

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.

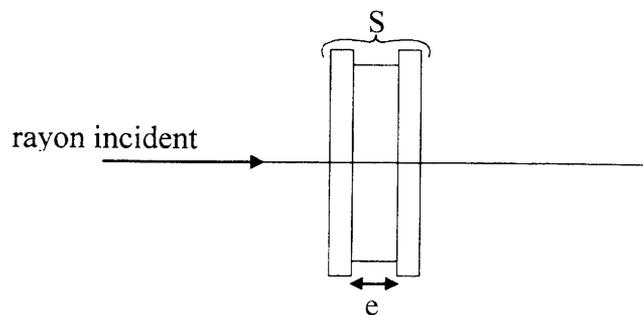
Un observateur emmétrope désire observer à travers la lunette sans accommoder une étoile double vue depuis la Terre sous un angle de 0,1 minute.

- 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)

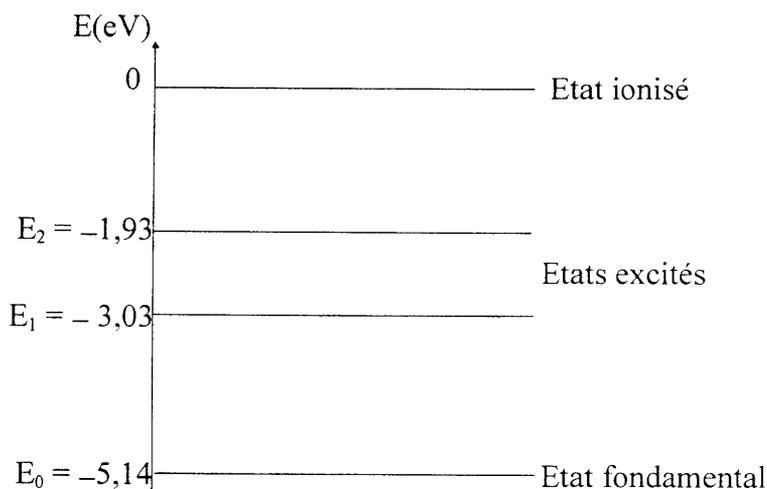
On considère le dispositif interférentiel S ci-contre fonctionnant en transmission et constitué d'une lame d'air plan parallèle, d'épaisseur e , d'indice égal à 1, et comprise entre deux lames en verre planes parallèles.

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 $\frac{\lambda}{2}$.

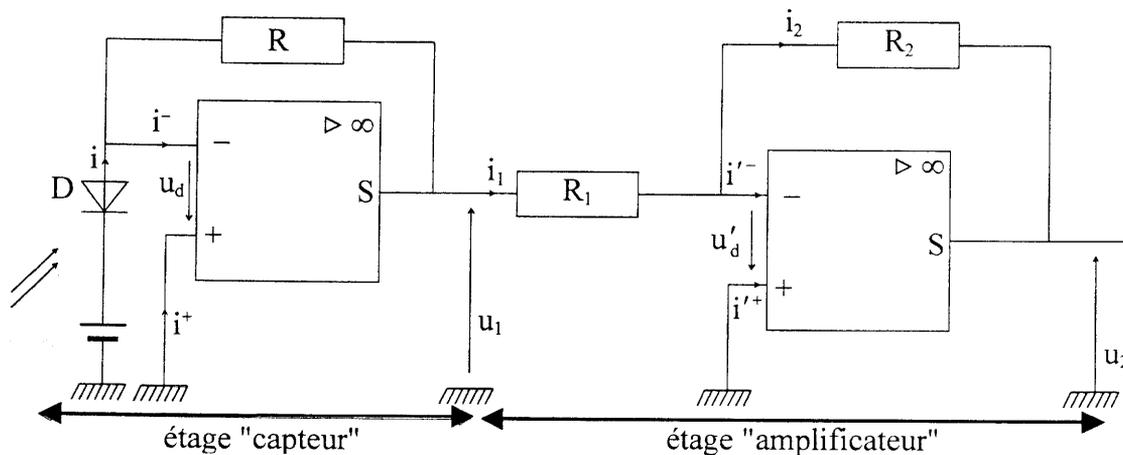
- 4 - En vous appuyant sur une figure, donner l'expression de la différence de marche δ entre les deux premiers rayons transmis par le système S en fonction de e et λ .
- 5 - Montrer que, pour certaines valeurs de e , l'intensité à la sortie dans l'axe du système peut s'annuler. Calculer la valeur minimale 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 $\pm U_{\text{sat}} = \pm 12 \text{ V}$.

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 $C = 2,2 \mu\text{F}$.

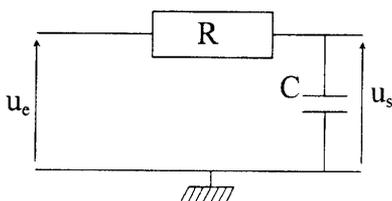


figure 1 : filtre RC

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.

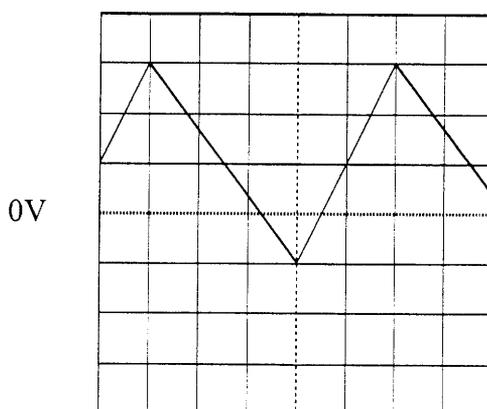


figure 2 : oscillogramme de u_e

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.