

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

**SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES**

**Sous-épreuve spécifique à chaque option**

**Option A : Traitements Thermiques**

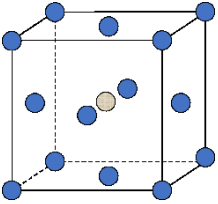
**- U4.3A -**

SESSION 2018

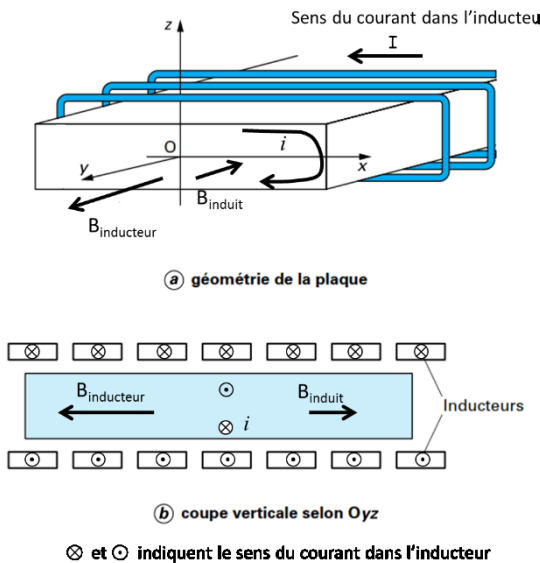
Durée : 2 heures

Coefficient : 2

**CORRIGÉ**

Exercice 1		12	points
question	réponse attendue	barème détaillé	barème global
1.1.	Qualités requises : bonnes propriétés de glisse, résistance à l'abrasion, peu sensibles aux chocs, peu sensibles à l'écaillage	1	1
1.2.a	Ils permettent d'augmenter la dureté en surface en conservant les propriétés de résilience à cœur. Articles [0006] et [0007] : résilience à cœur : peu sensible aux chocs ; dureté : résistant aux rayures et glisse améliorée	0,5 0,5	2,5
1.2.b	En cémentation, c'est le carbone qui diffuse. En nitruration, c'est l'azote.	0,5	
1.2.c	En cémentation, le durcissement est le résultat de la formation de martensite lors de la trempe qui fait suite à l'étape de cémentation. En nitruration, il est le résultat de la formation d'une couche de combinaison en surface.	0,5	
1.2.d	L'article [0047] indique la formation de composés de combinaison. En ce point, la boruration est analogue à la nitruration	0,5	
1.3.a	Le fer est sous forme $\gamma$ (le minimum de température pour $\gamma$ est 835°C)	0,5	3,5
1.3.b		0,5	
1.3.c	Il s'agit d'un site octaédrique (4 atomes sur le plan horizontal + 1 au-dessus +1 au-dessous)	0,5	
1.3.d	$a = 2R + 2 R_{\min}$ donc $R_{\min} = 1/2 (a-2R) = 53,5 \text{ pm}$	1	
1.3.e	Le bore est beaucoup trop gros pour entrer dans le site sans déformation excessive, la formation d'un alliage d'insertion n'est pas favorisée. D'un autre côté, le bore est beaucoup plus petit que le fer, un alliage par substitution ne sera pas favorisé non plus. Ainsi le doute persiste.	1	

1.4.a	$\Delta_r H^\circ = -\Delta_f H^\circ(\text{NaBF}_4) + \Delta_f H^\circ(\text{NaF}) + \Delta_f H^\circ(\text{BF}_3) = 132 \text{ kJ.mol}^{-1}$ <p><math>\Delta_r H^\circ</math> est positive. La réaction est endothermique. Elle sera donc favorisée par une augmentation de température. En d'autres termes, elle se fera mieux à plus haute température d'où l'appellation décomposition thermique.</p>	1 0,5 0,5	5
1.4.b	$K = \exp\left(\frac{-\Delta_r G^\circ}{RT}\right) = \exp\left(\frac{469,7 \cdot 10^3}{8,314 \times 900}\right) = 1,83 \cdot 10^{27}$ <p><math>K \gg 1000</math> donc la réaction est totale</p>	1 0,5	
1.4.c	Dans la zone la plus riche en bore, près de la surface, zone A, il y aura formation de FeB. Dans la zone C, il y a le moins de bore, il s'agira donc de la couche de diffusion. La zone intermédiaire B sera constituée de Fe <sub>2</sub> B.	1,5	
<b>Exercice 2</b>		<b>8</b>	<b>points</b>
2.1.a	$D_0$ est en $\text{m}^2\text{s}^{-1}$	0,5	3
2.1.b	$\frac{\varepsilon^2}{\tau} = D_0 \cdot e\left(\frac{-E_a}{RT}\right) = \text{constante}$ <p>Car <math>D_0</math>, <math>E_a</math> et <math>R</math> sont constants, ainsi que la température.</p>	1	
2.1.c	$\left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}\right)^2 = \frac{t_1}{t_2} \quad \text{donc} \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_1 \sqrt{\frac{t_2}{t_1}} = 140 \sqrt{\frac{3}{7}} = 91,65 \mu\text{m}$ <p>L'article [0068] précise que l'épaisseur doit être comprise entre 10 et 300 <math>\mu\text{m}</math>. L'épaisseur obtenue est donc suffisante.</p>	1 0,5	
2.2.a	$C_p(\text{cément}) = 0,05 \times 950 + 0,05 \times 1096 + 0,90 \times 671 = 706,2 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ $Q = m \cdot C_p(\text{cément}) \cdot (T_{\text{final}} - T_{\text{initial}}) = 15 \times 706,2 \times (900 - 25) = 9269 \text{ kJ}$	0,5 0,5	2,5
2.2.b	La pièce métallique va se réchauffer par conduction	0,5	
2.2.c	<p>Le refroidissement en air calme met en jeu une convection.</p> <p>Les masses d'air en contact avec la pièce se réchauffent, leur densité diminue, elles s'élèvent et sont remplacées par d'autres masses plus froides et ainsi de suite.</p>	0,5 0,5	

2.3.a	Il apparaît sur une faible épaisseur à la surface de la pièce un courant électrique, appelé courant de Foucault, dont la direction est telle que ses effets s'opposent au champ qui lui a donné naissance	1	2,5
2.3.b	Un corps conducteur est caractérisé par une valeur de résistance électrique (plus faible que celle d'un corps isolant, mais néanmoins non nulle). Lorsqu'il est parcouru par un courant, l'échauffement qui se produit est lié à la conversion de l'énergie électrique en énergie thermique liée à l'effet joule.	0,5	
2.3.c	 <p>⊗ et ⊙ indiquent le sens du courant dans l'inducteur</p>	1	