

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option A : Traitements Thermiques

- U4.3A -

SESSION 2017

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

CORRIGE

EXERCICE 1: déterminations de caractéristiques mécaniques				12 points															
1. Traction et déformation																			
1.1. Représentation de la courbe conventionnelle de traction																			
1.1.1.	L et L_0 sont des longueurs en mètre (m) e l'allongement relatif sans unité F une force en Newton (N) S_0 une section en (m^2) R une contrainte en Pascal (Pa)			1,5															
1.1.2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>L-L₀ (mm)</th> <th>F (N)</th> <th>e = (L-L₀)/L₀</th> <th>F/S₀ (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0,0000</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0,1</td> <td>7420</td> <td>0,0025</td> <td>186</td> </tr> <tr> <td>0,14</td> <td>9646</td> <td>0,0035</td> <td>241</td> </tr> </tbody> </table>	L-L ₀ (mm)	F (N)	e = (L-L ₀)/L ₀	F/S ₀ (MPa)	0	0	0,0000	0	0,1	7420	0,0025	186	0,14	9646	0,0035	241		1
L-L ₀ (mm)	F (N)	e = (L-L ₀)/L ₀	F/S ₀ (MPa)																
0	0	0,0000	0																
0,1	7420	0,0025	186																
0,14	9646	0,0035	241																
1.1.3	<p style="text-align: center;">courbe de traction conventionnelle R = f(e)</p>			3,5															
1.2. Exploitation de la courbe																			
1.2.1.	Compléter DR2 Rm= 320 MPa accepter les valeurs cohérentes avec la droite tracée.			1															
1.2.2.	Le module d'Young correspond à la pente de la partie linéaire de la courbe, soit $E = \frac{R}{e} = \frac{230 \cdot 10^6}{0,0032} = \mathbf{72 \text{ GPa}}$ Ou en utilisant le point calculé : $E = \frac{R}{e} = \frac{186 \cdot 10^6}{0,0025} = \mathbf{74 \text{ GPa}}$			1															
1.2.3.	A l'échelle microscopique, le déplacement des dislocations induit le déplacement irréversible des atomes d'où une déformation plastique.			1															

	les 2 types de dislocations sont : dislocations vis et dislocations coin		
2. Utilisation du microscope à balayage (MEB)			
2.1.	<ul style="list-style-type: none"> - La profondeur de champ est plus importante avec le MEB et permet d'observer le relief du faciès - L'échantillon n'a pas besoin d'être poli pour l'observer au MEB 	0,5	0,5
2.2.	2.2.1. pour le MEB si $G=100$ alors la profondeur de champ = $1000 \mu\text{m} = 1 \text{ mm}$	0,25	0,5
	2.2.2. La profondeur de champ en MEB est supérieure à celle du microscope optique en raison de son faible angle d'ouverture du faisceau.	0,25	
2.3.	2.3.1. $E_c = q_e \times U_o = 1,6 \cdot 10^{-19} \times 15 \cdot 10^3 = 2,4 \cdot 10^{-15} \text{ J}$ soit 15 keV	0,75	1,75
	2.3.2. $E_i = E_c \leq \frac{h \times c}{\lambda_{\text{mini}}} \Rightarrow \lambda_{\text{mini}} \geq \frac{h \times c}{E_c} = 8,27 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ soit 82,75 pm	0,75	
	2.3.3. Ce rayonnement appartient aux RX	0,25	
2.4.	2.4.1. μ est en m^{-1}	0,25	2,75
	2.4.2. Pour $x_{1/2}$ on a $I = \frac{I_o}{2} \Leftrightarrow \frac{I_o}{2} = I_o \times e^{-\mu \cdot x_{1/2}}$ $\Leftrightarrow -\ln 2 = -\mu \cdot x_{1/2} \Leftrightarrow \mu = \frac{\ln 2}{x_{1/2}}$	1	
	2.4.3. Taux d'absorption : $\left(1 - \frac{I}{I_o}\right) \times 100 = 100 - e^{-\frac{\ln 2}{0,13} \times 10} = 100\%$ Le taux d'absorption étant de 100% donc tous les RX sont absorbés par la paroi, et l'opérateur utilisant l'appareil est protégé par la chambre échantillon. OU $\mu = \frac{\ln 2}{0,13 \cdot 10^{-3}} = 5332 \text{ m}^{-1}$ 99% absorbé signifie : $\frac{I}{I_o} = 1\% = 0,01 = e^{-\mu \cdot x_{\text{min}}}$ $d'où x_{\text{min}} = \frac{-\ln 0,01}{\mu} = 8,4 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 0,84 \text{ mm}$ L'épaisseur de la paroi de la chambre est plus grande que x_{min} Tout raisonnement cohérent sera valorisé	1,5	

Exercice 2 : Traitement thermochimique		8 points	
1.1.	Le potentiel carbone d'une atmosphère est le pourcentage massique en carbone de l'austénite non alliée en équilibre avec cette atmosphère à la température et la pression d'utilisation.	0,5	5
1.2.	$T = \theta + 273 = 950 + 273 = 1223 \text{ K}$ $\Delta_r G_T^0 = -174,5 \times 1223 + 170\,700 = -42714 \text{ J.mol}^{-1}$	1	
1.3.	$K = \exp\left(-\frac{\Delta G_T^0}{RT}\right) = \exp\left(\frac{42714}{8,314 \times 1223}\right) = 66,74$	1	
1.4.	$K = \frac{P(\text{CO})^2}{a_c \times P(\text{CO}_2)}$ $a_c = \frac{p_{\text{CO}}^2}{p_{\text{CO}_2} K} = \frac{0,2^2}{66,74 \times 10^{-3}} = 0,600$	0,5 1	
1.5.	$X\% = \frac{100 a_c}{19,5 a_c + 1,07 e^{\frac{4798,6}{T}}} = \frac{100 \times 0,6}{19,5 \times 0,6 + 1,07 e^{\frac{4798,6}{1223}}} = 0,912$	1	
2.	pour la température $\theta = 950 \text{ °C}$: Pour $\theta = 950 \text{ °C}$ $T = 1223 \text{ K}$ $D_T = D_0 \cdot e^{\frac{-\Delta_{diff} H^0}{RT}} = 10^{-5} \exp\left(-\frac{-134000}{8,314 \times 1223}\right) = 1,89 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	1	1
3.1.	$w_s = 0,85 \%$ $\text{erf}(u) = \frac{w - w_s}{w_0 - w_s} = \frac{0,35 - 0,85}{0,15 - 0,85} = 0,7143$	1	2
3.2.	Pour cette valeur de erf (u), on trouve $u = 0,754$ $x = 0,6 \text{ mm}$ $D = 1,89 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ $t = \frac{x^2}{4D u^2} = \frac{(6 \cdot 10^{-4})^2}{4 \times 1,9 \cdot 10^{-11} \times 0,754^2} = 8,33 \cdot 10^3 \text{ s} = 2,31 \text{ h}$	1	