



B

T

S

B

A

T

Examen National du Brevet de Technicien Supérieur

Session de Mai 2023

Filière : **Bâtiment**

Epreuve : **Sciences physiques**

Durée : **4 HEURES**

Coefficient : **10**

Consignes:

- *Aucun document n'est autorisé.*
- *L'usage de la calculatrice non programmable est autorisé*

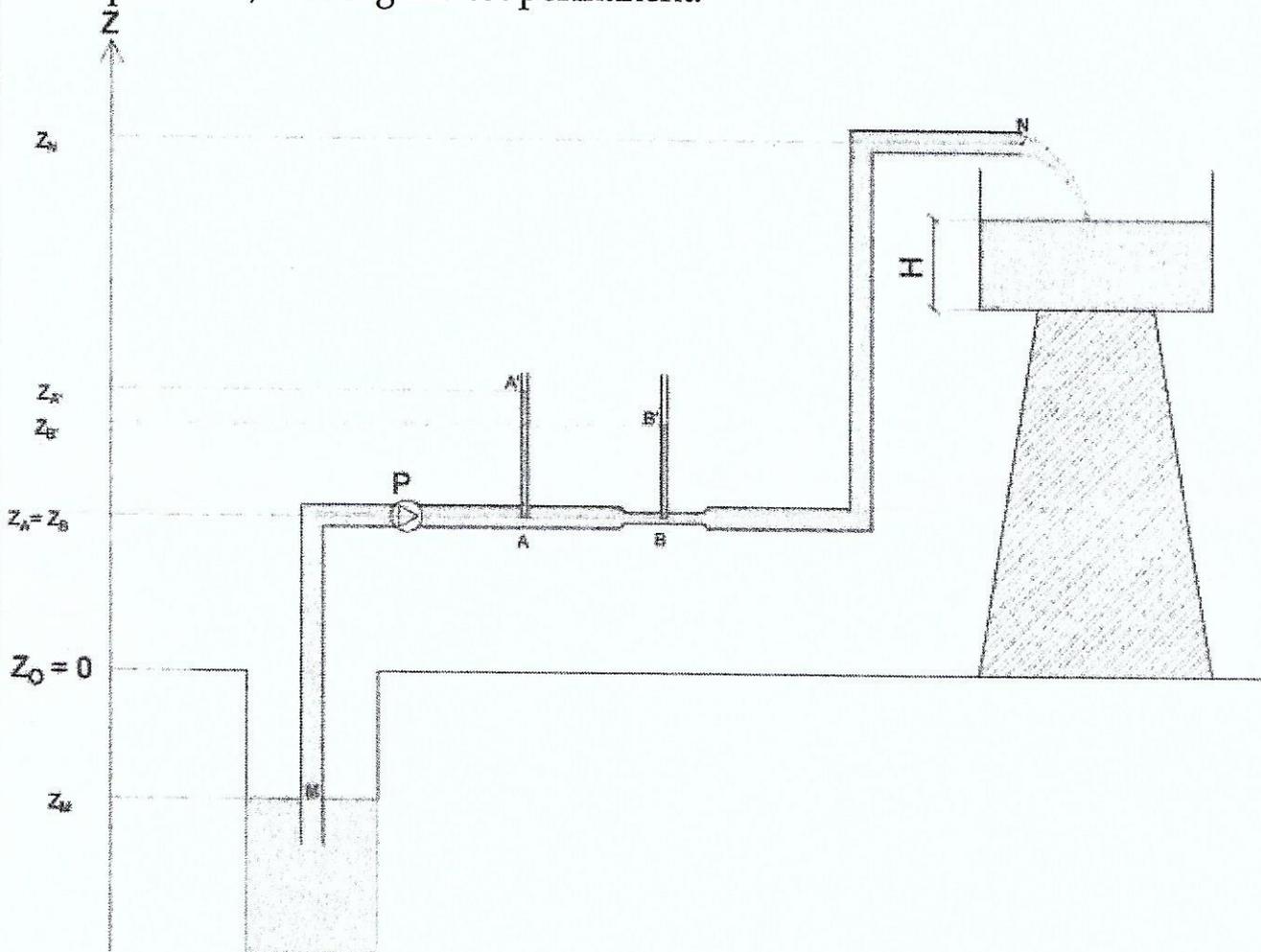


Filière :	Bâtiment
Épreuve :	Sciences physiques

Durée :	4H
Coefficient :	10

EXERCICE 1 : (12 points)

Une pompe alimente un château d'eau de forme carré de côté $a=2m$ à partir d'un puits à travers une conduite de diamètre $D=150mm$. Le fluide est parfait, incompressible, et le régime est permanent.



- 1) En appliquant la relation fondamentale de l'hydrostatique, donner les expressions de $P_A - P_{A'}$ et de $P_B - P_{B'}$ (1 pt)
- 2) En déduire $P_A - P_B$ en fonction de ρ , g et h (1 pt)
- 3) Sachant que $S_A = 2S_B$, calculer V_B en fonction de V_A (1 pt)
- 4) En appliquant le théorème de Bernoulli entre A et B, calculer $P_A - P_B$ en fonction de ρ et V_A (1,5 pt)
- 5) En déduire V_A en fonction de h et g . Calculer V_A (1,5 pt)
- 6) Donner l'expression du débit volumique Q_v en fonction de D , g et h . Calculer sa valeur. (1,5 pt)

2/2

- 7) En appliquant le théorème de Bernoulli entre les deux points M et N, calculer la puissance utile de la pompe. En déduire la puissance absorbée par la pompe sachant que son rendement est $\eta = 80\%$. (1,5 pt)
- 8) Déterminer le module de la résultante des forces de pression $\|\vec{R}\|$ dues à l'eau, exercées sur la paroi du château considéré plein. (1,5 pt)
Le château est considéré plein pour une hauteur d'eau $H = 4m$
- 9) Calculer la position du centre de poussée par rapport à la position du centre de gravité $z_G - z_P$. (1,5 pt)

Données :

- les altitudes : $z_M = -5m$ $z_N = 26m$
- Pression atmosphérique : $P_{atm} = 10^5 Pa$
- les pressions : $P_M = P_N = P_{atm} = 10^5 Pa$
- l'accélération de la pesanteur : $g = 10 m.s^{-2}$
- $z_{A'} - z_{B'} = h = 2m$

EXERCICE 2 : (7,5 points)

Dans un auditorium se tient une conférence dont le niveau sonore moyen est $N_{int} = 85dB$ et de fréquence $f = 400 Hz$. Les données architecturales sont les suivantes :

Hauteur des murs : $H = 20 m$, Épaisseur des murs : $e = 80 cm$

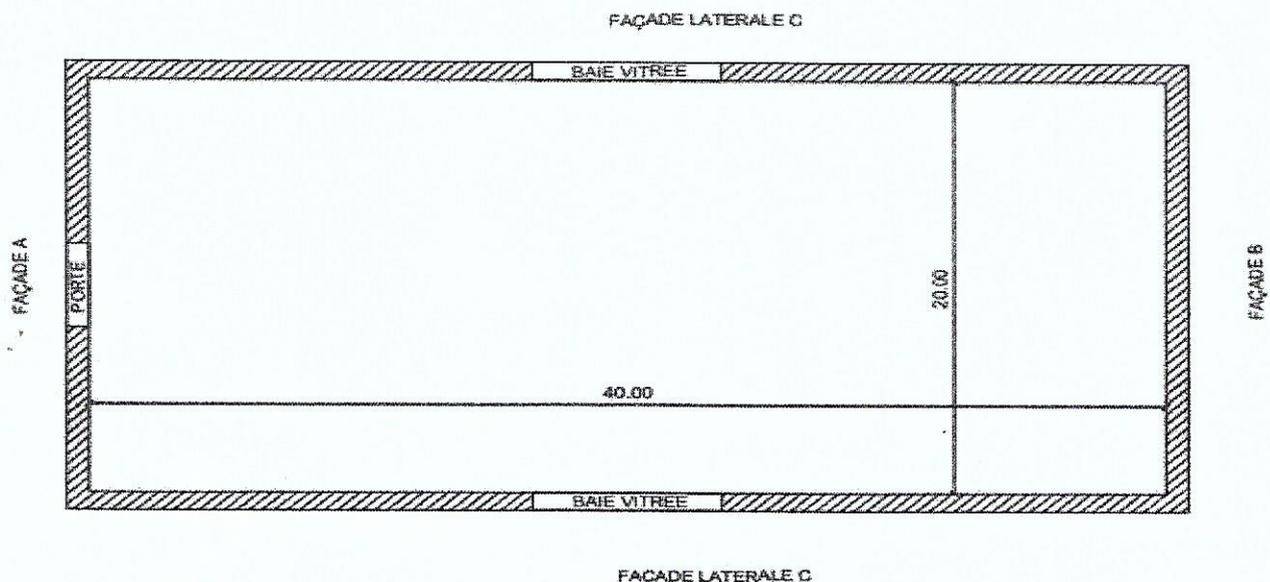
Façade A : Largeur : $l = 20 m$, avec une porte en bois de surface $S_p = 15 m^2$ et d'épaisseur $e_p = 10 cm$.

Façade B : Largeur : $l = 20 m$

Façades latérales C : Longueur $L = 40 m$ avec des vitraux d'épaisseur $e_v = 8 mm$ et de surface $S_v = 80 m^2$ par façade

On donne : les masses volumiques :

$$\rho(\text{beton}) = 2300 kg.m^{-3} ; \quad \rho(\text{bois}) = 800 kg.m^{-3} ; \quad \rho(\text{verre}) = 2500 kg.m^{-3}$$



1) Calculer les masses surfaciques des différents éléments constitutifs des parois :
 σ_{mur} , $\sigma_{vitrail}$, σ_{porte} . (1,25 pt)

2) Déterminer à l'aide de la loi semi empirique de la loi des masses suivante :

$$R = 13,3 \log(\sigma) \quad \text{si} \quad \sigma < 200 \text{Kg.m}^{-2}$$

$$R = 15 \log(4\sigma) \quad \text{si} \quad \sigma > 200 \text{Kg.m}^{-2}$$

Les affaiblissements acoustiques des murs R_{mur} , des vitraux $R_{vitraux}$, et de la porte R_{porte} (0,75 pt)

3) En déduire les coefficients de transmission des mur t_{mur} , des vitraux $t_{vitrail}$, et de la porte t_{porte} . (1,25 pt)

4) Déterminer les coefficients de transmission t_A , t_B , et t_C de chacune des façades. (1,75 pt)

5) Déterminer les affaiblissements acoustiques R_A , R_B , et R_C de chacune des façades. (0,75 pt)

6) Donner les niveaux sonores correspondants à l'extérieur de chaque façade N_A , N_B , et N_C . (1,75 pt)

EXERCICE 3 : (4,5 points)

1) A partir du tableau ci-dessous, calculer l'aire absorbante totale A d'une salle de conférence de volume $V = 400 \text{m}^3$ sachant qu'il faut ajouter 10% à la surface existante pour tenir compte de l'absorption par d'autres éléments comme les rideaux, luminaires, (1 pt)

Surface	Matériau	α_i à 512 Hz	Aire S_i en m^2	$\sum \alpha_i S_i$
Sol	Linoléum	0,1	200	
Plafond	Fibres molles	0,15	250	
Murs	Ribage fin	0,02	240	
Portes	Bois dur	0,03	30	
Fenêtres	Verre	0,03	40	
Avant-scène	Bois	0,03	10	
Podium	Bois sapin	0,06	50	
Mobilier	Chaises	0,008	300	

TOTAL :

+10% :

TOTAL :

La salle contient 300 chaises de surface absorbante 1m^2 chacune.

2) Calculer le temps de réverbération correspondant (0,75 pt)

3) Pour une salle à moitié pleine

3-1) Calculer la nouvelle surface d'absorption sachant que chaque auditeur a une surface absorbante de $0,38 \text{m}^2$. (1 pt)

3-2) En déduire le temps de réverbération correspondant T'_R (0,5 pt)

3-3) On espère avoir un temps de réverbération $T''_R = 1.15s$, pour cela, l'architecte veut coller un matériau au plafond. Lequel choisir parmi les matériaux suivants : $\alpha_1 = 0.2$; $\alpha_2 = 0.3$; $\alpha_3 = 0.4$? (1,25 pt)

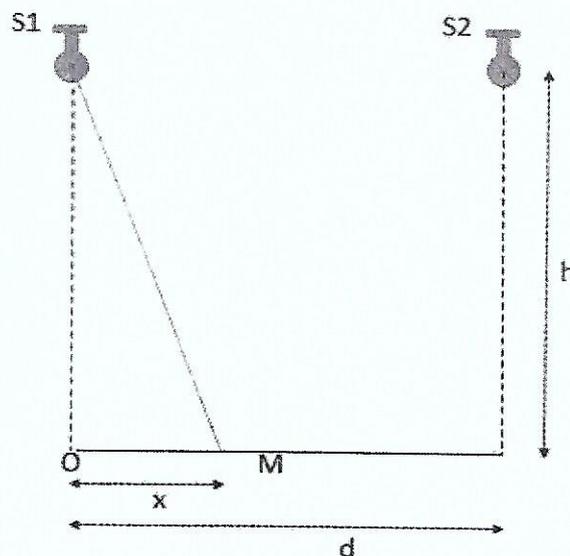
EXERCICE 4 : (9 points)

Une lampe S suivant la loi de Lambert émet un flux lumineux de $\Phi = 830 \text{ lm}$, avec une efficacité lumineuse $k = 83 \text{ lm.W}^{-1}$ éclaire un plan horizontal droit.

- 1) Calculer La puissance P_a consommée par la lampe (1 pt)
- 2) Calculer l'intensité lumineuse I_N émise dans la direction normale (1 pt)
- 3) L'éclairement en un point M du bureau situé à la distance x du point O à la verticale de la lampe est E_M . Trouver l'expression de l'éclairement E_M au point M en fonction de E_O , x , et h (E_O étant l'éclairement au point O) (1 pt)
- 4) Calculer :
 - 4-1) La hauteur h pour avoir $E_O = 264,2 \text{ lx}$ (0,5 pt)
 - 4-2) L'éclairement E_M quand $x = h$ (0,5 pt)
- 5) Compléter le tableau suivant, puis tracer le graphe $E_x = f(x)$ pour $h = 1 \text{ m}$ et pour $0 < x < 1 \text{ m}$. (2 pts)

x(en m)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$E_1(x)$											

- 6) L'éclairage de ce plan étant insuffisant et non uniforme, on place une autre lampe S' semblable à la précédente à la distance $d = h = 1,0 \text{ m}$ de la première lampe et a la même hauteur h .



6-1) Compléter le tableau suivant : (1 pt)

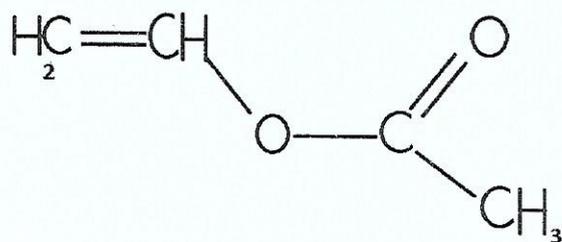
x (en m)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$E_1(x)$											
$E_2(x)$											
$E_T(x)$											

6-2) Tracer sur un même diagramme (à rendre avec la copie) les trois graphes $E_1(x)$, $E_2(x)$ et $E_T(x)$. (1 pt)

6-3) Conclure. (1 pt)

EXERCICE 5 : (3 points)

La formule semi-développée de l'acétate de vinyle est représentée ci-dessous :

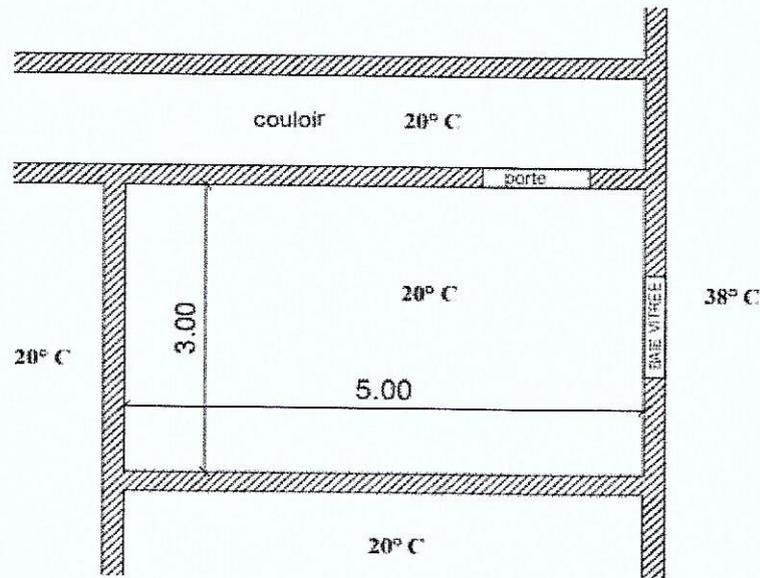


- 1) Écrire sa réaction de polymérisation. (2 pt)
- 2) De quel type de polymérisation s'agit-il ? (1 pt)
- 3) Sachant que l'indice de polymérisation est $n = 2500$, calculer la masse molaire du polymère produit M_p . (1 pt)

On donne : $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

EXERCICE 6 : (12 points)

- 1) On se propose d'étudier de point de vue thermique un studio dont le plan est représenté ci-contre



La température intérieure : $\theta_{\text{int}} = 20^\circ\text{C}$

La température extérieure : $\theta_{\text{ext}} = 38^\circ\text{C}$

La température est la même dans le couloir, les appartements voisins du même étage, étage inférieur, et étage supérieur.

Les dimensions du studio sont :

$$L = 5\text{m}$$

$$l = 3\text{m}$$

$$h = 2,5\text{m}$$

L'épaisseur du mur : $e_m = 20\text{cm}$

La baie vitrée est rectangulaire, et a pour dimension :

$$l_v = 2\text{m}$$

$$h_v = 2,5\text{m}$$

$$e_v = 4\text{mm}$$

On donne :

$$h_i = 7\text{W.K}^{-1}.\text{m}^{-2}$$

$$h_e = 20\text{W.K}^{-1}.\text{m}^{-2}$$

$$\lambda_v = 1,15\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$\lambda_m = 3,6\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

- 1) On appelle φ le flux thermique surfacique traversant une paroi homogène de résistance thermique surfacique r (pour 1m^2) et $\Delta\theta$ la différence de température de part et d'autre de la paroi. Donner l'expression de φ en fonction de r et $\Delta\theta$. (0,5 pt)
- 2) Les flux à travers la porte, les murs séparant deux appartements, le mur du couloir, le sol, et le plafond sont nuls. Pourquoi ? (1 pt)

- 3) Calculer S_v la surface de la baie vitrée et S_m la surface des murs occasionnant des échanges thermiques (1 pt)
- 4) 4-1) exprimer puis calculer la résistance thermique surfacique r_v de la baie vitrée. (1 pt)
4-2) exprimer puis calculer la résistance thermique surfacique r_m des murs. (1 pt)
- 5) Calculer le flux thermique surfacique φ_V traversant la baie vitrée. En déduire le flux Φ_V traversant cette baie. (1 pt)
- 6) Calculer le flux thermique surfacique φ_m traversant les murs. En déduire le flux Φ_m traversant ce mur. (1 pt)
- 7) Calculer le flux thermique Φ_T traversant l'ensemble {murs + baie vitrée}. (1pt)
- 8) On veut minimiser les transferts thermiques, pour cela, on utilise un double vitrage pour la baie vitrée : 4mm(verre) + 12 mm d'air + 4mm(verre)
- 8-1) Calculer la résistance thermique surfacique r_a d'une lame d'air de $e_a = 12\text{mm}$ d'épaisseur, sachant que la résistance d'une tranche d'air est proportionnelle à son épaisseur e . sachant que pour $e = 2\text{ cm}$; $r_a = 0.3\text{ m}^2\text{ K.w}^{-1}$ (1 pt)
- 8-2) calculer la résistance thermique surfacique du double vitrage r_{dv} (1 pt)
- 8-3) Calculer le nouveau flux thermique surfacique du double vitrage φ'_v (0,75pt)
- 8-4) calculer le nouveau flux thermique à travers la baie vitrée Φ'_v . (0,75 pt)
- 8-5) calculer le nouveau flux thermique total à travers l'ensemble {mur+baie vitrée} Φ'_T . Conclure. (1 pt)

EXERCICE 7 : (5 points)

- 1) On réalise une pile en associant une demi-pile formée d'une lame de fer plongeant dans une solution de fer II à 1mol.l^{-1} , et une demi-pile formée d'une plaque de ~~magnésium~~ ^{zinc} plongeant dans une solution de (~~Zn~~²⁺, SO_4^{2-}) à 1mol.l^{-1} . Ces deux compartiments sont reliés par un pont salin et cette pile débite dans un circuit extérieur.
- 1-1) Écrire les demi-équations électroniques des réactions se produisant dans chaque demi-pile, en indiquant la cathode et l'anode (1 pt)
- 1-2) Écrire l'équation bilan, et calculer la force électromotrice $f.e.m$ de cette pile. (1 pt)
- 2) Sous l'effet de la corrosion de l'armature d'acier, le béton éclate. Pour remédier à ce phénomène, on pulvérise du zinc en fine couche sur la surface de béton.

2-1) pourquoi utilise-t-on le zinc et comment appelle-t-on ce type de protection ? (1 pt)

2-2) une bonne protection d'un pilier est prévue pour $\Delta t = 3$ ans avant renouvellement, on estime l'intensité du courant résultant de la corrosion à $I = 15 \text{ mA}$.

Calculer la masse de ~~magnésium~~ ^{zinc} à prévoir sachant que la masse de zinc consommée ne doit pas dépasser 80% de la masse disposée. (2 pt)

Données : $E^\circ(F_e^{2+} / F_e) = -0,44 \text{ V}$; $E^\circ(Z_n^{2+} / Z_n) = -0,76 \text{ V}$

Masse molaire de zinc : $M(Z_n) = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Charge d'une mole d'électrons : $F = 96500 \text{ C}$

EXERCICE 8 : (6 points)

L'iodure de césium possède une structure cubique de type CsCl

- 1) Donner un schéma clair de sa structure dans lequel vous précisez la position des ions Cs^+ et I^- (1 pt)
- 2) Calculer les nombres de chaque ion par maille. (1 pt)
- 3) Donner la coordinence des ions I et Cs (1 pt)
- 4) Déterminer la valeur approximative du paramètre de sa maille (1 pt)
- 5) Calculer sa masse volumique ρ . (1 pt)
- 6) Calculer sa compacité C . (1 pt)

On donne :

Rayon ioniques : $r(Cs^+) = 0,167 \text{ nm}$ $r(I^-) = 0,220 \text{ nm}$

Masses molaires (en g/mol) : $M(I) = 126,9$ $M(Cs) = 132,9$

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$