

SESSION 1999	Page : 1/6
Examen : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR	Coef. : 2
Spécialité : DOMOTIQUE	Durée : 2 h
Epreuve : PHYSIQUE-CHIMIE	Code : DOPHY

Exercice 1 : Eclairage (9 points)

Les questions 1°) ; 2°) , 3°) et 4°) sont indépendantes pour ce qui est de leur résolution , les données de l'une pouvant cependant servir à d'autres.

1°) Une lampe à incandescence émet un flux lumineux de 980 lm, réparti uniformément dans l'espace, avec une efficacité de 13 lm/W.

- a) Calculer la puissance consommée par la lampe
- b) Calculer l'intensité lumineuse I émise, celle-ci étant supposée indépendante de la direction d'émission. Préciser son unité.

2°) On place la lampe dans un réflecteur qui permet l'émission de 80 % du flux total de la lampe dans un cône de demi-angle au sommet $\alpha = 60^\circ$, la nouvelle intensité lumineuse I étant toujours supposée indépendante de la direction d'émission (voir fig. 1, en annexe 1).

Calculer cette nouvelle intensité lumineuse I_1 .

On rappelle que l'angle solide sous lequel on voit un disque, perpendiculaire à la direction d'observation, dans un cône de demi-angle au sommet α est $\Omega = 2 \pi (1 - \cos\alpha)$.

3°) La lampe est placée au-dessus d'un bureau à la hauteur h (voir fig 2). L'éclairement d'une surface élémentaire dS en un point M du bureau situé à la distance x du point O à la verticale de la lampe est noté E_M .

- a) Exprimer l'éclairement E_o , au point O, en fonction de I_1 et r^2 , puis calculer la hauteur h pour avoir $E_o = 250$ lux, exprimer E_x au point M en fonction de I_1 α et r^2 .
- b) L'éclairement E_x est donné par la relation (1) :

$$E_x = \frac{I_1}{h^2 \left[1 + \frac{x^2}{h^2} \right]^{3/2}}$$

Exprimer alors l'éclairement E_x en fonction de E_o , h et x et calculer sa valeur pour $x = h$.

- c) Le graphe $E_x = f(x)$ est donné en annexe (2) pour $h = 1,0$ m et pour $0 < x < 2$ m. Esquisser le graphe complet pour $-2 < x < 2$ m, en justifiant votre tracé.
- d) Retrouver la relation (1) donnée au 3°) b) à partir de votre première réponse au 3°) a).

4°) L'éclairement du bureau étant insuffisant et non uniforme, on place une même lampe avec réflecteur, à la distance $d = h = 1,0$ m de la première lampe (Voir fig. 3). En utilisant la courbe $E=f(x)$ calculer l'éclairement global pour $x = 0$; $x = 0,2$ m ; $x = 0,3$ m ; $x = 0,5$ m ; $x = 0,7$ m ; $x = 1$ m. Les différentes valeurs seront mises dans un tableau. Conclure.

Exercice 2

Chambre frigorifique (6 points)

Les questions 1°), 2°) et 3°) peuvent être traitées indépendamment.

On admet la relation $T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273$

Une installation frigorifique comporte une chambre froide dont les produits sont maintenus à une température de $-15^{\circ}C$, alors que la température extérieure est de $18^{\circ}C$. On ne s'intéressera qu'au régime permanent et on supposera que le groupe fonctionne de façon réversible suivant un cycle de Carnot.

On utilisera les indices « c » et « f » pour les quantités de chaleur se rapportant respectivement à la source chaude et à la source froide. Elles seront prises algébriquement et considérées comme positives si elles sont reçues par le fluide.

W et Q désigneront respectivement le travail et la quantité de chaleur échangés avec le fluide réfrigérant.

On donne en annexe 3 un schéma qui doit être rendu, complété, avec votre copie.

1°) Sur ce schéma indiquer :

- près des traits de liaison, les lettres W, Q_c et Q_f qui conviennent ;
- le signe de W, Q_c , Q_f en précisant qui reçoit, qui fournit $|W|$, $|Q_c|$ ou $|Q_f|$;
- attribuer à chacune des sources de chaleur son nom : évaporateur ou condenseur.

2°) a) Calculer les pertes par conduction thermique à travers les parois de la chambre froide dont le coefficient de transmission thermique global est de 300 W.K^{-1} .

b) En déduire la quantité de chaleur $|Q_f|$ prise à la source froide en une heure.

3°) On admettra que $|Q_f| = 36 \times 10^3 \text{ kJ / h}$. Sachant que toutes les transformations sont considérées comme réversible, en appliquant l'égalité de Clausius relative à un cycle de Carnot, calculer la quantité de chaleur Q_c échangée avec la source chaude en une heure.

4°) Appliquer le premier principe et en déduire la puissance minimale qui doit être fournie par le compresseur pour maintenir constante la température de la chambre froide.

5°) Calculer l'efficacité théorique ε du groupe frigorifique. L'efficacité réelle est assez inférieure. Pourquoi ?

Exercice 3

Corrosion (5 points)

Une pompe immergée de forage est suspendue au bout d'un câble d'acier dans un tube de fer de 100 mm de diamètre intérieur et de 3,0 mm d'épaisseur. La surface de l'eau est à environ 2 à 3 m au-dessus de la pompe. Le propriétaire craignant une cassure du câble par corrosion et la perte de sa pompe imagine la solution suivante :

Pour éviter la corrosion du câble (assimilé à du fer), il relie le câble et le tube par un générateur de tension continue qui fournit alors un courant d'intensité constante, égale à 5,0 mA, dans le circuit constitué par ces éléments et l'eau du forage.

1°) Ecrire la demi-équation électronique correspondant au couple Fe^{2+}/Fe . A quel type de réaction appartient-elle ? Préciser le sens de la demi-équation correspondant à la corrosion du fer.

2°) L'acier du câble (assimilé au fer) et le fer du tube sont susceptibles de subir cette réaction, mais dans cette application particulière c'est le tube qui devra assurer la protection du câble.

- a) Sur un schéma du circuit où câble et tube seront simplement représentés par des électrodes, indiquer la borne du générateur qui doit être reliée au tube pour que le câble ne subisse pas la corrosion. Justifier.
- b) On indiquera aussi l'anode, la cathode, le sens de circulation des électrons et du courant.
- c) Comment appelle-t-on ce type de protection ?

3°) a) Calculer la quantité d'électricité transportée au bout d'un an. En déduire la masse de fer qui aura alors disparu sur le tube.

b) Comparer à la masse d'un mètre linéaire de tube.

Données :

- * La quantité d'électricité transportée par une mole d'électrons vaut un faraday soit 96500 C.
- * Masse molaire du fer : $M_{\text{Fe}} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$.
- * Masse volumique du fer : $\rho = 7,8.10^3 \text{ kg/m}^3$.
- * Durée d'une année : $3,15 \times 10^7 \text{ s}$.

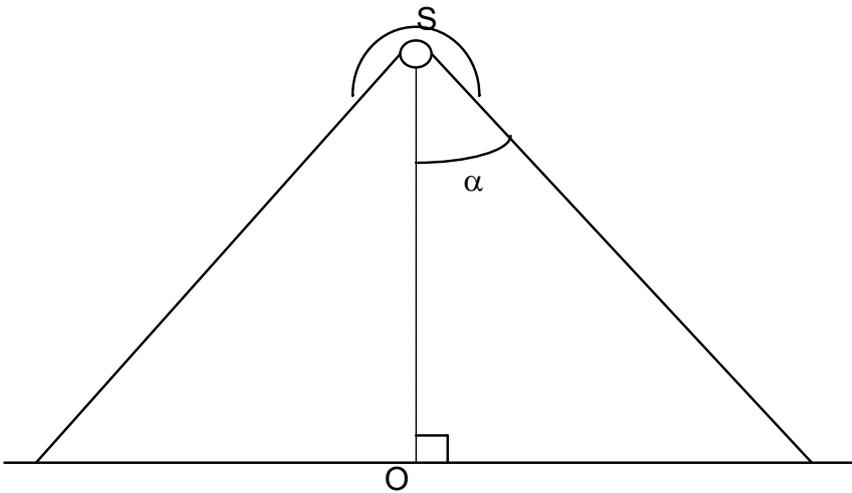


Fig. 1

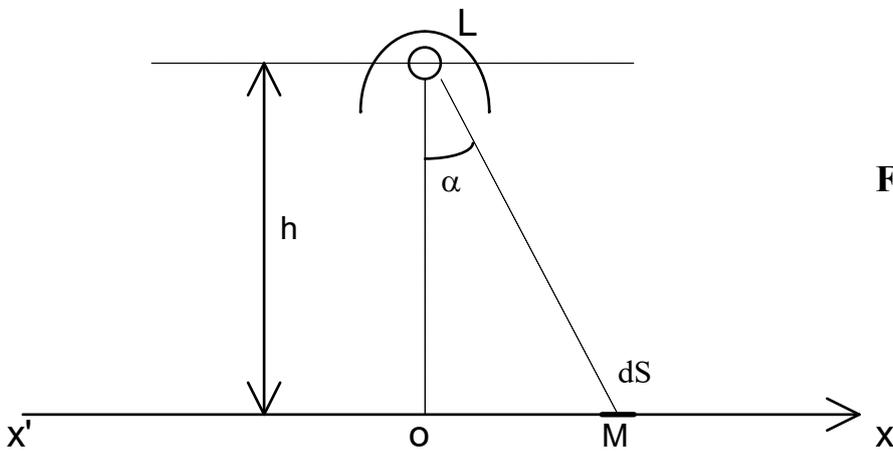


Fig. 2

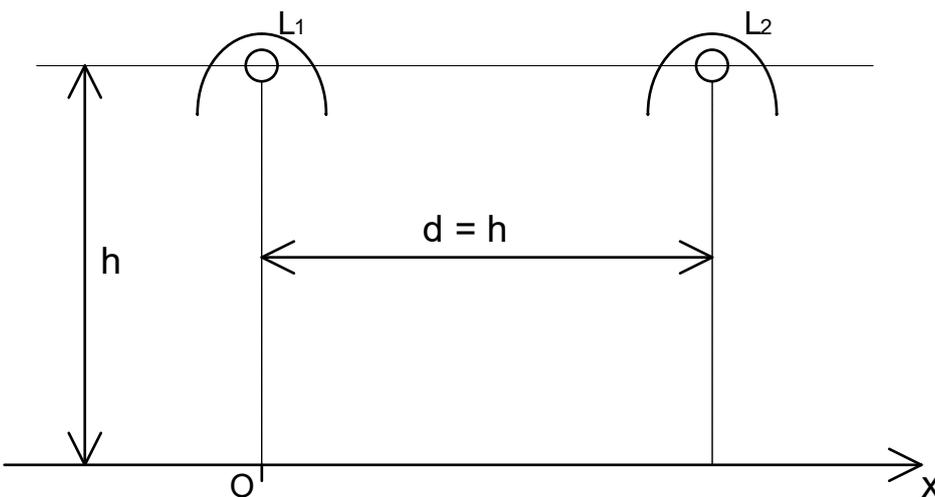
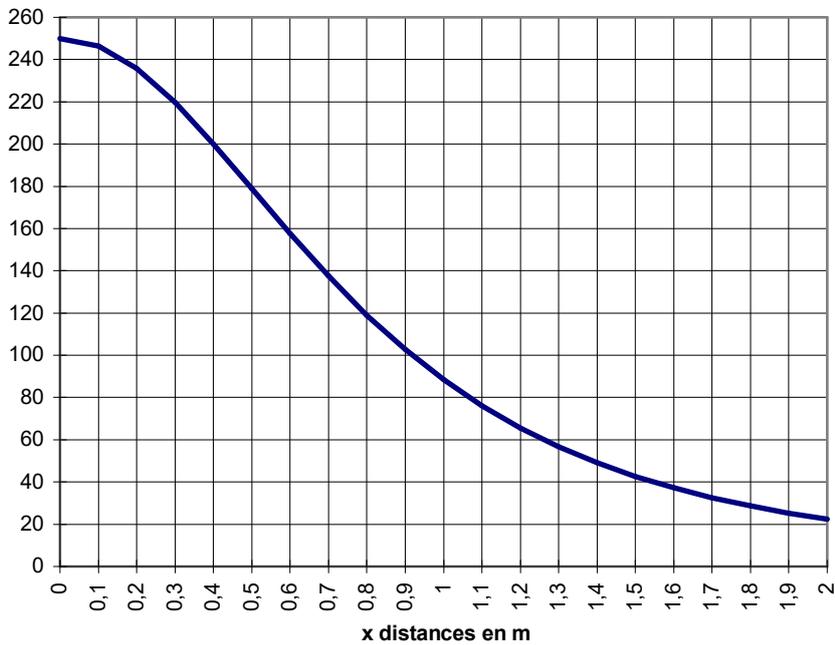


Fig. 3

ANNEXE 2

éclairage en lux pour h=1 m



distance x	Eclairage
0	250
0,1	246
0,2	236
0,3	220
0,4	200
0,5	179
0,6	158
0,7	137
0,8	119
0,9	103
1	88
1,1	76
1,2	66
1,3	57
1,4	49
1,5	43
1,6	37
1,7	33
1,8	29
1,9	25
2	22

ANNEXE 3

