

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

BÂTIMENT

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

L'usage de la calculatrice est autorisé.

IMPORTANT : Ce sujet comporte 3 pages numérotées de 1 à 3 + la page de présentation.
Assurez-vous qu'il est complet ; s'il est incomplet,
veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.

I - CHIMIE DES SOLUTIONS AQUEUSES (6 points)

Données : - produit ionique de l'eau $K_e = 10^{-14}$ à 25°C (température des solutions).
- masses molaires en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: H : 1,0 ; O : 16,0 ; Na : 23,0 ; Cl : 35,5 ; S : 32,1.

Les effluents liquides d'un laboratoire atteignent une épaisseur de 0,80 m dans un bassin de récupération de longueur 1,60 m et de largeur 1,10 m. Une mesure du pH de la solution réalisée à l'aide d'un papier indicateur de pH donne la valeur 2.

I-1) Ce laboratoire emploie de l'acide chlorhydrique. La solution contient donc au moins trois types d'ions.

I-1-a) Un ion est responsable de l'acidité de la solution. Donner son nom, sa formule et sa concentration molaire dans la solution. En déduire la quantité de matière (exprimée en moles) de cet ion présente dans le bassin.

I-1-b) Un ion l'accompagne dans toute solution aqueuse. Montrer que la concentration molaire de cet ion est très faible dans le cas présent.

I-1-c) Un troisième ion est présent en grande quantité. Lequel ?

I-2) Avant pompage, on veut neutraliser l'acidité de la solution par addition d'hydroxyde de sodium. Écrire l'équation bilan de la réaction de neutralisation. En déduire la quantité d'ions hydroxyde (exprimée en moles) nécessaire.

I-3) Les résultats obtenus à partir d'une mesure de pH étant trop approximatifs, on dose un échantillon de 10,0 mL de la solution acide du bassin par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. L'équivalence est obtenue quand on a versé $V_b = 12,6 \text{ mL}$ de solution basique.

I-3-a) Calculer la concentration molaire en acide C_a et le pH théorique de la solution du bassin.

I-3-b) Déduire de ce dosage la quantité puis la masse d'hydroxyde de sodium nécessaire pour neutraliser tout l'acide du bassin.

II - CHALEUR (8 points)

II-1) A partir de la formule définissant l'énergie cinétique, $E_c = \frac{1}{2} MV^2$ exprimer la dimension d'une énergie en fonction des grandeurs fondamentales : longueur L, masse M et temps T.
Quelles sont les dimensions d'une puissance thermique et d'un débit volumique ?

II-2) L'air et les parois en béton d'un local (murs, plafond et sol) sont à la température de 0°C .
Calculer :

II-2-a) la quantité de chaleur Q_a nécessaire pour porter à 20°C la température de l'air du local ;

II-2-b) la quantité de chaleur Q_b nécessaire pour porter à 10°C la température des parois en béton. Conclure.

Données : - dimensions intérieures du local en mètres : $L \times l \times h = 11,0 \times 7,0 \times 3,0$
(L : longueur ; l : largeur ; h : hauteur) ;

- épaisseur du béton pour les murs, le sol et le plafond : $e = 20 \text{ cm}$;

- masse volumique de l'air : $\rho_a = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$;

- masse volumique du béton : $\rho_b = 2,30 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$;

- capacité thermique massique de l'air : $c_a = 1,00 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$;

- capacité thermique massique du béton : $c_b = 0,80 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

II-3) L'air intérieur du local précédent est maintenu à la température $\theta_i = 20^\circ\text{C}$, la température de l'air extérieur étant $\theta_e = 0^\circ\text{C}$.

La conductivité thermique du béton est $\lambda = 1,1 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$. Les résistances superficielles intérieure et extérieure sont respectivement :

$$\frac{1}{h_i} = 0,11 \text{ W}^{-1}.\text{m}^2.\text{K} \quad \text{et} \quad \frac{1}{h_e} = 0,06 \text{ W}^{-1}.\text{m}^2.\text{K}.$$

II-3-a) Citer les trois modes de propagation de la chaleur.

II-3-b) Exprimer, en fonction de e , λ , h_i et h_e , la résistance thermique surfacique R d'une paroi en béton. Calculer sa valeur.

II-3-c) Calculer le flux thermique surfacique passant au travers d'une paroi en béton.

II-3-d) Calculer la puissance thermique (ou flux total) perdue au travers des quatre murs du local (on ne tient pas compte du sol, du plafond et des ouvertures).

II-4) Dans un radiateur, l'eau entre à la température de 70°C et en ressort à 40°C avec un débit massique $q_m = 0,020 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$.

II-4-a) Calculer la puissance thermique transférée par ce radiateur sachant que la capacité thermique massique de l'eau est $c = 4,19 \times 10^3 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

II-4-b) Combien de radiateurs munis de robinets thermostatiques faut-il prévoir pour le local étudié précédemment dans l'hypothèse de la question II-3-d) ?

III - MÉCANIQUE DES FLUIDES (6 points)

Dans une installation de chauffage central, l'eau sort de la chaudière avec un débit volumique $q_v = 18 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$, à une pression $p = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$, dans un tuyau de diamètre intérieur $D = 20 \text{ mm}$. Les radiateurs sont branchés en dérivation. Le diamètre intérieur du tuyau qui les parcourt est $d = 5 \text{ mm}$. On considère l'eau comme un fluide parfait de masse volumique $\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. L'accélération de la pesanteur est $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

III-1) Calculer la vitesse de l'eau à la sortie de la chaudière.

III-2) Calculer la vitesse et la pression de l'eau en un point d'un radiateur situé à $3,0 \text{ m}$ d'altitude au dessus de la chaudière dans les deux cas suivants :

III-2-a) un seul radiateur est ouvert ;

III-2-b) deux radiateurs sont ouverts.

On rappelle l'équation de Bernoulli $\frac{1}{2} \rho v^2 + p + \rho g z = C^{\text{te}}$.