

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

TRAVAUX PUBLICS

E 3. Epreuve de Mathématiques et Sciences Physiques

U 32 - Sous-épreuve : SCIENCES PHYSIQUES

Coefficient : 2

Durée : 2 heures

Document autorisé : Calculatrice (circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999)

Ce sujet comporte 2 pages

1. Physique : (les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes) (14 points)

1.1. On étudie la distribution, par gravité, d'eau stockée dans un château d'eau.

1.1.1 La pression statique effective, due à l'eau, exercée sur une vanne fermée, est de 500 kPa.

A quelle hauteur, par rapport à cette vanne, se situe la surface libre de l'eau dans le château d'eau ?

1.1.2 On ouvre cette vanne ; la section d'écoulement est de $12,56 \text{ cm}^2$.

En négligeant les pertes de charge, et en considérant que le réservoir du château d'eau est très large, calculer les valeurs des débits volumique et massique de l'eau qui s'écoule.

1.1.3 Cette eau est utilisée pour remplir une piscine.

Cette piscine est rectangulaire ; elle mesure 20 m de long, 10 m de large, et contient de l'eau sur une épaisseur de 3 m.

Calculer la durée du remplissage de cette piscine.

DONNEES :

- a) Masse volumique de l'eau : $\rho_e = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- b) Accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- c) Relation de Bernoulli pour un fluide parfait en écoulement permanent :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho.v_1^2 + \rho.g.z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho.v_2^2 + \rho.g.z_2$$

1.2. Étude des échanges thermiques entre l'atmosphère et l'eau de cette piscine.

1.2.1 Calculer la quantité de chaleur mise en jeu, lorsque la température de l'eau de la piscine varie de 1 degré Celsius.

1.2.2 Pendant le jour, l'eau se réchauffe grâce au rayonnement solaire.

L'eau reçoit une puissance moyenne $P_1 = 300 \text{ W.m}^{-2}$, pendant une durée de 12 h.

L'eau n'absorbe en fait, que 50 % de cette puissance.

- a) Calculer l'énergie Q_1 absorbée par l'eau pendant ces 12 heures.
- b) Calculer, pour cette eau, l'augmentation de température $\Delta\theta_1$ qui en résulte.

1.2.3 Pendant la nuit, l'eau de la piscine rayonne de l'énergie vers l'atmosphère.

On considère que l'eau se comporte comme un corps noir ; on admet que sa température est $\theta_e = 25^\circ\text{C}$.

- a) Calculer la puissance P_2 perdue par rayonnement, par cette eau, pour 1 m^2 de surface.
- b) Calculer l'énergie thermique Q_2 perdue au cours d'une nuit de 12 heures.
- c) Calculer la baisse de température $\Delta\theta_2$ de l'eau, due à cette perte d'énergie.
- d) Par quel dispositif simple peut-on, la nuit, diminuer la perte par rayonnement ?

1.2.4 Faire le bilan énergétique sur une journée de 24 heures.

- 1.2.5 Pour exploiter la piscine à moindre coût, on peut utiliser un chauffage solaire de l'eau. On réalise des capteurs solaires dans lesquels circule l'eau de la piscine. Les capteurs utilisent « l'effet de serre ».
- En vous aidant d'un schéma, expliquer en quelques lignes le principe de fonctionnement de ces capteurs.

DONNEES :

- a) Capacité thermique massique de l'eau : $c_e = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
b) Loi de Stéphan : $P = \sigma.T^4$
où P s'exprime en W.m^{-2} et $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$

1.3. Étude de l'équilibre d'une balle à la surface de l'eau.

Une balle de mousse, homogène, de masse volumique $\rho_m = 600 \text{ kg.m}^{-3}$ flotte à la surface de l'eau de cette piscine.

Calculer la valeur du rapport entre le volume immergé et le volume total de la balle.

2. Chimie : Étude de la corrosion. (6 points)

DONNEES :

- a) Masses molaires atomiques (en g.mol^{-1}) : $M_{(\text{Fe})} = 55,8$; $M_{(\text{Zn})} = 65,4$
b) Masse volumique du fer : $\rho_{(\text{Fe})} = 7,9 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
c) Quantité d'électricité portée par une mole d'électrons : le Faraday. $1F = 96500 \text{ C}$
d) Potentiels standard des couples d'oxydoréduction : $E^\circ_1 (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$
 $E^\circ_2 (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$

2.1. Demi-équations électroniques

Écrire les demi-équations électroniques relatives aux couples $(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$ et $(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$.

2.2. Étude de la corrosion d'une plaque d'acier.

On s'intéresse à une plaque d'acier d'épaisseur $d = 4 \text{ cm}$, appartenant à une plate-forme pétrolière située en mer. (L'acier est assimilé, du point de vue de l'oxydoréduction, au fer pur.)

Le pouvoir corrosif de l'eau de mer, vis à vis du fer, est noté p_c .

Sa valeur est : $p_c = 1,2 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$.

Ceci signifie qu'il disparaît $1,2 \times 10^{-4} \text{ kg}$ de fer, par m^2 de paroi, et par heure.

2.2.1 Cette plate forme n'est pas protégée contre la corrosion :

- a) Calculer la masse de fer disparue par oxydation, en un an, par mètre carré de plaque.
b) Exprimer, puis calculer, la quantité d'électricité Q , mise en jeu par cette oxydation, en un an, par mètre carré de plaque.

2.2.2 Cette plate forme est protégée de la corrosion par des plots de zinc.

- a) Justifier le choix du zinc comme élément protecteur.
Quel est le nom de ce type de protection ?
b) Sachant que les plots de zinc sont remplacés lorsque 60 % de leur masse a été consommée par la corrosion, calculer la masse de zinc à fixer sur un mètre carré de plaque, pour protéger l'acier pendant un an.