

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

Session 2002

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES

Série STI GÉNIE OPTIQUE

Durée de l'épreuve : 3 heures

coefficient : 5

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le sujet comporte 5 pages.

OPTIQUE (12 points)

EXERCICE 1 (9 points)

Première partie.

On considère une lunette astronomique constituée d'un objectif et d'un oculaire.

Étude de l'objectif.

Il est considéré comme étant une lentille mince biconvexe et symétrique constituée d'un verre d'indice $n = 1,47$. Le rayon de courbure des faces est de 600 mm.

- 1 - Déterminer la vergence de l'objectif.
- 2 - En déduire sa distance focale image.

Étude de l'oculaire.

L'oculaire est constitué de deux lentilles minces convergentes respectivement de centres optiques O_1 et O_2 tels que $\overline{O_1O_2} = 20$ mm. Le symbole de l'oculaire est (5, 2, 5).

- 3 - Déterminer la distance focale image de chaque lentille.
- 4 - En déduire la distance focale image de l'oculaire.
- 5 - Déterminer les éléments cardinaux de l'oculaire (foyers F' et F , points principaux H' et H) : on déterminera ainsi les distances algébriques $\overline{O_2F'}$, $\overline{O_1F}$, $\overline{O_2H'}$ et $\overline{O_1H}$.
- 6 - Retrouver par construction la position des points cardinaux sur un schéma légendé à l'échelle 1.

Étude de la lunette.

On considère que les distances focales images de l'objectif et de l'oculaire sont respectivement 638 mm et 31,25 mm.

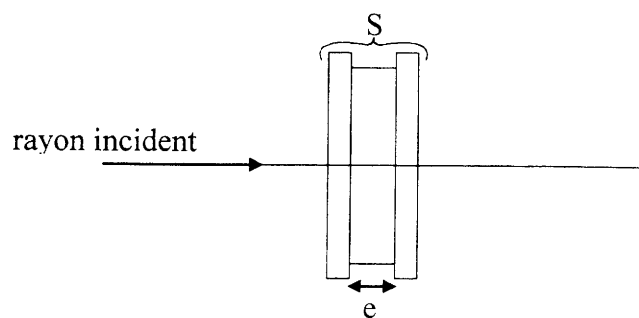
Un observateur emmétrope désire observer à travers la lunette sans accommoder une étoile double vue depuis la Terre sous un angle de 0,1 minute.

- 7 - Où doivent se former les images intermédiaires A_1 donnée par l'objectif et A' donnée par la lunette correctement réglée pour l'observation ? On précisera notamment la distance séparant les foyers image de l'objectif et objet de l'oculaire.
- 8 - Déterminer le grossissement de la lunette.
- 9 - Sous quel angle l'observateur voit-il l'étoile à travers la lunette ?

EXERCICE 2 : (3 points)

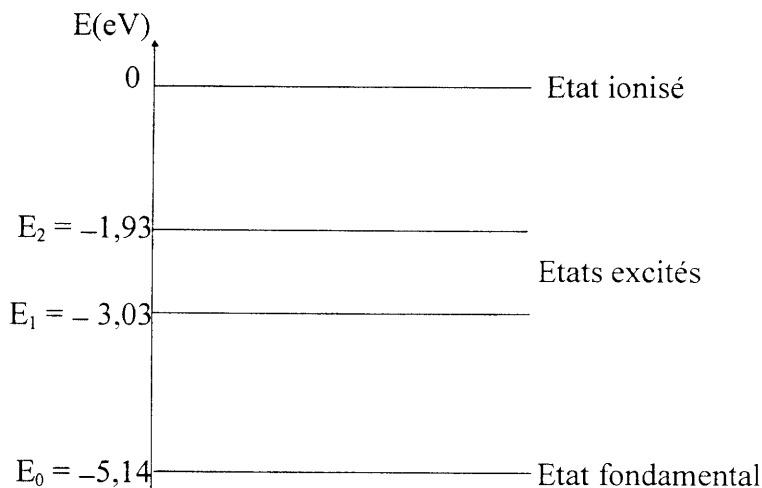
On considère le dispositif interférentiel S ci-contre fonctionnant en transmission et constitué d'une lame d'air plan parallèle, d'épaisseur e , d'indice égal à 1, et comprise entre deux lames en verre planes parallèles.

Ce système S est éclairé par une lampe à vapeur de sodium (source monochromatique) par l'intermédiaire d'un collimateur.

**Étude de l'émission lumineuse.**

- 1 - À partir du diagramme des niveaux d'énergie du sodium (représenté sur la figure ci-contre), et sachant que l'émission concerne les niveaux E_0 et E_1 :

déterminer (en joules) l'énergie d'un photon émis par cette source ($1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$).



- 2 - En déduire la longueur d'onde λ du rayonnement émis.

Données :

Constante de Plank : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$.

Vitesse de la lumière dans l'air : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Figure d'interférences.

- 3 - Quel est le rôle du collimateur ?

On considère que le rayon incident représenté sur la figure précédente ne subit des réflexions que sur les faces internes des lames de verre.

On rappelle que lors d'une réflexion air-verre, l'onde lumineuse est retardée de $\frac{\lambda}{2}$.

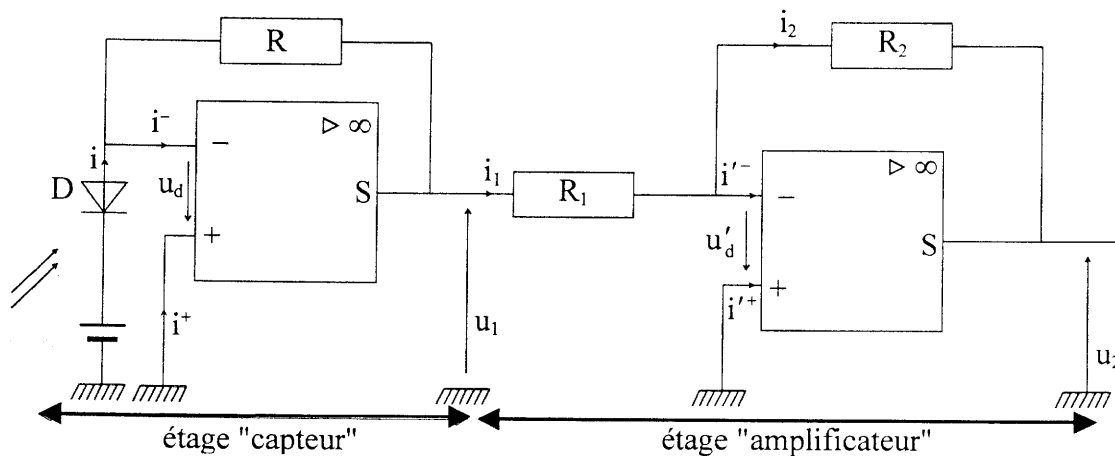
- 4 - En vous appuyant sur une figure, donner l'expression de la différence de marche δ entre les deux premiers rayons transmis par le système S en fonction de e et λ .
- 5 - Montrer que, pour certaines valeurs de e , l'intensité à la sortie dans l'axe du système peut s'annuler. Calculer la valeur minimale correspondante de e .
- 6 - Où sont localisées les interférences ? Comment procéder pour les observer ?

ÉLECTRICITÉ (8 points)

EXERCICE 3 (4 points)

Dans le montage ci-dessous, les amplificateurs opérationnels fonctionnent en régime linéaire et sont considérés comme parfaits. Leurs tensions de saturation sont égales à $\pm U_{sat} = \pm 12 \text{ V}$.

D représente une photodiode éclairée en lumière monochromatique.



A - Étude générale des deux amplificateurs opérationnels.

- 1 - Pourquoi peut-on dire que $i^+ = i^- = i'^+ = i'^- = 0$?
- 2 - Que valent u_d et u'_d ? Pourquoi ?

B - Étude de l'étage "capteur".

L'intensité i du courant dans la photodiode est donnée par la relation suivante : $i = I_0 + aE$
où l'on désigne par :

- I_0 , l'intensité du courant d'obscurité ;
- a , la sensibilité de la photodiode ;
- E , l'éclairement de la photodiode (en lux).

- 1 - Déterminer l'expression de u_1 en fonction de i et R .
- 2 - Exprimer u_1 en fonction de I_0 , a , E et R .

C - Étude de l'étage "amplificateur".

- 1 - Montrer que $u_1 = R_1 i_1$ et que $u_2 = -R_2 i_2$.
- 2 - En déduire l'expression de u_2 en fonction de u_1 , R_1 et R_2 .

D - Étude de l'ensemble.

- 1 - Déduire des questions précédentes l'expression de u_2 en fonction de R_1 , R_2 , I_0 , a , E et R .

- 2 - Application numérique : $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ $R = 10 \text{ k}\Omega$
 $I_0 = 200 \text{ nA}$ $a = 11,9 \text{ nA/lux}$

- a) Calculer u_2 pour $E = 790 \text{ lux}$.
- b) Déterminer l'éclairement maximal que ce dispositif permet de mesurer.

EXERCICE 4 (4 points)

On considère le montage représenté *figure 1* comportant une résistance $R = 330 \Omega$ et un condensateur $C = 2,2 \mu\text{F}$.

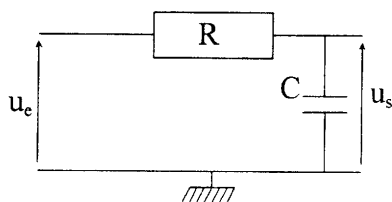


figure 1 : filtre RC

Ce montage est en fait un filtre à l'entrée duquel est appliquée une tension de fréquence 100 Hz dont l'oscillogramme est représenté *figure 2*.

Remarque : le zéro volt est fixé au centre de l'écran et le calibre utilisé est de 1 volt par division.

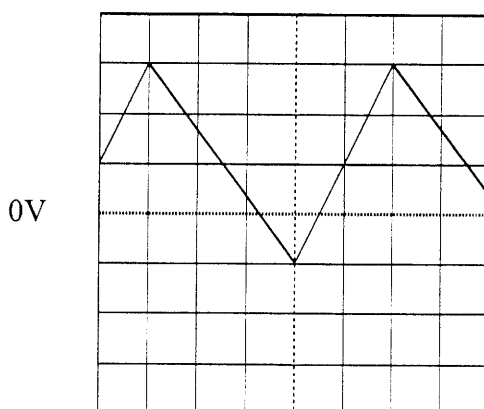


figure 2 : oscillogramme de u_e

La décomposition en série de Fourier de cette tension est :

$$u_e = 1,000 + 1,621 \sin(2\pi 100t) - 0,180 \sin(2\pi 300t) + 0,065 \sin(2\pi 500t) - 0,033 \sin(2\pi 700t) + \dots$$

- 1 - Déterminer la base de temps utilisée pour l'oscillogramme de la tension u_e .
- 2 - Pour observer le signal tel qu'il est sur l'oscillogramme, quel doit être le mode d'affichage de l'oscilloscope : AC ou DC ? Justifier la réponse.
- 3 - Quelle est la nature du filtre représenté *figure 1* ? Justifier succinctement la réponse.
- 4 - Déterminer la fonction de transfert de ce filtre et donner son module.
- 5 - Calculer la fréquence de coupure à -3 dB de ce filtre.
- 6 - On considère maintenant un filtre parfait passe-bas de fréquence de coupure égale à 200 Hz.
 - a) Préciser les composantes de la tension u_e que ce filtre parfait n'élimine pas.
 - b) En déduire la décomposition de la tension u_s .
 - c) Représenter la tension u_s sur deux périodes en précisant les valeurs maximales et minimales.