



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CRDP Aquitaine

SESSION 2009

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES
Sous-épreuve commune aux deux options

- U4.1 -

DUREE : 2 HEURES

COEFFICIENT : 2

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n°99-186
du 16 novembre 1999

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 5 pages, numérotées de 1 à 5 .

Page 1/5

Exercice 1 : Etude cristallographique de l'argent (7 points).

Données :

Volume d'une sphère de rayon R : $V = \frac{4.\pi.R^3}{3}$

Masses molaires atomiques : $M (Ag) = 108 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M (Au) = 197 \text{ g.mol}^{-1}$.

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

L'argent, de rayon atomique $R = 144 \text{ pm}$, cristallise avec un réseau cubique à faces centrées (C.F.C). Selon leur taille, des atomes étrangers E peuvent pénétrer dans le réseau d'argent et former une solution solide d'insertion, par occupation des sites interstitiels, ou de substitution, par remplacement des atomes d'argent.

- 1) Représenter la maille conventionnelle du réseau de l'argent et dénombrer le nombre d'atomes par maille.
- 2) Quelle est la relation entre le rayon atomique R et le paramètre de maille a ? Justifier la réponse. Donner la valeur de ce paramètre a .
- 3) Calculer la masse volumique μ de l'argent pur.
- 4) Déterminer la coordinence (nombre de premiers voisins), puis la compacité du réseau C.F.C.
- 5) *Lorsqu'elle se produit, l'insertion fait intervenir les divers sites cristallographiques.*
 - a. Préciser le nombre de sites octaédriques et tétraédriques contenus dans une maille C.F.C.
 - b. Calculer le rayon maximum r_i d'un atome étranger E sphérique se logeant, sans déformation du réseau, au sein d'un site octaédrique.
- 6) *L'or, de rayon atomique $R' = 147 \text{ pm}$, donne une solution solide α avec l'argent.*

A partir de cette donnée et des résultats précédents, déterminer la nature de cette solution solide α . (substitution ou insertion). Justifier la réponse.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences Physiques et Chimiques	Session 2009
Code : TMSPC AB	Sous-épreuve commune aux deux options – U4.1		Page 2/5

Exercice 2 : Détermination de la chaleur latente de fusion de la glace (6 points).

Donnée : Capacité thermique massique de l'eau : $c_e = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Un calorimètre adiabatique muni de ses accessoires a une capacité thermique totale $C = 120 \text{ J.K}^{-1}$. Il contient un ensemble en équilibre thermique à la température θ_1 de $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$ constitué de $m_1 = 250 \text{ g}$ d'eau et d'un morceau de glace de masse $m_2 = 40,0 \text{ g}$. Une résistance chauffante totalement immergée est alimentée sous la tension $U = 24,0 \text{ V}$.

L'intensité I est alors égale à $2,50 \text{ A}$.

L'accroissement $\Delta\theta$ de la température atteint $28,8 \text{ }^\circ\text{C}$ après $14 \text{ min } 20 \text{ s}$ de chauffage.

- 1) Préciser la signification du mot *adiabatique*
- 2) Décrire l'évolution du morceau de glace entre l'état initial et l'état final.
- 3) Ecrire les expressions littérales des quantités de chaleurs Q_1 , Q_2 , Q_3 , reçues respectivement par
 - la masse m_1 d'eau.
 - le morceau de glace de masse m_2 .
 - le calorimètre.
- 4) Ecrire l'expression de la quantité de chaleur Q_4 fournie par la résistance chauffante.
- 5)
 - a. Ecrire sous forme littérale l'équation calorimétrique relative à l'échange de chaleur ayant eu lieu.
 - b. Calculer la chaleur latente de fusion de la glace L_f en précisant l'unité.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences Physiques et Chimiques	Session 2009
Code : TMSPC AB	Sous-épreuve commune aux deux options – U4.1		Page 3/5

Exercice 3: Séparation des sulfures métalliques dans un minerai (7 points).

Données:

Produits de solubilités K_s de quelques sulfures.

sulfure	CuS	PbS	CdS	SnS	ZnS	CoS	NiS	MnS
K_s	$10^{-35,2}$	$10^{-26,6}$	$10^{-26,1}$	10^{-25}	$10^{-23,8}$	$10^{-20,4}$	$10^{-18,5}$	$10^{-9,6}$

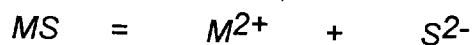
On donne pour le couple HS^-/S^{2-} : $pK_{a1} = 13$, et pour le couple H_2S/HS^- : $pK_{a2} = 7$

Un minerai susceptible de contenir les éléments métalliques suivants: Cu; Pb; Cd; Sn; Zn; Co; Ni et Mn est attaqué par une solution aqueuse acide. Après l'attaque, on suppose que tous les éléments métalliques sont passés en solution sous forme d'ions M^{2+} .

On fait ensuite barboter dans cette solution du sulfure d'hydrogène H_2S qui entraîne la présence d'ions HS^- et S^{2-} en solution.

- 1)
 - a. Ecrire l'équation de l'équilibre acido-basique correspondant à chacun des couples HS^-/S^{2-} et H_2S/HS^- .
 - b. Exprimer les constantes d'équilibre K_{a1} et K_{a2} en fonction des concentrations molaires des espèces chimiques.
 - c. Exprimer le rapport $\frac{[S^{2-}] \cdot [H_3O^+]^2}{[H_2S]}$ en fonction de K_{a1} et K_{a2} .

Soit le sulfure d'un métal M; on obtient à l'équilibre en solution:



- 2)
 - a. exprimer le produit ionique P_i (ou quotient de réaction) correspondant à cet équilibre en fonction des concentrations molaires de chaque espèce en solution.
 - b. Quelle condition doit satisfaire ce produit ionique par rapport au produit de solubilité K_s pour que le sulfure MS précipite ?

On montre qu'à l'équilibre dans cette solution le produit ionique P_i peut s'exprimer de la forme:

Sous-épreuve commune aux deux options : Sciences Physiques et Chimiques

$$P_i = \frac{K_{a_1} \cdot K_{a_2} \cdot [M^{2+}] \cdot [H_2S]}{[H_3O^+]^2}$$

On suppose que dans la solution, $[H_2S]$ est maintenue égale à $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

Par ailleurs on considère que la totalité des ions métalliques M^{2+} d'une espèce a précipité sous forme de sulfure MS lorsque la concentration $[M^{2+}]$ atteint une valeur égale ou inférieure à $1,0 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$. On peut alors procéder à une séparation par filtration des sulfures des différents métaux présents en fixant le pH de la solution.

3)

- a. Dans ces conditions ($[H_2S] = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et $[M^{2+}] = 1,0 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$) calculer la valeur du produit ionique P_i lorsqu'on ajuste le pH de la solution à zéro.
- b. A pH = 0 quels sont les métaux qui ont précipité sous forme de sulfures dans la solution? Justifier la réponse.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR – TRAITEMENTS DES MATERIAUX			
Durée : 2 heures	Coefficient : 2	Sciences Physiques et Chimiques	Session 2009
Code : TMSPC AB		Sous-épreuve commune aux deux options – U4.1	Page 5/5