

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

Sous-épreuve commune aux deux options

- U4.1 -

SESSION 2017

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

CORRIGÉ

Exercice 1 – Étude d'un alliage destiné au brasage – 6 points			
1.1. Étude du diagramme étain-argent			
1.1.a.	La courbe a est le liquidus.	0,50	3,25
1.1.b.	L'étain et l'argent ne sont pas miscibles en toute proportion à l'état solide car le diagramme est à eutectique.	0,5	
1.1.c.	Formule du composé défini :	0,25	
	$x(\text{Sn}) = 0,25$ donc $x(\text{Ag}) = 1 - 0,25 = 0,75$	0,5	
	$\frac{x(\text{Ag})}{x(\text{Sn})} = \frac{0,75}{0,25} = 3$ Le composé défini contient donc 3 fois plus d'argent que d'étain. Sa formule est SnAg_3 .	0,25	
1.1.d.	P est le péritectique.	0,25	
1.1.e.	Nature des phases :		
	Domaine I : phase liquide homogène	0,25	
	Domaine II : Sn(s) en équilibre avec la phase liquide	0,25	
	Domaine III : composé défini $\text{SnAg}_3(\text{s})$ en équilibre avec la phase liquide	0,25	
	Domaine IV : $\text{SnAg}_3(\text{s})$ en équilibre avec Sn(s)	0,25	
1.2. L'alliage étain-argent destiné au brasage			
1.2.a.	Calcul de la fraction massique à partir de la fraction molaire :		2,75
	$x(\text{Sn}) = \frac{\frac{w(\text{Sn})}{M(\text{Sn})}}{\frac{w(\text{Sn})}{M(\text{Sn})} + \frac{w(\text{Ag})}{M(\text{Ag})}} = \frac{\frac{0,97}{118,7}}{\frac{0,97}{118,7} + \frac{0,03}{107,9}} = 0,97$	0,5	
	Sur le diagramme, le mélange de fraction molaire 0,97 en étain correspond bien au mélange eutectique.	0,25	
1.2.b.	Courbe d'évolution de la température en fonction du temps : $T = f(t)$:		
		2	

Exercice 2 – Analyse d'un bain de zinc acide – 8 points			
2.1. Montage du bain			
2.1.a.	$C_m(\text{ZnCl}_2) = 30 + \frac{80 - 30}{2} = 55 \text{ g/L}$	0,25	1,5
	$C_m(\text{KCl}) = 240 + \frac{320 - 240}{2} = 280 \text{ g/L}$	0,25	
	$C_m(\text{H}_3\text{BO}_3) = 25 + \frac{30 - 25}{2} = 27,5 \text{ g/L}$	0,25	
2.1.b.	$m(\text{ZnCl}_2) = 55 \times 150 = 8,3 \text{ kg}$ $m(\text{KCl}) = 280 \times 150 = 42 \text{ kg}$ $m(\text{H}_3\text{BO}_3) = 27,5 \times 150 = 4,13 \text{ kg}$	0,25 0,25 0,25	
2.2. Analyse du bain			
	Dosage des ions zinc : dosage complexométrique (entre les cations métalliques Zn^{2+} et le ligand EDTA)	1	3
	Dosage des ions chlorures : dosage par précipitation (entre les ions chlorure et les ions argent)	1	
	Dosage de l'acide borique : dosage acidobasique (entre l'acide faible acide borique et la base forte soude)	1	
2.3. Dosage des ions zinc			
2.3.a.	A l'équivalence : $n_{\text{Zn}^{2+},d} = n_{\text{Y}^{4-}}$	0,25	
	$[\text{Zn}^{2+}]_d \times V = [\text{Y}^{4-}] \times V_{\text{éq}}$ et $[\text{Zn}^{2+}]_d = \frac{[\text{Y}^{4-}] \times V_{\text{éq}}}{V}$	0,5	
	$[\text{Zn}^{2+}]_d = \frac{0,050 \times 3,9}{25} = 7,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$	0,25	
2.3.b.	$[\text{Zn}^{2+}] = \frac{250}{10} \times [\text{Zn}^{2+}]_d$	0,25	3,5
	$[\text{Zn}^{2+}] = \frac{250}{10} \times 7,8 \cdot 10^{-3} = 0,20 \text{ mol/L}$	0,25	
	$C_m(\text{Zn}^{2+}) = [\text{Zn}^{2+}] \times M(\text{Zn})$	0,25	
	$C_m(\text{ZnCl}_2) = [\text{Zn}^{2+}] \times M_{\text{ZnCl}_2} = 0,20 \times 136,4 = 27 \text{ g/L}$	0,5	
2.3.c.	D'après le doc 1 : $C_m(\text{Zn}^{2+}) = V_{\text{éq}} \times 3,27 = 3,9 \times 3,27 = 13 \text{ g/L}$ Les résultats sont cohérents.	0,25 0,25	
2.3.d.	$C_m(\text{Zn}^{2+}) < 15 \text{ g/L}$: le bain n'est pas conforme : il n'est pas assez concentré en zinc.	0,25	
	Il faut donc le corriger : il manque $(28 - 13) = 15 \text{ g/L}$ de zinc. Il faut donc apporter $2 \times 15 = 30 \text{ g}$ de chlorure de zinc par litre de bain et $30 \times 150 = 4\,500 \text{ g}$ de chlorure de zinc pour corriger 150 L de bain	0,25 0,25 0,25	

Exercice 3 – Étude de caractéristiques physiques lors de la mise en œuvre d'un procédé sol-gel – 6 points.

3.1. Avantages du procédé sol-gel

<p>Deux avantages du procédé sol-gel par rapport à la chromatation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - toxicité moindre - plus économe en énergie : conditions de température et de pression ordinaires - contrôle de l'épaisseur 	0,25 0,25	0,5
---	--------------	-----

3.2. Suivi de la viscosité du bain

3.2.a.	<p>Unités de la viscosité :</p> $[K] \times [\rho] \times [t] = L^2 \cdot T^{-2} \times M \cdot L^{-3} \times T = M \cdot L^{-1} \cdot T^{-1}$ <p>Or, d'après l'énoncé : $Pa \cdot s = M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2} \times T = M \cdot L^{-1} \cdot T^{-1}$</p> <p>La viscosité s'exprime donc bien en Pa.s</p>	0,5	2,25
3.2.b.	$\rho_B = \frac{m_1 - m_0}{V} = \frac{155,0 - 85,0}{50,0} = 1,40 g \cdot mL^{-1} = 1,40 \cdot 10^3 kg \cdot m^{-3}$	0,5	
3.2.c.	<p>Temps de chute moyen : $\bar{t} = 15s$</p> <p>Viscosité moyenne :</p> $\bar{\eta} = 5,5 \cdot 10^{-8} \times (1,66 \cdot 10^4 - 1,40 \cdot 10^3) \times 15 = 1,3 \cdot 10^{-2} Pa \cdot s$	0,25	
	3.2.d.	$\eta = (1,3 \cdot 10^{-2} \pm 1 \cdot 10^{-3}) Pa \cdot s$	

3.3. Vidage de la cuve

3.3.a.	<p>Volume d'eau : $V = L \times l \times H = 2,50 \times 0,70 \times 1,20 = 2,10 m^3$</p>	0,5	3,25
3.3.b.	$P_A = P_0 + \rho \cdot g \cdot H = 1,01 \cdot 10^5 + 1,00 \cdot 10^3 \times 9,81 \times 1,20 = 1,13 \cdot 10^5 Pa$	0,5	
3.3.c.	$F = P_A \times S_1 = 1,13 \cdot 10^5 \times 64 \cdot 10^{-4} = 7,2 \cdot 10^2 N$	0,5	
3.3.d.	<p>Débit volumique Q_V : $Q_V = \frac{V}{t} = \frac{2,10}{68} = 3,1 \cdot 10^{-2} m^3 \cdot s^{-1}$ soit 31 L.s⁻¹</p>	0,5	
	<p>Vitesse v_1 : $v_1 = \frac{Q_V}{S_1} = \frac{3,1 \cdot 10^{-2}}{64 \cdot 10^{-4}} = 4,8 m \cdot s^{-1}$</p>	0,5	
3.3.e.	<p>Un rétrécissement de section provoque une augmentation de la vitesse d'écoulement.</p> $v_2 = \frac{S_1 \times v_1}{S_2} = \frac{64 \times 4,8}{\pi \times 6,0^2 / 4} = 11 m \cdot s^{-1}$	0,25 0,5	