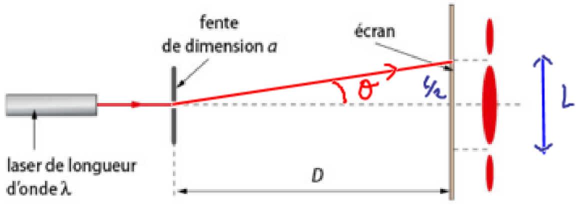
Lycée Joliot Curie à 7	*PHYSIQUE XIV*	Classe de Ter Spé φχ

CORRECTION FICHE EXERCICES
COURS 14

« Propriétés des ondes »

12 Expérience de la diffraction d'ondes lumineuses



1. Reproduire le schéma ci-dessus et indiquer la position des premières extinctions, la largeur L de la tache centrale de diffraction et l'angle caractéristique de diffraction θ.

2. a. Rappeler l'expression de l'angle caractéristique de diffraction, en précisant la signification et l'unité des grandeurs.
b. En se plaçant dans l'approximation des petits angles, où $\tan\theta \approx \theta$, établir la relation liant θ, a, λ, L et D.

Non demandé

2) a Caractéristique de l'angle θ de diffraction

$\theta = \dfrac{\lambda}{a}$ avec θ en radians, λ et a en mètres

b) Relation avec θ

θ étant petit $\tan\theta \simeq \theta$

avec $\tan\theta \simeq \theta = \dfrac{L/2}{D} = \dfrac{L}{2D}$

donc $\theta = \dfrac{\lambda}{a} = \dfrac{L}{2D}$

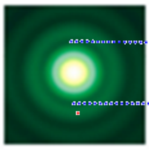
$\Rightarrow L = \dfrac{2D\lambda}{a} = 2D\lambda \times \dfrac{1}{a}$ L et 1/a sont proportionnels avec $k = 2D\lambda$
$L = k \times \dfrac{1}{a}$

13 Diffraction par un trou éclairé par un laser vert

Un trou d'ouverture $a = 200$ µm est éclairé par le faisceau d'un laser vert de longueur d'onde λ (comme sur le montage de l'exercice 12, avec la distance $D = 1{,}7$ m).

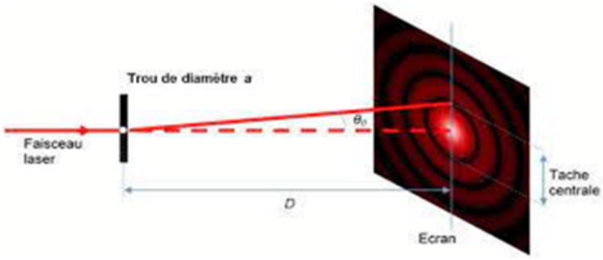
1. Qu'observerait-on sur l'écran si la lumière se propageait rectilignement ?

2. En fait, on observe une figure de diffraction comme celle-ci (à taille réelle).
a. En se plaçant dans l'approximation des petits angles, où $\tan\theta \approx \theta$, établir la relation liant θ, a, λ, L et D.
b. En mesurant directement sur la photo le diamètre de la tache centrale, déterminer la longueur d'onde λ du laser vert.



$L = 9{,}0$ mm

Diffraction par un trou (et non par une fente ou un fil)



1) S'il y avait pas de phénomène de diffraction on obtiendrait un spot lumineux de la taille du trou

2-a) Comme avec un phénomène de diffraction avec 1 fente ou 1 fil et pour des angles θ petits

on a $\tan\theta \simeq \theta = \dfrac{L/2}{D} = \dfrac{L}{2D}$

De plus on a toujours $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$

donc $\theta = \dfrac{\lambda}{a} = \dfrac{L}{2D}$

2b En mesurant sur la tâche de diffraction, on obtient $L = 8$ mm

Calcul de λ

$\dfrac{\lambda}{a} = \dfrac{L}{2D} \Rightarrow \lambda = \dfrac{L \times a}{2D} = \dfrac{9{,}0.10^{-3} \times 200.10^{-6}}{2 \times 1{,}70} = 5{,}29.10^{-7}$ m

$\times 10^{+9}$

$= 529$ nm

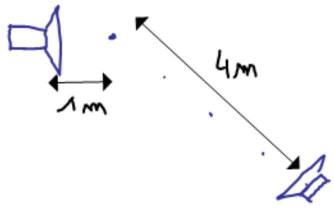
16 Interférences sonores

Deux haut-parleurs sont alimentés par un même générateur qui émet une onde sonore de longueur d'onde 2,0 m.

1. a. Un point situé à 1 m du premier haut-parleur et à 4 m du deuxième correspond-il à un maximum ou un minimum d'amplitude ?

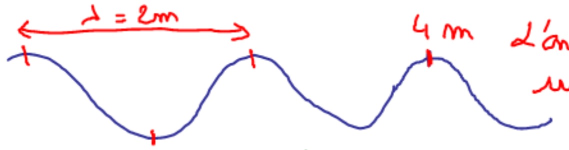
b. Comment qualifier les interférences en ce point ?

2. Même question pour un point situé à 6 m de l'un et 14 m de l'autre.



1.a

D'après le texte, la longueur d'onde λ de l'onde est $\lambda = 2{,}0$ m



4 m l'onde arrive sur un maximum.

1 m => l'onde arrive sur 1 minimum

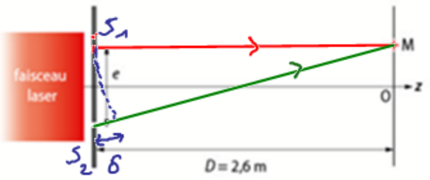
1.b Calcul de la différence de marche δ entre ces 2 ondes

$\delta = 4 - 1 = 3 = \lambda + \frac{\lambda}{2}$ Il y a donc interférences destructives $\delta = \frac{\lambda}{2} + k\lambda$ avec $k = 1$

2. Calcul de δ'

$\delta' = 14 - 6 = 8$ m $= 4 \times \lambda$ Il y a donc interférences constructives $\delta' = k\lambda$ avec $k = 4$.

18 Différence de chemin optique



Un laser rouge, de longueur d'onde λ = 633 nm, éclaire deux petits trous espacés d'un écartement *e*. On se place au point M.

1. a. Définir la différence de chemin optique δ. Reproduire le schéma et la représenter dessus.

b. Le point O, au centre de l'écran, est-il sur une frange sombre ou brillante ?

2. On établit que la différence de chemin optique s'écrit : $\delta = \frac{e \cdot x}{D}$, *x* étant l'abscisse du point M. Rappeler à quelle condition on observe le premier maximum d'amplitude, autre que pour $x = 0$.

3. Ce premier maximum d'amplitude définit la valeur de l'interfrange *i*, on a alors : $x = i$. Exprimer littéralement l'interfrange *i* en fonction de λ, *e* et *D*.

4. En déduire l'écartement *e* entre les deux trous pour un interfrange de 3,4 mm mesuré sur l'écran.

1.a : La différence de marche correspond à la différence de distance parcourue par l'onde issue de S_1 et l'onde issue de S_2 arrivant toutes les 2 au point M.

$\delta = S_2M - S_1M$

b) Au point M, $S_1M = S_2M$ donc $\delta = 0$

donc $\delta = k \times \lambda$ avec $k = 0$.

Il y a interférence constructive donc une frange brillante

2. On a $\delta = \frac{e \times x}{D}$. Le premier maximum d'amplitude est obtenu pour $\delta = k\lambda$ avec $k = 1$ $= \lambda$

$\Rightarrow \delta = \frac{e \times x}{D} = \lambda$

3) Expression de i : $x = i$

$\delta = \frac{e \times i}{D} = \lambda \Rightarrow i = \frac{\lambda D}{e}$ (dans le cours on avait $e = b$)

4) Calcul de l'écartement e

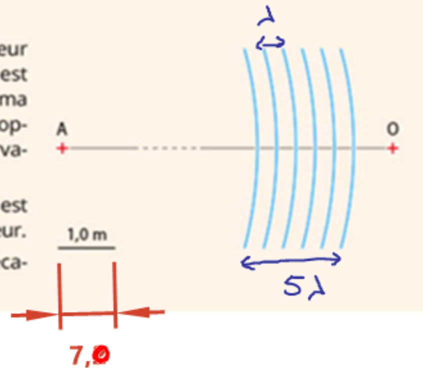
$\Rightarrow e = \frac{\lambda D}{i} = \frac{633 \times 10^{-9} \times 2{,}6}{3{,}4 \cdot 10^{-3}} = 4{,}8 \cdot 10^{-4}$ m $= 0{,}48$ mm.

24 Vitesse d'un hélicoptère

On s'intéresse à un son émis par un hélicoptère et perçu par un observateur immobile. La valeur de la fréquence de l'onde sonore émise par l'hélicoptère est $f_0 = 8{,}10 \times 10^2$ Hz. Les portions de cercles de la figure ci-contre donnent les maxima d'amplitude de l'onde sonore à un instant donné. Le point A schématise l'hélicoptère. L'hélicoptère se déplace à vitesse constante le long de l'axe et vers l'observateur placé au point O. La célérité du son vaut $c_{son} = 340$ m · s^{-1}.

1. Déterminer la longueur d'onde λ perçue par l'observateur lorsque l'hélicoptère est en mouvement rectiligne uniforme. En déduire la fréquence perçue par l'observateur.

2. Estimer la valeur de la vitesse de l'hélicoptère en utilisant l'expression du décalage Doppler.



1) Détermination graphique de λ

Echelle

$$\begin{cases} 1{,}0 \text{ m} \leftrightarrow 7 \text{ mm} \\ 5\lambda \leftrightarrow 13 \text{ mm} \end{cases} \Rightarrow 5\lambda = \frac{1{,}0 \times 13 \cdot \cancel{10^{-3}}}{7 \cdot \cancel{10^{-3}}} \Rightarrow \lambda = \frac{1{,}0 \times 13}{7 \times 5} = 0{,}37 \text{ m}$$

La vitesse de l'onde est $c_{son} = 340$ m/s

donc $c_{son} = \lambda \times f_{perçue} \Rightarrow f_{perçue} = \frac{c_{son}}{\lambda} = \frac{340}{0{,}37} = 919$ Hz

$|f_{perçue} - f_0|$

on a bien $f_{perçue} > f_0$ (émis) le son est plus aigu et l'hélicoptère est en approche.

2- D'après le cours (la formule sera toujours donnée)

$$\Delta f = |f_{perçue} - f_0| = \frac{v_{héli}}{c_{son}} \times f_0$$

avec $f_{perçue} > f_0$ (émis) donc $|f_{perçue} - f_0| = f_{perçue} - f_0 \ (>0)$

donc

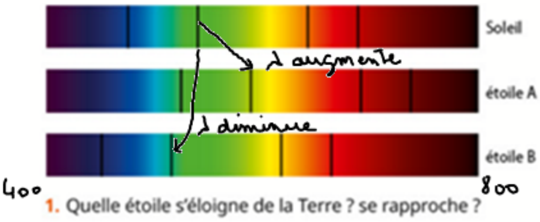
$$f_{perçue} - f_0 = \frac{v_{héli}}{c_{son}} \times f_0$$

$$\Rightarrow v_{héli} = \frac{c_{son}}{f_0} \times (f_{perçue} - f_0) = c_{son} \times \left(\frac{f_{perçue}}{f_0} - 1\right)$$ * plus joli !

$$\Rightarrow v_{héli} = 340 \times \left(\frac{919}{8{,}10 \cdot 10^2} - 1\right) = 46 \text{ m/s}$$

19 Effet Doppler en astrophysique

Le spectre d'absorption ci-dessous présente les positions des raies d'absorption d'un élément chimique sur le spectre du Soleil et sur celui de deux étoiles A et B. Selon l'effet Doppler, plus une étoile s'éloigne de la Terre et plus son spectre d'absorption se décale vers les grandes longueurs d'ondes.



1. Quelle étoile s'éloigne de la Terre ? se rapproche ?
2. Quelle étoile a la vitesse la plus élevée dans la direction d'observation ?

1) On sait que si un "objet" est en approche la fréquence perçue f_R augmente.

Ici l'onde est une onde lumineuse dans le vide donc sa vitesse de propagation est c

donc $c = \lambda \times f_R = 3{,}00.10^8 \, m/s$ = constante

d'où si $f_R \nearrow$ alors $\lambda \times f_R^{\nearrow}$ = constante

donc λ doit diminuer

Conclusion : si l'objet (étoile) est en approche alors $\lambda_{perçue}$ diminue et inversement

L'étoile A s'éloigne car λ augmente

L'étoile B s'approche car λ diminue

2. On s'aperçoit que le décalage des longueurs d'ondes est plus important dans le cas de l'étoile A. C'est donc elle qui a la plus grande vitesse