

SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2011

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999)

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 4 pages, numérotées de 1/4 à 4/4.

Le sujet comporte 3 exercices indépendants.

Il sera tenu compte de la présentation.

EXERCICE I - DÉPERDITIONS THERMIQUES (7 points)

- A -

Les murs d'une maison sont constitués de briques creuses ; du côté extérieur, les briques sont recouvertes d'un enduit-ciment, et du côté intérieur sont fixés des panneaux comportant un isolant et du plâtre cartonné.

Matériau	Enduit	Briques	Isolant	Plâtre
Épaisseur e en cm	1,0	20	8,0	1,0
Conductivité thermique λ en $W.m^{-1}.K^{-1}$	1,25	0,50	0,040	0,33

Données :

- Résistance thermique superficielle intérieure : $r_{si} = \frac{1}{h_i} = 0,11 \text{ m}^2.K.W^{-1}$
- Résistance thermique superficielle extérieure : $r_{se} = \frac{1}{h_e} = 0,06 \text{ m}^2.K.W^{-1}$
- Température intérieure : $\theta_i = + 20,0^\circ C$
- Température extérieure : $\theta_e = - 10,0^\circ C$

1°/ Calculer la résistance thermique R pour un $1,00 \text{ m}^2$ de surface de mur. En déduire le coefficient U de transmission thermique de surface.

2°/ Déterminer les températures de surface : θ_{si} (intérieure) et θ_{se} (extérieure).

- B -

Les caractéristiques des parois d'une maison sont les suivantes :

Parois	Superficie	Coefficient de transmission thermique de surface
Murs sans isolation	$S_1 = 72,8 \text{ m}^2$	$U_1 = 1,10 \text{ W.m}^{-2}.K^{-1}$
Vitrage simple (fenêtres, portes)	$S_2 = 12,7 \text{ m}^2$	$U_2 = 5,00 \text{ W.m}^{-2}.K^{-1}$
Plafonds sous combles (10 cm d'isolant)	$S_3 = 72,0 \text{ m}^2$	$U_3 = 0,38 \text{ W.m}^{-2}.K^{-1}$
Plancher sur vide sanitaire	$S_4 = 72,0 \text{ m}^2$	$U_4 = 0,91 \text{ W.m}^{-2}.K^{-1}$

Température intérieure : $\theta_i = + 20,0^\circ C$

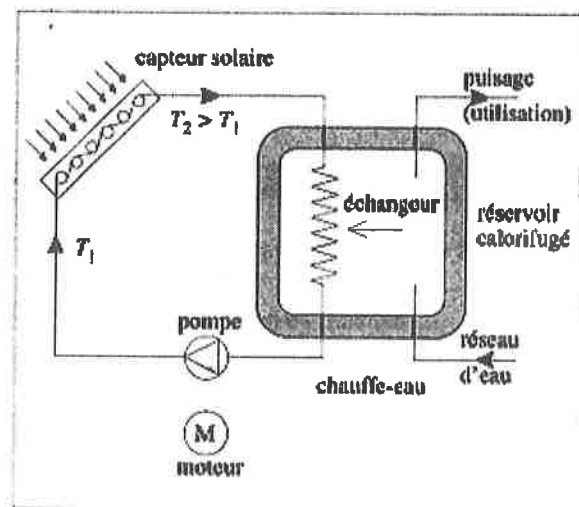
Température extérieure : $\theta_e = -10,0^\circ C$

- 1°/ Donner l'expression littérale du flux thermique total ϕ transmis à travers l'ensemble des parois.
- 2°/ Calculer numériquement ϕ .
- 3°/ Le prix moyen du kWh d'électricité est de 0,076 €. Calculer le coût C du fonctionnement d'un chauffage qui permettrait de compenser les pertes thermiques par transmission au travers des parois, pendant 10 jours de froid.

EXERCICE II - CHAUFFE-EAU SOLAIRE (7 points)

Un chauffe-eau solaire comprend un capteur solaire constitué par des tubes en cuivre dans lesquels un fluide dit "caloporteur" (dans ce cas de l'eau) est mis en circulation par une pompe entraînée par un moteur électrique (circuit primaire).

Ce fluide passe dans un échangeur immergé dans l'eau contenue dans un réservoir calorifugé.



- Le débit assuré par la pompe est de $D_V = 18 \text{ L.h}^{-1}$. Le diamètre des tubes de cuivre est de 5,0 mm;
- La surface du capteur est de $3,0 \text{ m}^2$; la puissance solaire, par unité de surface, disponible pendant la période d'essai était en moyenne de 800 W.m^{-2} .
- Le moteur électrique a une puissance de 60 W.
- La capacité thermique massique de l'eau est de $c = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- La masse volumique de l'eau est de $\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

- 1°/ Calculer la vitesse v de circulation de l'eau dans le circuit primaire.
- 2°/ Calculer le débit massique D_m de l'eau en kg.s^{-1} .

- 3°/ Lors d'un essai, l'eau du circuit primaire rentre à la température $\theta_1 = 15^\circ\text{C}$ et ressort à la température $\theta_2 = 50^\circ\text{C}$. La puissance thermique utile du circuit primaire est de la forme : $P = D_m \times c \times \Delta\theta$. Justifier cette expression et faire l'application numérique.
- 4°/ Calculer le rendement du circuit primaire, ce rendement étant calculé comme le rapport de la puissance thermique utile du circuit primaire par la somme des puissances que ce circuit primaire reçoit.
- Un bilan de fonctionnement établi sur 3 jours a donné les résultats suivants : on a récupéré 350 L d'eau chaude à 45°C du réservoir calorifugé. Cette eau était initialement à la température de 12°C . Le circuit primaire a fonctionné 8 heures par jour.
- 5°/ Calculer l'énergie fournie par l'installation durant cette période de 3 jours.
- 6°/ En déduire le rendement énergétique de l'installation.

EXERCICE III - SOLUTION AQUEUSE (6 points)

- 1°/ Pour éliminer le carbonate de calcium CaCO_3 restant sur le revêtement dallé d'une terrasse, on fait agir de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$).
Écrire l'équation de réaction entre des ions hydronium H_3O^+ et le carbonate de calcium CaCO_3 , sachant qu'il se forme des ions calcium Ca^{2+} , du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau H_2O .
- 2°/ On utilise 10 L d'une solution commerciale concentrée d'acide chlorhydrique obtenue par dissolution de 10 moles de chlorure d'hydrogène par litre d'eau. On considère que le volume de la solution obtenue n'a pas changé après la dissolution du chlorure d'hydrogène. On dilue alors, en ajoutant de l'eau, pour obtenir 50 L de solution.
- Calculer la concentration molaire de la solution ainsi obtenue.
 - Quel est le nombre de moles d'ions H_3O^+ présents ?
- 3°/ On verse la totalité de la solution diluée sur la terrasse. 10 % seulement des ions H_3O^+ contenus dans la solution réagissent sur le dépôt de carbonate de calcium. Déterminer la masse de carbonate de calcium éliminé.

On donne les masses molaires atomiques :

$$M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{Ca}) = 40 \text{ g.mol}^{-1}$$

BTS Etudes et économie de la construction		Session 2011
Sciences-Physiques	ECE3SC	Page : 4/4