

PHYSQ 130 LEC A1/EA1: Ondes, optique et son Automne 2002

Professeur: Marc de Montigny

Examen final: lundi 9 décembre, de 9 h à midi

Matériel: aide-mémoire (fourni) et calculatrice

Remarque: Vous pouvez obtenir jusqu'à un maximum de 40 points sur les 48 points disponibles.

Question 1. (Maximum de 3.5 points) Réfraction.

La figure ci-dessous illustre un rayon qui est dirigé vers la surface de l'eau (indice $n = 1.333$), en un point situé à 2.5 m plus bas et 8.0 m à droite de la source. Si la profondeur de l'eau est de 4.0 m, calculez d .

Question 2. (Maximum de 4.5 points) Dioptries sphériques.

Un chat regarde un poisson dans un bocal sphérique de 20 cm de rayon et rempli d'eau (prenez $n = 1.33$). Si le poisson paraît 1.10 fois plus grand que lorsqu'il est hors de l'eau, à quelle distance de la paroi se trouve-t-il?

Question 3. (Maximum de 3.5 points) Formule de Newton pour les lentilles.

Prouvez la relation :

$$xx' = f^2,$$

où x et x' sont les distances de l'objet et de l'image à partir du premier et du deuxième foyer, respectivement.

Question 4. (Maximum de 4.5 points) Combinaison de lentilles minces.

Deux lentilles de distances focales 9.0 cm et 6.0 cm sont séparées de 18.0 cm, la lentille de 9.0 cm se trouvant à gauche. On place un objet à 12.0 cm à gauche de la lentille de 9.0 cm. (a) Où se trouve l'image finale par rapport à la lentille de 6.0 cm? (b) Quel est le facteur de grossissement total? (c)

Est-ce que l'image finale est virtuelle ou réelle? Par rapport à l'objet, est-ce que l'image finale est : (d) droite ou renversée, et (e) plus grande ou plus petite?

Question 5. (Maximum de 4.0 points) Lentilles correctrices.

Une personne doit tenir un livre à 40 cm pour pouvoir le lire avec des verres de contact de puissance égale à 2 dioptries. Quelle puissance, en dioptries, ses verres devraient-ils avoir pour qu'elle puisse plutôt lire à une distance de 25 cm?

Question 6. (Maximum de 4.5 points) Interférence de Young.

On éclaire deux fentes séparées de 0.6 mm avec de la lumière de 486 nm. On observe les franges sur un écran situé à 1.6 m des fentes: (a) Quel est le déphasage ϕ entre les sources, à une distance de 3.7 mm du maximum central? (b) Quelle est l'intensité relative à cet endroit, par rapport au maximum central (dont l'intensité vaut $4I_0$)?

Question 7. (Maximum de 4.5 points) Couches minces.

Une couche uniforme d'eau ($n = 1.33$) recouvre une plaque de verre ($n = 1.52$). De la lumière dirigée vers le bas frappe perpendiculairement la surface. À cause de l'interférence constructive, la couche est brillante lorsque la longueur d'onde dans le vide est de 432 nm *mais aussi* pour une longueur d'onde de 648 nm dans le vide. (a) Obtenez l'épaisseur minimale de la couche. (b) Avec cette épaisseur, déterminez la ou les longueurs d'onde dans le spectre de la lumière visible (i.e. $380 < \lambda < 750$ nm) pour lesquelles il y aura interférence destructive.

Question 8. (Maximum de 4.0 points) Anneaux de Newton.

Un verre convexe est couché sur une surface plane, en verre elle aussi. Il y a de l'air entre les deux. Le système est illuminé du dessus au moyen de lumière rouge de 670 nm. Le patron d'interférence résultant consiste en une tache sombre au point de contact, entourée d'anneaux de Newton. Si le rayon du vingtième anneau sombre est de 11 mm, calculez le rayon de courbure R du verre convexe.

Question 9. (Maximum de 5.0 points) Interférence et diffraction.

(a) Dans l'expérience de Young, on observe neuf franges d'interférence constructive dans le maximum central de diffraction. Combien de franges brillantes trouve-t-on dans le premier maximum secondaire de diffraction?

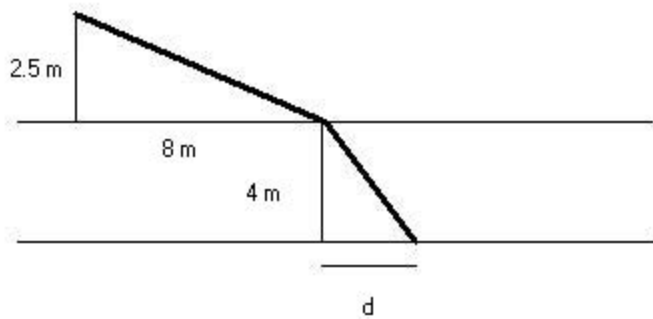
(b) Même question, mais dans le cas où n (impair) franges d'interférence brillantes sont observées dans le maximum central de diffraction.

Question 10. (Maximum de 6.0 points) Intensité dans une image de diffraction.

Un laser, de longueur d'onde égale à 650 nm, éclaire une fente simple de largeur 0.07 mm. On observe la figure de diffraction sur un écran qui se trouve à 5 m de la fente. À quelle distance y du maximum central observe-t-on une intensité relative $\frac{I}{I_0}$ (où I_0 est l'intensité du maximum central) égale à 50%? Indices : (1) nous aurez besoin de la formule de Newton-Raphson, et prenez $a_1 = 1.4$; (2) utilisez l'approximation $\sin \theta \approx \tan \theta$.

Question 11. (Maximum de 4.0 points) Critère de Rayleigh.

Deux objets séparés de 50 cm se trouvent à une distance perpendiculaire L d'un oeil dont la pupille a un rayon de 1.5 mm. Si l'oeil était parfait, le seul facteur limitant la résolution des deux objets serait la diffraction. Quel serait alors le L maximum auquel l'oeil peut distinguer les deux objets? Prenez la longueur d'onde égale à 500 nm, soit le milieu du visible.



PHYSQ 130 : réponses à l'examen final de décembre 2002

Calculées très vite, et donc, avec des erreurs

1. 4.12 m

2. $q = -6$ cm, donc derrière la paroi, i.e. dans l'eau

3. voir série 9, page 162, P6

4. (a) 4.5 cm derrière la lentille qui a $f = 6$ cm; (b) $-3/4$; (c) réelle; (d) renversée; (e) plus petite

5. 3.5 D

6. (a) 18 radians; (b) 88.7%

7. (a) 648 nm; (b) 486 nm

8. 9.03 m

9. (a) 4; (b) $(n-1)/2$

10. 2.06 cm

11. 2.46 km

[Page de PHYSQ 130](#)