

SESSION 2006

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL

SCIENCES PHYSIQUES

SUJET

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet est composé de 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

CODE ÉPREUVE : 0606ADE3SC	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : AGENCEMENT DE L'ENVIRONNEMENT ARCHITECTURAL	
SESSION : 2006	SUJET	ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES	
Durée : 2 h	Coefficient : 2	N° sujet : 17EM06	Page : 1 / 5

Étude d'une salle de restaurant située à l'angle d'un immeuble au rez-de-chaussée.

La salle de ce restaurant a la forme d'un parallépipède rectangle de longueur $L = 15$ m, de largeur $l = 10$ m et de hauteur $h = 3$ m. La grande face (de longueur $L = 15$ m) donnant sur l'extérieur est équipée de deux baies vitrées rectangulaires de dimensions 5 m x $1,8$ m chacune et d'une porte en verre épais de dimensions $0,9$ m x 2 m. La petite face (de longueur $l = 10$ m) donnant aussi sur l'extérieur est équipée d'une baie vitrée rectangulaire qui a pour dimensions 5 m x $1,8$ m. Les deux autres faces sont à l'intérieur de l'immeuble.

PARTIE 1 : THERMODYNAMIQUE : Étude de la climatisation de la salle (6 points)

On donne les coefficients de transmission surfacique :

- murs extérieurs bien isolés : $U_1 = 0,40 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
- baies vitrées en double vitrage : $U_2 = 2,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
- verre épais de la porte : $U_3 = 5,0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

L'aération de cette salle, assurée par ventilation mécanique contrôlée, renouvelle l'air une fois par heure.

Sachant qu'il fait 35°C dans la rue, on désire que la température de la salle soit de 22°C .

1. Rappeler en quoi consistent les transferts thermiques par conduction d'une part et par convection d'autre part.
2. Calculer le flux thermique Φ_1 entrant dans la salle par conduction. Seule sera considérée l'énergie thermique pénétrant par les faces extérieures ; l'énergie thermique échangée par les autres parois, plafond, sol et faces intérieures, étant négligée. On présentera les calculs dans le tableau donné en Annexe 1 après les avoir correctement justifiés. Ne pas oublier de noter les relations utilisées et les unités des différentes grandeurs.
3. Calculer l'énergie thermique Q_2 gagnée en une heure à cause de la ventilation forcée, l'air frais rejeté étant remplacé par de l'air chaud provenant de la rue.
En déduire le flux thermique Φ_2 entrant dans la salle à cause de l'aération.
On donne : - masse volumique de l'air : $\rho_{\text{air}} = 1,30 \text{ kg.m}^{-3}$
- capacité thermique massique de l'air : $c_{\text{air}} = 1000 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
4. En déduire quelle doit être la puissance P de la climatisation pour assurer une température intérieure de 22°C . (P représente la puissance thermique qui doit être absorbée par l'appareil)
5. Pour assurer le meilleur refroidissement, doit-on placer la source froide au bas ou bien en haut du local ? Justifier correctement la réponse.

PARTIE 2 : ACOUSTIQUE : Étude de la réverbération et de la sonorisation (7,5 points)

1. Étude de la réverbération

- 1.1. Expliquer ce qu'on entend par "phénomène de réverbération d'un local" et indiquer à quoi il est dû.
- 1.2. Donner la définition du temps de réverbération T_R d'un local.
- 1.3. Calcul du temps de réverbération T_0 à 1 kHz de cette salle de restaurant meublée. On donne les coefficients d'absorption α_i à la fréquence de 1 kHz des matériaux revêtant les surfaces de la salle :
 - Murs recouverts de moquette murale : $\alpha_1 = 0,30$
 - Sol en dalles thermoplastiques : $\alpha_2 = 0,04$
 - Plafond en plâtre peint : $\alpha_3 = 0,03$
 - Vitres (porte et baies vitrées) : $\alpha_4 = 0,12$L'aire d'absorption équivalente A_m du mobilier est égale à 5 m^2 .
- 1.3.1. Calculer l'aire d'absorption équivalente A_0 de cette salle de restaurant meublée. Le calcul sera présenté dans le tableau donné en Annexe 2.
- 1.3.2. En appliquant la formule de Sabine $T_R = 0,16 \frac{V}{A}$, en déduire le temps de réverbération T_0 à 1 kHz de cette salle de restaurant meublée.
- 1.4. Le temps de réverbération T_0 étant jugé trop important, on désire le corriger pour obtenir une valeur proche de $T_1 = 0,7 \text{ s}$ en appliquant sur le plafond des dalles acoustiques décoratives. Calculer la valeur minimale α'_3 du coefficient d'absorption acoustique que doivent présenter ces dalles.

2. Sonorisation.

La diffusion d'une musique d'ambiance est assurée par 4 haut-parleurs disposés aux 4 angles de la salle à 2,5 m de hauteur, ces haut-parleurs étant dirigés vers le centre du local.

On se propose de calculer le niveau d'intensité sonore L_1 du son reçu par un client assis à une table au centre de la salle, ses oreilles se trouvant à 1,20 m du sol.

- 2.1. Après avoir fait un schéma de situation, calculer la distance d séparant un haut-parleur et l'oreille du client.
- 2.2. La puissance acoustique de chaque haut-parleur étant $P = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ W}$ et en admettant d'autre part que l'émission est uniforme dans le demi-espace avant (le son se répartit sur des demi-sphères centrées sur le haut-parleur), calculer l'intensité sonore directe I_1 due à un seul haut-parleur.
On donne la surface d'une sphère de rayon R : $S = 4\pi R^2$
- 2.3. En réalité, une mesure faite avec un seul haut-parleur en fonctionnement indique $I'_1 = 9,8 \cdot 10^{-10} \text{ W.m}^{-2}$: calculer l'intensité sonore I puis le niveau d'intensité sonore L_1 du son reçu par le client lorsque les 4 haut-parleurs fonctionnent.
On donne l'intensité sonore de référence : $I_0 = 1,00 \cdot 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.
- 2.4. Le son reçu des haut-parleurs va-t-il gêner la conversation entre les deux personnes assises à la table au centre de la salle ? Justifier correctement la réponse.
Le niveau sonore d'une conversation entre deux personnes est d'environ 50 dB.

PARTIE 3 : OPTIQUE : Étude de l'éclairage des tables (6,5 points)

Chaque table carrée, qui mesure 90 cm de côté, est éclairée par une lampe halogène très basse tension 20 W - 12 V équipée d'un réflecteur de sorte que l'éclairage soit à peu près uniforme dans un cône d'angle au sommet $\alpha = 60^\circ$, tout le flux lumineux étant contenu dans ce cône. La lampe est placée à la verticale du centre de la table à une distance $d = 1,40$ m au dessus de celle-ci.

L'efficacité des lampes utilisées est $k = 18 \text{ lm.W}^{-1}$.

1. La table sera-t-elle complètement éclairée par la lampe ?
(On peut déterminer le diamètre de la tache lumineuse émise par la lampe à la distance de 1,40 m et le comparer avec la longueur de la diagonale de la table)
2. Calculer le flux lumineux F émis par chaque lampe.
3. Calculer l'intensité lumineuse I dans le cône d'émission de chaque lampe.
On rappelle que l'angle solide Ω d'un cône d'angle au sommet α est donné par la relation :
$$\Omega = 2\pi\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$$
 avec Ω exprimé en stéradian.
4. Calculer l'éclairage E_0 au centre O de la table ainsi que l'éclairage E_1 dans un angle de celle-ci.
Peut-on dire que l'éclairage est uniforme ?
On rappelle que $E = \frac{I \cos\theta}{x^2}$ avec I intensité lumineuse de la source, θ angle entre la normale à la surface réceptrice et la direction donnée par la source et le point considéré, x la distance entre la source et le point considéré.
5. La lumière émise par cette lampe, est-elle chaude ou plutôt froide ? Justifier votre réponse et indiquer la valeur approximative de la température de couleur de cette lumière.
Que peut-on dire de la valeur de l'indice de rendu des couleurs d'une telle lampe ? En déduire si la vision des couleurs des objets est restituée correctement ou non.

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE 1

Paroi	S (en)	U (en) (en)	$\Phi = \dots\dots\dots$ (en)
Porte				
Baies vitrées				
Murs				
Total : $\Phi_1 = \dots\dots\dots$				

ANNEXE 2

Paroi	S (en)	α	A= (en)
Porte			
Baies vitrées			
Murs			
Sol			
Plafond			
Mobilier			
Total : $A_0 = \dots\dots\dots$			