

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

Etude et économie de la construction

Session 2021

Sujet blanc de Sciences Physiques

Durée : 2h

Coefficient : 2

Dès la remise du sujet assurez-vous qu'il est complet

Le sujet comporte 3 exercices indépendants.

Il sera tenu compte de la présentation
L'usage de la calculatrice en mode examen est autorisé

I. Acoustique d'une salle de classe (7 pts)

Données :

Seuil d'audibilité à 1000 Hz $I_0=10^{-12}$ W.m⁻²

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Formules de Sabine : $T_R = 0,16 \frac{V}{A}$ et $A = \sum_i a_i S_i$

$$R = -10 \log \tau$$

Dans un établissement scolaire rénové on étudie l'acoustique de salles de classe vides de dimensions $L=15$ m, $l=10$ m, hauteur $H=3,2$ m .

1.

- On procède à une mesure du temps de réverbération T_R . La mesure donne $T_R=2,2$ s. En déduire l'aire absorbante équivalente de la salle.
- Expliquer les conséquences qu'aurait un temps de réverbération trop important, ou au contraire trop faible, dans une salle de classe.
- On souhaite ramener le temps de réverbération à 1,5s.

Les murs sont recouverts d'un matériau de coefficient d'absorption $\alpha_0=0,20$. On recouvre le plafond avec un matériau de coefficient d'absorption α_1 . On considère que le plancher n'intervient pas dans le calcul. Déterminer la valeur à donner à α_1 pour obtenir $T_R=1,5$ s.

2. On place au centre d'une salle une source sonore produisant à 1m de distance un niveau sonore de 69dB par bande d'octave.

On a calculé dans le tableau donné en annexe l'intensité sonore pondérée totale.

- Compléter la ligne (5) en donnant dans la colonne (2) l'expression du niveau sonore pondéré en fonction de L_f et A , et dans les colonnes suivantes les valeurs du niveau sonore pondéré $L_f(A)$.
- Expliquer pourquoi on est amené à pondérer le niveau sonore.
- A la ligne (6) on a calculé les valeurs du quotient $I_f(A)/I_0$ de l'intensité sonore pondérée $I_f(A)$ par l'intensité sonore de référence, dans chaque bande d'octave. Déterminer le niveau sonore global à 1m de la source.

3. Dans une des salles une paroi de largeur 10m et de hauteur 3,2m est percée d'une porte en bois de dimensions 1,0m \times 2,5m. L'indice d'affaiblissement acoustique du matériau constituant la porte est de $R_p=30$ dB (A) et celui du matériau constituant la cloison de $R_c=40$ dB(A).

- Calculer le taux de transmission τ de la porte, et celui de la cloison.
- Déterminer le taux de transmission τ global de la paroi.
- Déterminer son indice d'affaiblissement acoustique R .

II Obtention d'eau chaude sanitaire (13 points)

On s'intéresse à l'alimentation en eau chaude d'une maison particulière.

On souhaite une eau chaude à $\theta_{ch}=60^{\circ}\text{C}$. La consommation journalière d'eau chaude est 300 L. L'eau froide est prise à $\theta_{fr}=12^{\circ}\text{C}$.

masse volumique de l'eau $\rho=1,0.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

capacité thermique massique de l'eau : $C=4180 \text{ J.kg}^{-1}$

Pouvoir calorifique du propane : $\text{PCI}=12,8 \text{ kW.h.kg}^{-1}$

$1 \text{ kW.h} = 3,6.10^6 \text{ J}$

Masses molaires atomiques :

$M(\text{C})=12,0 \text{ g.mol}^{-1}$

$M(\text{O})=16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

$M(\text{H})=1,0 \text{ g.mol}^{-1}$

A. Utilisation d'un chauffe-eau au propane

L'énergie nécessaire pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire est fournie par la combustion du propane C_3H_8 dans un chauffe-eau.

1. Compléter l'équation de combustion complète du propane ci-dessous



2. Montrer que l'énergie nécessaire par jour pour chauffer l'eau est 16,7 kWh

3. Déterminer la masse de propane consommée par jour par le chauffe-eau.

4. Calculer la masse de dioxyde de carbone libérée quotidiennement par le chauffe-eau.

B. Installation d'un chauffe-eau solaire

On installe un chauffe-eau solaire constitué d'un ballon d'eau chaude et d'un capteur

Le besoin annuel en énergie pour produire l'eau chaude est $6,1 \times 10^3 \text{ kWh}$

L'énergie solaire absorbée par le capteur est transférée à l'eau avec un rendement moyen de $\eta=30 \%$.

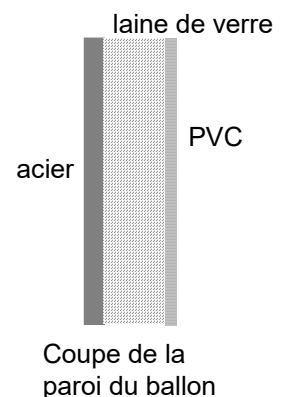
L'énergie solaire moyenne reçue par le capteur par m^2 et par an est 1400 kWh

Quelle serait la surface de capteur nécessaire pour produire en totalité l'eau chaude sanitaire ?

C. Isolation thermique du ballon d'eau chaude

Le ballon d'eau chaude est un cylindre d'acier dont la surface totale de l'enveloppe est $3,5\text{m}^2$

Sa paroi est constituée d'acier d'épaisseur $e_1=2,5 \text{ mm}$, de laine de verre d'épaisseur $e_2=50 \text{ mm}$, et d'une enveloppe en PVC d'épaisseur $e_3=1,0\text{mm}$.



matériau	Acier	Laine de verre	PVC
conductivité thermique (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	45	0,07	0,17

1. Calculer, en négligeant les résistances superficielles, la résistance thermique de la paroi du ballon (acier + laine de verre + PVC) pour 1m² de surface.
2. La température nocturne à l'extérieur du ballon est 18°C en moyenne.
 - a. Calculer la puissance thermique perdue par m² à travers la paroi du ballon quand il contient de l'eau à 60°C
 - b. Quelle est la puissance thermique totale perdue à travers l'enveloppe du ballon?
 - c. Si à 20h le ballon contient 300L d'eau à 60°C, quelle sera la température de l'eau à 6h le lendemain matin (on fera l'approximation que la puissance thermique reste constante) ?

D. Protection de la cuve contre la corrosion

Pour prolonger la durée de vie du chauffe-eau, il est recommandé de vérifier régulièrement l'état du bloc de magnésium interchangeable qui protège la cuve d'acier contre la corrosion. La notice du ballon indique que le magnésium joue le rôle d'anode sacrificielle.

1. Pourquoi qualifie-t-on l'anode de magnésium d'anode sacrificielle ?
2. En l'absence de protection, le fer, principal composant de l'acier, est oxydé car il réagit avec le dioxygène de l'air O₂, pour donner des ions Fe²⁺.
 - a. Ecrire la demi-équation d'oxydation du fer. Préciser quel est l'oxydant et quel est le réducteur du couple.
 - b. La réduction du dioxygène peut se modéliser par la demi-équation
$$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \dots e^- = 4 \text{HO}^-$$
 - c. Compléter cette demi-équation électronique
 - d. A l'aide des deux demi-équations électroniques précédentes, écrire l'équation de la réaction de corrosion du fer.
3. Si on remplaçait le magnésium par du cuivre, le fer subirait une corrosion alors que le cuivre ne serait pas altéré. En déduire un classement par ordre décroissant des potentiels standards respectifs E^0_1 , E^0_2 , E^0_3 des couples rédox Fe²⁺ / Fe, Cu²⁺/Cu et Mg²⁺ / Mg, en justifiant clairement la réponse.

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

NOM :

	Expression littérale	Valeurs numériques					
Bande de fréquence		125	250	500	1 000	2 000	4 000
Niveau sonore L_f (dB)		69	69	69	69	69	69
Pondération A (dB)		-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1
Niveau sonore pondéré $L_f(A)$ dB(A)							
$I_f(A)/I_0$		$1,94 \times 10^5$	$1,10 \times 10^6$	$3,80 \times 10^6$	$7,94 \times 10^6$	$1,05 \times 10^7$	$1,00 \times 10^7$