



أجب على الأسئلة التالية:

1- المعادن الحديدية: (3 درجات)  
السؤال الأول: (10 درجات)

أكتب ما تعرفه عن عمليات استخلاص الرصاص ؟  
السؤال الثاني: (8 درجات)

أكتب ما تعرفه عن سبائك الزنك ؟  
السؤال الثالث: (10 درجات)

أكتب ما تعرفه عن طرائق استخلاص الذهب مع السبائك اللازمة ؟  
السؤال الرابع: (7 درجات)

أكتب ما تعرفه عن خواص واستخدامات الذهب ؟

2- المعادن الحديدية (3-5 درجات):

السؤال الخامس: (7 درجات)

أجب بكلمة (صح) أو (خطأ) فقط مع ملاحظة بأن الخطأ يذهب للصواب:

1. يمتاز فرن بسمر بالبطانة القلوية حيث يمكن من خلاله صهر الفولاذ منخفض نسبة Si والمرتفع نسبة الفوسفور والكبريت.
2. فرن البست يستخدم غالباً لتصنيع الحديد الزهر.
3. الغرافيت التشري نوع B يظهر في بنية الحديد الزهر على شكل توزيعات وريدية الشكل.
4. بالتبريد السريع لحديد الزهر من الحالة السائلة للحالة الصلبة نحصل على حديد الزهر الأبيض.
5. يعمل المنغنيز بالفولاذ على إزالة أغلب الأوكسجين والكبريت حيث يشكل معه خبيث أو يتبخر.
6. لا يستخدم الفولاذ المحتوي على سيليكون- منغنيز لصناعة الرناص الكهربية والفوايض الرقيقة نظراً لقساوته المرتفعة.
7. يضاف النحاس للفولاذ ليحسن قابليته للسحب والدرفلة والتطريق.

السؤال السادس: (5 درجات)

وصف بمخطط صندوق الأفران المستخدمة في عمليات إنتاج المعادن الحديدية؟

السؤال السابع: (16 درجات)

1. وضح بالرسم مخطط الاتزان الحراري لخليطة سبائك ثلاثية A, B, C قابلة للانحلال مع بعضها بشكل كامل في الحالتين السائلة والصلبة وعناصرها لا تشكل فيما بينها أي مركب كيميائي أو معدني. مع رسم قطاع إيزوترمي بحالة سائل - صلب مبيناً عليه عناصر البنية والأطوار. (4 درجات)
2. ما هي أهم التأثيرات الجوهرية للعناصر الخلائطية على خصائص الفولاذ (تعداد فقط)؟ تكلم ما تعرفه عن تأثير كل من العناصر التالية على الفولاذ: التنغستن W - النحاس Cu - النيكل Ni - الكوبالت Co - الفوسفور P - الكبريت S. (6 درجات)
3. أكتب ما تعرفه عن ثلاث فقط من الخلاطة الفولاذية التالية: 1- الفولاذ الخلائطي المقاوم لدرجة الحرارة العالية، 2- الفولاذ المحتوي على البورون، 3- فولاد أدوات القياس، 4- فولاد النيكل - كروم. (6 درجات)

السؤال الثامن: (7 درجات)

مثل المسألة التالية:

باستخدام طريقة السبائك بالقوالب ارمالية، وعند نسب مزج للشحنة الفرن:

Raw Material	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Fe
60 Kg Pig Iron	4.2	2.6	0.7	0.27	0.015	Rest.
15 Kg Scrap	3.6	1.9	0.6	0.4	0.01	Rest
25 Kg Steel Returned	0.4	0.5	0.2	0.02	0.001	Rest

مع ملاحظة بأن نسب الفقد في العناصر Fe = 3%, C = 6%, Si = 5%, Mn = 8%، وأضيفت للشحنة كمية من الفيروسيليكون قدرها 0.5 Kg والتي تحتوي على 75% سيليكون قبل السكب بهدف تحسين خصائص الفولاذ والمطلوب:

1. أحسب الكمية المطلوبة من كل عنصر بعد إزالة الفقد نتيجة الصهر.
2. الوزن الكلي للشحنة بعد إزالة الفقد.
3. الوزن الفعلي المطلوب من كل عنصر لتكوين شحنة الفرن اللازمة للصهر.
4. محتوى الكربون المكافئ بالشحنة.



م. د. حسن فارس مدله - أ. م. د. خالد عشان شرف

د. حسن فارس مدله - أ. م. د. خالد عشان شرف



## الإجابة النموذجية عن الأسئلة:

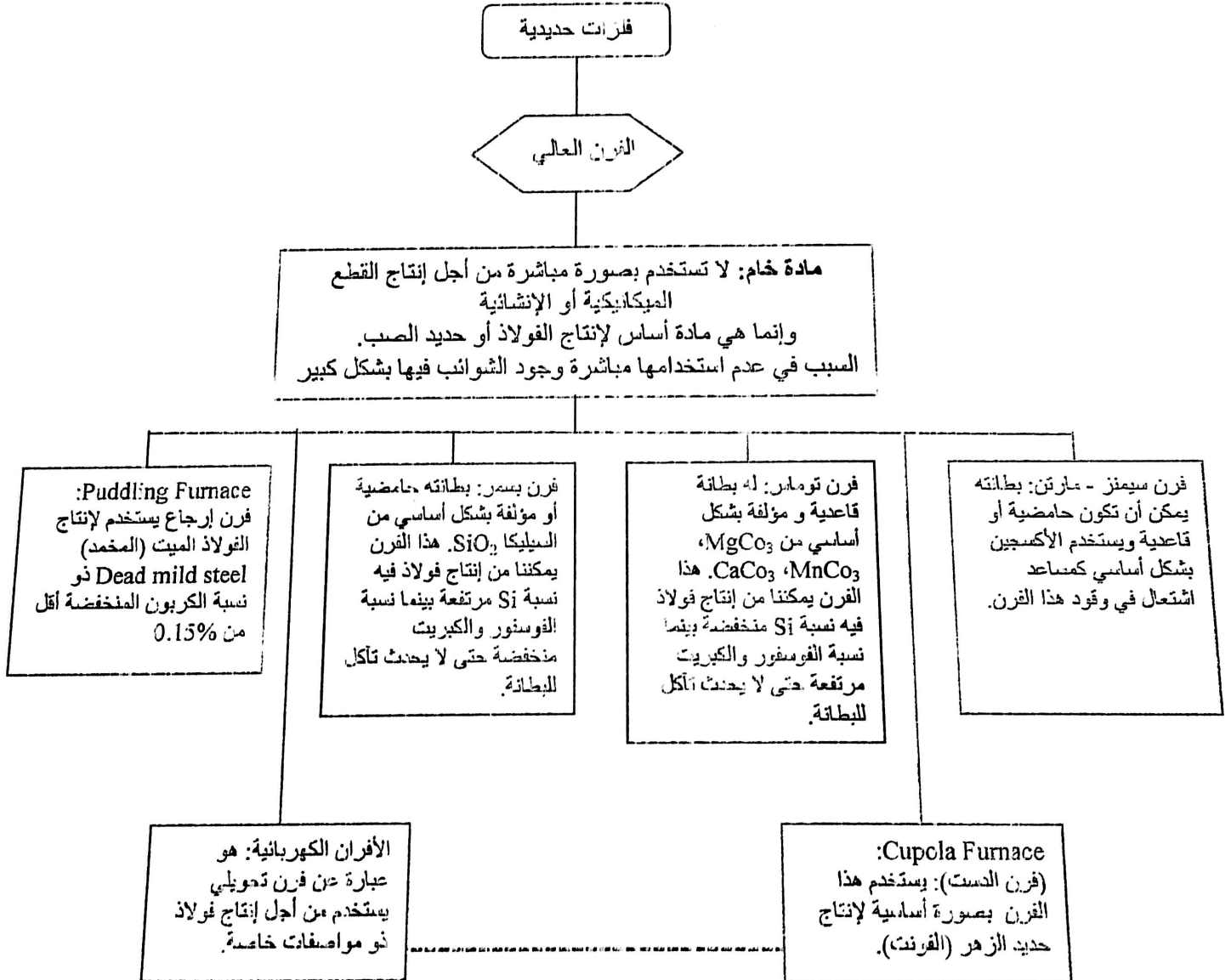
### 2- المعادن الحديدية (35 درجة):

#### السؤال الخامس: (7 درجات)

- أجب بكلمة (صح) أو (خطأ) فقط مع ملاحظة بيان الخطأ وذهب الصواب:
- 1- خطأ.
  - 2- صح.
  - 3- صح.
  - 4- خطأ.
  - 5- صح.
  - 6- خطأ.
  - 7- خطأ.

#### السؤال السادس: (5 درجات)

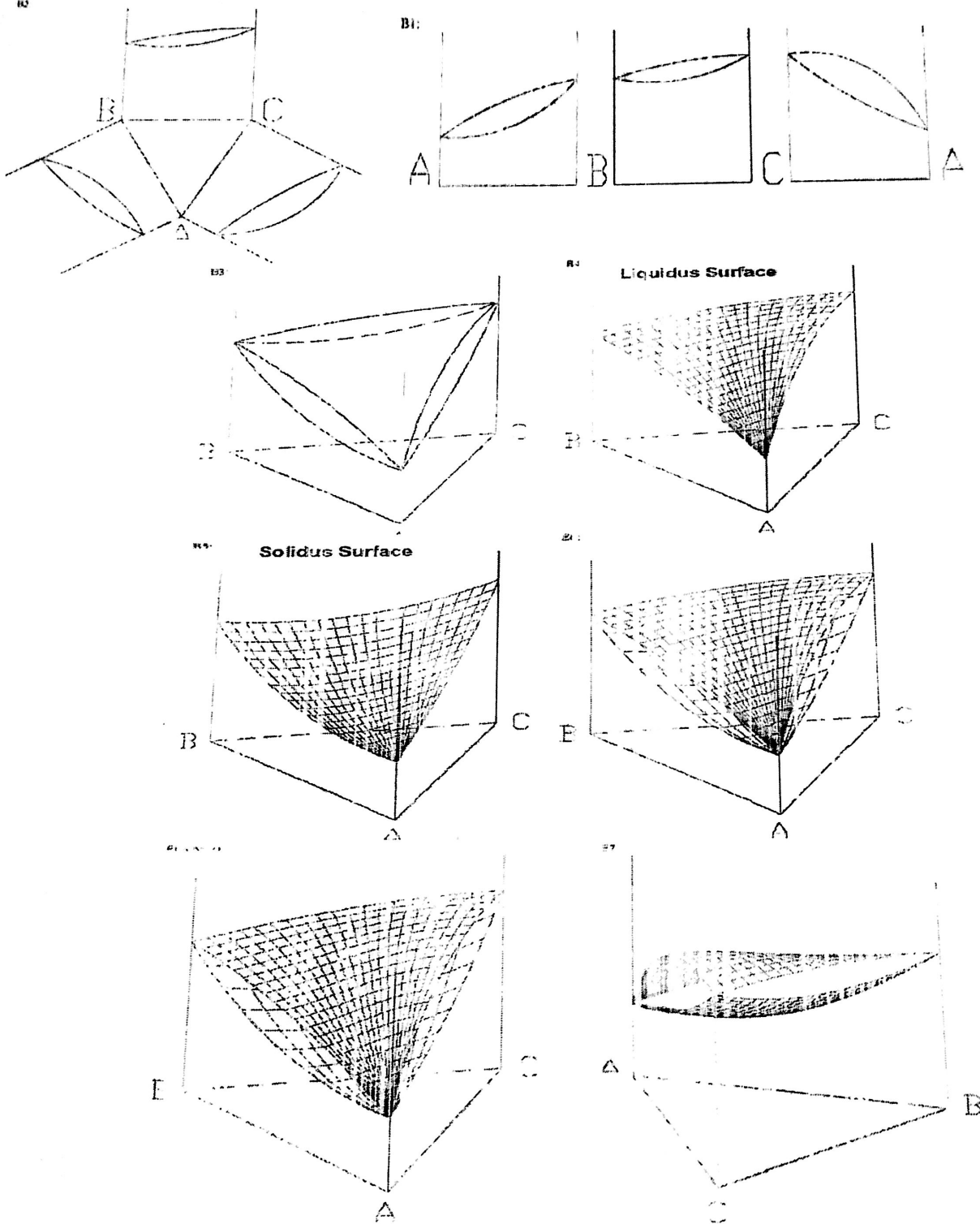
وصف بمخطط صندوق الأفراان المستخدمة في عمليات إنتاج المعادن الحديدية؟



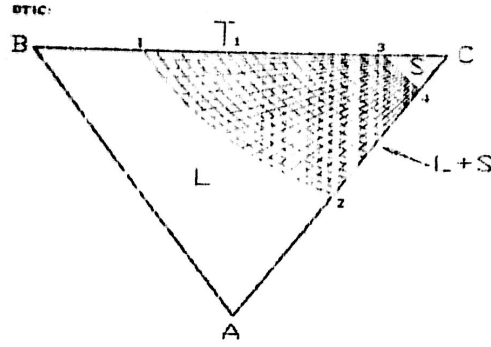


**السؤال السابع: (16 درجة)**

1. وضح (بالرسم فقط) مراحل إنشاء مخطط التوازن الحراري لنظام ثلاثي متمائل الخواص (أي خليطه مؤلفة من ثلاثة عناصر A, B, C قابلة للانحلال في بعضها بشكل متعلق في الحالتين السائلة والصلبة مشكلة طور صلب واحد). (4 درجات)



الشكل (1): النظام الثلاثي المتمائل الخواص.



الشكل (2): القطع بمستوى أفقي عند درجة حرارة ثابتة  $T_1$  لمخطط التوازن الحراري للخلات الثلاثية.

2. ما هي أهم التأثيرات الجوهرية للعناصر الخلائطية على خصائص الفولاذ (تعداد فقط)؟ تكلم ما تعرفه عن تأثير كل من العناصر التالية على الفولاذ: التنغستين  $W$  - النحاس  $Cu$  - النيكل  $Ni$  - الكوبالت  $Co$  - الفوسفور  $P$  - الكبريت  $S$ . (6 درجات).

أهم التأثيرات الجوهرية للعناصر الخلائطية على خصائص الفولاذ (تعداد فقط):

1. التأثير على درجة حرارة التحول  $Polymorphic$ :
2. التأثير على تشكيل واستقرار الكريد.
3. التأثير على معدل نمو البلورات.
4. إزاحة نقطة التحول اليوتكتريدي  $Eutectoid$ .
5. التأخير في معادلات التحول المارستيني.
6. التحسين في مقاومة التآكل (الأكسدة).
7. تأثير العناصر الخلائطية على الخصائص الميكانيكية.
8. التأثير المشترك للعناصر الخلائطية على التركيبة الميكروية للفولاذ الخلائط.

تأثير كل من العناصر التالية على الفولاذ:

**التنغستين  $W$ :** يشكل مع الكربون كربيداً قاسياً  $WC$ ،  $W_3C$ ،  $W_6C$  - يستعمل هذا النوع من الفولاذ في صناعة العدد القاطعة (كأقلام الخراطة وسكاكين التقريز ....) وفي صناعة المغناطيس الدائمة.

**النحاس  $Cu$ :** له تأثير مشابه لتأثير النيكل، يحسن من مقاومة حديد الزهر والفولاذ للتآكل بفعل العوامل الجوية، يساعد على تكوين بنية متجانسة في المسبوكات ذات الاختلاف الكبير في السمك، يزيد درجة حرارة  $A_3$  ويقلل  $A_1$  لذلك يتجه إلى تثبيت الأوستنيت بالبنية، وهو عنصر غير مرغوب فيه لأنه يقلل من مقاومة الفولاذ للسحب والطرق والدفلة إلا أنه يزيد قساوة الفولاذ ومتانته.

**النيكل  $Ni$ :** إذا أضيف بنسبة من % (25-30) نحصل على بنية أوستنيتية مقاومة للصدأ وبنفس الوقت يكون الفولاذ لا مغناطيسي.

**الكوبالت  $Co$ :** معدن ثمين تأثيره يشبه تأثير النيكل (يساعد على تشكيل الغرافيت الحر بالبنية) يستخدم في صناعة المغناطيس الدائمة عندما تتراوح نسبته بين % (8-15).

**الفوسفور  $P$ :** وهو من العناصر الضارة كلما كانت نسبته أقل كان الفولاذ أفضل، كما أن وجوده بالفولاذ يقلل من قابليته للتشكيل على الساخن.

**الكبريت  $S$ :** أكثر العناصر ضرراً بخواص الفولاذ الميكانيكية حيث أنه يشكل مع الحديد مركباً هشاً  $FeS$  يخلف بلورات الفولاذ ويفقد لها المتانة والإرتباط المباشر وبالتالي تقل استخداماته الصناعية.

3. أكتب ما تعرفه عن ثلاث فقط من الخلائط الفولاذية التالية: 1- الفولاذ الخلائطي المقاوم لدرجة الحرارة العالية، 2- الفولاذ المحتوي على البورون، 3- فولاذ أدوات القياس، 4- فولاذ النيكل - كروم. (5 درجات).

1: الفولاذ الخلائطي المقاوم لدرجات الحرارة العالية:  
يستخدم الفولاذ المقاوم لدرجات الحرارة العالية في العديد من الأماكن:

- في صمامات العادم بالمحركات الهوائية.
- بالمطابخ.
- سلاسل الأفران (سيور معدنية).
- العنفات الغازية.
- صناديق المعالجة الحرارية (التلدين).
- فوهات الاشتعال واللحام.

إن المتطلبات الرئيسية من مثل هذا الفولاذ:

1. المقاومة للأكسدة من غازات الجو العامل.
2. متانة عالية بما فيها الكفاية (مقاومة للزحف) عند درجات الحرارة العالية.
3. عدم حدوث تغيرات بنيوية عند هذه الدرجات من الحرارة.

هذا الفولاذ يعمل عند درجات حرارة فوق  $700^{\circ}\text{C}$  تؤدي إلى تشكل طبقة أكسدة على السطح تزداد مع ارتفاع درجات الحرارة بحيث تصبح أكسدة تدميرية لذا يضاف له الكروم مع نسب قليلة من السيليسيوم فتعمل على تشكل طبقات رقيقة مانعة للأكسدة، كذلك يضاف النيكل لمنع نمو الحبيبات بشكل كبير وللتغلب على الغازات التي تحتوي على الكبريت. كذلك فإن التنجستين والمولبيدينيوم والكوبالت أيضا يشتملوا فولاذ مقاوم لدرجات الحرارة العالية لذلك يستخدم لصنع فولاذ العدد القاطعة (الفولاذ سريع القطع).

## 2- الفولاذ المحتوي على البورون:

البورون له درجة انصهار عالية تصل إلى  $2300^{\circ}\text{C}$ ، إن إضافة نسب قليلة من البورون ( $0.0005-0.005\%$ ) للفولاذ سوف يكون لها تأثير كبير، يعمل على إزالة الأكسدة بالفولاذ بالكامل، ويؤدي إلى رفع قساوة الفولاذ. كما يمكن تخفيض نسب العناصر المبياتكية المضافة للفولاذ للنصف عند إضافة البورون بنسب قليلة. يستخدم الفولاذ البوروني لصناعة المسامير ذات القابلية العالية لمقاومة الشد، اللواب، الجريدة المسننة....

## 3- فولاذ أدوات القياس:

يجب أن يتسم هذا النوع من الفولاذ بقساوة مرتفعة ومقاومة عالية للتشغيل الإحتكاكي، مع عدم تغيير أبعاده أثناء التشغيل، ولصناعة هذه الأدوات يستخدم الفولاذ ذو المزج الكيميائي:  $C(0.9-1.1) + (1.3-1.65)\%Cr$ . يكتسب هذا الفولاذ قساوة مرتفعة بعد إجراء التقسية والمراجعة المنخفضة. يحدث بالفولاذ عند درجة حرارة الغرفة وخلال فترة زمنية طويلة ما يدعى بالتعتيق (تفكك جزئي بالمارتنزيت وتحول كمية معينة من الأوستنيت المتبقي إلى مارتنزيت) ويؤدي هذا التعتيق لحدوث تغير بالأبعاد الطولية والحجمية للمنتجات، وهذا التغير غير مسموح به في أدوات القياس العالية الدقة. ولمنع حدوث التعتيق كثيرا ماتعرض أدوات القياس بعد معالجتها الحرارية للمعالجة بالتصقيع عند درجات حرارة بين  $(70-65)^{\circ}\text{C}$  تحت الصفر (لتحويل الأوستنيت إلى مارتنزيت بشكل أكبر اكتمالا) وبعد هذه المعالجة نعرض أدوات القياس للمراجعة عند درجة حرارة بين  $(120-130)^{\circ}\text{C}$  لفترة زمنية طويلة (12-24) ساعة. وتصل قيمة القساوة بهذه المعالجة من  $HRC(62-64)$ .

4- فولاذ النيكل - كروم (Nickel-Chromium steels): إضافة كل من النيكل أو الكروم للفولاذ يمكن أن يعطي تأثيرات مضادة، بينما النيكل يميل لمنع نمو الحبيبات أثناء المعالجة الحرارية فإن معدن الكروم يسرعه ويؤدي إلى الهشاشة، لذا يختار تقريبا نسبة (2) نيكل لـ (1) كروم للحصول على معدن ذو مقاومة جيدة للتآكل وذو هشاشة أقل. يضاف  $1.5\% \text{Cr} + 4\% \text{Ni}$  بهدف سهولة تصنيع الأشكال المعقدة. الفولاذ عالي نسبة الكروم وعالي نسبة النيكل يحتوي:  $1\% \text{C} + 18\% \text{Cr} + 8\% \text{Ni}$  يرفع مقاومة التآكل الحثي والمقاومة ضد الأكسدة بالمواد التي مطيليتها قليلة. بينما إضافة  $12\% \text{Cr} + 12\% \text{Ni}$  نحصل على خليطة مقاومة للأكسدة ولها مطيلية جيدة. نسبة الكربون بالخليطة تختار بحيث تكون منخفضة نسبيا (أقل من 1%) لتقليل احتمال تشكل كربيدات الكروم ويضاف عادة التيتانيوم أو الموليبدنيوم أو النيوبيوم لإعطاء تأثيرات مضادة بالبنية.

### السؤال الثامن: (7 درجات)

باستخدام طريقة السبائك بالقوالب الرملية، وعند نسب مزج لشحنة الفرن:

Raw Material	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Fe
60 Kg Pig Iron	4.2	2.6	0.7	0.27	0.015	Rest.
15 Kg Scrap	3.6	1.9	0.6	0.4	0.01	Rest
25 Kg Steel Returned	0.4	0.5	0.2	0.02	0.001	Rest

مع ملاحظة بأن نسب الفقد في العناصر  $8\% \text{Mn}$ ,  $5\% \text{Si}$ ,  $6\% \text{C}$ ,  $3\% \text{Fe}$ ، وأضيفت للشحنة كمية من الفيروسيليكون قدرها 0.5 Kg والتي تحتوي على 75% سيليكون قبل السكب بهدف تحسين خصائص الفولاذ. والمطلوب:

- 1- أحسب الكمية المطلوبة من كل عنصر بعد إزالة الفقد نتيجة الصهر.
- 2- الوزن الكلي للشحنة بعد إزالة الفقد.
- 3- الوزن الفعلي المطلوب من كل عنصر لتكوين شحنة الفرن اللازمة للصهر.
- 4- محتوى الكربون المكافئ بالشحنة.

الحل:

- الكمية المطلوبة من كل عنصر بعد إزالة الفقد نتيجة الصهر تحسب بالعلاقة:

$$\text{Wt of C} = 0.94[0.042 \times 60 + 0.036 \times 15 + 0.004 \times 25] = 2.9704 \quad [\text{Kg}]$$

$$\text{Wt of Si} = 0.95[0.026 \times 60 + 0.019 \times 15 + 0.005 \times 25] + 0.5 \times 0.75 = 2.2465 [\text{Kg}]$$

$$\text{Wt of Mn} = 0.92[0.007 \times 60 + 0.006 \times 15 + 0.002 \times 25] = 0.5152 \quad [\text{Kg}]$$

$$\text{Wt of P} = [0.0027 \times 60 + 0.004 \times 15 + 0.0002 \times 25] = 0.227 \quad [\text{Kg}]$$

$$\text{Wt of S} = [0.00015 \times 60 + 0.0001 \times 15 + 0.00001 \times 25] = 0.01075 \quad [\text{Kg}]$$

$$\text{Wt of Fe} = 0.97[0.92215 \times 60 + 0.9349 \times 15 + 0.98879 \times 25] + 0.5 \times 0.25 = 91.3750825 \quad [\text{Kg}]$$

- الوزن الكلي للشحنة بعد إزالة الفقد:

$$\begin{aligned} \text{Total Wt} &= 2.9704 + 2.2465 + 0.5152 + 0.227 + 0.01075 + 91.3750825 \\ &= 97.3449325 \quad [\text{Kg}] \end{aligned}$$

- الوزن الفعلي المطلوب من كل عنصر لتكوين شحنة الفرن اللازمة للصهر.

$$\%C = \frac{2.9704}{97.3449325} \times 100 = 3.05142$$

$$\%Si = \frac{2.2465}{97.3449325} \times 100 = 2.30778$$

$$\%Mn = \frac{0.5152}{97.3449325} \times 100 = 0.529$$

$$\%P = \frac{0.227}{97.3449325} \times 100 = 0.23319$$

$$\%S = \frac{0.01075}{97.3449325} \times 100 = 0.01104$$

$$\%Fe = \frac{91.3750825}{97.3449325} \times 100 = 93.86732$$

- محتوى الكربون المكافئ بالشحنة يعطى بالعلاقة:

$$CE = \%C + 0.31(\%Si) + 0.33(\%P) - 0.027(\%Mn) + 0.4(\%S)$$

بالتعويض:

$$CE = 3.05142 + 0.31 \times 2.30778 + 0.33 \times 0.23319 - 0.027 \times 0.529 + 0.4 \times 0.01104$$

$$CE = 3.8339175 \%$$