UNIVERSITE PAUL SABATIER Année 2003/04

Licence 2- mentions Physique et Chimie

Contrôle terminal d'OPTIQUE

9 février 2004

Durée 2h

I Optique géométrique : etude d'un miroir sphérique.

Pour un miroir sphérique, de sommet *S* et de centre *C*, les relations de conjugaison de position et de grandissement transversal s'écrivent :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} - \frac{1}{\overline{SA}} = -\frac{2}{\overline{SC}} \text{ et } \gamma = \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}},$$

A' étant l'image d'un point objet A de l'axe optique.

1. Donner les positions des foyers principaux objet et image, notés respectivement F et F', d'un miroir sphérique en exprimant $\overline{SF}$ et $\overline{SF'}$? Que peut-on dire ?

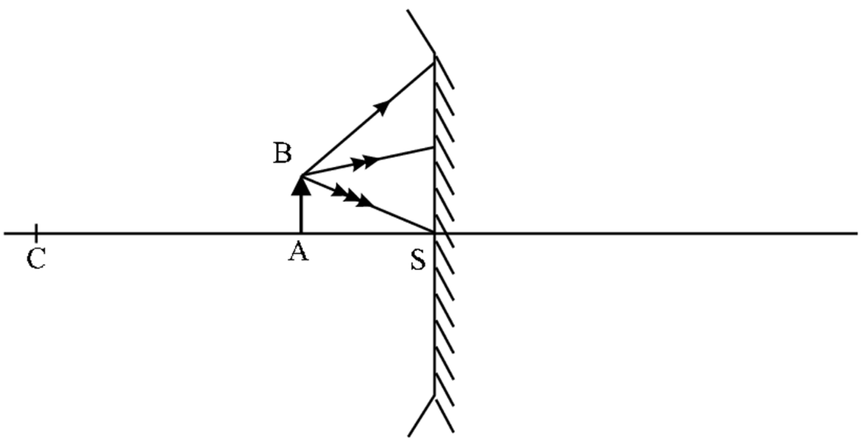
2. Un miroir sphérique et un objet *AB* sont représentés sur la figure ci-dessous.

a. Tracer les rayons réfléchis qui correspondent aux rayons incidents figurés ; en déduire la construction de l'image *A'B'* de l'objet *AB*. Quelle est la nature de *A'B'* ?

b. A partir de mesures sur la figure, donner la valeur de $\overline{SA'}$ en fonction de $\overline{SC}$. Même question pour le grandissement γ.

c. Après avoir exprimé $\overline{SA}$ en fonction de $\overline{SC}$, retrouver ces résultats en utilisant les relations de conjugaison.

3. D'un objet virtuel, un miroir sphérique donne une image renversée et deux fois plus grande que l'objet. En justifiant la réponse, dire si le miroir est convexe ou concave.



II Diffraction par deux fentes de Young

Un écran percé de deux fentes rectangulaires de largeur ε selon *Ox* espacées de *d* selon *Ox* est éclairé par une onde plane d'amplitude ϕ_0. La dimension des fentes selon *Oy* est très grande.

1. Représenter sur une figure le montage pour observer sur un écran l'intensité diffractée en condition de Fraunhofer (on dispose d'une lentille convergente de focale *f*).

2. Donner l'expression de la transmittance T(x).
3. Calculer l'amplitude diffractée T(u). Rappeler ce que représente u et la relation entre u et X, position sur l'écran d'observation.
4. Donner l'expression de I(u) et représenter graphiquement cette fonction.
5. Calculer l'interfrange i. Effectuer l'application numérique pour λ = 632.8 nm, d = 1 cm et f = 1 m. i est-il mesurable facilement dans ces conditions et sinon que faut-il faire pour le rendre aisément mesurable ?

III. Réseau de diffraction

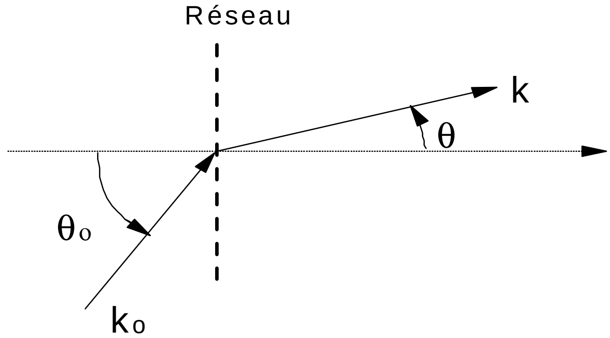
Un réseau plan par transmission, constitué par un arrangement plan de N fentes parallèles et équidistantes de largeur ε, réalise une transmittance :

$$T(x) = 1 \quad \text{pour } (m-1)p - \frac{\varepsilon}{2} < x < (m-1)p + \frac{\varepsilon}{2} \qquad \text{où } 1 \leq \text{ m (entier)} \leq N$$

$$T(x) = 0 \quad \text{ailleurs}$$

où p, appelé pas du réseau, désigne la distance qui sépare deux fentes consécutives. On donne $\varepsilon = p/5$.

Le réseau est éclairé sous incidence θ_0 par une onde plane monochromatique de longueur d'onde λ.



1 Calculer l'amplitude complexe $\underline{\Psi}$ de l'onde diffractée dans la direction θ. On exprimera le résultat en fonction de la variable u = (sinθ - sinθ_0)/ λ.
2 En déduire que l'intensité de l'onde diffractée est de la forme :

$$I = C^{te}\left[\frac{\sin(\pi u\varepsilon)}{\pi u\varepsilon}\right]^2\left[\frac{\sin(N\pi up)}{N\sin(\pi up)}\right]^2$$

Expliciter l'origine physique des deux termes et représenter I(u).

3 Exprimer la relation fondamentale du réseau donnant la direction des maxima principaux de lumière. L'ordre de diffraction sera noté k et correspond à l'angle de diffraction θ_k.
4 Indiquer les angles θ_k que l'on peut-on observer pour la raie d'un laser He-Ne (λ = 632.8 nm) lorsqu'un réseau, de pas p = 2 µm, est éclairé en incidence normale?
5 Dans le cas précédent, calculer *numériquement* l'intensité maximale observée dans les divers ordres k en prenant comme unité l'intensité à l'ordre zéro.
6 Pour les divers ordres k, exprimer la largeur des pics de diffraction $\Delta X_{1/2}$ dans le plan focal d'une lentille mince de focale f, placée perpendiculairement aux trajets des ondes diffractées. Calculer numériquement $\Delta X_{1/2}$ pour les divers ordres.
7 Même question uniquement pour l'ordre 1 de la longueur d'onde 316.4 nm. Commenter.