**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

# **SCIENCES Physiques APPLIQUÉES**

# **Sous-épreuve spécifique à chaque option**

# **Option A : Traitements Thermiques**

# **- U4.3A -**

SESSION 2019

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

**CORRIGÉ**

Exercice 1 – Production d’une atmosphère de cémentation par craquage d’un alcool – 11,5 points.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Réponse** | **Barème** |
| **1.1** | Traitement thermochimique, enrichissement en C de la surface, pour durcir après trempe | 0,5 |
| **1.2.a** | ΔrH°1 = 128,1×103 J/mol  332,3 J.mol-1.K-1 = ΔrS°1 entropie standard de réaction | 0,5  0,5 |
|  | Les valeurs sont retrouvées avec la loi de Hess  ΔrH°1 =  ΔfH°(CH3OH) + ΔfH°(CO) + 2 ΔfH°(H2)  ΔrH°1 =  (238,6)  110,5 = 128,1 kJ.mol-1  ΔrS°1 =  S°(CH3OH) + S°(CO) + 2 S°(H2)  ΔrS°1 = 126,8 + 197,9 + 2 x 130,6 = 332,3 J.mol-1.K-1 | 1 |
|  | ΔrH°1 > 0 : la réaction de dissociation est endothermique et donc sera favorisée par une augmentation de température. L’équilibre du système sera déplacé en faveur des produits. | 0,5 |
| **1.2.b** | K1 = exp(-ΔrG°1 /RT) = 4,5×1011  Réaction totale  Les proportions des gaz produits H2 et CO dépendent des nombres stoechiométriques n(H2) = 2 n(CO) n(CO) + n(H2) = nTotal  %CO = n(CO)/ nTotal = 1/3  %CO = 33% et %H2 = 67% | 1  0,5  0,5 |
| **1.3.a** | Le dioxyde de carbone est décarburant  L’eau est décarburante et oxydante | 0,5 |
| **1.3.b** | Contrôle du dioxyde de carbone par analyseur à infrarouge  ou  Contrôle de la teneur en eau par hygromètre à miroir | 0,5 |
| **1.3.c** | Réaction (2) : CH3OH(g) = ½ CO2 (g) + ½ C(s) + 2H2(g) ou × 2  Réaction (3) : CH3OH(g) = ½ CH4(g)+ ½ C(s)+ H2O(g) ou × 2 | 0,5  0,5 |
| **1.3.d** | Une réaction sera favorisée par rapport aux autres si son ΔrG° est le plus petit.  Si T < 957 K : la réaction (3) est favorisée  Si 957 K < T < 977 K : la réaction (2) est favorisée  Si T > 977 K : la réaction (1) est favorisée  Donc la composition de l’atmosphère générée in situ dépend bien de la température. | 0,5 |
| **1.3.e.** | Si θ = 900°C = 1173 K > 977K : la température est correctement choisie pour favoriser la réaction (1) | 0,5 |
| **1.4** | A 900°C, l’acier se trouve sous forme austénitique ; ce qui est favorable car : | 0,5 |
|  | * Le carbone diffuse mieux en phase austénitique que ferritique. | 0,5 |
|  | * Lors d’une cémentation, le durcissement est liée à la formation de martensite en surface suite à la trempe d’une phase austénitique. | 0,5 |
| **1.5.a** | Risque d’anoxie et risque d’inflammation / explosion | 0,5 |
| **1.5.b** | Si %H2 est compris entre 4% et 74,5% alors il peut être enflammé/explosif | 0,5 |
| **1.5.c** | Pour s’affranchir de tous les risques d’explosion, il faut se situer au-dessus de la courbe d’explosivité, soit à des températures supérieures à 750°C | 0,5 |
| **1.5.d** | Le four devra être équipé d'un asservissement n'autorisant l'introduction du mélange que si 750°C est atteint. Dans le cas contraire, l'alimentation en mélange doit être interrompue. | 0,5 |

Exercice 2 - Chauffage par induction – 8,5 points

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Réponse | Barème |
| **2.1** | *Schéma de principe du chauffage à induction*  L’inducteur produit un champ magnétique parallèle à son axe. Ce champ produit des courants induits qui tendent à s’opposer au courant primaire (Loi de Lenz).  Ces courants de Foucault en surface chauffent la pièce par effet Joule. | 1 |
|  | Le courant doit être alternatif. | 0,5 |
| **2.2.a** | La résistivité s’exprime en Ω.m | 0,5 |
| **2.2.b** | Section du fil : s = 1,26.10-5 m2  Résistance : R = = 1,29.10-3 Ω  Puissance : P = R . I2 = 1,29.103 W  Energie par minute : Ejoule = 7,73.104 J = 77,3 kJ | 1 |
| **2.2.c** | Ejoule = m . c . (θfinal - θamb) avec ΔƟ = 5°C  m = Q / (cp . Δθ) = 3,7 kg par min = 0,062 kg.s-1 | 1,5 |
| **2.3** | Si T<Tc, p = 0,36 mm | 1 |
| **2.4** | On multiplie la fréquence par 4 | 1 |
| **2.5** | Si T>Tc, alors perméabilité relative = 1, soit p = 8,0 mm  La profondeur a augmenté nettement | 0,5  0,5 |
| **2.6** | La chaleur se propage jusqu’au cœur par conduction thermique | 0,5 |
| **2.7** | Rapidité, plus grand contrôle de l’épaisseur de matériau chauffée. | 0,5 |