

Corrigé de l'exercice 1 (physique)



Commentaires

Exercice 1 : Interférences lumineuses

Cet exercice, qui ne fait pas appel à un effort particulier au niveau de l'analyse de la situation, peut être considéré comme une question de cours, chaque question ayant trait à une étape de la leçon correspondante.

L'énoncé décrit de façon très détaillée l'expérience des fentes d'Young et donne les conditions théoriques que doit vérifier un point M du plan (E) pour correspondre soit à un maximum, soit à un minimum d'éclairement.

Attention : *Un point M peut appartenir à une frange sombre ou brillante sans pour autant vérifier l'une ou l'autre des conditions données ; Vu la largeur non négligeable des franges, ces conditions ne sont en fait vérifiées qu'au milieu de chaque frange.*

1-a- C'est une question de cours ; Le savoir mis en jeu est d'ordre purement mathématique ; le candidat est appelé à réciter l'une des démonstrations géométriques connues ; il faut se souvenir surtout des approximations à faire ($MS_1 \approx MS_2 \approx D$) et de leur justification si on la demande (ce qui n'est pas le cas ici).

-b- Pas de commentaire particulier : écrire deux égalités à partir des données des 3 lignes précédentes.

2-a- Mots importants : **Interfrange.**

Savoir mis en jeu : Définir l'interfrange i , retrouver l'expression de i .

-b- Mots importants : **Frange d'abscisse x**

Ce qui est désigné ainsi c'est en réalité le milieu d'une frange (toujours à cause de la largeur non nulle des franges).

Savoir mis en jeu : ordre d'interférence p , valeur de p au milieu d'une frange sombre ou brillante.

-3- Mots importants : **Sources indépendantes.**

Savoir mis en jeu : Conditions d'interférences (isochronisme, cohérence), mécanisme d'émission de la lumière par une source.

La justification de la réponse consiste à vérifier que toutes les conditions d'interférences ne sont pas remplies et à dire lesquelles.

-4- L'unique autre dispositif d'interférences que l'élève connaît est celui des miroirs de Fresnel.

La méthode de construction géométrique des faisceaux lumineux issus de la source primaire S et réfléchis par les deux miroirs est simplifiée si on fait le tracé dans un ordre particulier : on commence par tracer à partir d'un centre A (arête) un arc de cercle ; S_1, S_2 les deux images secondaires sont placées en deux points rapprochés de ce cercle ; on trace le rayon dédoublé S_1A et S_2A (délimite le champ d'interférences) ; à partir de S_2 on trace un rayon S_2D_2 divergent par rapport à S_1A et à partir de S_1 on fait de même (S_1D_1) par rapport à S_2A ; On choisit alors le bord du miroir M_2 sur la droite S_2D_2 et on le représente en le prolongeant en pointillé au delà de A jusqu'à ce qu'il coupe le cercle ; on détermine la position de la source primaire S sur le cercle, en construisant le symétrique de S_2 par rapport à AM_2 ; la trace du second miroir AM_1 sur le plan de figure est alors la médiatrice du segment SS_1 et son bord M_1 se trouve sur le rayon S_1D_1 . Compléter ensuite par les 3 rayons incidents SM_1, SA, SM_2 .

Cette construction garantit l'obtention d'un champ d'interférences strictement limité par les rayons S_1A et S_2A et observable quel que soit l'éloignement du plan d'observation. Tandis que si l'on procède comme d'habitude (dessins de miroirs d'abord, puis S, puis les faisceaux lumineux), il y a toujours le risque de voir les rayons réfléchis par les bords des miroirs converger et le phénomène d'interférences disparaître à partir d'une certaine distance de l'arête A.

Corrigé

Exercice 1 (5 points)

1)

- a- Les ondes issues de S arrivent en M après avoir suivi deux trajets différents : SS_1M et SS_2M
 La différence de marche notée $\delta = (SS_2 + S_2M) - (SS_1 + S_1M) = S_2M - S_1M$

Dans le triangle S_2H_2M on a

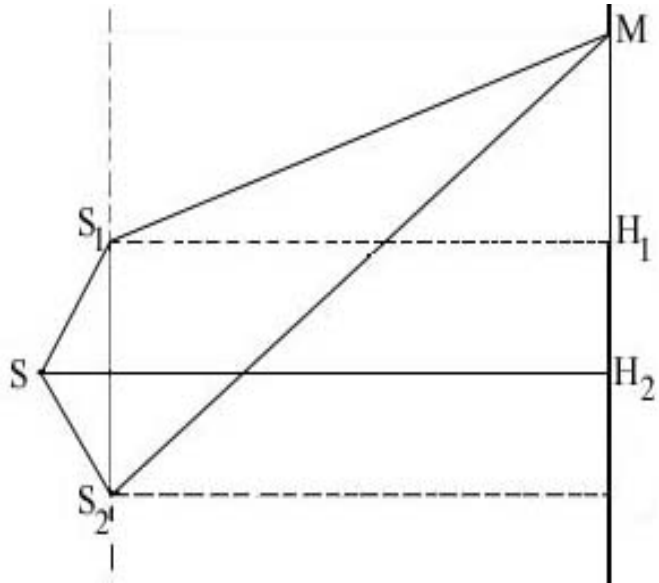
$$S_2M^2 = D^2 + \left(x + \frac{a}{2}\right)^2$$

Dans le triangle S_1H_1M on a

$$S_1M^2 = D^2 + \left(x - \frac{a}{2}\right)^2$$

$$\Rightarrow S_2M^2 - S_1M^2 = 2ax$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{2ax}{S_2M + S_1M}$$



Lorsque M est très loin de S_1 et S_2 on peut confondre S_2M avec D et S_1M avec D

$$\Rightarrow \delta = \frac{ax}{D}$$

- b- $M \in$ frange brillante $x = k \frac{\lambda D}{a}$

$$M \in \text{frange obscure } x = (2k + 1) \frac{\lambda D}{2a}$$

2)

- a- Deux franges de même nature et consécutives sont séparées par une distance appelée interfrange noté i

$$i = (k+1) \frac{\lambda D}{a} - k \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$$

ou encore

$$i = [2(k+1) + 1] \frac{ID}{2a} - (2k+1) \frac{ID}{2a} = \frac{2\lambda D}{2a} = \frac{\lambda D}{a}$$

$$i = 1,2 \text{ mm.}$$

- b- $\frac{x}{i} = \frac{-4,2}{1,2} = -3,5 = -\frac{7}{2}$ c'est de la forme $(2k+1)/2$

\Rightarrow Il s'agit d'une frange obscure

- 3) On n'observe pas une interférence lumineuse car les deux sources qui sont indépendantes ne sont pas cohérentes bien qu'elles soient synchrones ($T_1 = \frac{\lambda_1}{C} = T_2 = \frac{\lambda_2}{C}$ puisque $\lambda_1 = \lambda_2$).

4) Miroirs de Fresnel

Pour le tracé des rayons lumineux permettant d'obtenir le champ interférentiel voir le manuel scolaire.