

SESSION DE 1996

**concours interne
de recrutement de professeurs agrégés
et concours d'accès à l'échelle de rémunération**

section : sciences physiques

composition sur la physique
et le traitement automatisé de l'information

Durée : 5 heures

Calculatrice électronique de poche — y compris calculatrice programmable et alphanumérique — à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 86-228 du 28 juillet 1986.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire ou de tout autre matière électronique est rigoureusement interdit.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives personnelles qu'il est amené à prendre pour cela.

ORGANISATION DE L'ÉPREUVE

Le sujet traite de mécanique, d'optique et de leurs analogies. Il est basé sur les programmes de physique des classes de terminale scientifique, de PCSI et mathématiques spéciales PP' des lycées.

PLAN DE L'ÉPREUVE

- Partie A. — Mécanique newtonienne ; résumé de cours avec exercices d'applications :
- A.I. Dynamique dans un référentiel galiléen ;
 - A.II. Dynamique dans un référentiel non galiléen.
- Partie B. — Optique géométrique :
- B.I. Résumé de cours et analogie mécanique ;
 - B.II. Exercice d'application : propagation dans un milieu continu non homogène ;
 - B.III. Stigmatisme en optique et optique électronique.
- Partie C. — Optique ondulatoire :
- C.I. Diffraction ; cours et applications ;
 - C.II. Interférences ; exemple ;
 - C.III. Analogies entre optique et mécanique ondulatoires.
- Partie D. — Travaux pratiques relatifs à un dispositif interférentiel.

Tournez la page S.V.P.

Données

- Vitesse de propagation de la lumière dans le vide : $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
Charge élémentaire : $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$.
Masse de l'électron : $m_e = 0,911 \times 10^{-30} \text{ kg}$, $m_e c^2 = 0,511 \text{ MeV}$.
Masse du proton : $m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $m_p c^2 = 938 \text{ MeV}$.
Constante de Planck : $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.
Constante de gravitation : $G = 6,673 \times 10^{-11} \text{ SI}$.

PARTIE A

MÉCANIQUE NEWTONNIENNE

A.I. Dynamique dans un référentiel galiléen.

- A.I.1.a. Énoncer la deuxième loi de Newton ou loi fondamentale de la dynamique du point matériel.
b. Préciser en quelques lignes les concepts de force, de masse, de quantité de mouvement et de référentiel galiléen.
c. Quelles sont les limites de validité de la deuxième loi de Newton ? Illustrer chaque limite par un exemple.
- A.I.2.a. Établir, à partir de la loi fondamentale, le théorème de l'énergie cinétique \mathcal{E}_k pour un point matériel.
b. Quand dit-on qu'une force dérive d'une énergie potentielle ? Quelle est l'énergie potentielle \mathcal{E}_p associée à une force de la forme $\vec{F} = (K/r^2) \vec{e}_r$, K étant une constante, r la norme du vecteur position \vec{r} et \vec{e}_r le vecteur unitaire défini par \vec{r}/r .
c. Montrer que le théorème de l'énergie cinétique peut se mettre sous la forme :

$$\Delta (\mathcal{E}_k + \mathcal{E}_p) = W_{nc}$$

où W_{nc} est le travail des forces qui ne dérivent pas d'une énergie potentielle.

- A.I.3. Application au calcul de la vitesse des électrons à la sortie d'un canon de microscope électronique : un électron est émis, sans vitesse initiale, par une cathode chauffée puis accéléré par une anode portée au potentiel d'accélération V_a par rapport à la cathode (fig. 1).
a. À l'aide de l'énergie, trouver la vitesse v de l'électron à la sortie de l'anode.
b. Représenter $\beta^2 = v^2/c^2$ en fonction de V_a . Calculer β pour $V_a = 5 \text{ kV}$.
c. Calculer β pour $V_a = 1 \text{ MV}$. Commenter.
- A.I.4. Application au mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique : un proton de masse m_p est soumis à une seule force imposée par un champ magnétique uniforme et constant \vec{B} . Sa vitesse initiale \vec{v}_0 fait l'angle α_0 avec le champ (fig. 2).
a. Écrire, sous forme vectorielle, la loi fondamentale de la dynamique dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen. Montrer que la norme de la vitesse reste égale à v_0 .
(On introduit la pulsation cyclotron $\omega_c = eB/m_p$ du proton dans le champ. On adopte une origine O et trois axes formant une base orthonormée directe tels que : O coïncide avec la position du proton à l'instant pris comme origine, le champ s'écrit $\vec{B} = B\vec{e}_z$, B étant la norme du vecteur champ et \vec{e}_z le vecteur unitaire porté par l'axe Oz , et enfin que \vec{v}_0 soit contenu dans le plan Ozx .
b. Trouver les trois équations différentielles du mouvement.
c. Quel est le mouvement de la projection de l'électron sur la direction de \vec{B} ? Quelle est la trajectoire de sa projection dans un plan perpendiculaire à cette direction ?
d. Exprimer, à l'aide de v_0 et ω_c , les fonctions $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$.

A.II. Dynamique dans un référentiel non galiléen.

A.II.1. Exprimer la loi fondamentale de la dynamique du point matériel dans un référentiel non galiléen ; forces d'inertie.

A.II.2. Microgravité dans une cabine spatiale : dans le référentiel R^* associé à une cabine spatiale, en translation accélérée par rapport à un référentiel galiléen, on s'intéresse au mouvement d'un corps assimilé à un point matériel A, de masse m , soumis à aucune action de contact (fig. 3).

- En désignant par $m^*\vec{\mathcal{G}}(A)$ la force de gravitation à laquelle est soumis A, m^* étant la masse de gravitation et $\vec{\mathcal{G}}(A)$ le champ de gravitation en A, écrire la loi fondamentale de la dynamique dans R^* ; on y désignera par a_A l'accélération de A.
- Appliquer, par rapport à un référentiel galiléen, la loi fondamentale de la dynamique à la cabine spatiale, assimilée à son centre de masse C, doté de sa masse totale M ; on désigne par $M^*\vec{\mathcal{G}}(C)$ la force de gravitation qui s'exerce sur C. En déduire la relation suivante :

$$\vec{a}_A = \left(\frac{m^*}{m} \right) \vec{\mathcal{G}}(A) - \left(\frac{M^*}{M} \right) \vec{\mathcal{G}}(C).$$

- En fait $\vec{\mathcal{G}}(A) \approx \vec{\mathcal{G}}(C)$ avec une excellente précision. On constate expérimentalement que, dans la cabine spatiale, ne règne qu'une microgravité, c'est-à-dire que $\vec{a}_A \approx 0$. Quelle conclusion fondamentale en tire-t-on sur le rapport des masses grave et inerte ?

A.II.3. Pesanteur.

- Donner la définition expérimentale du poids \vec{P} d'un corps en un point de la surface de la Terre. Qu'appelle-t-on verticale du lieu ?
- On désigne par $m\vec{\mathcal{G}}$ la force de gravitation à laquelle il est soumis de la part de la Terre et de tous les autres astres. Appliquer, sous forme vectorielle, la loi fondamentale de la dynamique dans le référentiel terrestre, non galiléen, à un point matériel A suspendu à l'extrémité inférieure d'un fil mince sans raideur.
- Établir la relation suivante entre le poids \vec{P} , la force de gravitation $m\vec{\mathcal{G}}$ et la force d'inertie d'entraînement :

$$\vec{P} = m\vec{\mathcal{G}} - m\vec{a}_e.$$

En déduire la relation entre le champ de pesanteur \vec{g} , le champ de gravitation $\vec{\mathcal{G}}$ et le champ \vec{a}_e des forces d'inertie d'entraînement.

- Quel est le terme, dans l'expression de la loi fondamentale de la dynamique dans un référentiel terrestre, qui permet d'expliquer le comportement du pendule de Foucault ? Interpréter qualitativement le comportement du pendule au pôle Nord.

A.II.4: Application à la déviation de particules dans l'hémisphère Nord : on considère une particule astreinte par des forces de contact verticales à un mouvement dans un plan horizontal Oxy. Elle n'est soumise qu'à la pesanteur et à la réaction du support.

- Montrer que, dans le référentiel terrestre, son mouvement satisfait à l'équation vectorielle :

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -m \vec{\Omega}_v \wedge \vec{v}$$

$\vec{\Omega}_v$ étant une vitesse angulaire que l'on reliera à la vitesse de rotation de la Terre Ω autour de son axe Sud-Nord et à la latitude λ du lieu.

- Trouver la nature de la trajectoire ; on comparera ce mouvement à celui d'une particule chargée dans un champ magnétique. Au bout de quelle durée la particule passera-t-elle par le même point ? Application numérique en un lieu où $\lambda = 43,6^\circ$.

A.II.5. Champ de pesanteur apparent : on fait tourner un récipient rempli d'eau autour d'un axe vertical, avec une vitesse angulaire ω constante par rapport au référentiel terrestre R.

- En écrivant la loi fondamentale de la dynamique dans le référentiel tournant R' pour un élément A de fluide, montrer que, dans la situation d'équilibre relatif, le champ de pesanteur \vec{g} peut être remplacé par un champ apparent \vec{g}_a que l'on exprimera en fonction de \vec{g} , ω et du vecteur $\vec{r} = \overline{HA}$, H étant la projection de A sur l'axe de rotation.

- Citer une application en instrumentation optique qui s'appuie sur le résultat précédent.

Tournez la page S.V.P.

PARTIE B

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

B.I. Lois élémentaires de l'optique géométrique.

B.I.1. Énoncer la loi de propagation rectiligne de la lumière dans un milieu homogène. Quelle est la loi analogue en mécanique ?

B.I.2. Lois de la réflexion.

a. Énoncer les lois de la réflexion par un miroir.

b. Analogie mécanique de la réflexion : une balle, assimilée à un point matériel A, de masse m , heurte sans frottement un mur de masse $M \gg m$, avec une vitesse v . Montrer, en appliquant la loi fondamentale de la dynamique à A et en considérant que la durée de collision est suffisamment faible, que la variation $\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$ du vecteur quantité de mouvement de la particule due au choc est un vecteur porté par la normale \vec{N} à la surface de contact.

B.I.3. Lois de la réfraction.

a. Énoncer les lois de la réfraction à la traversée d'un dioptre plan.

b. Analogie mécanique de la réfraction : un électron A, émis avec une vitesse très faible par une source au potentiel nul, arrive sous l'angle d'incidence i_1 sur une grille métallique G_1 à mailles fines, portée au potentiel V_1 qu'il traverse. Il atteint ensuite une grille identique parallèle G_2 , portée au potentiel V_2 et en ressort avec l'angle d'émergence i_2 (fig. 4). Établir la relation entre i_1 , i_2 , V_1 et V_2 . Calculer i_2 pour $i_1 = 30^\circ$, avec $V_1 = 1,5$ kV et $V_2 = 1$ kV.

B.I.4. Expression vectorielle des lois de Snell-Descartes : vérifier que les lois de la réflexion et de la réfraction peuvent être résumées par la relation vectorielle suivante :

$$\Delta(n\vec{u}) = n_2 \vec{u}_2 - n_1 \vec{u}_1 = a\vec{N}.$$

n étant l'indice du milieu au point considéré, \vec{u} le vecteur unitaire porté par le rayon lumineux, \vec{N} le vecteur unitaire normal à la surface du dioptre et a un nombre réel.

B.II. Exercice d'application : propagation dans un milieu continu non homogène.

B.II.1. Équation fondamentale de la trajectoire d'un rayon lumineux dans un milieu continu non homogène : en appliquant la relation précédente, de part et d'autre d'une surface d'égal indice, montrer que la trajectoire d'un rayon lumineux satisfait à l'équation suivante :

$$\frac{d(n\vec{u})}{ds} = \text{grad } n,$$

s étant l'abscisse curviligne le long de la trajectoire, \vec{u} étant le vecteur unitaire porté par la tangente et n l'indice du milieu. Retrouver la propagation rectiligne de la lumière dans un milieu homogène.

B.II.2. Écrire la loi fondamentale de la dynamique d'un point matériel, de quantité de mouvement $\vec{p} = p\vec{u}$, en introduisant l'abscisse curviligne afin de souligner l'analogie avec l'équation précédente. En déduire la grandeur qui peut représenter l'indice en optique corpusculaire.

B.II.3. Trajectoire d'un rayon lumineux dans une fibre optique à gradient d'indice : une fibre optique, cylindrique, de révolution, est caractérisée par une variation radiale de l'indice selon la loi quadratique, r étant la distance à l'axe, n_1 et ρ des constantes avec $r \ll \rho$:

$$n(r) = n_1 \left(1 - \frac{r^2}{2\rho^2} \right).$$

a. Dans l'approximation de Gauss, l'angle du rayon lumineux avec l'axe Oz de la fibre reste faible. Dans ce cadre, établir l'équation différentielle à laquelle satisfait la coordonnée transversale x en fonction de la variable longitudinale z le long de l'axe de la fibre (fig. 5).

b. En déduire la solution $x(z)$ en fonction des valeurs x_e et $x'_e = (dx/dz)_e$ à l'entrée de la fibre ($z = 0$). Représenter graphiquement $x(z)$ pour $x_e = 0$, en précisant les valeurs de z pour lesquelles $x(z) = 0$.

B.III. Stigmatisme en optique et mécanique.

- B.III.1. Stigmatisme rigoureux : quand dit-on qu'un instrument est stigmatique pour un couple de points lumineux ? Citer deux exemples d'utilisation de surfaces rigoureusement stigmatiques associées à deux points infiniment éloignés l'un de l'autre.
- B.III.2. Stigmatisme approché : quelles sont les raisons du stigmatisme approché ?
- En quoi consiste l'approximation de Gauss en optique géométrique ?
 - Établir géométriquement la formule de conjugaison des lentilles minces reliant un couple de points objet et image.
- B.III.3. Focalisation magnétique : une source S , de largeur très fine, émet des électrons avec une vitesse v_0 dont la norme est constante et dont la direction, contenue dans le plan Sxy , possède une certaine dispersion, mais fait au maximum un petit angle ϵ avec la direction moyenne d'émission Sx (fig. 6). Les électrons sont soumis à l'action d'un champ magnétique $\vec{B} = B \vec{e}_z$ uniforme et constant. Calculer la largeur du segment constitué des points d'intersection des trajectoires des électrons avec l'axe Sy . Que peut-on dire du stigmatisme du dispositif si l'on néglige les termes d'ordre 2 en ϵ ?

PARTIE C

OPTIQUE ONDULATOIRE

C.I. Diffraction.

- C.I.1. Définir qualitativement la diffraction. Énoncer le principe d'Huygens-Fresnel.
- C.I.2. On étudie la diffraction à l'infini d'une onde plane, monochromatique (de longueur d'onde λ), tombant normalement sur un écran plan limité par une ouverture rectangulaire. On rappelle la relation entre la fonction caractéristique de l'ouverture $t(x, y)$ et la répartition de l'amplitude complexe $\psi(u, v)$, au point P du plan d'observation, dans la direction définie par le vecteur unitaire $\vec{e}_r(\alpha, \beta, \gamma)$ (fig. 7) :

$$\psi(u, v) = \iint t(x, y) \exp[-i2\pi(ux + vy)] dx dy \quad \text{avec} \quad u = \frac{\alpha}{\lambda} \quad \text{et} \quad v = \frac{\beta}{\lambda}.$$

- Exprimer l'argument du terme de phase en fonction de $\vec{k} = (2\pi/\lambda) \vec{e}_r$ et de \overline{OM} , O étant une origine arbitraire dans le plan de l'écran, M un point courant de l'ouverture.
- Diffraction à l'infini par une fente, parallèle à Oy, de largeur a très faible devant sa longueur b : trouver l'expression de $\psi(u)$ et représenter son graphe. En déduire que la largeur du maximum principal peut être caractérisée, à un facteur numérique près, par la quantité Δu telle que : $\Delta u \times a = 1/(4\pi)$.

C.I.3. Importance physique de la diffraction dans la formation des images en optique géométrique.

- a. En utilisant deux lentilles L_1 et L_2 , placées de part et d'autre de la fente, montrer que la diffraction à l'infini joue un rôle essentiel dans la formation des images en optique géométrique.

On forme l'image A' d'une source ponctuelle A à l'aide d'une lentille mince convergente. La fente est placée tout contre la lentille (fig. 8). Quelle est la répartition de l'éclairement du plan de front centré en A' ?

- b. Que devient la répartition de l'éclairement dans le plan d'observation, lorsqu'on déplace légèrement la fente parallèlement à elle-même dans son plan ?
c. Que se passe-t-il dans le plan image lorsqu'on déplace A dans le plan objet ?

- d. On forme les images A' et B' de deux points sources incohérents A et B à l'aide du montage simple précédent dans lequel la lentille est diaphragmée par une fente longue, de largeur D . Les deux objets ponctuels sont situés à très grande distance de la lentille.

En adoptant le critère de Rayleigh, montrer que la plus petite distance angulaire entre deux points dont les images sont séparées, est : $\theta = \lambda/D$.

Application au cas du télescope spatial Hubble : $D = 2,4$ m. Calculer, pour $\lambda = 550$ nm, la valeur de θ en milliseconde d'arc.

En déduire la plus petite dimension transversale Δx de l'objet détectable par l'instrument en fonction de λ et de l'angle α sous lequel on voit le diamètre de l'instrument depuis l'objet. Comparer Δx à la longueur d'onde du rayonnement utilisé.

C.II. Interférence.

- C.II.1. Qu'appelle-t-on historiquement le paradoxe des interférences ? Décrire une expérience simple montrant le phénomène d'interférence à deux ondes par division du front d'onde.

- C.II.2. Dispositif des fentes d'Young : on réalise des phénomènes d'interférence avec une bifente d'Young, placée devant une lentille convergente. L'onde incidente est une onde monochromatique plane, de longueur d'onde $\lambda = 550$ nm, qui tombe normalement sur la lentille.

- a. Quelle est la répartition de l'éclairement dans le plan focal de la lentille si l'on suppose les fentes suffisamment fines ?
b. Calculer l'interfrange sachant que la distance entre les fentes est 0,5 mm et la distance focale de la lentille $f = 20$ cm.
c. En astronomie, la lentille est généralement un miroir de grand diamètre. Dans l'expérience faite par Michelson en 1920, sur le télescope du mont Wilson, de focale 20 m, un écran percé de deux trous, distants de a , obstruait le télescope. Quel était l'interfrange ? Ce dispositif a permis de séparer deux étoiles ; montrer sans calcul que, si la distance apparente des deux étoiles correspond à un demi-interfrange, les franges d'interférence sont brouillées. On réalise une telle situation pour $a = 2$ m. En déduire la distance apparente θ des deux étoiles.

C.III. Analogies en mécanique ondulatoire.

- C.III.1. Relation de L. de Broglie. On rappelle la relation entre la quantité de mouvement p d'une particule et la longueur d'onde λ de l'onde monochromatique plane associée : $\lambda = \frac{h}{p}$.

- a. Calculer λ dans le cas d'un électron, initialement au repos, accéléré sous une tension :

$$V_a = 5 \text{ kV.}$$

- b. Que devient l'expression de la longueur d'onde en fonction de V_a dans le cas où l'approximation newtonienne est insuffisante ?

- C.III.2. Diffraction et inégalité spatiale d'Heisenberg. Les résultats sur la diffraction d'une onde optique se transposent directement en mécanique ondulatoire : l'onde monochromatique plane associée à un faisceau d'électrons est diffractée par une fente de largeur a . Exprimer la relation $\Delta u \times a = 1/(4\pi)$ en fonction de Δp_x et a .

C.III.3. Interférence en microscopie électronique.

- a. Biprisme de Fresnel en optique : description du montage, forme géométrique des franges, expression de l'interfrange en fonction des caractéristiques du système, champ d'interférence.
- b. Expérience analogue en microscopie électronique : un microscope électronique, avec une source d'électrons à émission de champ, de très petite dimension, permet de réaliser l'expérience du biprisme avec des électrons. Le biprisme électronique est constitué d'un filament conducteur cylindrique fin, porté au potentiel de 10 V et placé, normalement à la direction moyenne du faisceau d'électrons, entre deux plaques parallèles métalliques reliées à la masse (fig. 9). Un tel dispositif permet d'obtenir à partir du faisceau d'électrons focalisés en S deux faisceaux se superposant partiellement et semblant venir des points S_1 et S_2 . La tension d'accélération du canon du microscope est de 50 kV.

Montrer, à l'aide d'un calcul relativiste, que la longueur d'onde associée aux électrons accélérés sous une telle tension vaut 5,35 pm.

La distance $S_1 S_2$ est de 15 μm ; la distance D de S_1 et S_2 à l'écran fluorescent est de 2 m. Les franges d'interférence observées sur l'écran fluorescent sont ensuite agrandies par un facteur 2000. On mesure alors un interfrange de 1,4 mm. En déduire la longueur d'onde des électrons. Comparer à la valeur théorique.

PARTIE D

TRAVAUX PRATIQUES RELATIFS À UN DISPOSITIF INTERFÉRENTIEL

Au laboratoire de physique, en salle d'optique, on trouve souvent un appareil appelé interféromètre de Michelson. Il permet la mise en évidence de nombreuses propriétés de la lumière et constitue aussi un bon instrument de mesure optique. La figure 10 en donne une vue de dessus réaliste.

- D.I. 1. Quel est le rôle pratique de la lame à faces parallèles (VA) située à l'entrée de l'interféromètre ?
 2. Détailler les analogies et les différences entre les deux lames (C) et (SP), compensatrice et séparatrice.
 3. Quels rôles joue la compensatrice ?
 4. Détailler le rôle mécanique des vis notées (1) (2) .. (7) sur le schéma de la figure 10.
 5. Quelles sont les directions (de droite ou de plan) qui servent de référence dans l'interféromètre ?
- D.II.1. Une méthode de préréglage de l'appareil dite « géométrique » consiste à l'éclairer par une source lumineuse à vapeur de mercure, quasi ponctuelle à l'infini. On constate alors en sortie, à l'infini, la présence de nombreuses images du trou source, dont quatre sont nettement plus lumineuses que toutes les autres.
- Expliquer la provenance de ces quatre images particulières.
2. Comment assure-t-on, en pratique, l'éclairage et la projection dans l'expérience du D.II.1. ?
 3. On agit alors sur les vis (6) et (7) pour confondre les quatre images en deux images seulement, puis sur (1) et (2) pour confondre les deux images restantes en une seule. On dit trivialement qu'on a effectué « le réglage géométrique à la 4-2-1 ».
- Quelle est, théoriquement, la configuration géométrique de (C), (SP), (M_1) et (M_2) à la suite de ce réglage à la 4-2-1 supposé parfait ?
4. Expérimentalement, on apprécie la confusion des images à l'œil.
- Quelle est, de ce fait, la configuration géométrique relative réelle de (C), (SP), (M_1) et (M_2) ?

Tournez la page S.V.P.

D.III.1. À la suite du réglage géométrique précédent à la 4-2-1, on élargit spatialement le trou-source à l'infini (en ouvrant un diaphragme par exemple). On constate alors en mettant au point sur l'un des miroirs du Michelson, avec un peu de chance, la présence de franges rectilignes d'interférence, équidistantes si on a équipé la lampe à vapeur de mercure d'un filtre vert.

Si l'on a un peu moins de chance, les franges rectilignes précitées n'apparaîtront qu'au prix d'un déplacement du miroir (M_1) appelé chariotage.

Expliquez pourquoi cette façon de procéder expérimentalement nécessite une bonne compréhension des conséquences de la cohérence temporelle partielle de la source.

Quel est l'intérêt du chariotage dans cette manipulation ?

2. Comment passe-t-on expérimentalement du réglage précédent dit du « Michelson en coin d'air » à celui du Michelson « en lame d'air à faces parallèles » ?

On précisera soigneusement, dans ce dernier cas, les conditions pratiques d'éclairage et de projection.

3. Pourquoi appelle-t-on le système des franges d'interférence alors obtenu : système d'anneaux concentriques d'égale inclinaison ?

4. En chariotant, on constate que les anneaux « s'enfoncent » dans le centre de la figure d'interférence. En déduire (avec justification) le sens de variation de l'épaisseur de la lame d'air.

5. Qu'appelle-t-on teinte plate d'interférence avec le Michelson ?

6. Imaginons qu'on vous demande d'obtenir de la façon la plus précise possible le « contact optique » des deux miroirs du Michelson. Utiliserez-vous en final, un laser He-Ne, une lampe à vapeur de mercure ou une lampe blanche ? Pourquoi ?

D.IV. On utilise souvent le Michelson pour faire de la spectrométrie par transformée de Fourier.

1. Décrire les conditions expérimentales de cette spectrométrie (éclairage, réglage du Michelson, projection, détection).

2. On réalise la spectrométrie par transformée de Fourier d'une source lumineuse à vapeur de mercure, moyenne pression, munie d'un filtre de bande passante de 20 nm dans le jaune.

L'enregistrement définitif fait apparaître un produit modulation-porteuse dans lequel on peut distinguer 277 pics de la fonction rapide dans un fuseau de la fonction lente.

On sait par ailleurs que le mercure émet dans le jaune autour de la longueur d'onde moyenne 578 nm.

En déduire l'écart spectral en nanomètre du doublet jaune du mercure.

XO1

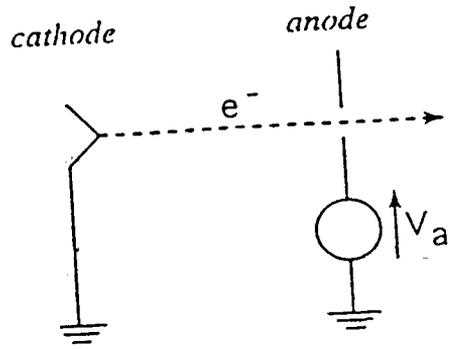


fig.1

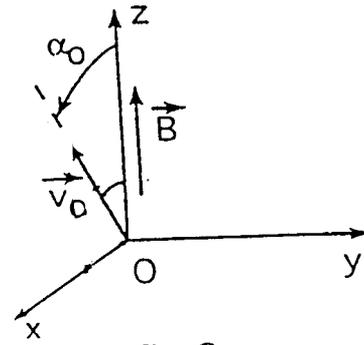


fig.2

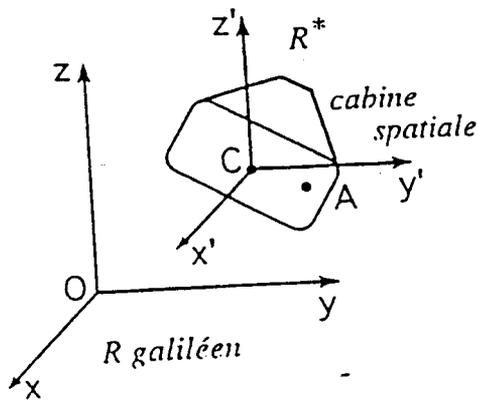


fig.3

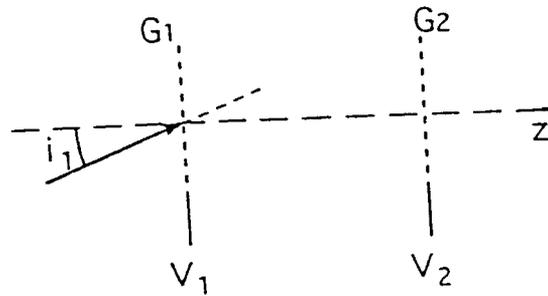


fig.4

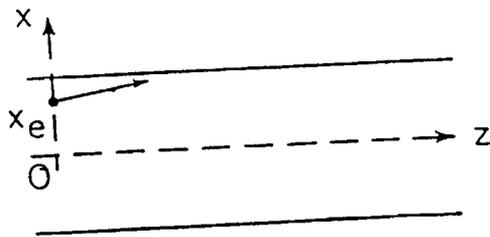


fig.5

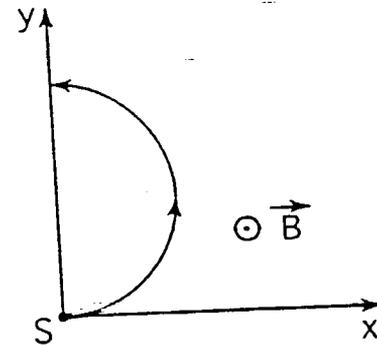


fig.6

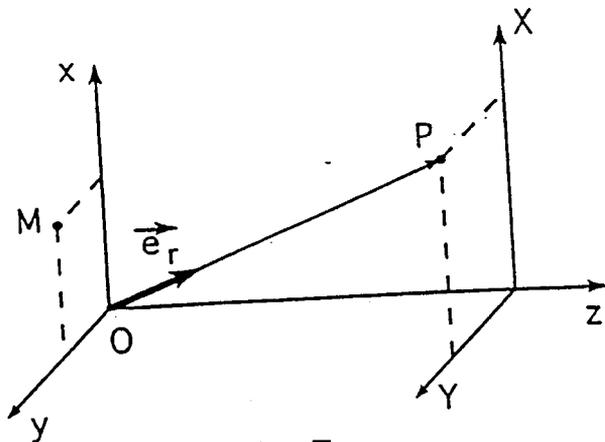


fig.7

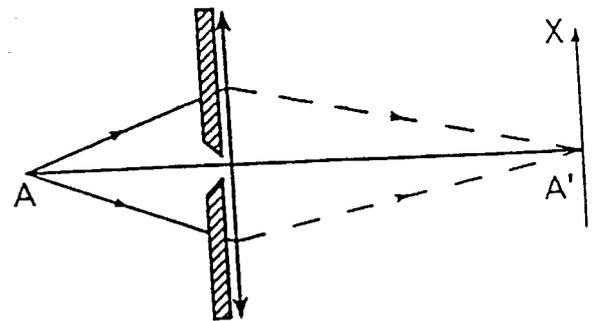


fig.8

Tournez la page S.V.P.

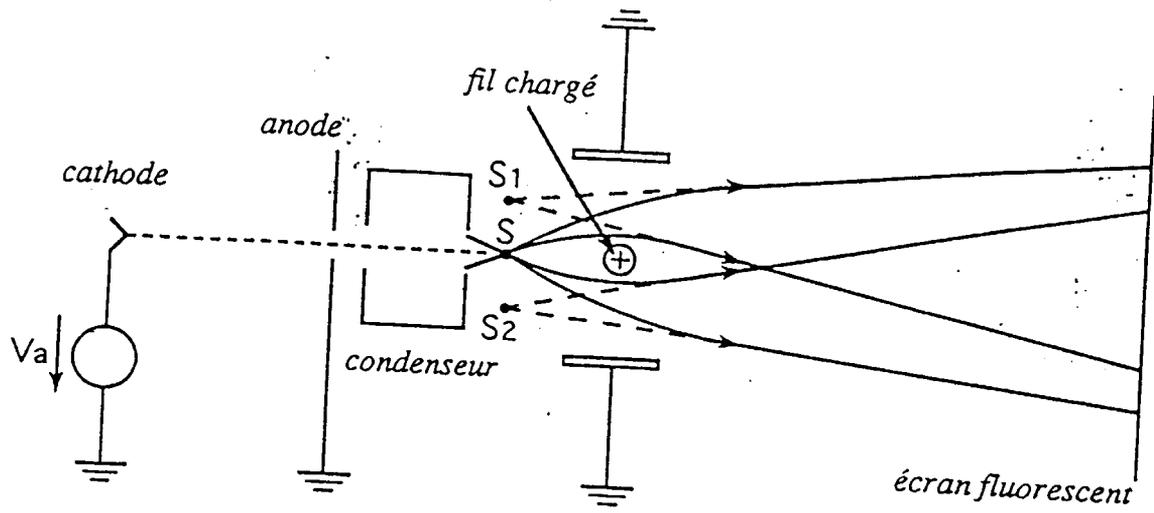


fig.9

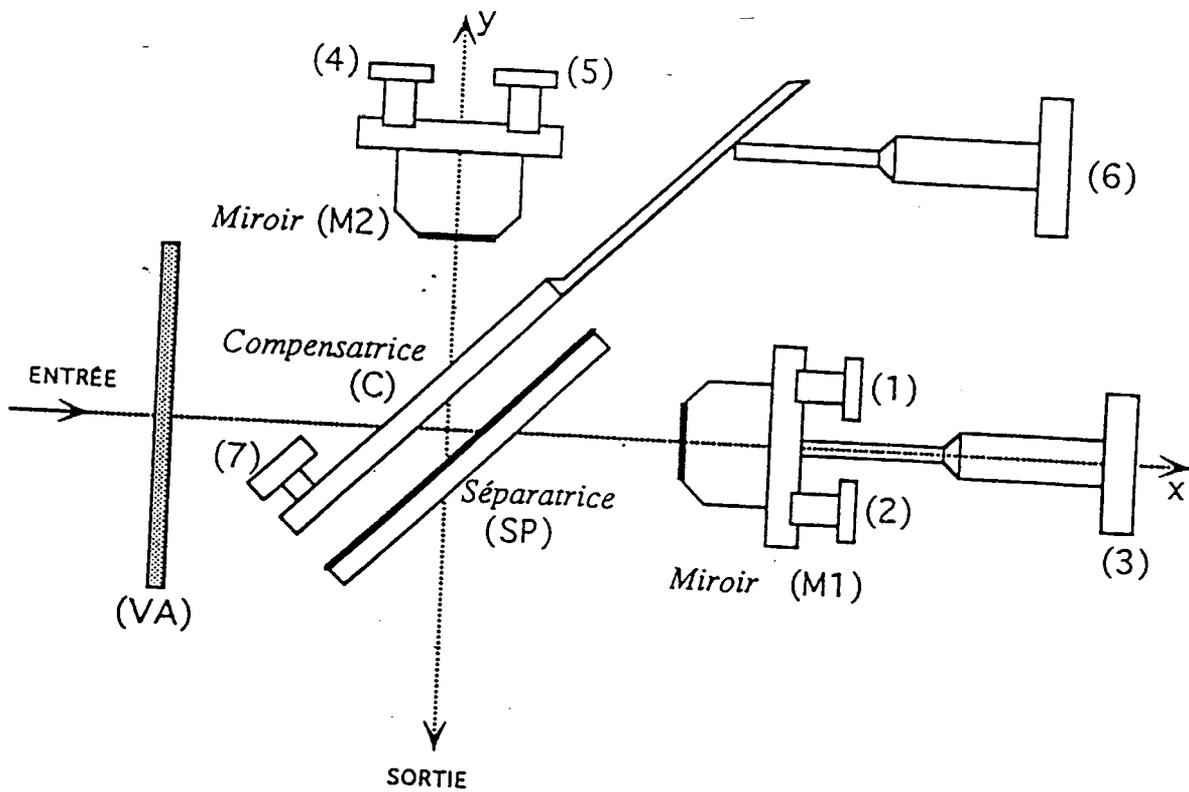


fig.10