

Devoir surveillé d'optique géométrique 28 mai 2015

⌚ Durée : 1h50 Les parties du devoir sont indépendantes.

📖 L'emploi d'une calculatrice et d'une fiche personnelle (A4 manuscrite, recto, non photocopiée) est autorisé.
Barème indicatif et modifiable.

1- Utilisation de deux lentilles minces sur un banc optique (5 pts)

Remarque : il n'y a pas de piège particulier dans l'énoncé mais il sera nécessaire de lire attentivement la description suivante de l'expérience.

Un banc optique de deux mètres de longueur est doté d'une règle graduée en cm et mm. Les graduations vont de la valeur -100 cm à +100cm de sorte que la graduation 0,0 est exactement au milieu de cette règle.

Une lanterne de TP est placée en S à une extrémité du banc (graduation -100) ; elle éclaire un verre gravé servant d'objet AB pour une lentille L1 de distance focale image $f_1' = +200$ mm. L'image $A_i B_i$ de l'objet AB par L1 est observable de façon très nette si on place temporairement un écran exactement au milieu du banc. La taille de cette image y est alors de +15mm, la lentille étant située 30 cm en avant de cette image.

Une seconde lentille L2, convergente et de « distance focale » 150 mm, est placée à 400 mm en arrière de la première. Elle forme une image A'B' de cette « image/objet intermédiaire » $A_i B_i$ lorsque l'écran précédent est enlevé.

On utilise les conventions d'orientation des axes x et y usuelles. Les points A, A_i et A' sont alors situés sur l'axe optique. La figure sera tracée en respectant strictement une échelle au $1/10^\circ$ tant pour l'axe optique x que l'axe transversal y (les corrections 1.1 et 1.4 seront faites avec un calque).

1.1- Compléter la figure p2 en plaçant sur l'axe optique les points S, A_i , B_i , le centre optique O_1 et les foyers F_1 et F_1' pour L1, respectivement O_2 , F_2 et F_2' pour L2.

1.2- Caractériser l'objet AB en position, taille, orientation et nature (Réel ou Virtuel). Justifier à l'aide des calculs nécessaires.

1.3- Caractériser l'image A'B' en position, taille, orientation et nature (R ou V). Justifier à l'aide des calculs nécessaires.

1.4- Compléter la figure p2 en plaçant AB et A'B' selon vos résultats de calculs. Vérifier chacune des deux positions en traçant en bleu deux paires de rayons particuliers pertinents. Tracer enfin en vert le faisceau de lumière concernant le triplet de points A, A_i et A'.

1.5- Définir et caractériser le grandissement latéral d'un système optique. Calculer de deux façons différentes le grandissement transversal G_t pour ce système de deux lentilles L_1 et L_2 . Justifier.

2- Equivalent d'un système de deux lentilles minces (5 points)

Attention les indications suivantes de distance focale sont données volontairement en valeur absolue sans plus de détails ! Chacune des deux lentilles est à faces symétriques.

La lentille L1 est biconvexe, d'épaisseur au centre 3 mm et de « focale » 15 cm.

La lentille L2 est biconcave, d'épaisseur au centre 2 mm et de « focale » 95 mm.

2.1- La lentille L1 est faite dans un verre d'indice 1,45. Préciser la valeur algébrique de sa distance focale image f_1' puis calculer le rayon de courbure $R > 0$ caractérisant chacune de ses deux faces.

2.2- Calculer la distance focale f_a' du système équivalent en supposant que les deux lentilles L1 et L2 sont idéalement minces et « idéalement accolées » (c'est-à-dire de même centre optique).

2.3- Du fait de leurs épaisseurs propres, ces deux lentilles ne sont pas parfaitement accolées bien qu'elles soient au contact sur l'axe optique. Estimer la distance d entre les deux lentilles. Calculer alors la distance focale f_{na}' du système équivalent réaliste. Estimer l'erreur systématique faite si on fait l'hypothèse simpliste ; préciser si elle est par excès ou défaut et si elle vous semble négligeable.

On rappelle que la vergence équivalente à deux lentilles minces non accolées est calculable par la formule suivante où d > 0 est la distance entre les deux lentilles : $V_{eq} = V_1 + V_2 - d V_1 V_2$

Groupe :

Nom :

Figure de l'exercice 1



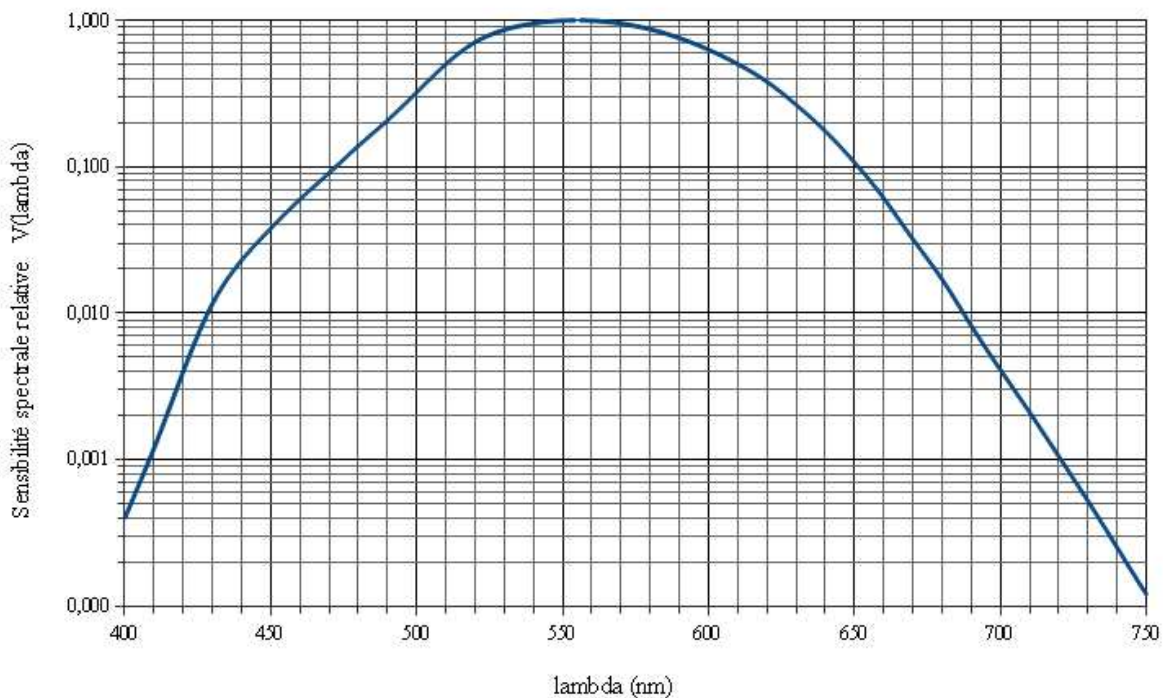
3- Eclairage (6.5 points)

On considère une lampe d'éclairage urbain SOX 36W conçue pour être utilisée dans un lampadaire en consommant une puissance électrique de 36 W sous 220 V. On considère que cette lampe émet exclusivement de la lumière à 589 nm avec une efficacité lumineuse de $178 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$.

- 3.1- Estimer l'intensité nominale électrique consommée par cette lampe. Préciser l'unité.
- 3.2- Estimer le flux lumineux global émis par cette lampe. Préciser l'unité.
- 3.3- Estimer le flux énergétique global émis par cette lampe. Préciser l'unité.
- 3.4- Estimer le flux photonique émis par cette lampe. Préciser l'unité.
- 3.5- La lampe est supposée émettre toute sa lumière dans un cône de révolution d'angle solide d'ouverture $\Omega = 1.5 \text{ sr}$. En déduire le demi-angle au sommet du cône d'éclairage en degré.
- 3.6- On suppose que cette lampe émet sa lumière de façon isotrope dans le cône d'émission. Préciser quelle propriété caractérise alors l'intensité lumineuse de cette lampe. Estimer cette intensité lumineuse en précisant son unité.
- 3.7- Estimer l'éclairement généré par cette lampe au pied de son lampadaire dont la hauteur est 12m. Préciser l'éventuelle hypothèse complémentaire nécessaire au calcul.
- 3.8- Estimer l'éclairement généré par cette lampe au sol à la limite de son cône d'éclairage.
- 3.9- Quel est la caractéristique chromatique de cet éclairage ? De quel type d'éclairage s'agit-il ? Quel est son IRC ? (préciser ce que veut dire IRC) Quelle la particularité énergétique de ce type d'éclairage ?

Sensibilité spectrale relative en vision de jour

Efficacité lumineuse 683 lm/W maximale à 555 nm



4- Utilisation d'un miroir sphérique de sécurité (3.5 points)

- 4.1- Tracer en bleu directement sur la figure p4 les rayons qui limitent le champ de vision par ce miroir sphérique d'un observateur situé spécifiquement au point B. Mesurer l'angle d'ouverture de ce champ d'observation en degré, directement sur la figure.
- 4.2- Déterminer avec l'échelle indiquée sur la figure p4 les valeurs numériques nécessaires puis calculer la position de l'image A'B' de l'objet réel AB par rapport au sommet S.
- 4.3- Calculer le grandissement transversal de ce miroir pour cette configuration particulière. Compléter la figure par les tracés pertinents complémentaires confirmant vos calculs.

Groupe :

Nom :

Figure de l'exercice 4

