

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX

Sous-épreuve commune aux deux options : Sciences Physiques et Chimiques U4.1

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

Exercice A (Les deux parties de l'exercice sont indépendantes)

Sur la notice de préparation et d'utilisation d'un réactif macrographique destiné à l'observation de la grosseur des grains ou de la structure d'alliages d'aluminium, on peut lire :

Réactif fluosulfurique

Acide fluorhydrique :	50 g.L ⁻¹	Immersion à température ambiante pendant 5
Acide sulfurique :	196 g.L ⁻¹	minutes puis rinçage abondant en brossant
Eau :	q.s.q 1 L	doucelement la surface.

Première Partie

On décide de préparer un volume de 100 mL de réactif fluosulfurique en mélangeant de l'acide fluorhydrique et de l'acide sulfurique préparés à partir de solutions commerciales. Les indications inscrites sur les bouteilles commerciales sont les suivantes :

Acide fluorhydrique M : 20,0 g.mol ⁻¹ %:40 d:1,13	Acide sulfurique M:98,1g.mol ⁻¹ %:96 d:1,83
---	---

On considérera que ces acides se comportent comme des acides forts.

- A.1)** Calculer les concentrations molaires volumiques de chacun des acides dans le réactif fluosulfurique.
- A.2)** Calculer les volumes des acides à prélever dans les bouteilles commerciales pour préparer les solutions acides entrant dans la composition des 100 mL de réactif fluosulfurique.
- A.3)** Écrire les réactions de ces acides dans l'eau. Calculer la concentration molaire volumique en ions hydrogène, fluorure et sulfate présents dans le réactif fluosulfurique.

Deuxième Partie

Le réactif fluosulfurique préparé est en réalité trop concentré et doit donc être dilué. On opère une dilution pour obtenir 100 mL d'une solution diluée de concentration molaire volumique en ions hydrogène égale à 0,65 mol.L⁻¹ que l'on utilise pour analyser un échantillon d'aluminium.

- A.4)** Écrire l'équation-bilan d'oxydation de l'aluminium par les ions hydrogène du réactif fluosulfurique.
- A.5)** Calculer la concentration en ions aluminium (III) présents dans 10 mL de solution diluée utilisée pour analyser l'échantillon d'aluminium.
- A.6)** Calculer le volume correspondant de gaz dégagé à 25 °C sous 1 bar.

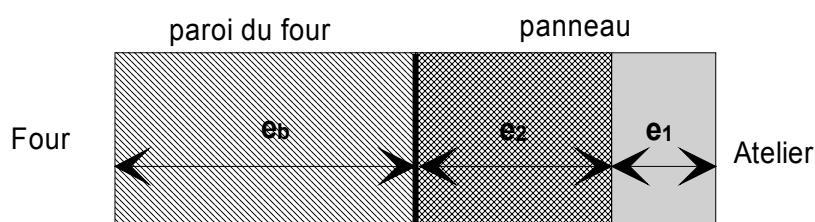
Sous-épreuve commune aux deux options : Sciences Physiques et Chimiques

EXERCICE B

Dans le cadre de la rénovation d'un atelier de traitements thermiques, on désire utiliser des panneaux composites pour renforcer l'isolation thermique des fours de revenus. Ces panneaux composites notés (e_1+e_2) sont constitués par une plaque de plâtre d'épaisseur $e_1 = 10$ mm associée à une plaque isolante d'épaisseur e_2 .

La plaque de plâtre est dirigée vers le local de l'atelier, la plaque isolante est en contact avec la paroi externe du four.

Dans l'atelier, les parois de l'ancien four sont constituées par une couche de briques réfractaires d'épaisseur $e_b = 11$ cm, de conductivité thermique λ_b égale à $1,8 \text{ kJ.h}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.



La différence moyenne de température mesurée entre l'intérieur du four de revenus et l'atelier est égale à 500°C .

Le fabricant des panneaux composites fournit la résistance thermique d'un mètre-carré de panneau composite pour différentes épaisseurs de plaque isolante :

Epaisseur d'isolant	e_2 (mm)	20	30	50	70	90
Résistance thermique du panneau composite	$R_{thp} (^\circ\text{C}.\text{W}^{-1})$	0,524	0,774	1,274	1,774	2,274

Compte-tenu des toutes ces données, le choix définitif se porte vers le panneau composite le plus épais (10+90).

On rappelle que pour une plaque d'épaisseur e , de conductivité thermique λ et de surface S , la résistance thermique R_{th} s'exprime par la relation :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda.S}$$

B.1) La résistance thermique équivalente du panneau composite R_{thp} s'exprime par la relation :

$$R_{thp} = R_{th1} + R_{th2}$$

où R_{th1} est la résistance thermique du plâtre et R_{th2} la résistance thermique de la plaque isolante.

Etablir cette relation.

B.2) Tracer, sur papier millimétré, le graphe de la fonction $R_{thp} = f(e_2)$ représentant les variations de la résistance thermique du panneau en fonction de l'épaisseur e_2 de la plaque isolante. En déduire, en le justifiant, l'équation cartésienne de cette courbe.

Échelle donnée : en abscisses 1 cm 5 mm, en ordonnée 1 cm 0,1 °C. W⁻¹.

- B.3)** Préciser l'unité légale de la conductivité thermique.
- B.4)** Dédire de l'équation cartésienne de la courbe $R_{thp} = f(e_2)$ la conductivité thermique λ_1 du plâtre seul.
- B.5)** Dédire de l'équation cartésienne de la courbe $R_{thp} = f(e_2)$ la conductivité thermique λ_2 de la plaque isolante seule.
- B.6)** Calculer le flux thermique à travers un mètre-carré de paroi du four avant l'isolation.
- B.7)** Calculer le flux thermique à travers un mètre-carré de paroi du four après l'isolation avec les panneaux composite (10 + 90).
- B.8)** Conclure cette étude en calculant l'écart relatif entre les flux thermiques avant et après l'isolation du four.

EXERCICE C

Des tables fournissent l'enthalpie standard de réaction de formation de l'eau liquide :

$$\Delta_r H^\circ(H_2O_{(l)}) = -57 \text{ kJ.mol}^{-1}.$$

Afin de vérifier expérimentalement cette valeur, on réalise l'expérience de calorimétrie suivante :

Dans un calorimètre, considéré comme quasi-adiabatique, de capacité thermique C_{cal} égale à 50 J.K^{-1} , on mélange 100 mL d'une solution molaire de chlorure d'hydrogène et 100 mL d'une solution molaire d'hydroxyde de sodium.

L'expérience débute à la température ambiante de 20°C .

A l'intérieur du calorimètre, quand la réaction acide-base est terminée, la température finale de la solution est égale à $26,3^\circ\text{C}$.

Par hypothèse et pour simplifier, on considère que la solution obtenue se comporte, au plan thermique, comme 200 mL d'eau pure de capacité thermique massique C_{eau} égale à $4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

- C.1)** Écrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit lors du mélange des solutions et qui conduit à la formation d'une mole d'eau.
- C.2)** Donner la signification de l'enthalpie de réaction de formation de l'eau et justifier son signe.
- C.3)** Calculer la concentration molaire volumique en chlorure de sodium dans la solution obtenue. En déduire sa concentration massique et comparer cette valeur à la solubilité du chlorure de sodium afin de justifier l'hypothèse simplificatrice.
- C.4)** A partir des résultats de l'expérience, calculer l'enthalpie standard de réaction de formation de l'eau liquide.
- C.5)** Calculer l'écart relatif entre la valeur expérimentale et celle fournie dans les tables.

DONNÉES

Masses molaires atomiques : $M_{\text{Na}} = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

Masse volumique de l'eau liquide : $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

Volume molaire à 25°C et sous 1 bar : $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

Solubilité du chlorure de sodium à 20°C : $s_{(\text{NaCl})} = 358 \text{ g.L}^{-1}$