

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option B : Traitements de surface

- U4.3B -

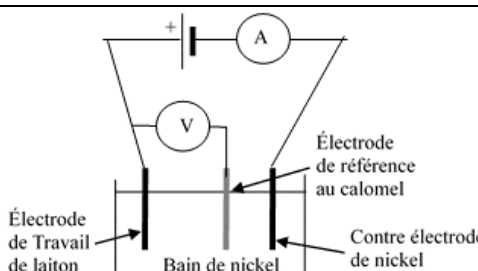
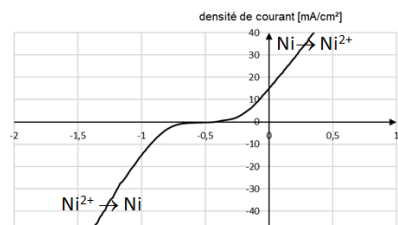
SESSION 2025

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

CORRIGÉ

Exercice 1 – 11 points			
Étude du nickelage électrolytique			
	Correction proposée	Barème détaillé	Barème Santorin
1.	Dans une espèce la somme des no des éléments est égale à la charge. D'autre part no(O) = +II et no(H) = - I Ni ²⁺ (aq) : no(Ni) = +II Ni ₂ O ₃ (s) : no(Ni) = +III NiO ₂ (s) : no(Ni) = +IV	0,25 0,25 0,25 0,25	1
2.	Ni ²⁺ (aq) et NiO ₂ (s) placés Justification	0,25 0,25	0,5
3.	Domaines correctement placés sur le diagramme Immunité Ni(s) : domaine de la forme au no = 0 Passivation Ni(OH) ₂ (s), NiO ₂ (s) et Ni ₂ O ₃ (s) : domaine des oxydes solide et hydroxydes protecteurs. Corrosion : Ni ²⁺ (aq) : domaines des formes oxydées solubles <i>Toute définition cohérente sera acceptée.</i>	0.75 (-0.25 par erreur) 0,25x3	1,5
4.	Pour le couple H ₂ O/H ₂ : $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$ Avec la loi de Nernst : $E = E^0 + \frac{0,06}{2} \times \log\left(\frac{[H^+]^2}{a_{H_2}}\right) = -0,06 \times pH$ Pour le couple O ₂ /H ₂ O : $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$ Avec loi de Nernst : $E = E^0 + \frac{0,06}{4} \times \log([H^+]^4 \cdot a_{O_2}) = 1,23 - 0,06 \times pH$	0,25 0,5 0,25 0,5	1,5
5.	Les droites frontières correctement tracées Les 3 espèces H ₂ / H ₂ O / O ₂ correctement placées	0,25x2 0,25	0,75
6.	Le domaine de Ni(s) n'a pas de zone commune avec le domaine de O ₂ (g) donc le nickel métal s'oxyde en présence de O ₂ (g). En milieu neutre, d'après le diagramme de l'annexe 1, la forme oxydée se trouve dans le domaine de passivation	0,5 0,25	0,75
7.	Choix des couples : NiO ₂ /Ni et O ₂ /H ₂ O Ni + 2 H ₂ O $\rightleftharpoons$ NiO ₂ + 4 e ⁻ + 4 H ⁺ O ₂ + 4H ⁺ + 4e ⁻ $\rightleftharpoons$ 2H ₂ O	0,25 0,25 0,25	0,75
8.	Méthode au choix (Nernst ou $\Delta_R G^\circ$) Application numérique : K = 10 ³⁴ Conclusion : K = 10 ³⁴ > 10 ⁴ la réaction est quantitative	1.5 0,25 0,25	2
9.	Corrosion galvanique	0,5	0,5
10.	Potentiel standard du nickel inférieur à celui du cuivre revêtement en nickel : anode sous couche en cuivre : cathode	0,5 0,25 0,25	1
11.	A l'anode : Ni $\rightarrow$ Ni ²⁺ + 2 e ⁻ A la cathode O ₂ + 4H ⁺ + 4e ⁻ $\rightleftharpoons$ 2H ₂ O	0,25 0,25	0,5
12.	protection cathodique ou anode sacrificielle	0,25	0,25

Exercice 2 – 9 points			
Étude de la simulation du nickelage électrolytique			
	Correction proposée	Barème détaillé	Barème Santorin
1.	$M_{NiSO_4,6H_2O} = 262,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $M_{NiCl_2,6H_2O} = 237,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $C_{NiSO_4,6H_2O} = \frac{250}{262,8} = 0,95 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $C_{NiCl_2,6H_2O} = \frac{60}{237,7} = 0,25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $[Ni^{2+}] = C_{NiSO_4,6H_2O} + C_{NiCl_2,6H_2O} = 1,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $[Cl^-] = 2 \times C_{NiCl_2,6H_2O} = 0,50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	2x0,25 2x0,25 0,25 0,25	1,5
2.	« prop » car 3 carbones « yn » car triple liaison entre carbones « ol » car fonction alcool sur le carbone	0,25 0,25 0,25	0,75
3.	Demi-équation électronique : $Ni^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons Ni$ $E = E^0 + \frac{0,06}{2} \cdot \log \left(\frac{[Ni^{2+}]}{a_{Ni}} \right)$ loi de Nernst $E = -0,25 + \frac{0,06}{2} \cdot \log \left(\frac{1,2}{1} \right) = -0,25V$	0,25 0,25 0,25	0,75
4.	On calcule $E = -0,49 + 0,24 = -0,25 V$ On retrouve une valeur cohérente avec celle calculée à la question 3.	0,25 0,25	0,5
5.		0,5 schéma 0,5 légende des électrodes	1
6.	 Légende des 2 branches	2x0,25	0,5
7.	Le système est lent Justification (<i>toute réponse cohérente sera acceptée</i>)	0,25 0,25	0,5
8.	Conversion : mol/L en mol/dm ³ Analyse aux unités acceptées	0,25 0,5	0,75
9.	$\sigma = 0,992 \times 1,200 + 0,763 \times 0,50 + 1,600 \times 0,95$ $\sigma = 3,09 \text{ S} \cdot \text{dm}^{-1}$	0,5 0,25	0,75
10.	$n_{Ni} = \frac{n_{e^-}}{2}$ et $n_{Ni} = \frac{m_{Ni}}{M_{Ni}} = \frac{\rho_{Ni} \cdot S \cdot e}{M_{Ni}}$ $Q = n_{e^-} \cdot F = I_{Ni} \cdot t$ donc $n_{e^-} = \frac{I_{Ni} \cdot t}{F}$ $\frac{\rho_{Ni} \cdot S \cdot e}{M_{Ni}} = \frac{I_{Ni} \cdot t}{2 \times F} = \frac{I \cdot R_C \cdot t}{2 \times F}$ Proposition de correction (<i>tout raisonnement sera accepté et valorisé</i>) $J = \frac{I}{S} = \frac{2 \times F \cdot \rho_{Ni} \cdot e}{M_{Ni} \cdot R_C \cdot t}$ $J = \frac{2 \times 96500 \times 8,9 \times 1,6 \cdot 10^{-4}}{58,7 \times 0,98 \times 30 \times 60} = 2,65 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2} = 0,27 \text{ A} \cdot \text{dm}^{-2}$	0,25x2 0,25 0,25 0,25 0,25	2

Discussion sur la valeur obtenue : la valeur de J calculée est en dessous de la plage donc n'est pas compatible. Complément pour information : Épaisseur minimale calculée avec 98% de rendement : 3,0 μm Épaisseur maximale calculée avec 98% de rendement : 60,3 μm Par conséquent la valeur 1,6 μm proposée n'est pas dans la fourchette, valeur non compatible.	0,5	
--	-----	--