

Électromagnétisme pour la Chimie

Contrôle continu

Vendredi 21 octobre 2016

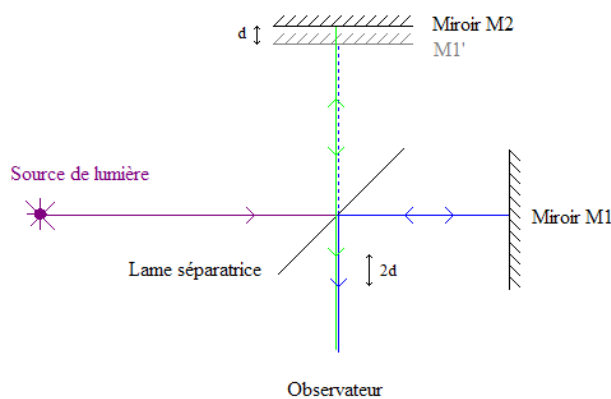
Pas de documents - calculatrices *collège* autorisées

Le candidat veillera à écrire lisiblement, soigner la rédaction de sa copie et faire des schémas clairs.

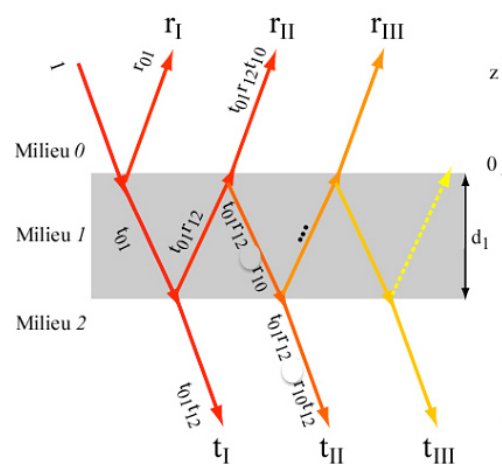
A Interférences

Dans un interféromètre de Michelson monté en lame d'air, deux ondes interfèrent à la longueur d'onde dans l'air $\lambda_0 = 0,5 \mu\text{m}$ avec une différence de marche δ réglable $\delta = 2d$ où d est l'épaisseur de la lame d'air.

1. (2 points) De quelle longueur i faut-il faire varier l'épaisseur d pour passer d'une frange brillante à la suivante ?
2. (2 points) L'épaisseur d est repérée à l'aide d'une vis micrométrique graduée tous les $5 \mu\text{m}$. Combien de franges défilent lorsqu'on passe sur cette vis d'une graduation à la suivante ?



Interféromètre de Michelson (A)



Couche mince (B)

B Contraste

Dans l'interférence de deux ondes d'intensités I_1 et I_2 , on définit le contraste optique V comme :

$$V = \frac{2\sqrt{I_1 I_2}}{I_1 + I_2}$$

1. (2 points) À quelle condition sur les intensités I_1 et I_2 le contraste V est-il maximum. Que vaut-il alors ?

On considère une couche mince de fluorure de magnésium d'indice $n_1 = 1,4$ déposée sur une lame de verre d'indice $n_2 = 1,7$.

2. (2 points) Calculer avec trois chiffres après la virgule les coefficients de réflexion

$$r_{01} = \frac{n_0 - n_1}{n_0 + n_1} = -r_{10}$$

et de transmission

$$t_{01} = \frac{2n_1}{n_0 + n_1} \quad t_{10} = \frac{2n_0}{n_0 + n_1}$$

pour le dioptre *air-couche* en incidence quasi-normale, avec $n_0 = 1$ l'indice de l'air.

3. (1 point) Calculer avec trois chiffres après la virgule les coefficients de réflexion et de transmission en incidence quasi-normale

$$r_{12} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \quad t_{12} = \frac{2n_2}{n_1 + n_2}$$

pour le dioptre *couche-verre*.

La couche est éclairée depuis l'air en incidence quasi-normale par un rayon d'intensité 1. Une fois rentrée dans la couche, la lumière subit une succession de réflexions sur les faces de la couche.

4. (2 points) Calculer le contraste V_r avec lequel interfèrent les deux premiers rayons réfléchis dans l'air, d'intensités r_I^2 et r_{II}^2 avec

$$r_I = r_{01} \quad r_{II} = t_{01}r_{12}t_{10}.$$

5. (1 point) Calculer le contraste V_t avec lequel interfèrent les deux premiers rayons transmis dans le verre, d'intensités t_I^2 et t_{II}^2 avec

$$t_I = t_{01}t_{12} \quad t_{II} = t_{01}r_{12}r_{10}t_{12}.$$

C Réseau de diffraction

- (2 points) Un réseau de diffraction de pas a est éclairé en incidence oblique avec un angle i . Dans la direction diffractée θ , la différence de marche entre les rayons issus de deux fentes successives du réseau est $\delta = a(\sin \theta - \sin i)$. En déduire la formule des réseaux à la longueur d'onde λ_0 .
- (1 point) Le réseau est gravé à 300 traits par millimètres. Calculer son pas a .
- (2 points) Le réseau est réglé sur un angle d'incidence de $i = -30^\circ$. Calculer en degrés et avec trois chiffres après la virgule l'angle de diffraction de l'ordre +3 pour les deux raies du doublet du mercure gazeux : $\lambda_{\text{Hg}1} = 577,0 \text{ nm}$ et $\lambda_{\text{Hg}2} = 579,1 \text{ nm}$



- (1 point) Pour le même angle d'incidence, calculer en degrés et avec trois chiffres après la virgule l'angle de diffraction de l'ordre +3 pour les deux raies du doublet du sodium gazeux : $\lambda_{\text{Na}1} = 589,0 \text{ nm}$ et $\lambda_{\text{Na}2} = 589,6 \text{ nm}$



- (2 points) Le réseau de diffraction compte $N = 500$ fentes éclairées. Calculer aux longueurs d'onde moyennes $\lambda_{\text{Hg}} = \frac{1}{2}(\lambda_{\text{Hg}1} + \lambda_{\text{Hg}2})$ et $\lambda_{\text{Na}} = \frac{1}{2}(\lambda_{\text{Na}1} + \lambda_{\text{Na}2})$ des deux doublets la largeur angulaire en radians $\Delta\theta = 2\lambda_0/(Na)$ des ordres diffractés, puis la convertir en degrés, avec trois chiffres après la virgule.
- (2 points (bonus)) Ces doublets sont-ils tous deux résolus par le réseau ? Commenter.