SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

Sous-épreuve spécifique à chaque option Option A : Traitements Thermiques

- U4.3A -

SESSION 2022

Durée : 2 heures Coefficient : 2

**CORRIGÉ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Exercice 1 : Le traitement thermique utilisé sur la poêle** | **12** | **points** |
| **question** | **réponse attendue** | **barème détaillé** | **barème global** |
| 1.1.a | La nitrocarburation est un traitement thermochimique d’apport d’azote majoritaire et de carbone secondaire.N permet la formation de nitrures de fer.C augmente le domaine de solubilité de l’azote dans le fer. | 0,50,50,5 | 2,5 |
| 1.1.b | Les qualités recherchées sont : la tenue à la fatigue et au grippage, l’augmentation de la résistance à l'usure et à la corrosion des aciers. | 0,25x2 |
| 1.1.c | Le fer est sous la forme allotropique α (température de traitement 570°C) | 0,5 |
| 1.2.a | Les nitrures ε ont l’intérêt d’être durs et poreux. | 0,25x2 | 2,5 |
| 1.2.b | Le nitrure de fer ε :Fe2N1-x est dit non stœchiométrique  car il présente un large domaine de stabilité.  | 0,5 |
| 1.2.c | Pour 100 g de nitrure de fer, on a :  - 8,8 g de N (soit nN=8,8/14 =0,63mol)  - 91,2 g de Fe (soit nFe=91,2/55,8= 1,63mol)Fraction atomique (ou molaire) en azote : xN =0,63 / (0,63+1,63) = 0,28 soit un pourcentage en atomes d’azote de 28%.  | 0,50,50,5 |
| 1.3.a | K1=p(CO2)éq.p(H2)éq/p(CO)éq.p(H2O)éq  K1 =(0,0050.0,298)/(0,226.0,0090)=0,73 2 Chiffres significatifs | 0,50,50,25 | 5 |
| 1.3.b. | Loi de Hess :$$∆\_{r}H°=∆\_{f}H°\left(CO\_{2}\right)+∆\_{f}H°\left(H\_{2}\right)-∆\_{f}H°\left(CO\right)-∆\_{f}H°\left(H\_{2}O\right)$$$$=-393,6+0-\left(-241,9\right)-\left(-110,5\right)=-41,2kJ.mol^{-1}$$Unités indiquées | 0,250,250,25 |
| 1.3.c |  T1= 1050+273 = 1323 K T2= 570+273 = 843 K*ΔrH°*= - 41,2 kJ.mol-1= - 41,2.103J.mol-1 K2 = 6,1 | 0,250,25Calcul 1 |
| 1.3.d | K augmente quand on baisse T : l’équilibre est déplacé dans le sens direct.Ce résultat était prévisible car ***ΔrH° < 0****. Or, d’après la loi de Van’t Hoff, une diminution de température favorise une réaction* ***exothermique***.  | 0,50,50,5 |
| 1.4.a | *1ère atmosphère : ΚN* =(0,40)/(0,21) 3/2 = 4,2*2ème atmosphère : ΚN* =(0,20)/(0,41) 3/2 = 0,76 | 0,250,25 | 2 |
| 1.4.b | Position des points sur l’annexe 3 : (4,2 ; 570) et (0,76 ; 570) | 0,25x2 |
| 1.4.c |  C’est la valeur KN = 4,2 qui correspond au nitrure ε recherché.Ceci est confirmé par le pourcentage atomique en azote lu sur le diagramme de Lehrer (28%) qui correspond à la valeur calculée à la question 1.2.c. | 0,50,5 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Exercice 2 : Suite du colaminage et contrôle post traitement** |  | **8 points** |
| 2.1.a | $a$ acier = 1,3.10-5 m2.s-1 | 0,5 | 2 |
| 2.1.b | La diffusivité du cuivre est environ 8,5 fois supérieure à celle de l’acier donc le cuivre diffuse 8,5 fois plus facilement la chaleur que l’acier. | 0,250,25 |
| 2.1.c | A distance d’un point de chauffage constante et à temps fixé, la température du cuivre est plus élevée que celle de l’acier.La deuxième couche en cuivre permet de mieux répartir sur toute la surface de cuisson les calories issues de la source de chauffage.L'apparition de points chauds est ainsi retardée et évite la formation de fumées lors du chauffage d’huiles. | 0,50,250,25 |
| 2.2.a | Equation-bilan 3Fe(s)+2O2(g) ⭢ Fe3O4(s)Etats physiques dans l’équation | 0,50,5 | 1,5 |
| 2.2.b | La croissance de composés type Fe3O4 sur la couche de combinaison et à l’intérieur des porosités renforce la résistance à la corrosion par obturation des porosités.  | 0,5 |
| 2.3.a. | Plus rapide, automatisable, écologique, non destructif. |  0,25x2 | 2,5 |
|  |  |
| 2.3.b | Ils peuvent s’aimanter et donc générer un champ magnétique. |  0,5 |
| 2.3.c | Principe du phénomène d’induction : Les variations de champ B dans le matériau étudié créent un courant induit dans la bobine n°2 |  1 |
| 2.3.d | D’après **la loi de Lenz**, la fém induite est proportionnelle à la variation temporelle du flux magnétique donc la tension induite est d’autant plus importante que les variations du flux magnétique, donc du champ magnétique, sont grandes. | 0,5 |  |
| 2.4. | Pour être conforme, la dureté doit être comprise entre 405 et 435 HV1. D’après la droite d’étalonnage, cela correspond à une tension induite comprise entre 450 et 760 mV.D’après l’oscillogramme, la tension induite moyenne est d’environ 600 mV, ce qui correspond à une dureté de 420 HV1 : la pièce est conforme. | 1 1 | 2 |