**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

# **SCIENCES Physiques APPLIQUÉES**

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

# **Option A : Traitements Thermiques**

# **- U4.3A -**

SESSION 2023

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

**CORRIGÉ**

**Exercice 1 – Généralités sur la nitruration – 11 points**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Réponses** | **Barème** | **Total** |
| **1.1.** | 1.1.a. Nitruration gazeuse (conventionnelle ou basse pression) Nitruration ionique  Nitruration en bains de sels | 2x0,5 | **3** |
| 1.1.b. Tmax = 590°C pour rester dans le domaine ferritique | 2x0,5 |
| 1.1.c. Il n’est pas nécessaire de tremper une pièce après nitruration car l’augmentation de dureté est obtenue par la précipitation des nitrures. | 2x0,5 |
| **1.2.** | 1.2.a. Pour la réaction (1)  enthalpie standard de réaction : ΔrH° = - 21,8×103 J.mol-1  entropie standard de réaction : ΔrS°1 = - 93,4 J.mol-1.K-1  D’où la formule proposée pour ΔrG° | 1  1  0,5 | **4** |
| 1.2.b. A 298K : ΔrG°1 = 6 033 J.mol-1  K1 = 8,76.10-2 | 1 |
| 1.2.c. La réaction étant exothermique, elle sera défavorisée par une augmentation de température donc la stabilité du nitrure diminue quand la température augmente. | 0,5 |
| **1.3.** | 1.3.a. Pour les deux équilibres, l’expression de K est la même puisque ces équilibres mettent en jeu deux solides (a = 1) et un gaz (a = P(N2)/P°) : | 2 x 0.5 | **4** |
| 1.3.b. A pression atmosphérique, P(N2) = 0,80 bar  donc Q = 1/0,80 = 1,25 > K1 donc évolution spontanée dans le sens de la dissociation du nitrure : Fe4N n’est pas stable thermodynamiquement à pression atmosphérique | 1 |
| 1.3.c. ΔrG° = - RT Ln K = RT Ln P(H2) | 0,5 |
| 1.3.d. Si la pression PN2éq d’un nitrure est plus petite, cela signifie que le ΔrG° de sa réaction de formation sera aussi plus petit  donc que sa constante d’équilibre sera plus grande, donc qu’il sera plus stable. le nitrure présentant le plus petit ΔrG° est le plus stable, donc ‘ est le plus stable. | 0,5  0,5  0,5 |

**Exercice 2 – Cristallographie d’une couche de nitruration – 9 points**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Réponses** | **Barème** | **Total** |
| **2.1** | Formule de Planck : E = h c /  E = 6,62 x 1034 x 3,00 x 10 / (0,1789 x 109 ) = 6,62 x 1015 J  E = 6930 eV = 6,93 keV  Ce qui correspond à l’élément cobalt | 1,5 | **1,5** |
| **2.2** | 2.2.a : fer Fe ; carbone C ; chrome Cr ; molybdène Mo ; vanadium V | 1,25 | **2,25** |
|  | 2.2.b : | Maille 0,5  Plan 0,5 |
| **2.3.** | 2.3.a. L’atome d’azote N occupe le site octaédrique au centre de la maille CFC du fer. | 0,5 | **1,75** |
| 2.3.b. Maille :  ⚫ Fe  ⭘ N  Formule chimique :  n(Fe) = 8\*1/8 + 6\*1/2 = 4 n(N) = 1 soit Fe4N | 0,5  0,25 x 2 0,25 |
| 2.3.c. Les atomes sont tangents selon a :  a = 2R(Fe) + 2R(N) = 2\*126 + 2\*65 = 382 pm | 0,5 |
| **2.4** | 2.4.a. A la suite de la nitruration, les nitrures ont remplacé la ferrite en surface. Donc les raies correspondantes à la ferrite ont quasiment disparu et de nouvelles raies correspondantes aux nitrures de fer sont apparues. | 0,5 | **3,5** |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 2.4.b |  | Raie n°1 | Raie n°2 | |  | (en °) | **48** | **56** | |  | (en °) | **24** | **28** | |  | (en **nm**) | **0,2199** | **0,1905** | |  | (en **nm**) | **0,381** | **0,381** | | Lignes 1 et 2  2 X 0,25 |
| 2.4.c. Retrouver les valeurs de + unité | 0,5 +0,25 |
| 2.4.d. Calculer les valeurs de a + unité | 0,5+0,25 |
| 2.4.e. = 0,381 nm  Ce résultat est proche de celui calculé à la question 1.4.c. | 0,25 0,25 |