

Séance 2 : optique et électromagnétisme

Optique

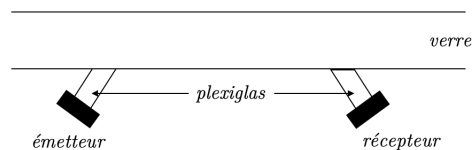
Optique géométrique

Exercice OG.1 - Détecteur de pluie [★★]

Concours : Banque PT

On étudie un système de détection de la pluie (placé derrière le rétroviseur intérieur).

L'émetteur envoie un faisceau parallèle d'intensité I_0 sur la vitre à travers une tige en plexiglas. Le récepteur est placé au bout d'une autre tige en plexiglas identique et délivre une tension proportionnelle à l'intensité lumineuse reçue.



On donne les indices des différents matériaux :

Matériau	Air	Eau	Verre	Plexiglas
n	1	1,33	1,6	1,5

1. On prend θ , l'angle incident du faisceau incident à l'interface plexiglas/verre égal à 50° . Expliquer le principe de ce détecteur.
2. Quelle est sa plage angulaire de fonctionnement ?

+ exercices 2 (fibre optique), 6 (microscope) du TD de révision

Optique ondulatoire

Exercice OO.1 - Observation de franges d'interférence [★★]

Concours : Banque PT

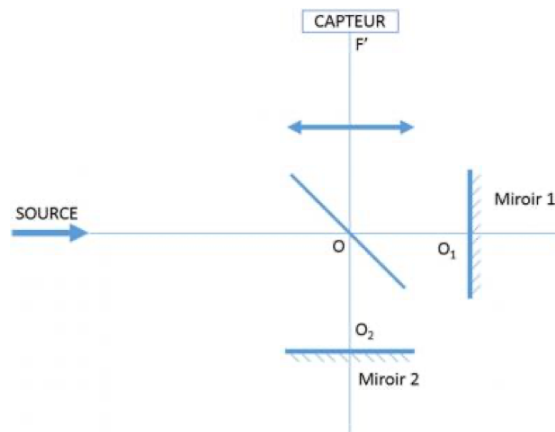
Données : $b = 1 \text{ mm}$, $\lambda = 500 \text{ nm}$ et $D = 10 \text{ cm}$.

1. On éclaire des fentes d'Young, distantes de b , par un faisceau monochromatique de longueur d'onde λ . On place un écran à distance D des fentes. Décrire la figure d'interférence qui apparaît à l'écran (forme, position).
2. Établir l'expression de l'éclairement en tout point M de l'écran.

3. L'œil emmétrope (sans défaut) a une résolution $\alpha = 1'$ (minute d'angle). Il voit net entre le punctum proximum (PP, 25 cm) et le punctum remotum (PR, à l'infini). Peut-on distinguer la figure d'interférences à l'œil nu ?
4. On place une lentille de distance focale f' entre l'œil et l'écran. La lentille est placée pour que les rayons lumineux en sortent à l'infini. Établir une inégalité sur f' pour que l'observateur puisse voir les franges.

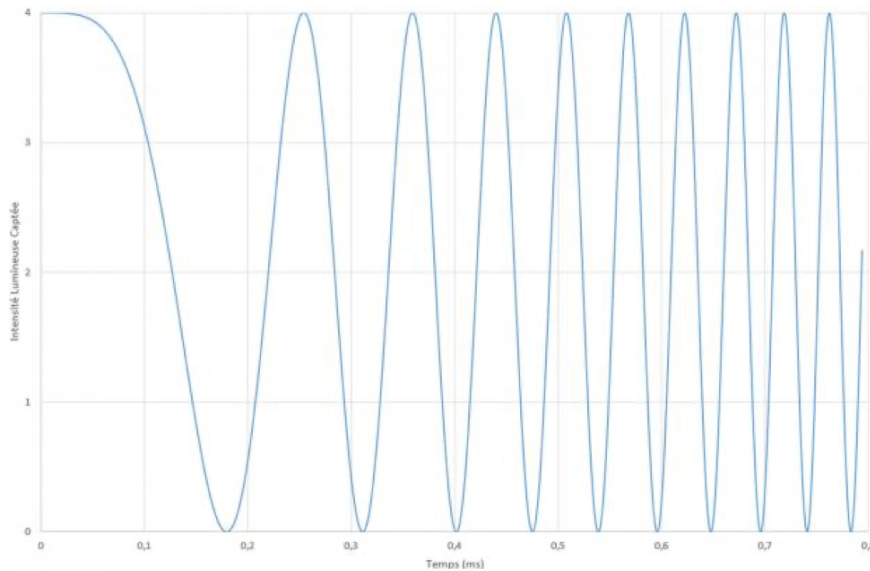
Exercice OO.2 - Mesure de g [☆☆]

On dispose du montage suivant éclairé par une source de longueur d'onde 633 nm.



Le miroir 2 est en chute libre avec une vitesse nulle à l'instant $t = 0$ et on enregistre l'intensité lumineuse au point F' grâce à un capteur.

Calculer la valeur du champ de pesanteur terrestre g l'aide du relevé de mesure suivant :



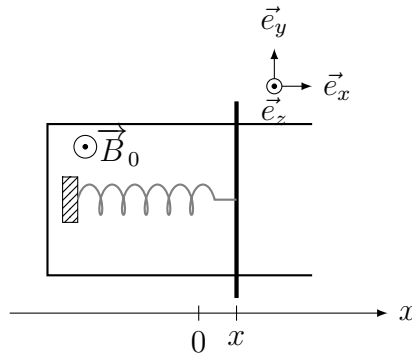
+ exercices 1 (étoile double), 4 (miroir de Lloyd) du TD OO2
 et exercices 3 (spectrométrie interférentielle), 4 (épaisseur du film alimentaire), 5 (lame de verre) du TD OO3

Electromagnétisme

Exercice EM.1 - Oscillateur de Laplace [★★]

Concours : CCINP MP

On considère le circuit électrique suivant, constitué d'une résistance R , d'une barre mobile de longueur ℓ et de masse m et d'un ressort de raideur k . On note x l'élongation du ressort par rapport à sa longueur à vide. On soumet le circuit à un champ magnétique $\vec{B}_0 = B_0 \vec{u}_z$.



À $t = 0$, on place la barre à la position $x = x_0$ sans vitesse initiale.

1. Décrire qualitativement le mouvement de la tige.
2. (a) Exprimer l'intensité i du courant traversant le circuit en fonction notamment de \dot{x} .
(b) Établir l'équation différentielle du mouvement du système sous la forme

$$\ddot{x} + \frac{\dot{x}}{\tau} + \omega_0^2 x = 0$$

On précisera les expressions des constantes.

3. Quelle est la condition sur τ et ω_0 pour qu'il y ait un régime pseudo-périodique ? Résoudre l'équation dans ce cas.
4. Effectuer un bilan d'énergie sur ce système.

Exercice EM.2 - Jauge de niveau [★★]

Concours : Banque PT

Année du CR : 2022

Soient deux cylindres métalliques coaxiaux de rayons R_1 et R_2 ($R_2 > R_1$), de longueur L , séparés par de l'air assimilable au vide.

On suppose $L \gg R_2$. Les deux cylindriques portent des charges opposées.

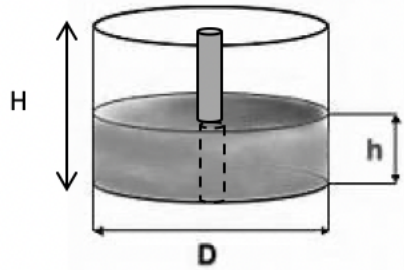
1. Calculer le champ entre les deux cylindres
2. Calculer la différence de potentiel entre les deux cylindres.
3. En déduire la capacité du condensateur cylindrique ainsi formé.

Une cuve cylindrique métallique de profondeur $H = 10$ m, de diamètre $D = 6$ m est remplie de pétrole jusqu'à une hauteur $h = 2$ m.

On place au centre de la cuve une tige métallique, cylindrique, verticale, de rayon a .

Les propriétés électromagnétiques d'un fluide sont analogues à celles du vide à condition de remplacer la permittivité du vide ε_0 par celle du liquide $\varepsilon_0\varepsilon_r$, où ε_r (sans dimension) est la permittivité relative du liquide.

On donne les permittivités relatives du pétrole et de l'eau : $\varepsilon_{pétrole} = 2,2$ et $\varepsilon_{eau} = 80$.



4. Calculer la capacité de ce système.
5. Ce dispositif peut-il fonctionner en jauge de niveau ? Si oui, expliquer comment.
6. Cela pourrait-il fonctionner avec de l'eau ?

+ exercices 2 (sphère radioactive, sans la Q1) et 7 (effet Meissner) du TD EM3
et exercices 2 (voile solaire), 8 (guide d'ondes) et 9 (approche énergétique de l'effet de peau) du TD EM5
et exercices 4 (chute d'un cadre) et 5 (double rail de Laplace) du TD de révision Induction