

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
HYGIÈNE-PROPRETÉ-ENVIRONNEMENT

session 2003

PHYSIQUE / CHIMIE

Durée : 2 h

Coefficient : 3

*Le sujet comporte 2 parties indépendantes
qui seront traitées sur des copies séparées.*

Il sera tenu compte de la présentation et de la rédaction.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

- CHIMIE - (12 points)

Exercice 1 : CELLULE ÉLECTROCHIMIQUE (8 points)

On constitue une cellule électrochimique en associant les deux couples redox Ni^{2+}/Ni et Ag^+/Ag .

1°) On utilise cette cellule comme une pile.

- a) En se plaçant dans les conditions standard, quelle est la polarité de ses électrodes ? Quelle est l'anode, quelle est la cathode ? Justifier.
- b) Écrire les demi équations rédox de chaque couple et en déduire l'équation bilan de la réaction qui se produit quand la pile débite.
- c) Les concentrations initiales en ions nickel II (Ni^{2+}) et en ions argent I (Ag^+) sont égales à $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et chacun des compartiments de la cellule contient 100 mL de solution.

Calculer, en utilisant la formule de Nernst, la force électromotrice de cette pile.

2°) Reliée à un circuit électrique, cette pile débite un courant de 0,2 A. Elle fonctionne pendant une heure.

- a) Quelle est la quantité d'électricité Q qui a traversé le circuit ? En déduire le nombre de moles d'électrons qui a circulé.
- b) Quelle quantité d'ions Ag^+ a disparu ? Quelle quantité d'ions Ni^{2+} s'est formée ?
- c) Quelles sont les nouvelles concentrations en ions Ag^+ et Ni^{2+} ?
- d) En déduire la force électromotrice de la pile au bout d'une heure de fonctionnement.

Données : Potentiels standards : $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ $E^0(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}$

L'intensité électrique I (en A) est reliée à la charge électrique Q (en C) débitée

pendant le temps t (en s) par : $I = \frac{Q}{t}$.

La quantité d'électricité d'une mole d'électrons est de 96500 C (1 Faraday).

Formule de Nernst : $E = E^0_{\text{ox/réd}} + \frac{0,06}{n} \lg \frac{(\text{Ox})}{(\text{Réd})}$

Exercice 2 : SYNTHÈSE DU TRIOXYDE DE SOUFRE (4 points)

On considère l'équilibre chimique homogène gazeux de formation du trioxyde de soufre (SO_3) suivant : $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$.

A la température de 25°C et sous la pression standard, la variation d'enthalpie de la réaction est : $\Delta H_r^\circ = -98,23 \text{ kJ}$.

- 1°/ Dans quel sens se déplace l'équilibre si la pression augmente à température constante ? Justifier.
- 2°/ Dans quel sens se déplace l'équilibre si la température augmente à pression constante ? Justifier.
- 3°/ a) Exprimer la constante d'équilibre (K_p).
b) Rappeler la relation liant la pression partielle d'un gaz à la pression gazeuse totale.
- 4°/ A 400°C , la pression totale du mélange gazeux à l'équilibre est de 1 bar.

Les mesures de quantité de matière à l'équilibre sont regroupées dans le tableau suivant :

	$\text{SO}_3(\text{g})$	$\text{SO}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$
Quantité de matière (mol)	0,364	0,456	0,180

Calculer la valeur numérique de la constante K_p .

- PHYSIQUE - (8 points)

Exercice 3 : NETTOYAGE SOUS PRESSION

Les trois parties sont indépendantes.

- I - Un nettoyeur haute pression possède une pompe hydraulique dont le débit est supposé constant $Q = 40 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$; la pression de sortie est $p = 12 \text{ bars}$. La section du piston du vérin de cette pompe est $s = 10 \text{ cm}^2$.
 - a) Calculer la force à exercer pour déplacer le vérin.
 - b) Déterminer la vitesse de sortie de la tige du vérin.
 - c) Calculer la puissance utile du vérin en supposant les frottements négligeables.

Tournez s.v.p.

II - Cette pompe est entraînée par un moteur dont chaque bobine a les caractéristiques suivantes :

inductance $L = 0,2 \text{ H}$

résistance interne $r = 50 \Omega$.

Chacune d'elle est alimentée sous la tension $u(t) = 220 \sqrt{2} \sin(100 \cdot \pi \cdot t)$ en volts.

- a) Déterminer la valeur efficace et la fréquence de la tension d'alimentation.
- b) Calculer l'impédance Z d'une bobine.
- c) Calculer le facteur de puissance $\cos \phi$ de la bobine.
- d) Calculer l'intensité efficace I du courant qui traverse la bobine.
- e) Calculer la puissance active P_a absorbée par chaque bobine.

III - On veut nettoyer une conduite d'eau en envoyant de l'eau à grand débit. Le fluide est considéré comme parfait et l'écoulement se fait de A vers B comme sur la figure page 2/2. La conduite est cylindrique et comporte un rétrécissement ; elle est disposée verticalement.

- a) Calculer les vitesses v_A et v_B de l'eau aux points A et B quand le débit est de $320 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$.
 - b) Calculer la différence de pression $p_A - p_B$ entre les points A et B.
-

Données :

- Altitudes respectives des points A et B : $Z_A = 0$; $Z_B = 1,5$ m
- Diamètre de la conduite en A : $D_A = 120$ mm
- Diamètre de la conduite en B : $D_B = 80$ mm
- Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000$ kg.m⁻³
- Accélération de la pesanteur : $g = 10$ m.s⁻²
- Équation de Bernoulli : $P + \rho.g.z + \frac{1}{2} . \rho.v^2 = \text{cte}$.

