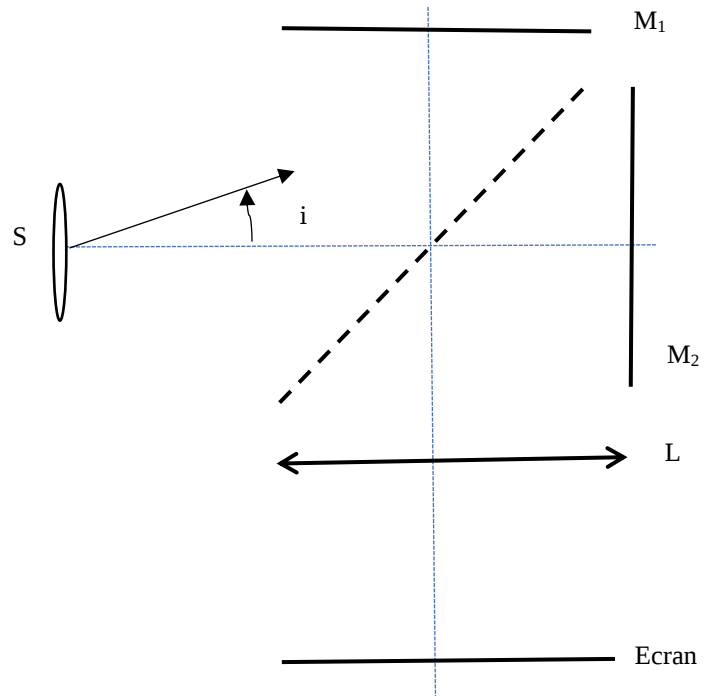


Mines-Ponts

Exercice 1 : Michelson en lame d'air

On dispose d'un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air, d'une source monochromatique étendue de longueur d'onde λ , d'une lentille L d'observation de distance focale $f = 1$ m et d'un écran. Depuis le contact optique, on a décalé le miroir M_2 du Michelson d'une distance $d = 0,2$ mm.



- 1) Pour observer des interférences bien contrastées, où doit-on placer la source S et l'écran ? Faut-il diaphragmer la source ? Que représente le pointillé sur le schéma ?
- 2) Prolonger sur le schéma le rayon lumineux issu de S et les rayons réfléchis que les miroirs. Proposer et justifier un schéma équivalent. Etablir l'expression de la différence de marche en un point M de l'écran.
- 3) Exprimer $r_k^2 - r_{k+1}^2$ où r_k désigne le rayon de l'anneau lumineux d'ordre k. Calculer la valeur de la longueur d'onde λ sachant qu'on a mesuré les rayons de trois premiers anneaux suivants : 5,7 cm ; 7,9 cm ; 9,6 cm.

Réponses :

1 et 2) Voir cours !

3) Dans les conditions de Gauss, $r_k \approx f' i_k$.

$$\text{Pour l'anneau brillant d'ordre } k : \delta_k = 2d \cos(i_k) = k\lambda \approx 2d \left(1 - \frac{i_k^2}{2}\right)$$

$$\text{D'où } r_k^2 - r_{k+1}^2 = \frac{f'^2 \lambda}{d} = 0,60 \mu\text{m}$$

Exercice 2: Cylindre de glace

Un cylindre infini de rayon a est maintenu à la température $T_0 = -50^\circ\text{C}$.

Il est plongé dans un volume infini d'eau à la température $T_S = 0^\circ\text{C}$.

Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $r(t)$ le rayon du cylindre de glace.

Données : $a = 1$ cm ; enthalpie massique de fusion de la glace $\Delta_{\text{fus}}H^\circ = 333,55 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

Réponses :

$$\text{Appliquer le premier principe à la tranche d'eau qui gèle entre } T \text{ et } T+dT : \frac{dr}{dt} = \frac{\lambda(T_S - T_0)}{\rho_{\text{eau}} \Delta_{\text{fus}} H^\circ} \cdot \frac{1}{r \cdot \ln\left(\frac{r}{a}\right)}$$

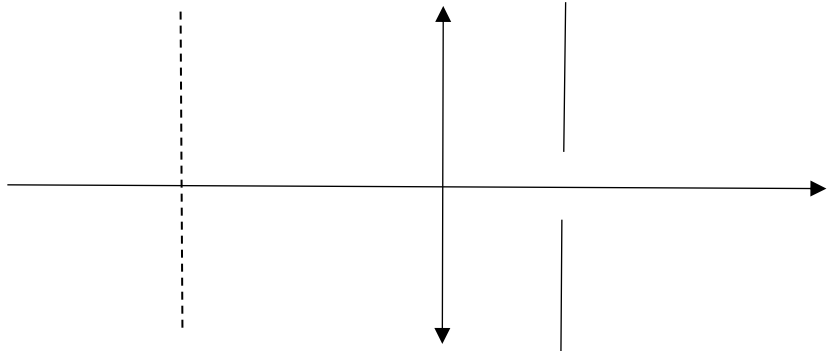
Mines-Ponts

Exercice 1 : Réseau (Mines-Ponts 2023 – Vincent Capellano)

On considère un réseau par transmission de pas $a = 6 \mu\text{m}$. Le réseau est perpendiculaire à l'axe (Ox). On l'éclaire par une onde plane sous l'angle d'incidence i_0 et l'observation se fait dans le plan focal image d'une lentille convergente.

- 1) La source est monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$.
 - a) On souhaite observer le maximum d'ordre 2 dans la direction de l'axe (Ox). Etablir la relation reliant i , i_0 , a et λ_0 .
 - b) Combien de maxima peut-on observer dans la direction de l'axe (Ox) lorsqu'on fait varier l'angle d'incidence ?
- 2) On éclaire désormais le réseau avec une lampe blanche. L'angle d'incidence est l'angle i_0 de la question (1.a). On observe le maximum d'ordre 2 de longueur d'onde λ dans une direction i .
 - a) Déterminer la relation reliant i , λ_0 , λ et a .
 - b) Exprimer $\left| \frac{di}{d\lambda} \right|$.
 - c) On place un diaphragme de largeur b autour du foyer image de la lentille d'observation. Exprimer la largeur spectrale $\Delta\lambda$ de la lumière pouvant passer par le diaphragme.
 - d) Quel est l'effet du choix d'une plus grande distance focale f ?

Schéma donné à la fin du sujet sans aucune notation :



Réponses :

- 1) $\sin(i_0) = -2 \frac{\lambda_0}{a}$ On peut voir 21 maxima
- 2) a) $\sin(i) = -2 \frac{(\lambda - \lambda_0)}{a}$ b) $\left| \frac{di}{d\lambda} \right| = \frac{2}{a \cos(i)}$ c) $\Delta\lambda \approx \frac{a \cdot b}{2 \cdot f}$ d) Pour une plus grande distance focale la largeur spectrale sélectionnée diminue

Exercice 2 : Astre liquide

On s'intéresse à un astre gazeux à l'équilibre mécanique, de centre O de rayon R et de masse volumique $\rho(r)$. On utilise le modèle de pression suivant $P(r) = C \cdot [\rho(r)]^2$ avec $C > 0$.

- 1) Montrer que $\rho(r)$ vérifie l'équation suivante : $r \cdot \rho''(r) + 2 \cdot \rho'(r) + 2 \cdot \pi \cdot (G/C) \cdot r \cdot \rho(r) = 0$
- 2) En posant $f(r) = r \cdot \rho(r)$, résoudre l'équation. Tracer l'allure de $\rho(r)$, de $P(r)$. Commenter.
- 3) En faisant l'approximation gaz parfait, en déduire le profil de température. Commenter.

Questions pendant l'oral :

- Expliciter l'analogie entre le théorème de Gauss gravitationnel et le théorème de Gauss en électrostatique.
- Ordre de grandeur de la température à la surface et au centre du soleil.
- Forme de $P(r)$ dans l'hypothèse atmosphère isotherme.

Réponses :

- 1) Appliquer l'équation de la statique des fluides et le théorème de Gauss gravitationnel.
- 2) $\rho(r) = \rho(0) \cdot \text{sinc}\left(\sqrt{\frac{2\pi G}{C}} r\right)$ et $P(r) = P(0) \cdot \left(\text{sinc}\left(\sqrt{\frac{2\pi G}{C}} r\right)\right)^2$
- 3) Pour un GP, $T(r) = T(0) \cdot \text{sinc}\left(\sqrt{\frac{2\pi G}{C}} r\right)$