

## Exercices sur la PHOTOMETRIE

### Exercice 1 :

Une cellule photoélectrique C reçoit la lumière émanant d'une ouverture circulaire O de diamètre  $d = 2,75 \text{ cm}$  et elle-même éclairée par une source ponctuelle S dont l'intensité lumineuse vaut  $I = 50 \text{ cd}$ . Cette source S est située sur l'axe de l'ouverture O. La cellule met en action un relais électrique lorsque le flux lumineux qu'elle reçoit dépasse  $F = 0,2 \text{ lm}$ .

A quelle distance maximale  $x$  de l'ouverture O doit-on placer la source pour obtenir tout juste le déclenchement du relais ?

### Exercice 2 :

Une lampe fluorescente de puissance  $P = 10 \text{ W}$  a une intensité lumineuse  $I = 35 \text{ cd}$ . Calculer le flux lumineux et l'efficacité lumineuse de la lampe.

### Exercice 3 :

Une ampoule électrique de puissance  $P = 60 \text{ W}$  et de rendement lumineux  $k = 14 \text{ lm.W}^{-1}$  est suspendue à une hauteur  $h = 3 \text{ m}$  au-dessus d'une table et envoie toute la lumière émise dans cette direction.

1.) Quel est l'éclairement  $E$  de la table juste sous l'ampoule ?

2.) A quelle hauteur  $h'$  devrait-on mettre l'ampoule pour doubler l'éclairement de la table ?

### Exercice 4 :

Une lampe spot concentre toute la lumière d'une ampoule d'intensité  $I = 100 \text{ cd}$  dans un cercle de rayon  $R = 1 \text{ m}$  sur un mur. Le faisceau lumineux est perpendiculaire au mur. Calculer l'éclairement moyen  $E$  produit.

### Exercice 5 :

Un éclairement d'environ  $E = 200 \text{ lux}$  est recommandé pour la lecture. A quelle distance  $d$  faut-il placer une ampoule, de puissance  $P = 75 \text{ W}$  et d'intensité  $I = 90 \text{ cd}$ , d'un livre si l'angle entre les rayons lumineux et le plan du livre ouvert vaut  $60^\circ$  ?

### Exercice 6 :

Un terrain de sport de dimension  $75 \text{ m} \times 120 \text{ m}$  doit avoir un éclairement moyen de  $E = 950 \text{ lux}$ . Combien de lampes, d'intensité  $I = 5000 \text{ cd}$  chacune, doit-on mettre en place sachant que les lampes sont munies de réflecteurs permettant à  $60\%$  du flux lumineux d'atteindre le terrain ?

### Exercice 7 :

Une lampe est suspendue à une hauteur  $h = 2 \text{ m}$  au-dessus d'une table.

1.) Combien de fois l'éclairement  $E_0$  juste sous la lampe est-il plus grand que l'éclairement  $E_1$  d'un point situé à une distance  $x = 1,20 \text{ m}$  sur la table vers le côté. On suppose que l'intensité dans la direction latérale vaut :  $I_1 = I_0$  ( $I_0$  : intensité selon la verticale)

2.) Même question :  $h = 2 \text{ m}$  et  $x = 1,20 \text{ m}$  : mais on raisonne sur un éclairement  $E_2$  en supposant que l'intensité lumineuse dans la direction latérale vaut  $I_2 = I_0 \cos \theta$  ( $\theta$  est l'angle entre la normale et la direction latérale).

### Exercice 8 :

Une lampe d'éclairage est placée à une hauteur  $h = 2,00 \text{ m}$  à la verticale de l'axe d'un plan de travail droit et horizontal.

La surface indicatrice d'intensité lumineuse est une sphère passant par la lampe, et le centre de la sphère est sur la verticale de la lampe.

L'intensité lumineuse suivant la verticale vaut  $I_v = 1250 \text{ cd}$ .

1.1.) Donner l'expression littérale de l'éclairement  $E$  dû à cette lampe en un point de l'axe du plan de travail, en fonction de la distance  $x$  de ce point à la verticale passant par la lampe.

1.2.) A.N. :  $x = 1,00 \text{ m}$

2.) Tracer la courbe  $E = f(x)$ .

3.) Une lampe identique est placée à la même hauteur  $h = 2,00 \text{ m}$ , à la verticale de l'axe du plan. Elle se trouve à une distance  $D$  de la première lampe. Déterminer la distance  $D$  permettant d'obtenir un éclairement  $E_D = 180 \text{ lux}$  en un point de l'axe du plan situé à égale distance des deux lampes. Vérifier la valeur en utilisant le graphe de la question 2.)

### **Exercice 9 :**

Une ampoule électrique de puissance  $P = 75 \text{ W}$  et d'intensité lumineuse constante  $I = 90 \text{ cd}$  est suspendue à une hauteur  $h_0 = 3 \text{ m}$  au-dessus d'un plan. Calculer :

- 1.) L'efficacité lumineuse  $k$  de cette lampe
- 2.) L'éclairement  $E_0$  du point du plan situé juste à la verticale sous la lampe.
- 3.) la hauteur  $h_1$  à laquelle il faut placer la lampe pour augmenter l'éclairement précédent de 30% .

### **Exercice 10 :**

Une lampe de puissance  $P = 500 \text{ W}$  est assimilable à une source lumineuse ponctuelle respectant la condition de Lambert ( c'ad qu'elle émet avec une intensité  $I$  constante dans toutes les directions de l'espace.). Elle est suspendue à une hauteur  $h = 4 \text{ m}$  au-dessus d'un plan de travail horizontal de surface  $S = 2 \text{ m}^2$  et recevant un éclairement moyen uniforme  $E = 40 \text{ lux}$ . Calculer :

- 1.) le flux lumineux  $F$  reçu par le plan de travail
- 2.) l'angle solide  $\Omega$  correspondant
- 3.) l'intensité lumineuse  $I$  de la lampe
- 4.) le flux total  $F_{\text{tot}}$  émis par la lampe
- 5.) l'efficacité lumineuse  $k$  de la lampe

### **Exercice 11 :**

On donne les coefficients d'absorption :      eau :                       $k_e = 2,4 \text{ m}^{-1}$   
verre noirci :            $k_v = 1000 \text{ m}^{-1}$

- 1.) Calculer le facteur de transmission d'un faisceau de lumière qui traverse
  - a) une épaisseur de 1 cm d'eau
  - b) une épaisseur de 10 cm d'eau
  - c) une épaisseur de 1 cm de verre noirci
  - d) une épaisseur de 10cm de verre noirci
- 2.) On considère que la lumière ne traverse pas la surface si le facteur de transmission  $T < 10^{-3}$  . Calculer l'épaisseur maximale correspondante d'eau  $x_e$  et de verre noirci  $x_v$  .

### **Exercice 12 :**

Un système optique est assimilable à une lentille convergente de rayon  $r = 5 \text{ cm}$  et d'épaisseur  $x = 0,5 \text{ cm}$ , d'indice de réfraction  $n = 1,5$  . Il est éclairé par une source de luminance  $L = 2 \cdot 10^6 \text{ cd.m}^{-2}$  et située à une distance  $d = 15 \text{ cm}$  du système optique.

- 1.) Faire un schéma du dispositif et tracer le chemin d'un rayon lumineux traversant le système .
- 2.) Déterminer le coefficient de transmission  $T$  en tenant compte des pertes de flux lumineux par réflexion et par absorption (coefficient d'absorption  $k = 2,4 \text{ m}^{-1}$ ).

### **Exercice 13 :**

Un projecteur comporte une source de luminance uniforme  $L$  et de surface apparente  $s = 2 \text{ cm}^2$  . La source est placée à  $D = 10 \text{ cm}$  d'un système optique de diamètre  $d = 5 \text{ cm}$  et dont le facteur de transmission vaut  $T = 0,85$  . Ce projecteur éclaire un écran de surface  $S_e = 16 \text{ m}^2$  et l'éclairement moyen vaut  $E_{\text{moy}} = 680 \text{ lux}$  . Calculer :

- 1.) le flux lumineux émis par la source.
- 2.) la luminance  $L$  de la source .
- 3.) La puissance de la lampe, sachant que son efficacité lumineuse vaut  $e_L = 32 \text{ lm.W}^{-1}$  .

### **Exercice 14 :**

Une lampe d'éclairage, à vapeur de sodium, possède les caractéristiques suivantes :

- puissance électrique absorbée :  $P = 0,45 \text{ kW}$                       - efficacité lumineuse :  $k = 83 \text{ lm.W}^{-1}$ .

Elle est considérée comme une source ponctuelle. La surface indicatrice d'intensité lumineuse est une sphère passant par la lampe, le centre de la sphère étant sur la verticale de la lampe.

- 1.) Déterminer le flux lumineux émis par la lampe.
- 2.) Dessiner la surface indicatrice d'intensité lumineuse. En déduire que l'intensité lumineuse  $I_\alpha$  dans une direction quelconque faisant l'angle  $\alpha$  par rapport à la verticale est de la forme  $I_\alpha = I_0 \cdot \cos\alpha$  . ( $I_0$  étant la valeur de l'intensité lumineuse à la verticale de la lampe.)
- 3.) Établir la relation liant le flux lumineux à l'intensité lumineuse  $I_0$  suivant la verticale :  $\Phi = \pi I_0$

On rappelle que l' angle solide élémentaire de révolution peut se mettre sous la forme :  $d\Omega = 2\pi \cdot \sin\alpha \cdot d\alpha$

Calculer la valeur numérique de  $I_0$ .

- 4.) Cette lampe est placée à une hauteur  $h = 8,0 \text{ m}$  au-dessus d'une rue horizontale. Déterminer la valeur de l'éclairement  $E$  dû à cette lampe en un point de la rue situé sur la verticale passant par la lampe.