Session 2003

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

TRAVAUX PUBLICS

Épreuve de SCIENCES PHYSIQUES

Coefficient : 2 **Durée : 2H00**

Tout document est interdit
Calculatrice autorisée (circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999)

Ce sujet comporte 4 pages

A - CHIMIE : OXYDO-RÉDUCTION (6 points)

Remarque préliminaire : pour simplifier l'écriture des équations, on utilisera H^+ en lieu et place de H_3O^+.

1°) On considère la réaction d'oxydoréduction entre l'ion permanganate MnO_4^- et le dioxyde de soufre SO_2 qui, en solution aqueuse, donne Mn^{2+} et SO_4^{2-}.

a) En utilisant les données du tableau ci-contre, justifier le sens de cette réaction et préciser le rôle de l'ion permanganate.

Couples REDOX	Potentiels REDOX (normaux) en volt
SO_4^{2-} / SO_2	+ 0,17
MnO_4^- / Mn^{2+}	+ 1,51

b) Equilibrer la demi équation ci-dessous relative au couple MnO_4^- / Mn^{2+}

MnO_4^- + ... H^+ + ... e^- $\longrightarrow$ .... Mn^{2+} + ... H_2O

c) L'autre demi équation étant :

$SO_2 + 2\,H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 4\,H^+ + 2\,e^-$, en déduire l'équation complète équilibrée relative à la réaction entre l'ion permanganate et le dioxyde de soufre.

d) Montrer que le nombre de moles de dioxyde de soufre SO_2 qui réagissent est 2,5 fois le nombre de moles de permanganate.

e) *La suite peut être traitée indépendamment en utilisant le résultat énoncé au 1°)d.*

2°) On utilise cette réaction pour doser 10,0 cm^3 d'une solution de dioxyde de soufre SO_2 à l'aide d'une solution de permanganate de potassium dont la couleur violette est uniquement due à l'ion MnO_4^-. Il faut verser 20,0 cm^3 de cette solution pour obtenir l'équivalence.

a) Faire un schéma complet et soigneusement annoté de ce dosage.

b) Dire comment on voit que l'équivalence est atteinte sachant qu'une solution de sulfate de manganèse II est incolore.

c) Calculer la concentration molaire de la solution de SO_2 dosée, sachant que celle de la solution de permanganate de potassium vaut 0,0100 $mol.L^{-1}$.

B - TRANSFERTS THERMIQUES (8 points).

1°/ Dans le phénomène de conduction thermique à travers un matériau :

a) Définir précisément le régime permanent.

b) En utilisant une des deux lois énoncées ci-dessous, démontrer que, pour un problème plan (mur isotrope et homogène, d'épaisseur L, une face à la température θ_I et l'autre à la température θ_I'), la courbe de la température θ en fonction de l'abscisse x évaluée sur un axe perpendiculaire aux faces du mur, soit $\theta = f(x)$, est une droite.

Données :

Loi de Fourier $\varphi = -\lambda \dfrac{d\theta}{dx}$ Loi de Laplace $\dfrac{d^2\theta}{d^2x} = 0$

2°/ Un double vitrage comporte deux vitres d'épaisseur L, séparées par une couche d'air d'épaisseur 2 L (voir le schéma page 4). La température de l'air de la maison est $\theta_{\infty I}$; celle de l'air extérieur est $\theta_{\infty 2}$. $(\theta_{\infty I} > \theta_{\infty 2})$.
La conductivité du verre est λ_v, celle de l'air est λ_a . Le coefficient d'échange superficiel sur chacune des faces des vitres en contact avec l'air libre est h.
On rappelle qu'il y a convection entre vitres et air libre (dans la maison et à l'extérieur) mais pas entre vitres et air emprisonné.

a) Exprimer littéralement la résistance thermique globale R (pour 1 m ^{2}), en fonction des données utiles (le résultat numérique n'est pas demandé).

b) Calculer la densité de flux thermique ϕ à travers l'ensemble.

Données :

$\theta_{\infty I}$ = 20,0 °C $\theta_{\infty 2}$ = -10,0 °C h = 12,0 W.m^{-2}.K^{-1} L= 3,0 mm
λ_v = 1,20 W.m^{-1}.K^{-1} λ_a = 0,0240 W.m^{-1}.K^{-1}

c) Calculer les températures des quatre faces des vitres (elles seront obligatoirement notées θ_1, θ_1', θ_2 et θ_2').

d) Tracer précisément le diagramme des températures $\theta = f(x)$, de $\theta_{\infty I}$ à $\theta_{\infty 2}$ en plaçant les 6 températures connues.

C – DYNAMIQUE DES FLUIDES (6 points).

1°) a – On appelle s la section d'une conduite traversée par un fluide. Définir le débit volumique q_v et le débit massique q_m. Indiquer ce que représentent les lettres utilisées.

b – Exprimer les dimensions de q_v et de q_m en fonction de M (masse), L (longueur), T (durée), I (intensité du courant) ou de certaines de ces lettres seulement.

2°) Le théorème de Bernoulli peut s'exprimer

- par la relation (1) : $\frac{1}{2}\,m.v^2 + m.g.z + p.V = C_1$ où C_1 est une constante
- ou bien, sous une autre forme, par la relation (2) : $\frac{1}{2}\,v^2 + g.z + p/\rho = C_2$ où C_2 est une constante.

On en déduit, pour le passage d'un état 1 à un état 2, la relation suivante :

$$\frac{1}{2}\,(v_2^2 - v_1^2) + g.\,(z_2 - z_1) + (p_2 - p_1)\,/\,\rho = 0$$

a – Dire très précisément dans quelles conditions ce théorème peut être utilisé : fluide , écoulement, conditions expérimentales....

b – Donner la signification de chaque lettre utilisée dans la relation (2) en précisant son unité dans le système international.

3°) Un tuyau cylindrique, de section S_1, parcouru par de l'eau, présente un rétrécissement de section S_2 (voir le schéma page 4).
La masse volumique de l'eau vaut 1000 kg/m^3.

a) Comparer les débits volumiques au niveau des sections S_1 et S_2. Justifier le résultat.
b) Déterminer, en fonction de S_1 et de S_2, le rapport v_2 / v_1 entre la vitesse de l'eau dans le rétrécissement et sa vitesse dans la partie normale de section S_1. Expliquer.
c) Comparer v_2 et v_1 en utilisant le résultat précédent.
d) En supposant le théorème de Bernoulli applicable, exprimer littéralement, en fonction de v_1 et v_2, la différence $(p_2 - p_1)$ entre la pression p_2 dans le rétrécissement et la pression p_1 dans le tuyau de section S_1.
e) Exprimer littéralement la différence $(p_2 - p_1)$ en fonction de v_1, S_1 et S_2.
f) Comparer p_2 et p_1 en utilisant le résultat précédent.

Schéma du II 1°)b

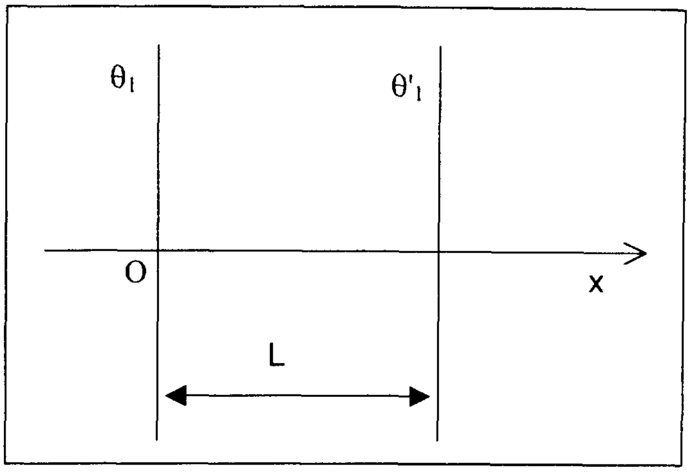

Schéma du II 2°)

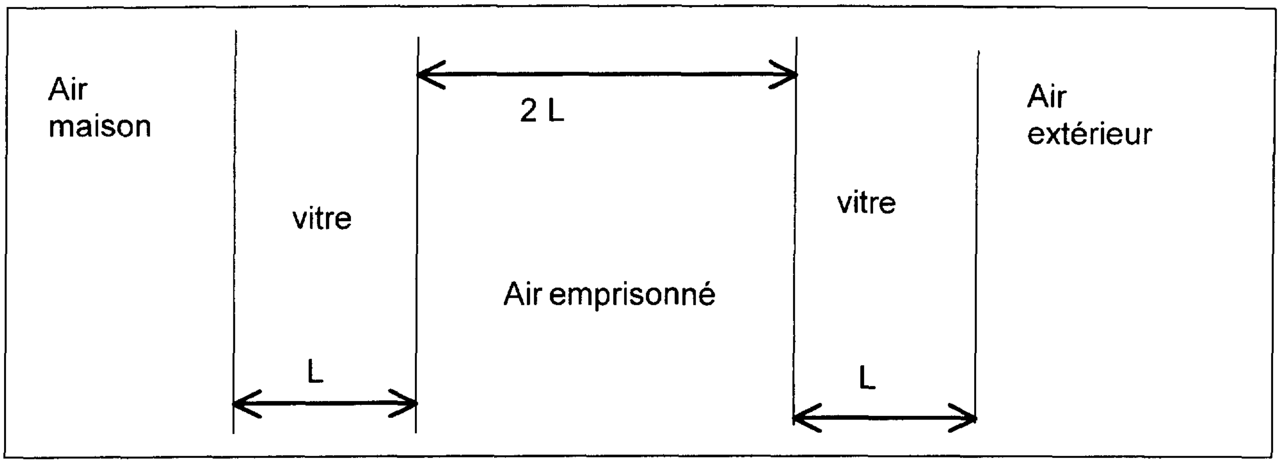

Schéma du III 4°)