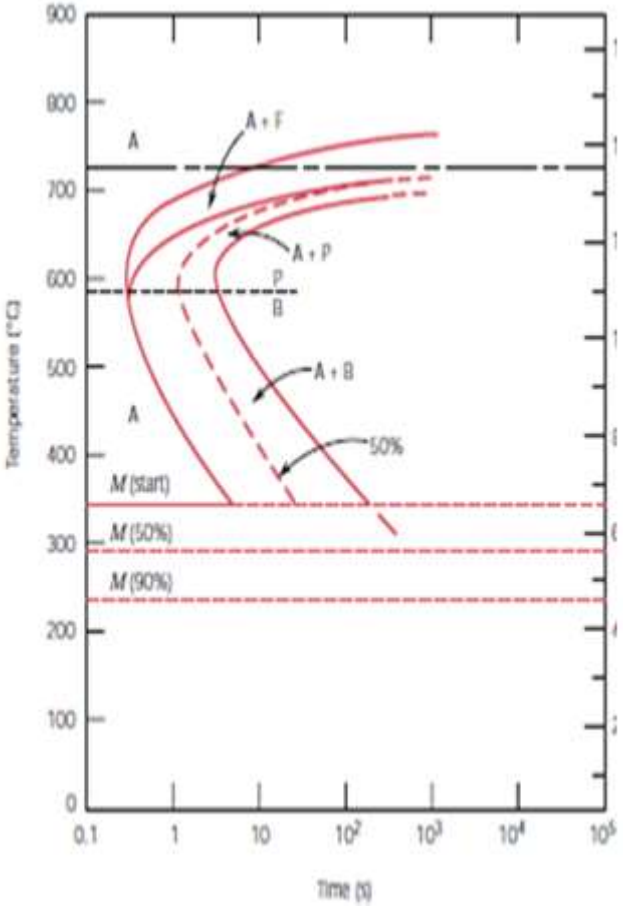
3- بين أن الشكل (3) يعود لسبيكة تركيز الكاربون بها اقل من التركيز اليوتكتويدي ؟

4- وضح بالتفصيل الأطوار المستقرة و اللامستقرة بدلالة الزمن و درجة الحرارة للعيينة B الممثلة في الشكل (3)؟

5- احسب السرعة المناسبة لتشكل البرليت فقط في السبيكتين A و B.



الشكل (2) مخطط TTT لسبيكة يوتكتويدية X_C=0,77 %



الشكل (3) مخطط TTT لسبيكة قبل يوتكتويدية X_C < 0,77 %

امتحان: الفولاذ و سبائك الحديد

التمرين الاول: (12ن)

لتكن لدينا أربع سبائك للحديد مع الكاربون وفق مخطط الاتزان شبه المستقر (A , B, C, D) و تركيز الكاربون **الوزني** بهم هو (X_A=5.36, X_B=3.37, X_C=1.34, X_D=0.335).

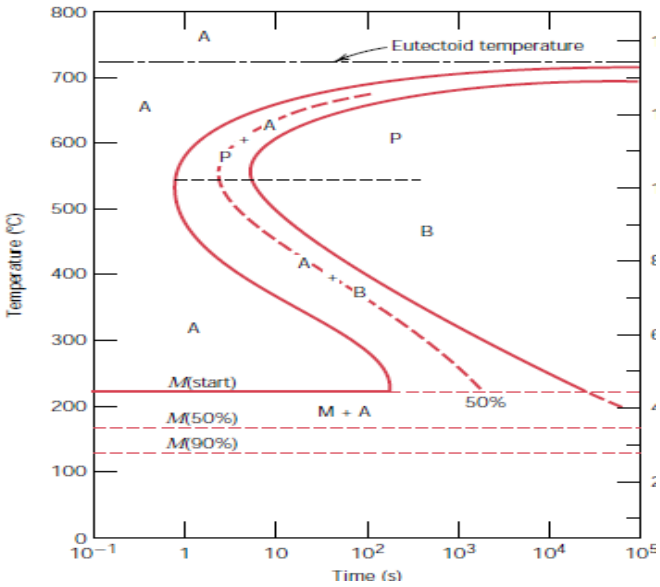
1. مثل مخطط الاتزان الشبه المستقر للحديد كاربون و وضح عليه موقع العيينات و الفرق مع المخطط المستقر؟
2. ما هو التركيز **الذري** للكاربون لهم؟
3. ما هي نسبة السمنتيت المتواجدة بهم عند درجة حرارة الغرفة و هذا بفرض أن تركيز الكاربون في الفيريت يؤول إلى الصفر؟
4. ما الفرق في البنية المجهرية بينهم عند T=25 °C في حالة التبريد البطيئ و في حالة التبريد السريع؟
5. ما هي الأطوار المتواجدة بهم عند كل من درجات الحرارة التالية: T=1200, 1000, 700, 25 °C ؟
6. مثل البنية المجهرية لهم عند كل من درجات الحرارة السابقة: T=1200, 1000, 700, 25 °C ؟؟
7. احسب نسبة أنواع السمنتيت لكل العيينات عند درجة حرارة الغرفة؟
8. أي العيينات تصنف حديد زهر و لماذا و ما تصنيف البقية؟

التمرين الثاني: (8ن)

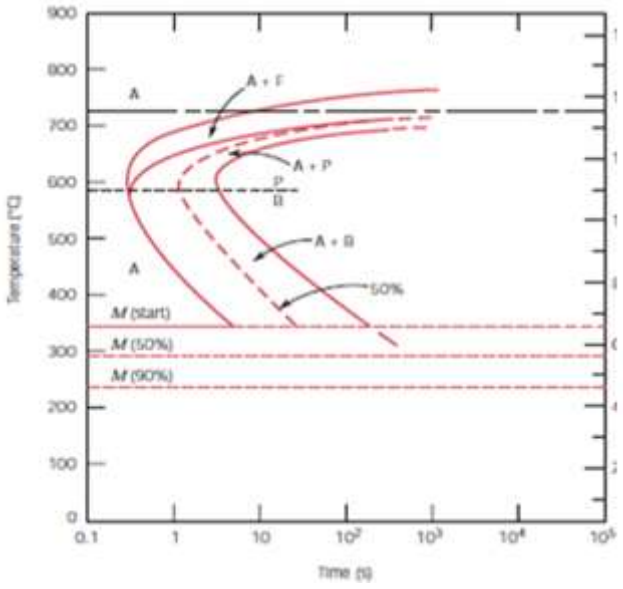
الشكل (1) يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية (درجة الحرارة ثابتة) لعيينة (A فولاذ يوتكتويدي تركيز الكاربون 0.77 وزنا) و الشكل (2) يبين كذلك مخطط TTT لعيينة B تركيز الكاربون بها اقل من التركيز اليوتكتويدي.

1. عين الأطوار المستقرة و اللامستقرة للعينتان لمختلف درجات الحرارة؟
2. ما الفوارق الجوهرية بين المخططين؟
3. مثل المخططات الحرارية الواجب إتباعها لكلا المخططين للحصول على:

   1- برليت فقط؟ 2- برليت و بينيت؟ 3- برليت و مارتنزيت؟ 4- مارتنزيت و اوستنيت؟
4. عين السرع الحدية للحصول على مارتنزيت و اوستنيت متبقي فقط؟
5. ما الفرق في التركيب و البنية المجهرية بين عيينتين من الشكل 1 احدهما بردت بسرعة قدرها 200 درجة للثانية و الأخرى بردت بسرعة 10 درجة للثانية؟



الشكل (1)مخططTTT لسبيكة يوتكتويدية% X_C=0,77



الشكل (2)مخططTTT لسبيكة قبل يوتكتويدية % X_C< 0,77

بالتوفيق

دائرة الفيزياء **ماي 2016**

الفولاذ و سبائك الحديد

التمرين الأول:

اجب (في ورقة الأسئلة) بصح أو خطأ عما يلي (الأجابة الصحيحة تحسب ب +0.5 و الخاطئة ب -0.5):

	صح	خطا
1. التبريد البطيئ لسبائك الحديد ذات تركيز الكاربون أكثر من 2 % يؤدي إلى ظهور الغرافيت.		
2. الحديد الزهر الخالي من الغرافيت أكثر استقرارا من المحتوي عليه.		
3. لون الحديد الزهر ابيض ناصع إذا كان مصنع وفق مخطط الاتزان حديد سمنتيت.		
4. لا يمكن التخلص من السمنتيت في سبائك الحديد مهما كانت كيفية المعالجة الحرارية.		
5. يستعمل الفولاذ المارتنزيتي بعد تلدينه للتخلص من الاجهادات الناتجة عن تشكل المارتنزيت.		
6. لسبائك الحديد (α) عند زيادة درجة الحرارة تنقص ذوبانية الكاربون .		
7. تزداد الكتلة الحجمية للفولاذ عند التحول اليوتكتويدي لأن ثابت الشبكة البلورية يتناقص.		
8. زيادة تركيز الكاربون تقوي من الخصائص الميكانكية للحديد.		
9. كلما كانت سرعة التبريد اقل كلما كانت الخصائص الصلادة أحسن.		
10. الكاربون من العناصر التي توسع في استقرار الطور الأوستنيتي للحديد.		
11. المارتنزيت هو محلول فوق مشبع للكاربون في الحديد $\propto$.		
12. البابنيت ينتج في منطقة بين التحول المارتنزيتي و الأوستنيتي.		
13. التبريد البطيئ جدا للأوستينيت يعطي برليت و السريع جدا يعطي مارتنزيت.		

التمرين الثاني:

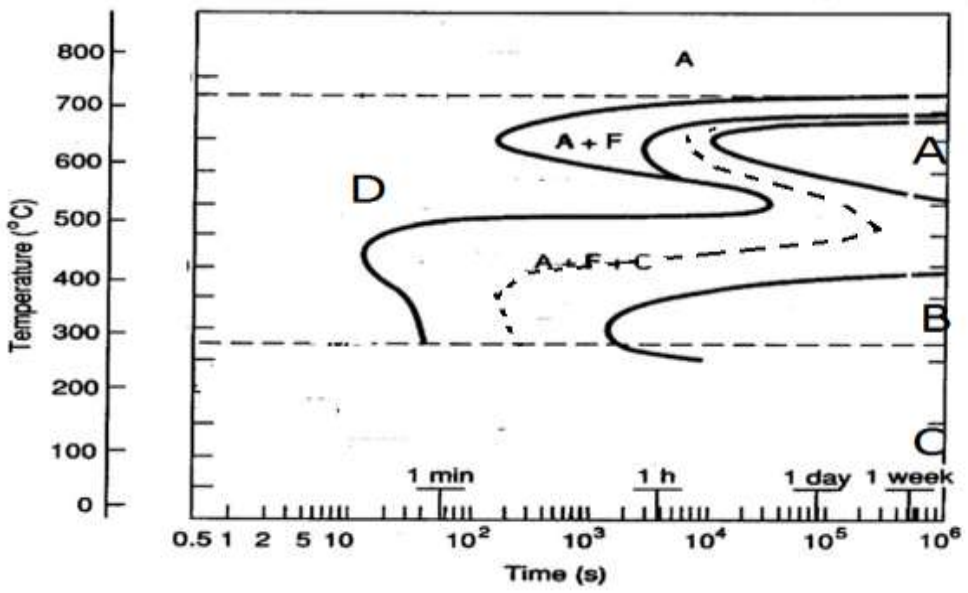
الشكل 1 يبين مخطط التحولات الايزوتارمية (درجة الحرارة ثابتة) لفولاذ (تركيز الكاربون % x وزنا) اجب عما يلي:

1. عين الأطوار أو المحاليل المتواجدة في كل من (A, B, C, D) و من منها مستقر.
2. ما الفرق في البنية المجهرية (بدون تمثيل) و الخصائص الميكانكية بين A و B و C .
3. ما هي سرعة التبريد التي يتشكل عندها اكبر نسبة من المارتنزيت.
4. ما هي سرعة المعالجة الحرارية التي يتشكل عندها البرليت فقط.
5. كيف يمكن لنا من خلال الشكل استنتاج أن تركيز الكاربون اقل من 0.7 % وزنا.
6. مثل البنية المجهرية لعيينات عولجت حراريا بالسرعات السابقة (الطلب 3 و 4).

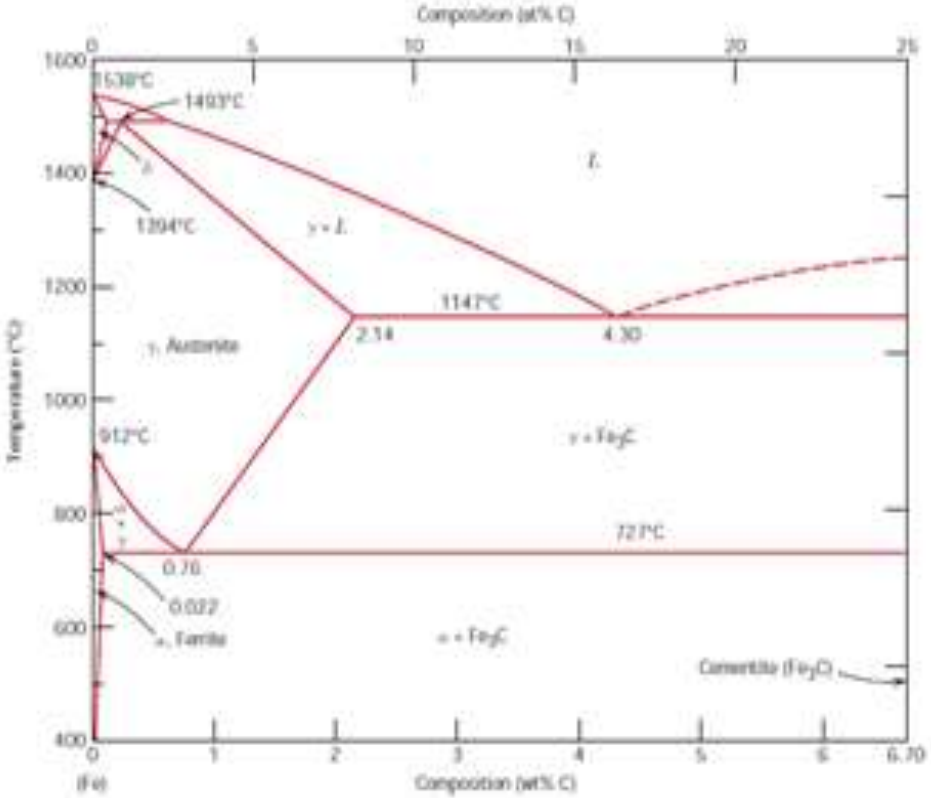
التمرين الثالث:

1. تتجمد سبيكة (A) من الفولاذ وفق بيان الاتزان الموضح في الشكل 2 و تحتوي عند درجة حرارة الغرفة على نسبة % 20 وزنا من Fe_3C حدد نسبة الكارون الوزنية و الذرية في هذه السبيكة (A) و حدد موضعها على بيان الأتزان.
2. احسب مقدار السمنتيت الأولي و اليوتكتيكي و الثانوي في هذه السبيكة.

3. توجد أنواع أخرى من السمنتيت في هذه السبيكة (A) ما هي و احسب نسبتها الكتلية المئوية.
4. تتبع تغير البنية المجهرية للسبيكة (A) من الطور الأوستنيتي لغاية درجة حرارة الغرفة.
5. للسبيكة ذات التركيز الكاربوني المساوي ل % 4,3 (B) وزنا ما هي نسبة السمنتيت و الفيريت عند درجة حرارة الغرفة.
6. تتبع تغير البنية المجهرية (B) من الطور السائل حتى T=20°C موضحا الفوارق الأساسية بينها و بين السبيكة الأولى (A).
7. مثل منحنى التمدد الطولي في الحالتين التبريد و التسخين للعينات ذات تركيز الكاربون المساوي % 0.00، % 0.77، و السبيكة B.



الشكل 1: مخطط TTT للسبيكة ذات تركيز الكاربون %x.



الشكل 2: مخطط الآتزان للحديد سمنتيت.

جوان 2017 **دائرة الفيزياء**

مراقبة البنية للسبائك

التمرين الأول (5 ن)..

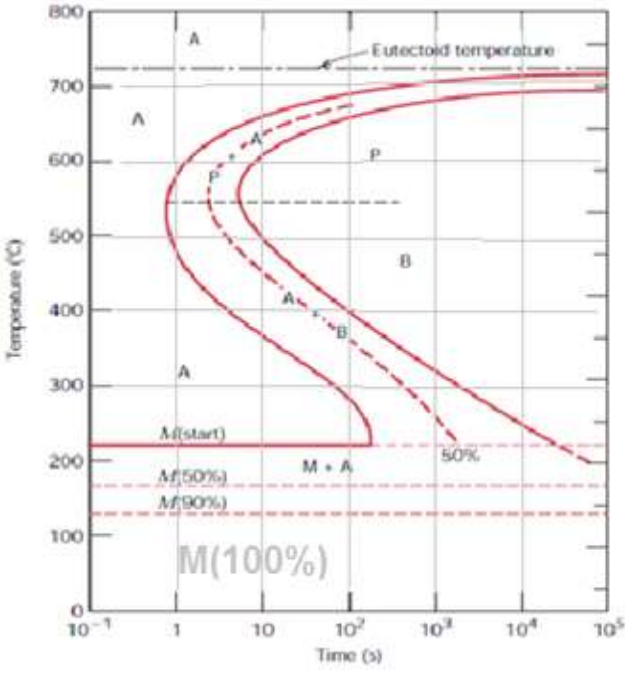
1. حدد عدد المواقع الانغراسية الثمانية و الرباعية الأوجه في كلا التركيبين البلوريين للحديد بالنسبة لكل ذرة من ذرات الشبكة البلورية مع تمثيل موقع على الأقل لكل نوع في كل حالة.
2. احسب نسبة نصف قطر ذرة الموقع الانغراسي الرباعي و الثماني الأوجه إلى نصف قطر ذرة الشبكة في كلا الحالتين للتركيب البلوري.
3. استنتج انه ل Fe_{γ} الموقع الانغراسي الأكثر احتمالا هو الثماني.

التمرين الثاني (10 ن).

1. أرسم المخطط البياني لاتزان الأطوار للحديد سمنتيت ($Fe-Fe_3C$) موضحا عليه كل الأطوار و المركبات و المحاليل المتواجدة و مبينا كذالك كل نقاط التحولات اللاتخالفية مع توضيح الفرق بين هذا المخطط و مخطط الاتزان للحديد كاربون المستقر (Fe-C)
2. تتجمد سبيكة حديد زهر(A) وفق بيان الاتزان السابق و تحتوي عند درجة حرارة الغرفة على نسبة % 90 وزنا من Fe_3C حدد نسبة الكارون الوزنية و الذرية في هذه السبيكة (A) و حدد موضعها على بيان الأتزان.
3. احسب مقدار السمنتيت اليوتكتيكي و اليوتكتويدي في هذه السبيكة (A) و ما الفرق البنيوي بينهما.
4. توجد انواع اخرى من السمنتيت في هذه السبيكة (A) ما هي و احسب نسبتها الكتلية المئوية.
5. تتبع تغير البنية المجهرية للسبيكة (A) من الطور السائل لغاية درجة حرارة الغرفة مع توضيح الفرق في البنية المجهرية بين كل مرحلة و أخرى.
6. للفولاذ ذو التركيز الكاربوني المساوي ل % 0.2 (B) وزنا ما هي نسبة السمنتيت و الفيريت عند درجة حرارة الغرفة.
7. تتبع تغير البنية المجهرية من الطور الأوستنيتي حتى درجة حرارة الغرفة موضحا الفوارق الأساسية بينها (B) و بين السبيكة الأولى (A).
8. اذا بردنا هذا الفولاذ بسرعة و لكنها غير كافية لتشكل المارتنزيت فماهو الاختلاف بينها وبين التي بردت ببطأ.
9. مثل منحنى التمدد الطولي في الحالتين التبريد و التسخين للعينات ذات تركيز الكاربون المساوي % 0.00، % 0.77، % 2.1 .

التمرين الثالث (5 ن).

الشكل أدناه يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية (درجة الحرارة ثابتة) للفولاذ اليوتكتويدي (تركيز الكاربون 0.77 وزنا).



1- حدد طريقة للمعالجة الحرارية للحصول على ما يلي عند درجة حرارة الغرفة:

العيينة الأولى: لا تحتوي على طور الفيريت.

العيينة الثانية : تمتلك أعلى صلادة ممكنة.

العيينة الثالثة: تمتلك مرونة عالية و حبيبات كبيرة.

العيينة الرابعة: نسبة البرليت و البانيت متساوية و لا يوجد مارتنزيت.

2- مثل كيفيا البنية المجهرية للعيينات السابقة.

بالتوفيق

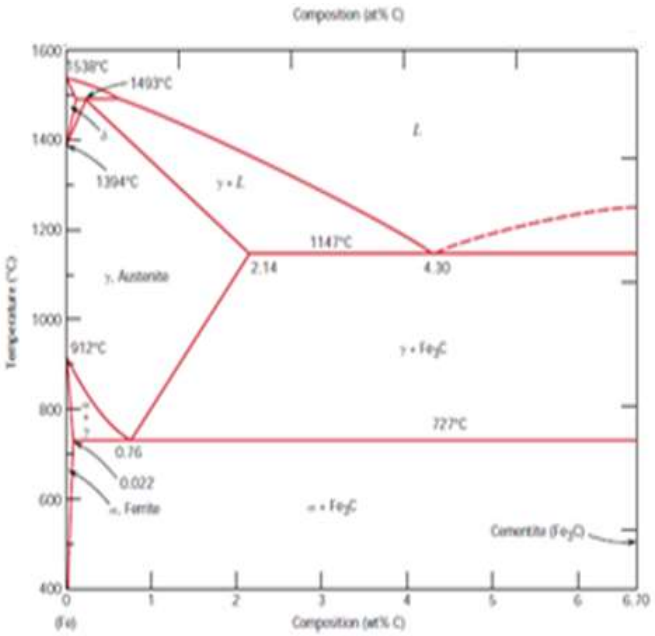
ماي 2017

دائرة الفيزياء

الفولاذ و سبائك الحديد

التمرين الأول

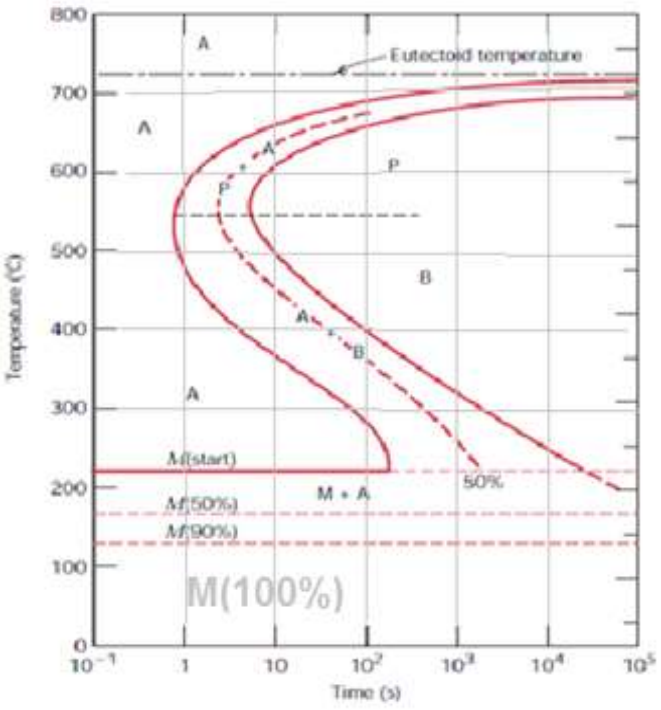
تتجمد سبيكة حديد زهر(A) وفق بيان الاتزان الموضح في الشكل (1) و تحتوي عند درجة حرارة الغرفة على 17.33 % نسبة ذرية من الكاربون



1. حدد نسبة الكارون الوزنية في هذه السبيكة (A) و حدد نوعها ؟
2. احسب مقدار السمنتيت الآولي و اليوتكتيكي و الثانوي و اليوتكتويدي في هذه السبيكة (A) و ما الفرق البنيوي بين انواع السمنتيت ؟
3. تتبع تغير البنية المجهرية للسبيكة (A) من الطور السائل لغاية درجة حرارة الغرفة مع توضيح الفرق في البنية المجهرية بين كل مرحلة و أخرى ؟
4. علل تغير لون العينة (A) عند تغير سرعة تبريد العينة انطلاقا من الطور السائل
5. وضح الفرق في البنية المجهرية بين السبيكة السابقة (A) و السبيكة اليوتكتويدية (B) عند درجة الحرارة T=25°C ؟
6. احسب نسبة كل من الليدوبريت و البرليت في العيينتين (A) و (B) ؟
7. مثل منحنى التمدد الطولي للعيينتان السابقتان من درجة حرارة الغرفة و لغاية T=1000°C ؟

التمرين الثاني

الشكل أدناه يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية (درجة الحرارة ثابتة) للفولاذ اليوتكتويدي (تركيز الكاربون 0.77 % وزنا).



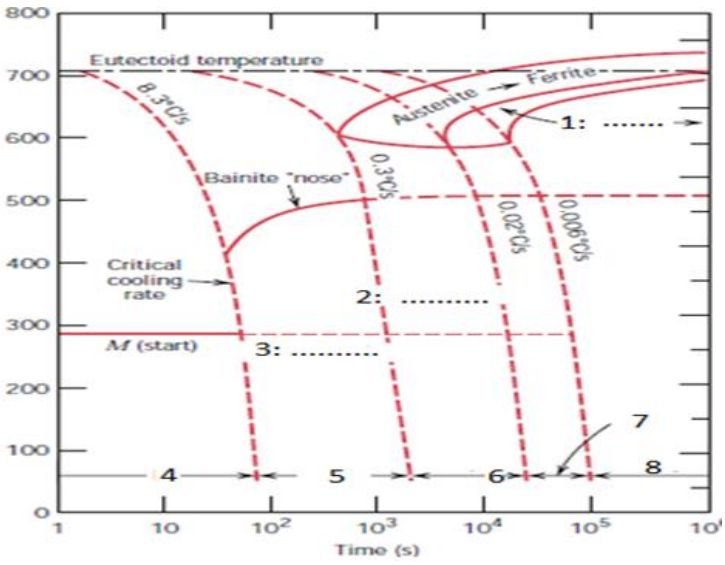
1. احسب بالتقريب النسبة المئوية للمكونات (الأطوار) عند درجة حرارة الغرفة للعيينات التالية و التي سخنت لغاية 780 درجة مئوية و تركت حتى التجانس التام؟
   a. تبريد سريع لغاية T=350، ثم تركت لمدة 10s ثم بردت بسرعة عند T=25°C
   b. تبريد سريع لغاية T=350، ثم تركت لمدة 10^2s ثم بردت بسرعة عند T=25°C
   c. تبريد سريع لغاية T=350، ثم تركت لمدة 10^3s ثم بردت بسرعة عند T=25°C
   d. تبريد سريع لغاية T=650، ثم تركت لمدة 10^2s ثم بردت بسرعة عند T=25°C
   e. تبريد سريع لغاية T=650، ثم تركت لمدة 10^2s ثم بردت بسرعة عند T=25°C
   f. تبريد سريع لغاية T=400، ثم تركت لمدة 10^2s ثم بردت بسرعة عند T=25°C
   g. تبريد سريع لغاية T=25°C
2. وضح الفرق في البنية المجهرية للعيينات e, c, g. و هل هناك فرق بينها في الصلادة المجهرية ؟
3. عين طريقة للمعالجة الحرارية للحصول على:
   a) عيينة F1 تحتوي على 50% برليت و الباقي مارتنزيت ؟
   b) عيينة F2 تحتوي على 50% باينيت و الباقي مارتنزيت ؟
4. هل هناك طريقة للحصول على عيينة تحتوي عل كل من البرليت و الباينيت و المارتنزيت.في نفس الوقت ؟ و كيف ؟

بالتوفيق

قسم الفيزياء جويلية 2019

الامتحان الاستدراكي: المراقبة المجهرية لسبائك الحديد

التمرين الاول (7ن)



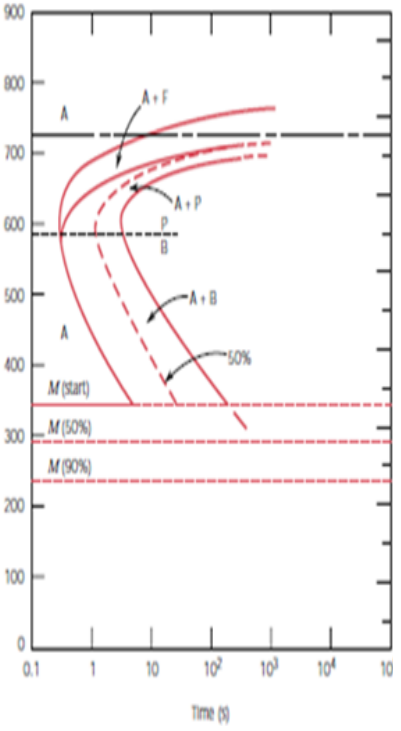
الشكل المقابل يبين مخطط تحولات التبريد المستمر (TRC) لفولاذ (تركيز الكاربون % x وزنا) اجب عما يلي:

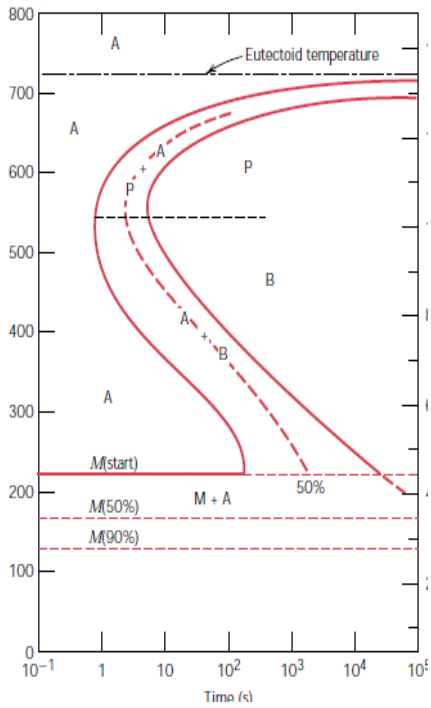
1. بين كيفية الحصول على مخططات TRC تجريبيا.
2. عين الأطوار أو المحاليل الجامدة المرقمة من 1 الى 8.
3. سرعة التبريد الدنيا التي يبدأ عندها المارتنزيت بالتشكل.
4. سرعة التبريد التي يتشكل عندها اكبر نسبة من المارتنزيت.
5. مجال سرعة تشكل البانيت و البرليت.
6. مثل البنية المجهرية لعيينات بردت بالسرعات السابقة.

التمرين الثاني (6ن)

الشكل المقابل يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية لعيينة A (فولاذ يوتكتويدي) و لعيينة B تركيز الكاربون بها 0.37 وزنا.

1- للعينتان السابقتان احسب النسب المئوية للمكونات (الأطوار) عند درجة حرارة الغرفة في الحالات التالية؟





- تبريد سريع لغاية 400°C ثم تركت لمدة 10^3 ثانية ثم بردت بسرعة لدرجة حرارة الغرفة (بدون وقت).
- تبريد سريع لغاية 400°C ثم تركت لمدة 10^3 ثانية ثم بردت ببطء لغاية درجة حرارة الغرفة.
- تبريد سريع لغاية 400°C، تركت لمدة 10 ثانية ثم بردة بسرعة لدرجة حرارة الغرفة (بدون وقت).
- تبريد سريع لغاية 650 °C، تركت لمدة 10 ثانية ثم بردت بسرعة لغاية 250 °C و تركت لمدة 10^3 ثانية ثم بردت لدرجة حرارة الغرفة.

2- مثل البنية المجهرية للعينتين السابقتين لكل حالات المعالجة الحرارية الأربع السابقة ؟

3- وضح بالتفصيل الأطوار المستقرة و اللامستقرة بدلالة الزمن و درجة الحرارة للعينة B ؟

4- احسب السرعة المناسبة لتشكل البرليت فقط في السبيكتين A و B.

التمرين الثالث (7ن)

لتكن لدينا أربع سبائك للحديد مع الكاربون وفق مخطط الاتزان شبه المستقر (A , B, C, D) و تركيز الكاربون **الوزني** بهم هو: (X_A=5.36, X_B=3.37, X_C=1.34, X_D=0.335).

1. مثل مخطط الاتزان الشبه المستقر للحديد كاربون و وضح عليه موقع العيينات و الفرق مع المخطط المستقر؟
2. ما هو التركيز **الذري** للكاربون لهم؟
3. ما هي نسبة السمنتيت المتواجدة بهم عند درجة حرارة الغرفة و هذا بفرض أن تركيز الكاربون في الفيريت يؤول إلى الصفر؟
4. ما الفرق في البنية المجهرية بينهم عند T=25 °C في حالة التبريد البطيئ و في حالة التبريد السريع؟
5. ما هي الأطوار المتواجدة بهم عند كل من درجات الحرارة التالية: T=1200, 1000, 700, 25 °C ؟
6. مثل البنية المجهرية لهم عند كل من درجات الحرارة السابقة: T=700, 25 °C ؟؟
7. احسب نسبة أنواع السمنتيت لكل العيينات عند درجة حرارة التحول اليونكتويدي؟

بالتوفيق

ت 2

1- (أ) لـ A : 100% B_a

لـ B : 50% B_a + 50% F_1

(ب) نفس الأطوار السابقة لأنه عند 400 وبعد مرور ... لم تتشكل الأطوار المستقرة

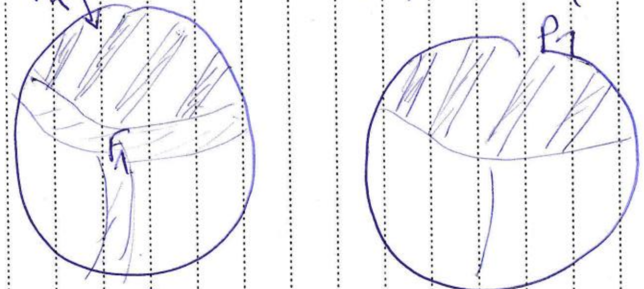
(2) لـ A : 85% M + 15% B_a

لـ B : 50% (B_a+F_1) + M + F_1

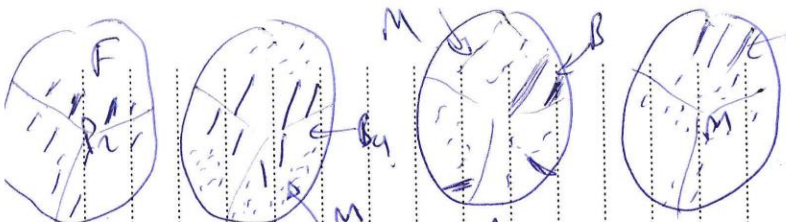
(3) لـ A : 50% M + 50% B_a

لـ B : 50% P_1 + 50% F_1

2 - أ



- أ - ب



- 2 -

3 - المتغيرة هي : P_1, B_a, F_1

المستقرة هي : γ

M

غير مستقرة (B, A) لـ γ

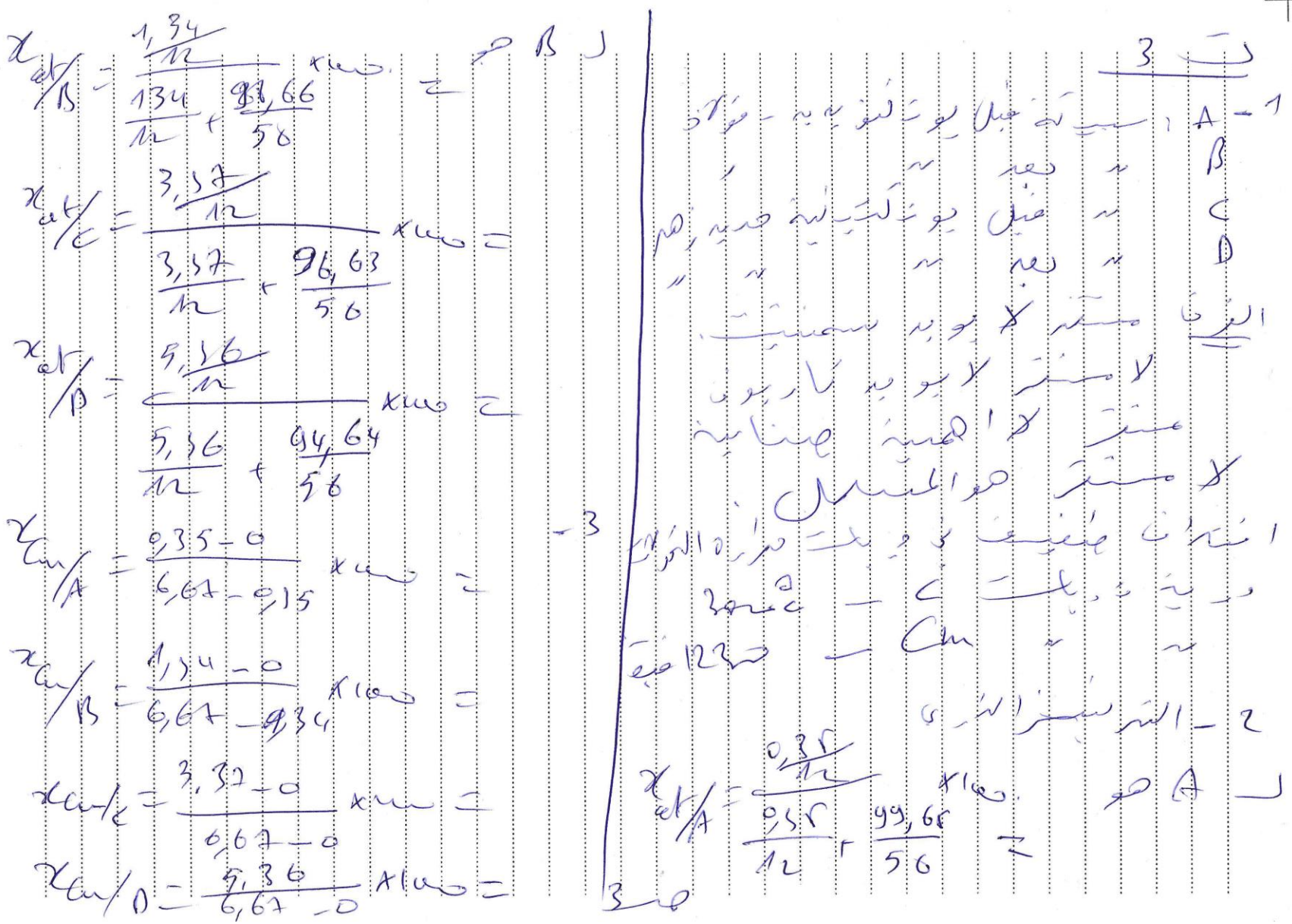
4 - لـ A

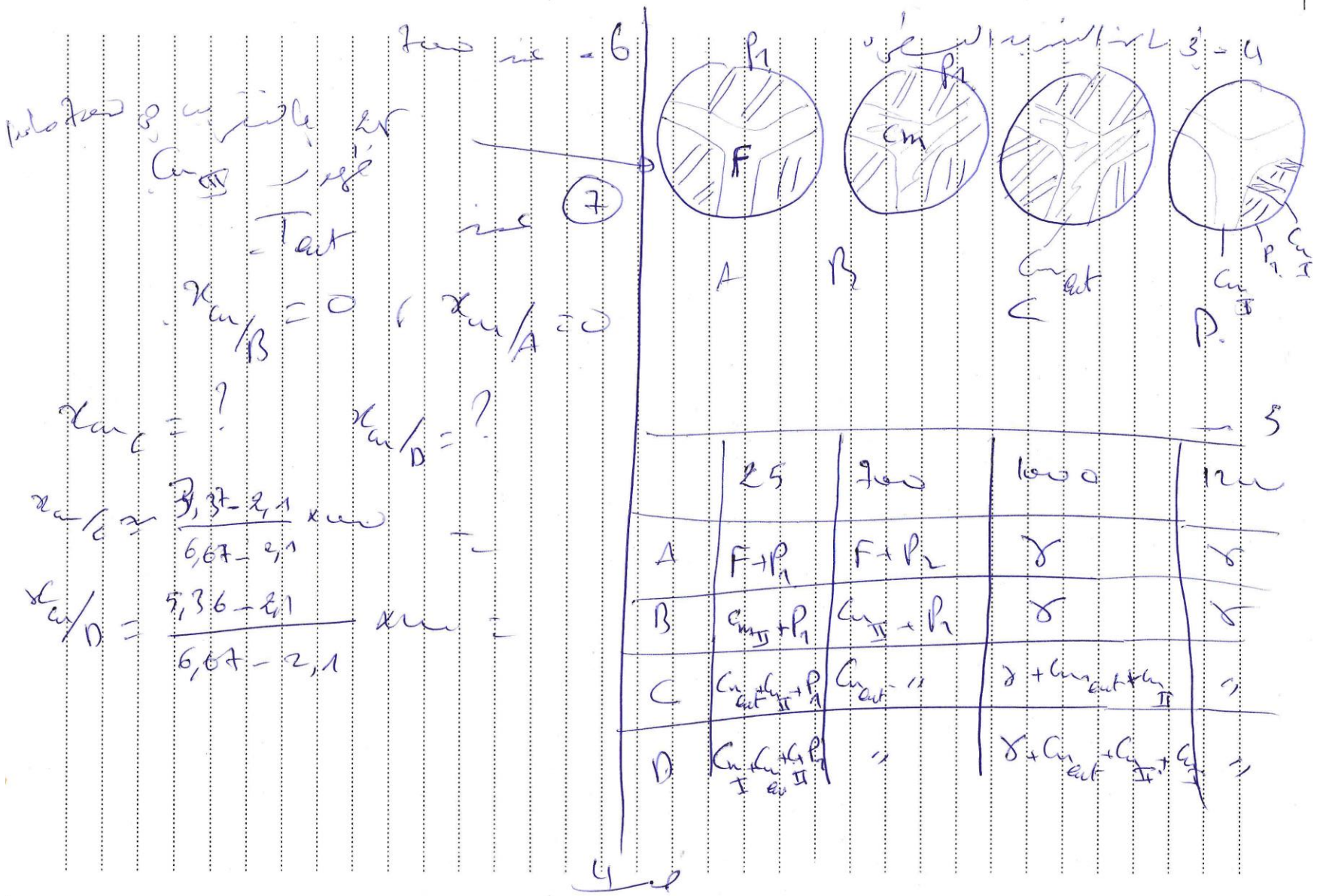
$V_{P_1} = \frac{730-600}{10} = 13\ °C/s$

لـ B

$V_{P_1} = \frac{730-600}{6.5} = \frac{130}{6.5} = 20\ °C/s$

ت 2




A
B
C
D
F
$C_{m_{II}}$
$C_{m_{ext}}$
C_{m_I}
P_1
P_2
γ
$x_{m/B} = 0$
$x_{m/A} = 0$
$x_{m/C} = ?$
$x_{m/D} = ?$
$x_{m/C} = \frac{3,37 - 2,1}{6,67 - 2,1} \times x_m$
$x_{m/D} = \frac{5,36 - 2,1}{6,67 - 2,1} \times x_m$

الفولاذ و سبائك الحديد

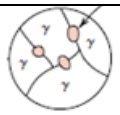
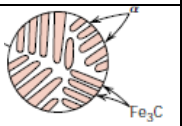
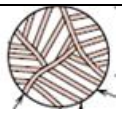
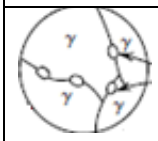
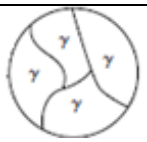
التمرين الأول (8ن)

تتجمد سبيكت حديد (A) و (B) حسب بيان الاتزان $Fe-Fe_3C$. نسبة السمنتيت فيهما عند درجة حرارة الغرفة هي 64.5 و 11.5% وزنا على التوالي.

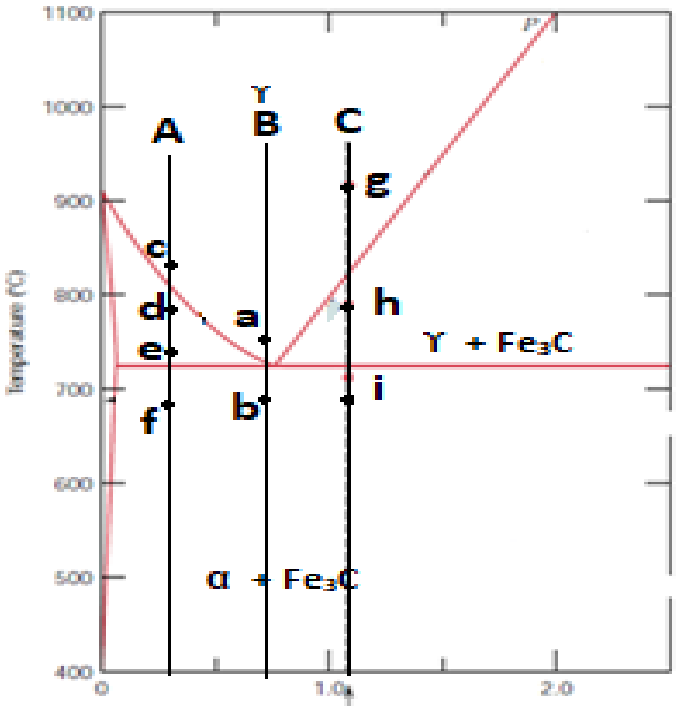
1. حدد نسبة الكاربون الوزنية في كلا السبيكتين (A) و (B) و حدد نوعيتهما ؟
2. استنتج نسبة الكاربون الذرية للسبيكتين (A) و (B) ؟
3. تتبع تغير البنية المجهرية للسبيكتين (A) و (B) من درجة الحرارة 1200°C لغاية درجة حرارة الغرفة ؟
4. احسب نسبة كل من الليدوبريت و البرليت في العيينتين (A) و (B) ؟
5. حدد نسبة مختلف انواع السمنتيت في كلا السبيكتين و وضح الفرق بين هذه الانواع ؟
6. عند درجة حرارة الغرفة بين البنية المجهرية للسبيكتين (A) و (B) مع ذكر الفرق بينهما ؟

التمرين الثاني (4ن)

الجدول (1) يبين البنى المجهرية للعيينات (A, B et C) الموضحة في الشكل (1) عند درجات حرارة مختلفة (a, b, c, d, e, f, g, h ,i) و هذا بعد إعطائها الوقت الكافي للاتزان و التجانس عند درجة الحرارة المرافقة ثم تبريدها بسرعة إلى درجة حرارة الغرفة ثم الفحص المجهري.

البنية المجهرية	العينة	درجة الحرارة	البنية المجهرية	لعينة	درجة الحرارة
 1	...	...	 5	B	b
 2	...	...	6	A C	C g
3	...	...	7	...	...
 4	...	...	 8	...	...

الجدول (1)



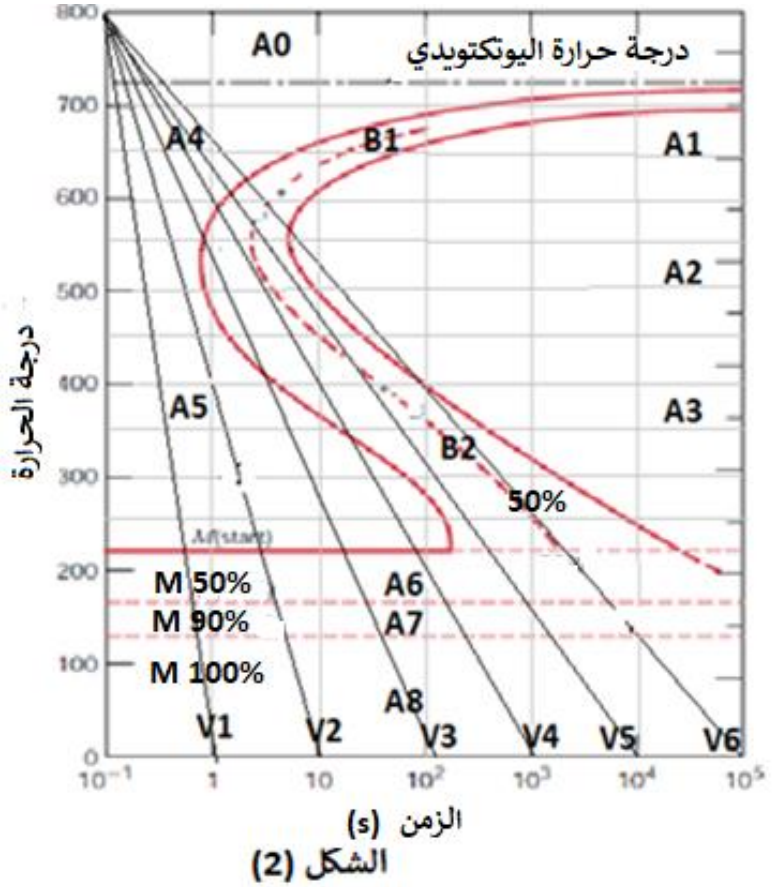
الشكل (1)

1. اكمل الجدول اعلاه (اربط كل بنية مجهرية بالعينة و درجة الحرارة المناسبتين) ؟
2. و ضح على كل من البنى المجهرية (1، 2، 4، 7) مختلف الاطوار المتواجدة ؟
3. عند درجة حرارة الغرفة و في حالة الاتزان و ضح الفرق في البنية المجهرية و الأطوار المتواجدة بين السبائك الثلاث ؟
4. اي العينات التي يمكن لها ان لا تحتوي على سمنتيت في حالة الاتزان و لماذا ؟، و ما هي نسبة البرليت في B ؟

التمرين الثالث (8ن)

الشكل 2 يبين مخطط التحولات الأيزوتارمية TTT (درجة الحرارة ثابتة) للفولاذ اليوتكتويدي (تركيز الكاربون 0.77 % وزنا).

1. عين الاطوار (او الطور) المتواجدة في المناطق (A1, A2, ….A8, B1, B2) ؟
2. عين الاطوار المستقرة و غير المستقرة ؟
3. و ضح البنية المجهرية للعينات A1, A2, A3, A8 ؟
4. ما هي الاطوار الناتجة في الحالات التالية:
   a) سرعة التبريد اكبر من V2 ؟
   b) سرعة التبريد اقل من V6 ؟
   c) سرعة التبريد محصورة بين V3 و V5 ؟
5. احسب بالتقريب النسبة المئوية للمكونات (الأطوار) عند درجة حرارة الغرفة للعينات التالية و التي سخنت لغاية 800 درجة مئوية و تركت حتى التجانس التام؟
   a. تبريد سريع لغاية T=650، ثم تركت لمدة 10^2s ثم بردت بسرعة عند T=25°C
   b. تبريد سريع لغاية T=400، ثم تركت لمدة 10^2s ثم بردت بسرعة عند T=25°C
   c. تبريد سريع لغاية T=350، ثم تركت لمدة 10^2s ثم بردت بسرعة عند T=25°C
   d. تبريد سريع لغاية T=25°C



الشكل (2)

بالتوفيق

181 ص 15

امتحان الفيزياء وسيائل الحديد

التمرين الأول

1. خلية سنيك الكاربون الموازنة في A, B

$$x_{cm}(A) = \frac{x_c - 0}{6,67 - 0} \times 100$$

نحسب

$$= 64,5$$

$$\Rightarrow x_c(A) = 6,67 \cdot \frac{64,5}{100} = 4,3\%$$

$$\therefore x_c(A) = 4,3\ \%\ wt$$ (0,5)

أي أن

نحسب التركيز في B

$$x_c(B) = 6,67 \cdot \frac{11,5}{100} = 0,77$$

$$\therefore x_c(B) = 0,77\ \%\ wt$$ (0,5)

توضيحها

A : بنية بيرليتية ≡ حديد زهر (0,5)

B : بنية بيرليتية ≡ صلب (0,5)

2. حساب بنية الكاربون الموازنة في A, B

$$x_{C_{at}} = \frac{x_{c\,wt}/12}{x_{c\,wt}/12 + x_{Fe\,wt}/56} \times 100$$

$$x_{C_{at}}(A) = \frac{4,3/12}{4,3/12 + 95,7/56} \times 100 = 17,3$$

$$\therefore x_{C_{at}}(A) = 17,3\ \%$$ (0,5)

وبنفس الطريقة نجد

$$x_{C_{at}}(B) = \frac{0,77/12}{0,77/12 + 99,33/56} \times 100 = 3,5\%$$

$$\therefore x_{C_{at}}(B) = 3,5\ \%$$ (0,5)

3. تتبع تغير البنية المجهرية عند التبريد البطيء لـ A و B

A

L

$T > 1150$

$T = T_{eut} + \varepsilon$

$T_{eutd} < T < T_{eut}$

$T = T_{eutd} - \varepsilon$

$T = 25$ (1)

B

γ

$730 < T < 1200$

$T = T_{eutd}$

$T = 25$ (0,5)

4- سنة البلاستيرية في A و B

	L	P_1
A	100	40% ?
B	0	100

(1)

$$x_{P_1}(B) = \frac{6,67-4,3}{6,67-0,77} \times 100 = 40\%$$

5- تحديد سنة مختلف أنواع Cm في A و B.

Cm_{ad}, Cm_{II}, Cm_{eutd}, Cm_{III} للبيئة A لدينا

B لـ Cm_{eutd}, Cm_{III}

السنة

$$Cm_{aut}(A) = \frac{4,3-2,1}{6,67-3,1} \times 100$$

$$= \frac{2,2}{4,57} \times 100 = 48,14\%$$

$$Cm_{aut} = 48,1\%$$

$$xCm_{II} = \frac{2,1-0,77}{6,67-0,77} \times 100 = 22,5\%$$

$$Cm_{II} = 22,5 \times 51,86 = 11,67\%$$

$$xCm_{II} = 11,67\%$$

$$xCm_{eutd} = \frac{0,77-0,02}{6,67-0,02} \times 40,23$$

$$xCm_{eutd} = 4,5\%$$

$$xCm_{III} = \frac{0,02}{6,67} \times 35,5 = 0,1$$

$$xCm_{III} = 0,11\%$$

$$xCm_{eutd} = \frac{0,77-0,02}{6,65} \times 100$$

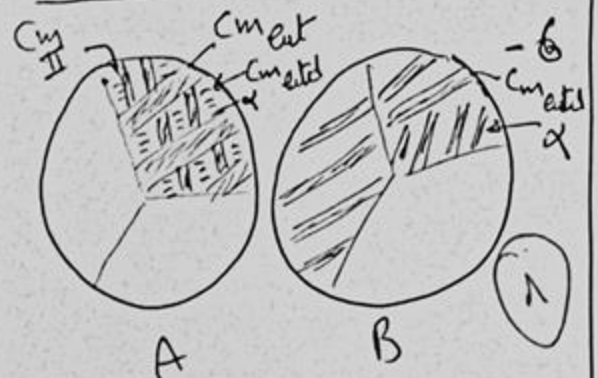
$$= 11,28\%$$

$$xCm_{III} = \frac{0,02}{6,67} \times 88,72$$

$$xCm_{III} = 0,26\%$$

A	Cm_{aut}	Cm_{II}	Cm_{eutd}	Cm_{III}
A	48,1	11,67	4,5	0,11
B	00	00	11,28	0,26

(1)



(1)

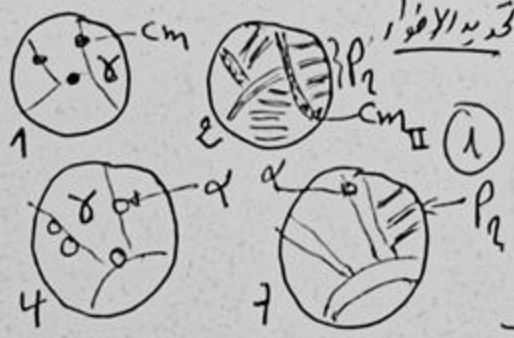
التمرين الثاني

1- تحليل الجدول

(1,5)

السنة	1	2	3	4	5	6	7	8
العينة	C	C	A	A	B	C	A	B
الزمرة	h	i	e	d	b	g	f	a

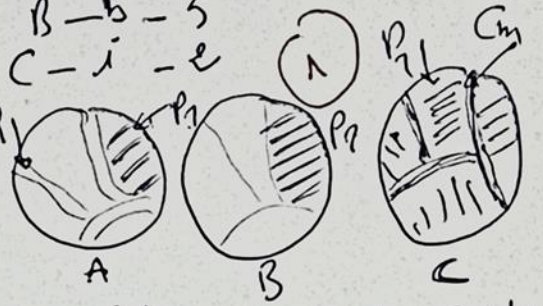
2- تحديد الأطوار



(1)

3- عند درجة حرارة الغرفة البنى هي

A — f — 7
B — b — 5
C — i — e



الفرق: A يحتوي زائد P1 + بيرليت
B بيرليت فقط.
C يحتوي زائد Cm + P2

4- كل الصفائح عند T فوق $x_c \neq 0$ لكل صفيحة

نسبة البيرليت في B تساوي 100% (0,5)

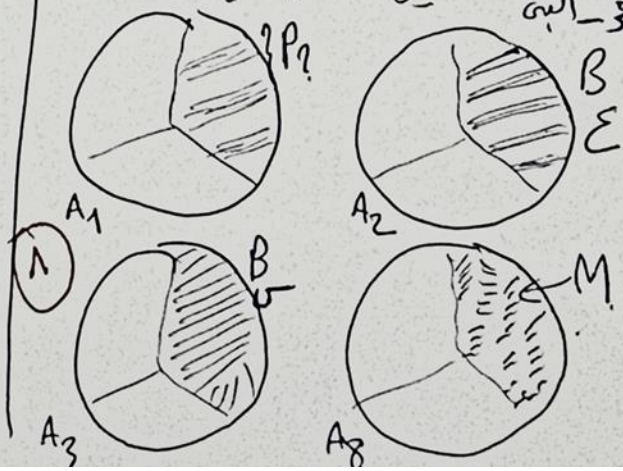
التمرين الثالث

الصفيحة	A_1	A_2	A_3	A_4 (2ن)	A_5	A_6	A_7	A_8	B_1	B_2
الطور	P_1	β ε	B س	γ	γ	M+ γ	M+ γ	M	P_2+ γ	B+ γ

2- الأطوار المستقرة في: $M_1 B_1 P_2$: γ (1ن)

" غير المستقرة في: γ

3- البنى



4- الأطوار النهائية في حالة

- $V > V_2 \Rightarrow$ مارتنزيت M
- $V < V_6$ (1ن) بيرليت P_1
- $V_5 < V < V_3 \Rightarrow P_2 + B + M$

5- نسبة الأطوار

(1ن)
- a ← 100% بيرليت
- b ← 100% بينيت
- c ← 100% مارتنزيت

النهاية

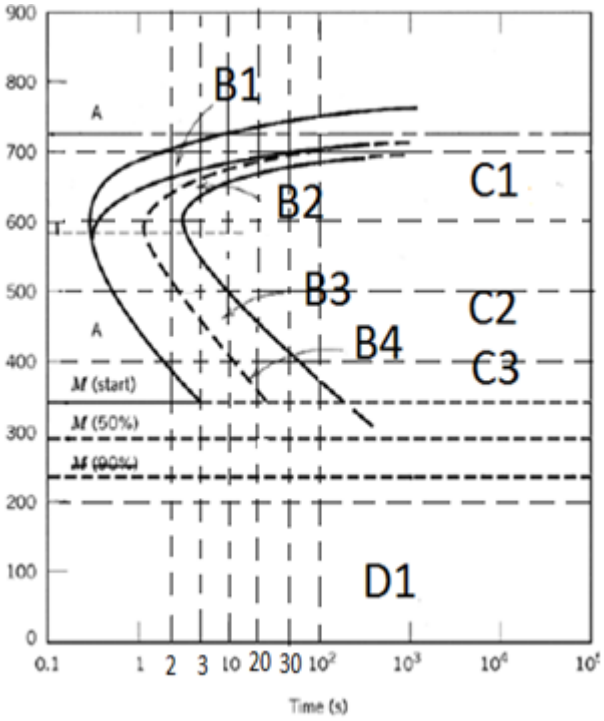
قسم الفيزياء جوان 2019

امتحان: المراقبة المجهرية لسبائك الحديد

التمرين الاول(10ن)

يمثل الشكل (1) المنحنيات الآيزوترمية (TTT) للسبيكة $Fe-Fe_3C$ ذات التركيز 0.45 % اجب على ما يلي:

1- كيف يمكن الحصول على هذه المنحنيات عمليا؟
2- اذكر ما يمكن استنتاجه من هذه المنحنيات؟
3- حدد الأطوار (B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, D1) الموضحة في الشكل(1) مع تحديد الأطوار المستقرة منها؟
4- بين بالتفصيل آلية تشكل D1 مع توضيح الفوارق الجوهرية بينه و بين C1؟
5- حدد مجال سرعة التبريد للحصول على: أ- مارتنزيت فقط، ب- برليت فقط؟
6- تتبع تغير الأطوار و نسبتها و البنية المجهرية لثلاث عيينات عولجت حراريا كما يلي:
   أ- تبريد سريع لغاية T=200C° و لمدة 100 s ثم بردت لدرجة حرارة الغرفة؟
   ب- تبريد سريع لغاية T=400C° و لمدة 500 s ثم بردت لدرجة حرارة الغرفة؟
   ت- تبريد سريع لغاية T=700C° و لمدة 10^5 s ثم بردت لدرجة حرارة الغرفة؟
7- عين طريقة للمعالجة الحرارية للحصول على:
   أ- عينة F1 تحتوي على حوالي 50% برليت؟
   ب- عينة F2 تحتوي على 50% فيريت اولي و الباقي ليس برليت؟



الشكل (1) منحنيات TTT للسبيكة $Fe-Fe_3C$ ذات التركيز 0.45 % كاربون

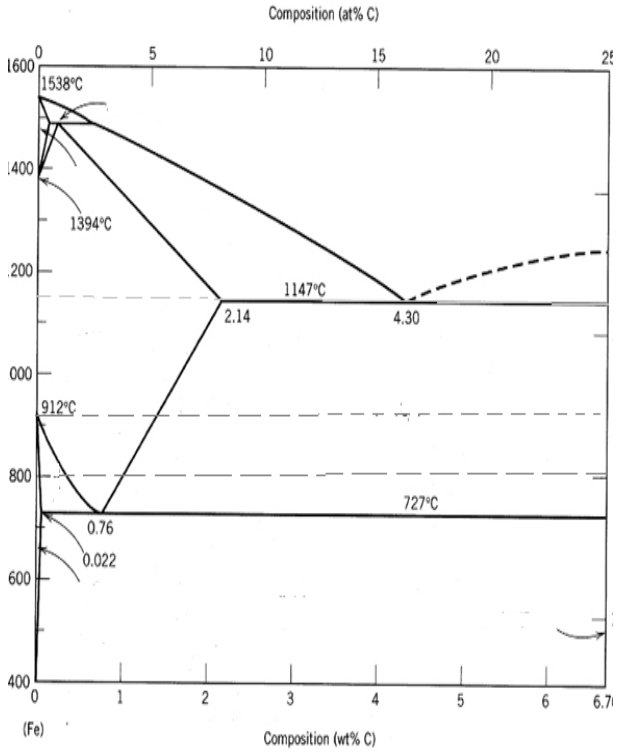
التمرين الثاني(10ن)

تتجمد سبيكة حديد فولاذية (A) وفق بيان الاتزان شبه المستقر الموضح في الشكل (2) و تحتوي عند درجة الحرارة الاقل بقليل من درجة التحول اليوتكتويدي على 50 % برليت و الباقي ليس سمنتيت.

1. ما الفرق بين البيان المستقر Fe-C و البيان شبه المستقر $Fe-Fe_3C$؟
2. حدد نسبة الكاربون الوزنية و الذرية في هذه السبيكة (A) و حدد نوعها؟
3. احسب مقدار السمنتيت و الفيريت في هذه السبيكة (A) عند درجة حرارة الغرفة؟
4. تتبع تغير البنية المجهرية للسبيكة (A) من درجة الحرارة 900°C الى غاية 20°C؟

تتجمد سبيكة حديد (B) وفق بيان الاتزان الموضح في نفس الشكل و تحتوي عند درجة الحرارة الاقل بقليل من درجة التحول اليوتكتيكي على 50 % ليدوبيريت.

5. حدد كل نسب الكاربون الممكنة في هذه السبيكة و ما نوعيتها ؟
6. احسب نسب الاطوار الكتلية المئوية لهذه السبيكة في كل الحالات عند عند درجة الحرارة الاقل بقليل من درجة التحول اليوتكتيكي ؟
7. حدد الفرق في البنية المجهرية بين السبيكة (A) و السبيكة (B) عند درجة حرارة الغرفة
8. حدد المواقع التي تحتلها ذرات الكاربون في الطور الاوستنيتي؟
9. مثل منحنى التمدد الطولي للعينة (A) في حالة التسخين؟
10. ما الفرق الكيفي في منحنة التمدد الطولي للعينة (A) و العينة (B) ؟



الشكل (2) بيان الاتزان شبه المستقر $Fe-Fe_3C$

بالتوفيق

2019 تصحيح الامتحان الجامعي للمراقبة الكهربية للسبائك الحديدية

مسألة

ن 7 ① تعريف.

② نظري.

③ D1 : مارتنزيت

C3 نابت ثانوي + عنبرية أولي

C3 بانيتي علوي + "

C2 بيرليت + "

B1 : عنبرية أولي + أوستنيت

B2 " + أوستنيت + بيرليت

B3 " + بانيتي علوي

" " " + مارتنزيت

④ D1 بدون انتشار الكاربون هي تحول البنية FCC لـ معدنية مستقرة (بنية bcc) هي عنبرية تحولية

C1 : عنبرية أولي بالانتشار وتحول γ FCC → bcc

ثم تحول γ0,77 بالانتشار لـ سمنتيت + عنبرية.

⑤ للحصول على مارتنزيت فقط.

$$v \geq \frac{800-600}{0,5} = \frac{200}{0,5} = 400\ °C/s$$

للحصول على بيرليت فقط

$$V \leq \frac{800-600}{3} \leq \frac{200}{3} \simeq 66\ °C/s$$

⑥ أ :

$$\gamma(100\%) \longrightarrow M_s(100\%)$$

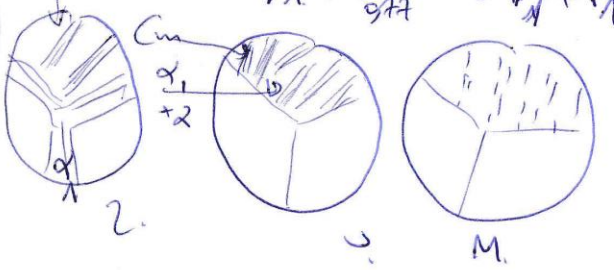
ب :

$$\gamma \longrightarrow \alpha_1 + B_a$$

ج :

$$P_1 \cdot \gamma \longrightarrow \alpha_1 + \gamma_{0,77} \longrightarrow \alpha_1 + P_1$$

د :



هـ - أ للحصول على F_1

300s تبريد من 700° بسرعة

200°C/s تبريد سريع إلى

50% α_1 + 50 M.

ب

1- تعريف

2-

$$x_{P_1} = \frac{x_c - 0,02}{0,76 - 0,02} \times 100 = 50$$

$$\Rightarrow x_c = \frac{x_c - 0,02}{0,74} \times 100 = 50$$

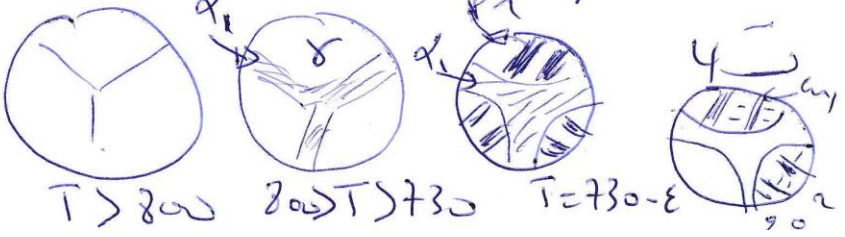
$$\Rightarrow x_c = 0,39\ \%$$

$$x_{Cm} = \frac{\frac{0,39}{12}}{\frac{0,19}{12} + \frac{99,61}{56}} \times 100 = \frac{3,25}{1,81} = 1,8$$

قبل بوتقة التبريد

$$x_{Cm} = \frac{0,34 - 0}{6,67 - 0} \times 100 = 5,84\ \%$$

$$x_F = 100 - x_{Cm} = 94,16\ \%$$



$$x_c = 2,11 + \frac{4,3 - 2,1}{2} = 3,22\ \%\ B_1$$

$$x_{c_{B_2}} = 5,485\ \%$$

B_2 } ← B - 5

B_1 قبل بوتقة التبريد - حبيبات γ

B_2 بعد بوتقة التبريد - حبيبات γ

6 ← B_1 : 50 حبيبات + (γ) 50 %

B_2 ← 50 حبيبات + Cm_I 50 %

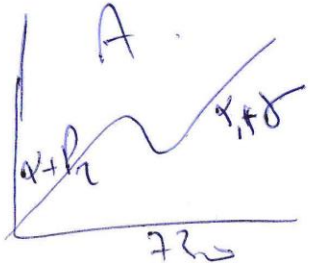
$$x_{Cm} = \frac{4,1 - 2,14}{6,67 - 2,1} \times 100 \quad Cm_{eut}$$

$$\frac{6,67 - 4,1}{6,67 - 2,14} \times 100 \quad \gamma_{eut}$$

الحبيبات = صوديوم

7

8 اعط أنواع البنيات.



10 2

قسم الفيزياء

اكتوبر 2020

امتحان: المراقبة المجهرية لسبائك الحديد

التمرين الأول (10ن)

للسبيكة (A) قبل اليوتكتيكية (هبط يوتكتيكية) ذات تركيز قدره (0.35 Wt. % C) الشكل (1) اجب عما يلي

1- عند درجة الحرارة تحت اليوتكتويدية مباشرة احسب ما يلي:

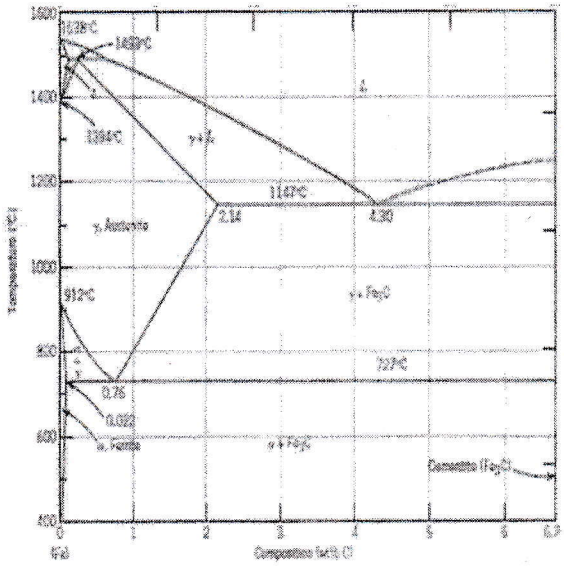
a) ما هي النسبة المئوية الوزنية الكلية للفيريت و للسمنتيت

b) ما هي نسبة الفيريت قبل اليوتكتويدي (الاولي) و نسبة البرليت

c) ما هي نسبة الفيريت اليوتكتويدي

2- مثل البنية المجهرية لهذه العينة عند 900 °C و 750 °C و725 °C

3- قارن بين البنية المجهرية للسبيكة (A) و السبيكة اليوتكتيكية (B) عند درجة حرارة الغرفة مع توضيح الفوارق في الاطوار الرئيسية و الثانوية ان وجدت



الشكل (1) بيان الاتزان شبه المستقر $Fe-Fe_3C$

التمرين الثاني (10ن)

يمثل الشكل (2) منحنيات TTT للسبيكة $Fe-Fe_3C$ ذات التركيز اليوتكتويدي اجب على ما يلي:

1- ما هي الأطوار المتواجدة في المناطق (A , B , C, D, E, F, J , K)

2- وضح الفرق الجوهري بين الاطوار المتواجدة في المنطقة C و المتواجدة بالمنطقة K

3- عند درجة حرارة الغرفة وضح الفرق في الأطوار (مع ذكر نسبتها تقريبا) و في البنية المجهرية بين ثلاث عينات **الأولى** بردت بسرعة لغاية T=350C° ثم تركت لمدة 10^4s ثم غمست في الماء. و **الثانية** بردت بسرعة لغاية T=250C° ثم تركت لمدة 100s ثم بردة بسرعة بغمسها في الماء. أما **الثالثة** فبردت بسرعة لغاية T=630C° ثم تركت لمدة 10s ثم بردت بسرعة لغاية T=400C° ثم تركت لمدة 10^3s و بعدها غمست في الماء.

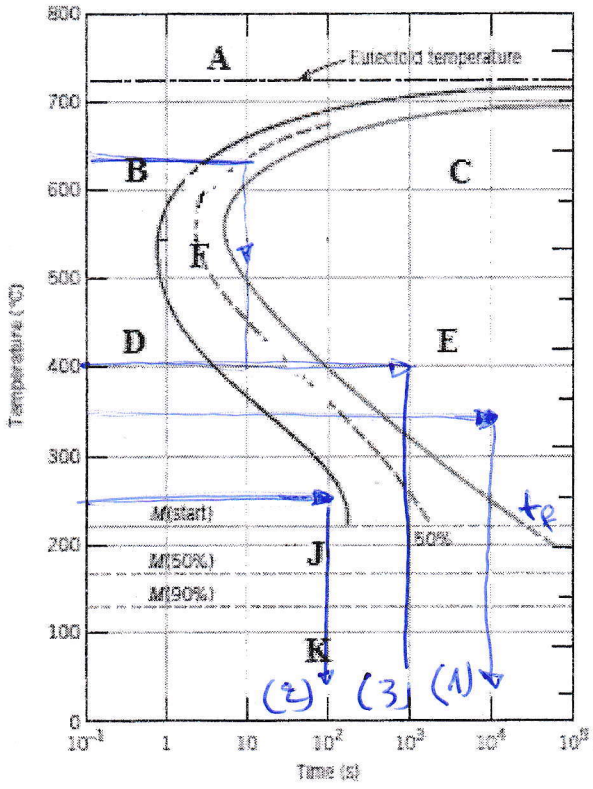
4- عين طريقة للمعالجة الحرارية للحصول على:

أ- عينة F1 تحتوي على 100% برليت

ب- عينة F2 تحتوي على 100% بانيت

ت- عينة F3 تحتوي على 100% مارتنزيت

5- هل هناك طريقة للحصول على عينة تحتوي في ان واحد عل كل من البرليت و البانيت و المارتنزيت و الأوستنيت. و كيف.



الشكل (2) منحنيات TTT للسبيكة اليوتكتويدية

2020/2021

تصحيح امتحان الفرض الأول في مادة مباشرة الطور

التمرين الأول

(1) عند درجة الحرارة تحت اليوتكتوية حساب ما يلي:

(a) النسبة الكتلوية الوزنية للعينة والسمنتيت

$$\chi_{\alpha}\% = \frac{6,67 - 0,35}{6,67 - 0,02} \times 100$$

$$= 95\%$$

$$\chi_{Cm}\% = \frac{0,35 - 0,02}{6,67 - 0,02} \times 100 = 5\%$$

(b) نسبة العنصر بين الفيريت والبيرليت

$$\chi_{\alpha_1}\% = \frac{0,76 - 0,35}{0,76 - 0,02} \times 100$$

$$= 56\%$$

$$\chi_{P_{ert}}\% = \frac{0,76 - 0,02}{0,76 - 0,02} \times 100$$

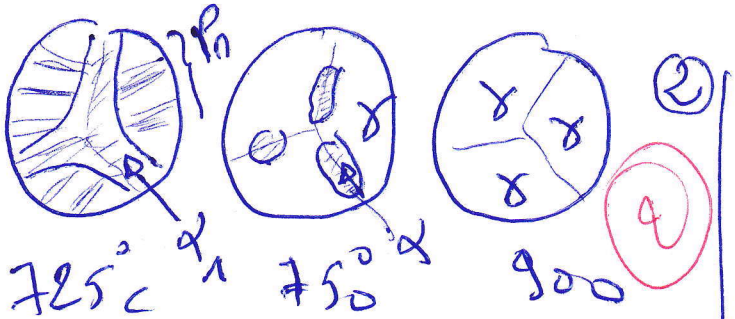
$$= 44\%$$

(c) نسبة العنصر اليوتكتيدي

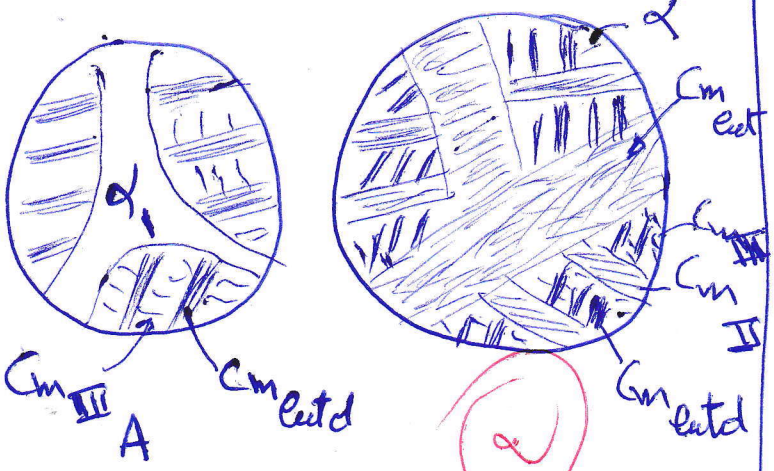
$$\chi_{Cm_{eutd}} = \frac{6,67 - 0,76}{6,67 - 0,02} \times 44$$

$$= 95 - 56 = 39\%$$

(2)



(3) مقارنة بين البنية المجهرية لـ (A) والبنية (B) اليوتكتيدية عند 25°C



لا اختلاف في الأطوار المتبلورة من السمنتيت والفيريت أما الثانوية فهي

A	B
فيريت أولي	لا
لا	سمنتيت يوتكتيدي
لا	السمنتيت الثانوي
السمنتيت الثالثي	لا
فيريت يوتكتيدي	لا

2020/10/12

مادة مقاومة المواد

السؤال الثاني

(1) الأطوار هي

A: أوستنيت مستقر.

B: أوستنيت غير مستقر

C: بيرليت

D: أوستنيت غير مستقر

F: بينيت.

F: أوستنيت و بيرليت.

J: مارتنزيت أوستنيتي

K: مارتنزيت.

(2) الفرق بين الأطوار المتبقية هي J و K.

C: بيرليت (سمنتيت + فيرايت) مستقر

تتشكل بواسطة الانتشار من γ

K: طور واحد وهو المارتنزيت عبارة

عن فيرايت مشبع بالكاربون تشكل

بواسطة الانتقاء وليس الانتشار

* البرليت مرنا

المارتنزيت هش.

* البرليت طوران

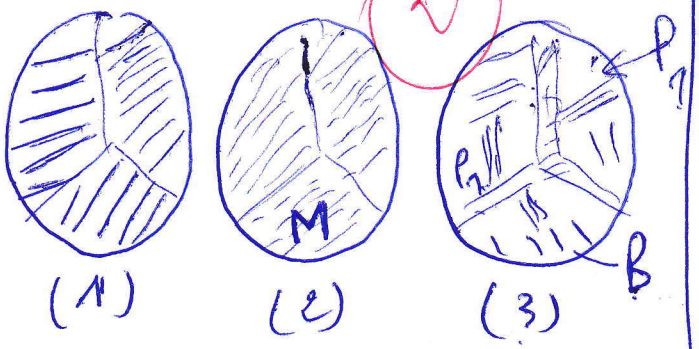
* المارتنزيت طور واحد

(3)

الأولى بينيت 100%

الثانية مارتنزيت 100%

الثالثة 50% B + 50% P_1.



(4) f_1: فيريت فرعي تشكل عند $T > 550°C$

و تشكل خلال زمن أكبر من t_f $t > t_f$

f_2: فيريت فرعي تشكل عند $550°C > T > 230°C$

و تشكل خلال زمن أكبر من t_f $t > t_f$

f_3: فيريت فرعي تشكل عند $T < 130°C$

(5) نفرض مثال واقعي للحصول على عينة تحتوي على P_2 و B و M والأوستنيت

كما يلي:

1- فيريت فرعي تشكل عند $T > 550$ و $t_s < t < t_f$

2- فيريت فرعي تشكل عند $230 < T < 550$

و تشكل خلال زمن $t_s < t < t_f$

3. فيريت فرعي تشكل عند $130 < T < 230$

و تشكل.