

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

GÉNIE OPTIQUE option OPTIQUE INSTRUMENTALE

Épreuve de PHYSIQUE APPLIQUÉE

Sous-épreuve U42 : PHYSIQUE

SESSION 2002

Durée : 2 heures 30

Coefficient 2,5

Le sujet comporte deux parties indépendantes :

- la PARTIE 1 - Étude d'un microscope (notée sur 9 points)
- la PARTIE 2 - Réseau, monochromateur (notée sur 11 points)

PARTIE 1 - Étude d'un microscope

Un microscope est constitué par :

- un objectif, système convergent de distance focale f'_1 et de grandissement transversale g_{y1}
- un oculaire composé de deux lentilles L_2 et L_3 supposées minces et convergentes.

Cet oculaire de puissance intrinsèque $P_{ioc} = 25 \delta$ a pour symbole (4,3,2)

(Son étude a été réalisée et est présentée sur l'**ANNEXE 1** (page 6/7)).

$$AB \xrightarrow{\text{objectif}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{oculaire}} A'B'$$

Le grossissement commercial de l'instrument est : $G_C = 400$

- 1) Calculer la focale image de l'oculaire f'_{oc}
- 2) D'un objet A_1B_1 , l'oculaire donne une image $A'B'$ à l'infini. Tracer un faisceau incident limité par l'extrémité de cet objet sur l'annexe 1 précitée.
- 3) Déterminer le grandissement transversal g_{y1} de l'objectif.
L'image $A'B'$ étant supposée à l'infini, calculer la focale image f'_1 de l'objectif sachant que l'intervalle optique est : $\Delta = \overline{F'_1 F_{oc}} = 160 \text{ mm}$.
- 4) Déterminer la position du foyer principal objet du microscope.
- 5) La pupille d'entrée étant à l'infini, déterminer la position du diaphragme d'ouverture et de la pupille de sortie de l'instrument.
Le diamètre du diaphragme d'ouverture étant $\phi_{DO} = 4 \text{ mm}$, déterminer le diamètre de la pupille de sortie P_s .
- 6) Pour éliminer le champ de contour, on utilise un diaphragme de diamètre 12 mm ; où est situé ce diaphragme ?

PARTIE 2 - Réseau, monochromateur

1) Étude d'un réseau de fréquence spatiale n , de largeur ℓ , éclairé en lumière collimatée de longueur d'onde λ , sous une incidence i , et observé par réflexion dans la direction faisant un angle i' avec la normale au réseau. On rappelle que $n = 1/h$ ou h est le pas du réseau.

1-1) En vous basant sur la **figure 1** de l'**ANNEXE 2** (page 7/7), sur laquelle vous préciserez l'orientation des angles i et i' que vous avez choisie, de même que l'orientation du plan de représentation, compte tenu du fait que les traits du réseau sont supposés verticaux, donner l'expression :

- a) de la différence de marche optique entre deux rayons consécutifs en fonction de i , i' et n ;
- b) de l'ordre d'interférence p entre ces deux rayons ;
- c) du déphasage Φ entre eux.

1-2) L'intensité produite par l'ensemble des N traits du réseau peut s'écrire sous la forme :

$$\frac{I}{I_0} = \left[\frac{\sin \frac{N\Phi}{2}}{N \sin \frac{\Phi}{2}} \right]^2.$$

- a) Pour quelles valeurs de p a-t-on des maxima principaux d'interférence ?
- b) Pour quelles valeurs de p a-t-on des minima d'intensité nulle ?
- c) Donner l'allure de la courbe représentant les variations de $\frac{I}{I_0}$
 - en fonction de Φ ,
 - puis en fonction de l'ordre p ,
 - puis en fréquences spatiales.
- d) Déduire de ce qui précède la pleine largeur di' à mi-hauteur (demi-largeur au pied) d'un maximum principal d'intensité.
- e) Exprimer l'écart angulaire $\Delta i'$ séparant à la sortie du réseau deux raies d'écart spectral $\Delta \lambda$.
- f) Montrer que $R = kn \ell$, R étant le pouvoir de résolution du réseau.
Calculer R pour un réseau de 1200 traits par mm, de 50 mm de largeur éclairé et utilisé dans l'ordre 1.

2) Un monochromateur est composé :

- d'un grand miroir sphérique concave (M) de distance focale $f' = 1500$ mm ;
- d'une fente d'entrée (F_1) et d'une fente de sortie (F_2) identiques, placées dans le plan focal [F'] du miroir symétriquement par rapport à l'axe optique du miroir ; la distance $F_1F_2 = 300$ mm ;
- d'un réseau plan \mathcal{R} utilisé par réflexion, de fréquence spatiale $n = 1200$ traits/mm centré sur l'axe optique du miroir en un point I. Ce réseau dont les traits sont verticaux peut tourner autour d'un axe vertical passant par I.

La **figure 2** de l'**ANNEXE 2** (page 7/7) indique le schéma du dispositif avec l'amorce du trajet d'un rayon $\textcircled{1}$ qui arrive sur le miroir parallèlement à son axe.

La fente (F_1) peut être considérée comme une source de lumière polychromatique qui sera collimatée par (M) et arrivera sur le réseau dans une direction faisant un angle θ avec l'axe optique du miroir. Le réseau disperse la lumière en la renvoyant vers le miroir (M) qui focalise la lumière dans le plan [F'], seule la radiation dont la longueur d'onde est telle que cette radiation est focalisée sur F_2 sort du monochromateur. Pour sélectionner les longueurs d'onde qui sortent par (F_2), on fait tourner le plan du réseau, initialement en position perpendiculaire à l'axe optique de (M), d'un angle β .

Sur la **figure 2** de l'**ANNEXE 2** précitée (page 7/7) :

- a) Tracer la marche complète du rayon $\textcircled{2}$ qui sort par F_2 parallèlement à l'axe du miroir.
- b) Tracer la marche complète du rayon issu de F_1 qui passe par le point I.
- c) En déduire les expressions de i et de i' en fonction de θ et de β et montrer que l'on peut écrire :
$$2 \sin \beta \cdot \cos \theta = n\lambda.$$
- d) Calculer $\tan \theta$ puis $\cos \theta$.
- e) Calculer la valeur β_0 de β pour que ce soit la longueur d'onde $\lambda_0 = 546,1$ nm qui sorte par F_2 .
- f) Calculer la largeur éclairée du réseau pour que le pouvoir de résolution du réseau soit de 60000.

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/option : _____

Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Note :
20

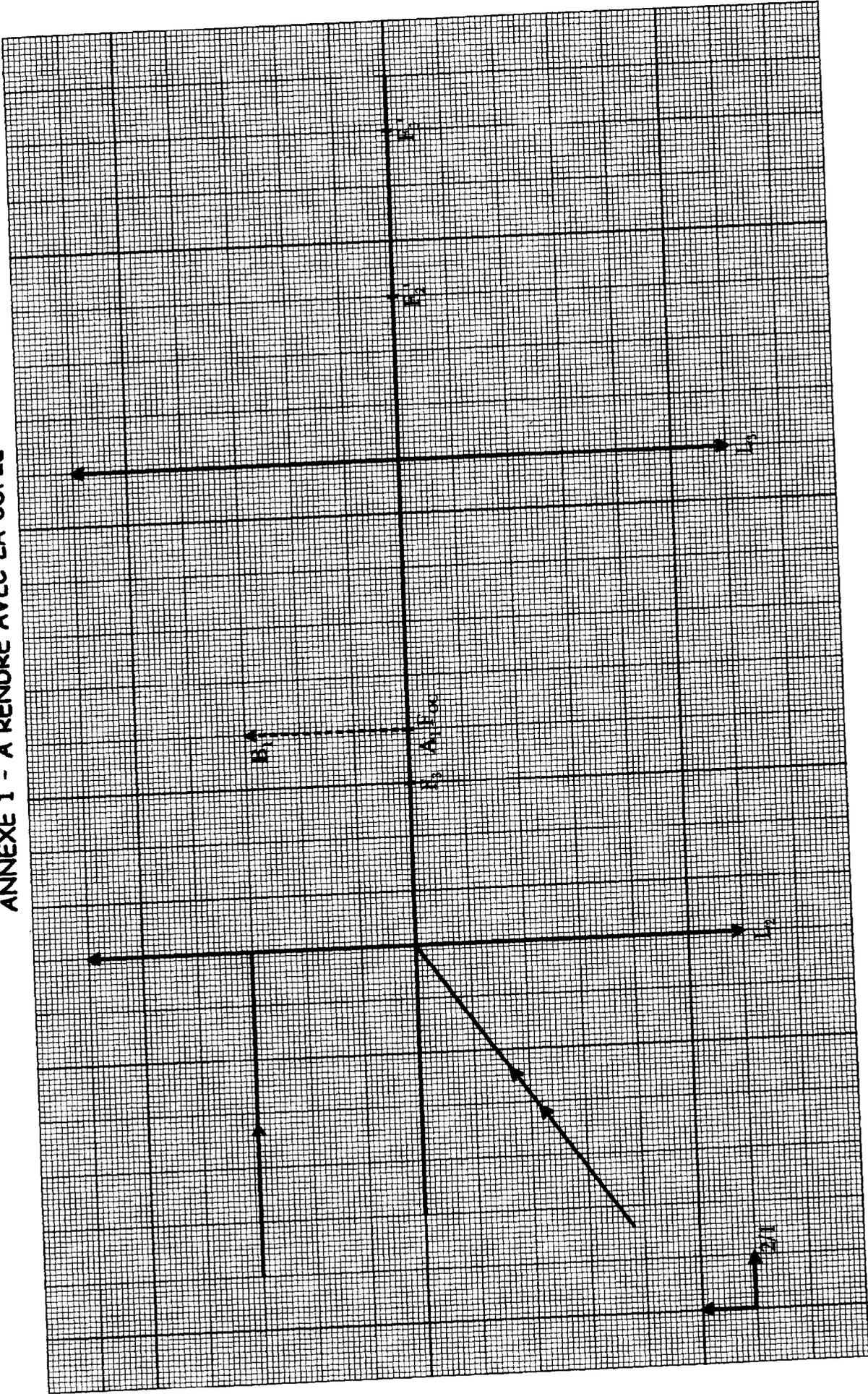
Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

FEUILLES ANNEXES

À RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE 1 - À RENDRE AVEC LA COPIE



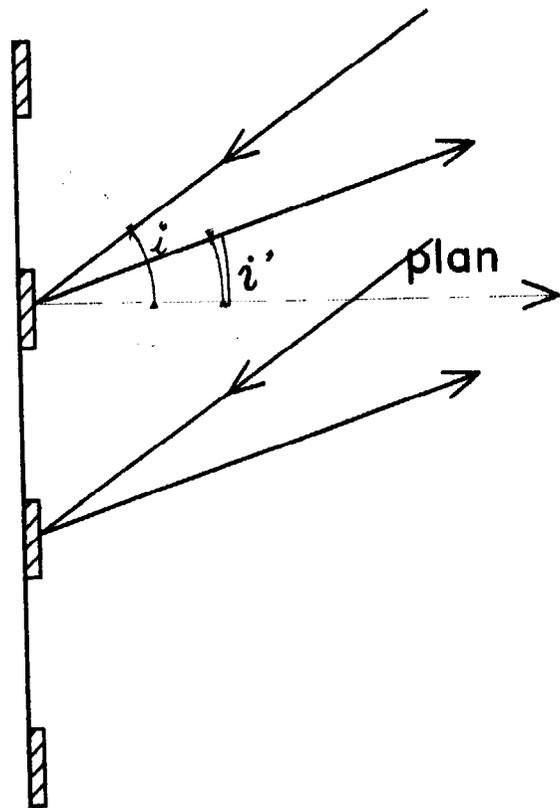


fig 1 Réseau par réflexion

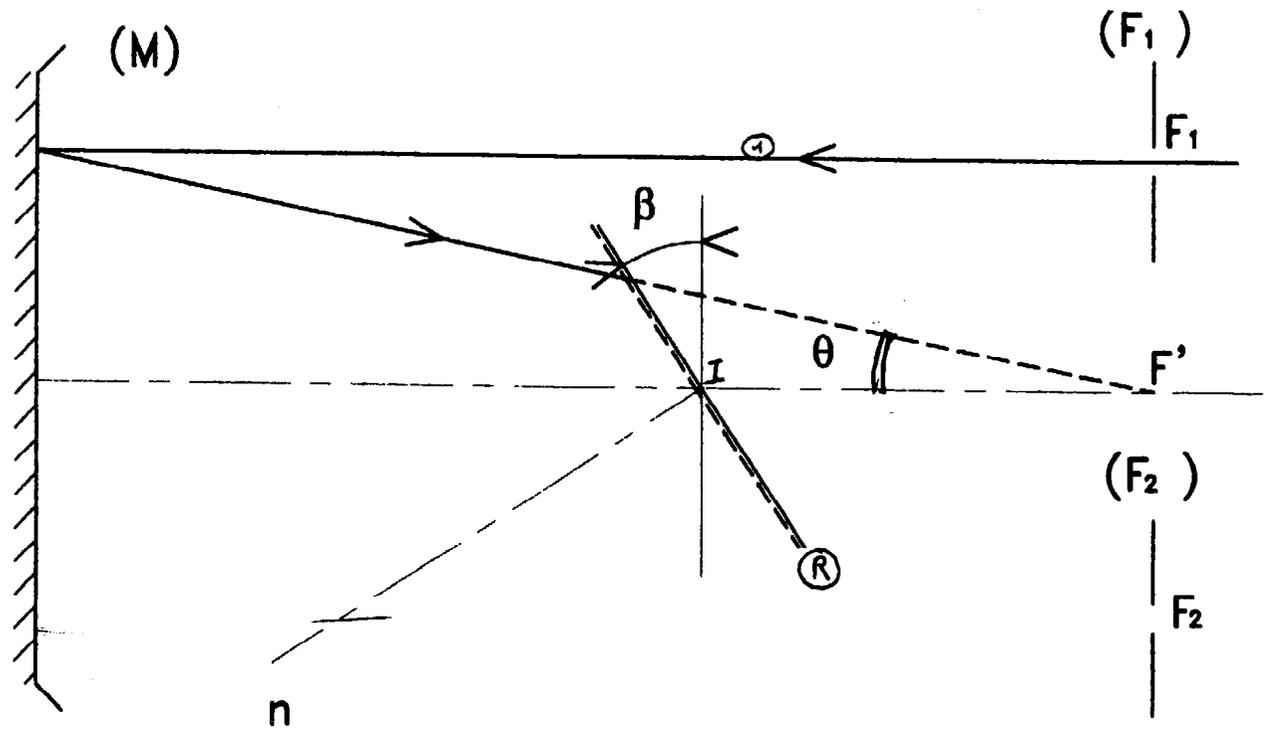


fig 2 Monochromateur