

PHYSIQUE (10 points)

Etude d'un éclairage avec des lampes à halogènes

L'éclairage dans un laboratoire est assuré par une série de lampes à halogène encastrées dans le plafond. On se propose d'étudier l'éclairement d'un plan de travail.

PARTIE I : Eclairement dû à une seule lampe

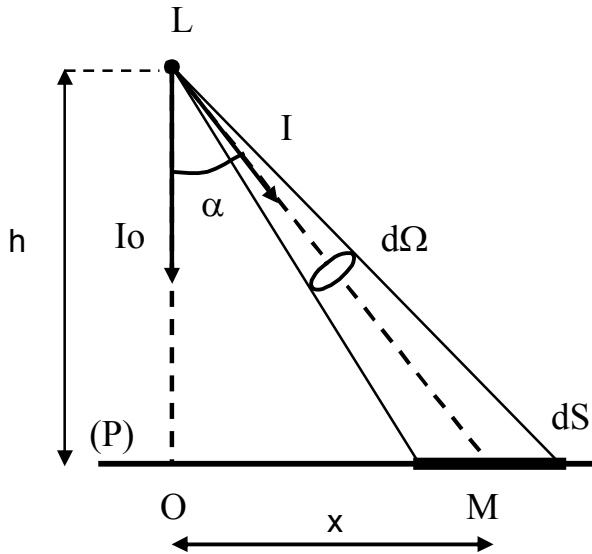


figure 1

Une de ces lampes, notée L, éclaire le plan horizontal (P), situé à une distance $h = 2,00$ m du plafond.

L'indicatrice d'intensité lumineuse donnée par le constructeur est telle que l'intensité lumineuse I dans une direction LM est égale à : $I = I_0 \cos \alpha$, I_0 étant l'intensité lumineuse suivant la verticale descendante en direction du point O.

On rappelle que si un élément de surface dS , entourant le point M, reçoit un flux lumineux dF émis dans un angle solide $d\Omega$, alors l'éclairement correspondant est donné par la relation suivante : $E = \frac{dF}{dS}$

avec $dF = I d\Omega$ et $d\Omega = \frac{dS \cos \alpha}{LM^2}$

1. Montrer que l'éclairement E , au point M, est donné par la relation : $E = \frac{I \cos \alpha}{LM^2}$
2. Le point M se trouve à une distance $x = OM$ du point O. En utilisant les propriétés géométriques de la figure 1, justifier que l'expression de l'éclairement E peut se mettre sous la forme : $E = \frac{I_0 h^2}{(x^2 + h^2)^2}$.
3. L'intensité lumineuse I_0 selon la verticale descendante vaut : $I_0 = 960$ cd .
 - 3.1. Calculer numériquement l'éclairement E_O au point O .
 - 3.2. Calculer numériquement l'éclairement E_M à la distance $x = 1,00$ m .
4. On se propose maintenant de tracer la courbe $E = f(x)$:
 - 4.1. Justifier que $E = \frac{3840}{(x^2 + 4)^2}$
 - 4.2. Remplir le tableau de valeurs sur la feuille ANNEXE .

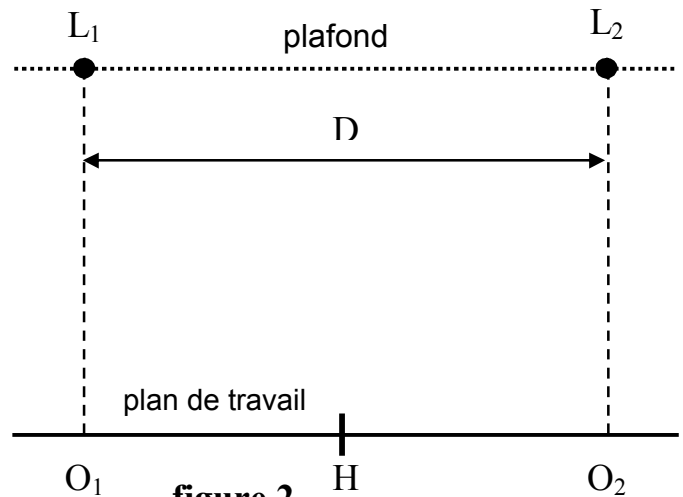
- 4.3. Sur la feuille ANNEXE, reporter les points du tableau sur le graphique et tracer l'allure de la courbe $E = f(x)$.

PARTIE II : Eclairage dû à deux lampes

Soient deux lampes L_1 et L_2 , identiques à la lampe L étudiée dans la partie I), qui sont situées à une distance D l'une de l'autre. (voir figure N°2).

On rappelle qu'en un point, les éclairagements dûs à plusieurs sources s'additionnent.

Pour travailler dans de bonnes conditions, l'éclairage du plan de travail au point H, milieu de O_1O_2 , doit au minimum être égal à 260 lux.



1. Donner la valeur numérique de l'éclairage E_1 minimum dû à la lampe L_1 au point H.
2. En utilisant le graphe $E = f(x)$ de la feuille ANNEXE, trouver graphiquement la position du point H en déterminant la valeur numérique de $x_H = O_1H$.
3. En déduire l'écartement D des deux lampes L_1 et L_2 .

PARTIE III : Caractéristiques des lampes utilisées

Les lampes ont été choisies dans le catalogue d'un constructeur qui donne, entre autres, les renseignements suivants :

Lampe à halogène : 230V 100W 3200K 2000h

1. Donner la signification de chacune de ces valeurs.
2. Quelle indication donne la température de couleur T_c d'une lampe ?
3. Sachant que le flux total émis par ce type de lampe vaut $F = 3010 \text{ lm}$, calculer l'efficacité lumineuse k d'une telle lampe.
4. On rappelle que le maximum d'émission est donné par la loi de Wien : $\lambda_m = \frac{A}{T}$
avec $A = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$.
Calculer la valeur de λ_m et dire où se situe cette valeur par rapport au spectre visible.

CHIMIE (10 points)
Etude de l'influence de deux composés présents dans
un révélateur photographique

DONNEES : $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M(K) = 39 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(Br) = 80 \text{ g.mol}^{-1}$

Produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$ à 25°C

Une solution aqueuse de révélateur, de volume $V = 1 \text{ L}$, achetée dans le commerce, contient :

-
- du carbonate de potassium K_2CO_3 : 40 g
- du bromure de potassium KBr : 6,4 g
-

PARTIE I : Rôle du carbonate de potassium

La réaction de développement est une réaction d'oxydoréduction entre un réducteur et l'ion Ag^+ qui joue le rôle d'oxydant.

Le potentiel d'oxydoréduction E du réducteur dépend, entre autres, de la valeur du pH.

La présence de carbonate de potassium va influencer le pH du révélateur.

1. La dissolution totale du carbonate de potassium solide dans l'eau se fait suivant la réaction : $\text{K}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2 \text{K}^+ + \text{CO}_3^{2-}$.
 - 1.1. Calculer le nombre de moles n de carbonate de potassium qui a été dissout dans le révélateur.
 - 1.2. En déduire la concentration $[\text{CO}_3^{2-}]$.
2. L'ion carbonate est une base faible qui réagit de façon partielle avec l'eau.

On donne : $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ ($\text{pK}_{a1} = 6,4$) et $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ ($\text{pK}_{a2} = 10,2$)

 - 2.1. Ecrire la réaction des ions carbonate CO_3^{2-} avec l'eau.
 - 2.2. Tracer sur un même diagramme les domaines de prédominance des espèces chimiques des couples $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ et $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$.
 - 2.3. L'espèce prédominante de la solution de révélateur est l'ion carbonate CO_3^{2-} . Que peut-on dire du pH du révélateur ?

3. La réaction chimique qui a lieu pendant le développement photographique fait apparaître dans le révélateur une quantité $n' = 2,0 \cdot 10^{-2}$ mol d'ions H_3O^+ .
- 3.1. Si cette même quantité d'ions H_3O^+ ($n' = 2,0 \cdot 10^{-2}$ mol) était libérée dans un litre d'eau pure (à $\text{pH} = 7$), quelle serait la nouvelle valeur du pH ?
- 3.2. Dans le cas du révélateur, l'apparition de cette même quantité n' d'ions H_3O^+ modifie très peu le pH . Que peut-on en conclure quant au rôle du carbonate de potassium ?

PARTIE II : Rôle du bromure de potassium

La partie sensible d'un film photographique noir et blanc est constituée de bromure d'argent AgBr .

Le potentiel d'oxydoréduction du couple Ag^+/Ag qui intervient dans le développement dépend de la concentration en ions Ag^+ .

On étudie l'influence de la présence du bromure de potassium sur la concentration en ions Ag^+ .

On donne pour AgBr : $\text{pKs} = 12$

1. Etude de la solubilité de AgBr dans de l'eau pure.
 - 1.1. Ecrire l'équation de la réaction d'équilibre de cette dissolution .
 - 1.2. Calculer la solubilité s_1 du bromure d'argent dans l'eau.
2. Etude de la solubilité de AgBr dans le révélateur :
 - 2.1. On constate que la solubilité de AgBr dans le révélateur est plus faible que dans l'eau pure . Justifier sans calcul.
 - 2.2. Calculer la concentration des ions Br^- dans le révélateur.
 - 2.3. Calculer alors la nouvelle solubilité s_2 de AgBr .

ANNEXE à rendre avec la copie

Compléter le tableau ci-dessous :

x (en m)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
E (en lux)							

