

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MISE EN FORME DES MATÉRIAUX PAR FORGEAGE

SESSION 2007

SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

L'usage de la calculatrice est autorisé selon les termes de la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999, tout autre document est interdit.

Les données sont en italique.

Le sujet comporte 4 pages numérotées 1/4 à 4/4.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies. Le candidat devra respecter les notations de l'énoncé et bien indiquer, pour chaque réponse, le numéro exact de la question.

CHIMIE

Les données nécessaires aux applications numériques pour cette partie sont en page 3.

Dans l'ensemble du sujet on étudie la qualité et le transport des « eaux de trempe » utilisées dans une usine métallurgique. La trempe est un traitement thermique des métaux qui consiste à plonger un matériau chaud dans un fluide plus froid afin de le doter de propriétés nouvelles.

I. Qualité des eaux de trempe (7 points)

1. Dans une usine de métallurgie, on contrôle la qualité des eaux de trempe.

On mesure le pH de cette eau et on trouve un pH de 6.

1.1 Calculer les concentrations en ions H_3O^+ et en ions $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ de cette eau.

1.2 Comment qualifie-t-on cette eau ?

2. Étude qualitative :

Une eau trop acide peut attaquer certains métaux ; les métaux traités dans cette usine sont le fer, le cuivre et l'aluminium.

2.1. Indiquer, en justifiant, ceux qui pourraient être attaqués par cette eau, et écrire les équations des réactions possibles.

2.2. L'aluminium est beaucoup moins attaqué que le fer ; expliquer pourquoi.

3. Étude quantitative :

On plonge une masse $m_1 = 10 \text{ g}$ de fer dans cette « eau de trempe ».

3.1. Quelle quantité de matière en fer est contenue dans cette masse de fer ?

3.2. Quel gaz se forme et en quelle quantité ?

3.3. Quel volume occupe ce gaz à une température $\theta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ et à la pression $P = 1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$?

II. Trempe d'une pièce en fer (3 points)

1. Une pièce en fer de masse $m_f = 2,0 \text{ kg}$ se trouve à l'intérieur d'un four à la température θ_1 . On analyse la lumière que cette pièce émet du fait de sa température : la longueur d'onde d'énergie maximale de la lumière émise par le métal est $\lambda_{\text{max}} = 2,70 \times 10^{-6} \text{ m}$. Déterminer sa température en Kelvin puis en degré Celsius.

2. On plonge brièvement la pièce de fer précédente à $800 \text{ }^\circ\text{C}$ dans un récipient contenant 20 kg d'eau à la température $\theta_3 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$. A l'issue de la trempe, le métal ressort à la température $\theta_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.1. Quelle quantité de chaleur a été perdue par le métal ?

2.2. Le récipient a une capacité thermique $K = 1000 \text{ J.K}^{-1}$. Si on suppose qu'il n'y a pas eu de pertes, quelle sera la température finale de l'eau ?

Données :

$$M_{Zn} = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}; M_O = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}; M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}; M_{Ni} = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}; M_{Fe} = 56,0 \text{ g.mol}^{-1}.$$

Constante des gaz parfaits $R = 8,31 \text{ USI}$.

$$E^0 (\text{Ag}^+ (\text{aq})/\text{Ag}) = + 0,80 \text{ V};$$

$$E^0 (\text{Ni}^{2+} (\text{aq})/\text{Ni}) = - 0,23 \text{ V};$$

$$E^0 (\text{Cu}^{2+} (\text{aq})/\text{Cu}) = + 0,34 \text{ V};$$

$$E^0 (\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2) = 0 \text{ V};$$

$$E^0 (\text{Sn}^{2+} (\text{aq})/\text{Sn}) = - 0,14 \text{ V};$$

$$E^0 (\text{Cr}^{3+} (\text{aq})/\text{Cr}) = - 0,74 \text{ V};$$

$$E^0 (\text{Al}^{3+} (\text{aq})/\text{Al}) = - 1,66 \text{ V}.$$

Capacité thermique massique du fer : $460 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

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

Loi de Wien : $\lambda_{\text{max}} . T = 2,898.10^{-3} \text{ m.K}$.

PHYSIQUE

III. Pompe de circulation des eaux de trempe (10 points)

Dans cette usine pour la circulation des eaux de trempe, on utilise une pompe entraînée par un moteur asynchrone triphasé, tétrapolaire, à rotor en court-circuit.

Ce moteur possède les caractéristiques suivantes :

- la puissance utile est : $P_U = 7170W$;
- le facteur de puissance $\cos(\varphi) = 0,8$;
- le rendement $\eta = 0,8$;
- la fréquence de rotation nominale est $n = 1425 \text{ tr/min}$;
- la tension nominale d'un enroulement est de 400 V .

1. Calculer la puissance P_a absorbée par le moteur.
2. On couple ce moteur à un réseau triphasé : $400/700V, 50Hz$:
 - 2.1. Quel doit être le couplage des bobines du stator ?
 - 2.2. Représenter sur la copie le schéma du couplage des enroulements et les branchements sur le réseau.
 - 2.3. Calculer l'intensité I du courant dans une phase.
 - 2.4. Quelles sont les valeurs de U, V, I et J ?
 - 2.5. Calculer l'impédance Z d'un enroulement.
3. Calculer la vitesse de synchronisme n_s de ce moteur.
4. Calculer le glissement g .
5. Calculer le moment du couple utile T_u .
6. On donne :
 - la résistance mesurée entre deux bornes de phases du stator $R = 4,16 \Omega$;
 - les pertes fer dans le stator $P_{fs} = 246 \text{ W}$;
 - les pertes fer dans le rotor négligeables.
 - 6.1. Calculer les pertes Joule dans le stator p_{js} .
 - 6.2. Calculer la puissance transmise P_{tr} .
 - 6.3. Calculer les pertes Joule au rotor p_{jr} .
 - 6.4. En déduire les pertes mécaniques p_m .