BACCALAUREAT DE L'ENSEIGNEMENT GENERAL 2008

SERIE A

Sciences physiques

Phénomènes périodiques

Objectifs généraux :

L'élève doit être capable d' :

- *Expliquer et interpréter le phénomène de propagation des ondes*
- *Expliquer et interpréter les phénomènes d'interférences* mécaniques

Exercice 1

Une lame vibrante munie de deux pointes détermine, à partir de deux points S_1 et S_2 de la surface libre d'un liquide au repos, des ondes transversales sinusoïdales d'amplitude a=3mm et de fréquence N = 50 Hz.

1) a) Quel phénomène physique se produit-il à la surface libre du liquide ?
   b) Qu'observe-t-on à la surface libre du liquide ?
2) La distance parcourue par l'onde pendant une période est égale à 5mm.
   a) Calculer la vitesse de propagation des ondes.
   b) Déterminer l'état vibratoire du point M de la surface libre du liquide tel que : $S_1M=d_1=3cm$ et $S_2M = d_2 = 2$ cm
3) Déterminer le nombre et les positions par rapport à S_1 des points immobiles sur le segment $[S_1S_2]$
   On donne: $S_1S_2 = d = 1, 4$cm.

N° question	*Objectifs spécifiques*
1a	- Identifier la nature de l'expérience d'interférence qui se produit à la surface libre d'un liquide.
1b	- Décrire l'expérience du phénomène d'interférence mécanique
2a	- Déterminer la vitesse de propagation des ondes à la surface libre d'un liquide
2b	- Déterminer l'état vibratoire d'un point de la surface libre d'un liquide (point d'amplitude maximale)
3	- Déterminer le nombre et la position des points d'amplitude maximale

Propagation des ondes transversales sinusoïdales :

Amplitude a=3mm

Fréquence N = 50 Hz.

1) a) Le phénomène physique qui se produit à la surface libre du liquide est le *phénomène d'interférence mécanique.*

b) A la surface libre du liquide, on observe *des rides fixes caractérisées par des arcs d'hyperboles de foyers S_1 et S_2, appelées franges d'interférence mécanique*.

2) La distance parcourue par l'onde pendant une période est égale à 5mm.

a) La vitesse de propagation des ondes est :

$$\lambda = \frac{v}{N} \Leftrightarrow v = \lambda N$$

$$v = 5.10^{-3}.50$$

$$\boxed{v = 0{,}25 m/s}$$

b) L'état vibratoire d'un point M de la surface libre du liquide est :
On donne : $S_1M=d_1=3cm$ et $S_2M = d_2 = 2$ cm

On sait que, l'amplitude résultante du mouvement des deux points S_1 et S_2 est :

$$A = 2a\left|COS[\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)]\right|$$

$$A = 2.3\left|\frac{\cos\pi}{5.10^{-3}}(2-3)10^{-2}\right|$$

$$A = 2a = 6mm, \text{alors M se trouve sur un point d'amplitude maximale}$$

Ou

$$\frac{d_2 - d_1}{\lambda} = \frac{2.10^{-2} - 3.10^{-2}}{5.10^{-3}} = -2$$

Avec $-2 \,\mathcal{E}\, \mathbb{Z}$ *alors* M se trouve sur un point d'amplitude maximale

3) Déterminer le nombre et les positions par rapport à S_1 des points immobiles sur le segment $[S_1S_2]$

On donne: $S_1S_2 = d = 1{,}4$cm.

Ona:

$$-\frac{S_1S_2}{\lambda} - \frac{1}{2} \le k \le \frac{S_1S_2}{\lambda} - \frac{1}{2}\ (k\,\mathcal{E}\,\mathbb{Z})$$

$$-\frac{1{,}4.10^{-2}}{5.10^{-3}} - \frac{1}{2} \le k \le \frac{1{,}4.10^{-2}}{5.10^{-3}} - \frac{1}{2}$$

$$-3{,}3 \leq \mathrm{k} \leq 2{,}3$$

$\mathrm{k} = \{-3;\ -2;\ -1; 0\ ; 1; 2\}$: Il existe 6 points immobiles sur le segment $[S_1S_2]$

Détermination de la position des points immobiles par rapport à S_1 :

On a :

$$\mathrm{x} = \frac{S_1S_2}{2} + \frac{(2\mathrm{k}+1)\lambda}{4}$$

k	-3	-2	-1	0	1	2
Position x	$7{,}5.10^{-4}$	$3{,}25.10^{-3}$	$5{,}75.10^{-3}$	$8{,}25.10^{-3}$	$10{,}75.10^{-3}$	$13{,}25.10^{-3}$

Théorie de la lumière

Objectif général :

L'élève doit être capable de (d') :

- *Interpréter le phénomène d'interférences lumineuses ;*
- *Interpréter l'effet photoélectrique ;*
- *Expliquer sommairement l'origine des différentes théories de la lumière ;*

Exercice 2

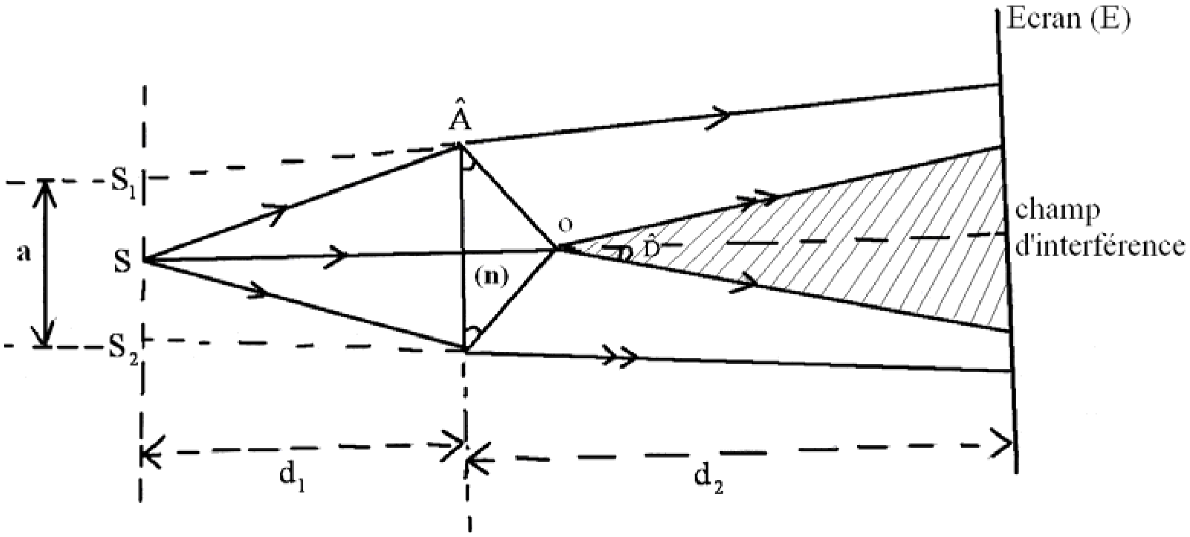
On réalise une expérience d'interférences lumineuses avec un biprisme de Fresnel d'indice de réfraction n =1,5 et d'angle au sommet Â très petit.

La fente source S se trouve à la distance d_1 = 60 cm du biprisme. La distance entre les images virtuelles S_1 et S_2 de la source S est a = S_1S_2 = 2 mm. L'écran d'observation (E) est placé parallèlement au plan des images virtuelles S_1 et S_2 à la distance d_2 du biprisme.

1) Faire le schéma du dispositif interférentiel, tracer la marche des rayons lumineux et préciser le champ d'interférence.
2) Calculer, en radian, l'angle Â du biprisme.
3) La longueur d'onde de la radiation utilisée est λ = 0,60µm. On constate que la distance entre la deuxième frange brillante située d'un côté de la frange centrale et la troisième frange obscure située de l'autre côté de la frange centrale est d=2,7mm.
   a) Calculer l'interfrange.
   b) Calculer la distance d_2 entre le biprisme et l'écran (E).
4) Le biprisme est maintenant éclairé par deux radiations de longueurs d'onde respectives λ = 0,60 µm et λ' =0,48 µm.
   A quelle distance de la frange centrale se trouve la première coïncidence des franges brillantes des deux radiations ?

N° question	***Objectifs spécifiques***
1	- Construire régulièrement un schéma du dispositif interférentiel (biprisme de Fresnel)
2	- Définir et calculer l''angle Â du biprisme
3a	- Déterminer l'interfrange à partir de l'expérience de l'interférence lumineuse. (Remarque : il y a une alternance des franges dans l'écran d'observation)
3b	- Trouver la distance entre le biprisme et l'écran d'observation.
4	- Déterminer la distance de la première coïncidence des franges brillantes des deux radiations.

1) Schéma du dispositif interférentiel, traçage de la marche des rayons lumineux et le champ d'interférence :



2) Calcul de l'angle Â du biprisme :

$$a = S_1 S_2 = 2\, d_1 (n-1)\ \hat{A}$$

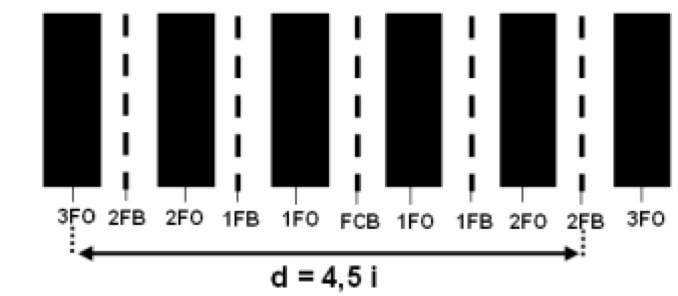
$$\Rightarrow\ \hat{A} = \frac{a}{2 d_1\,(n-1)}$$

$$A = \frac{2.10^{-3}}{2 \times 0{,}60\ (1{,}5 - 1)}$$

$$\boxed{A = 3{,}33.10^{-3}\ \text{rad}}$$

3) longueur d'onde de la radiation utilisée est λ = 0,60µm. On constate que la distance entre la deuxième frange brillante située d'un côté de la frange centrale et la troisième frange obscure située de l'autre côté de la frange centrale est d = 2,7mm.

a) L'interfrange. I est :
Représentation graphique des franges :
FO : frange obscure
FB : frange brillante
Il est à remarque que la frange centrale est brillante d'ordre zéro



$$i = \frac{d}{4{,}5} \Rightarrow d = \frac{2{,}7}{4{,}5} = 0{,}6\text{mm}$$

$$\boxed{i = 6.10^{-4}\text{m}}$$

b) La distance d_2 entre le biprisme et l'écran (E) est :

$$i = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow D = \frac{a\,i}{\lambda} \qquad D = \frac{2.10^{-3} \times 0{,}6.10^{-3}}{0{,}6.10^{-6}} = 2\text{ m}$$

$$\Rightarrow D = d_2 + d_1$$

$$d_2 = D - d_1 = 2\text{m} - 0{,}6\text{m} = 1{,}4\text{m}$$

$$\boxed{d_2 = 1{,}4\text{m}}$$

4) Le biprisme est maintenant éclairé par deux radiations de longueurs d'onde respectives λ = 0,60 µm et λ' =0,48 µm.
La distance de la première coïncidence des franges brillantes des deux radiations :

$$\Rightarrow \frac{k\lambda D}{a} = \frac{k'\lambda' D}{a}$$

$$k\lambda = k'\lambda' \rightarrow \frac{k}{k'} = \frac{\lambda'}{\lambda} \qquad AN = \frac{0{,}48}{0{,}60} = \frac{8}{10}$$

$$\frac{k}{k'} = \frac{4}{5}$$

D'où k = 4 et k'= 5. La première coïncidence correspondant à la 4ème frange brillante de λ

$$x = ki = 4.6.10^{-4}$$

$$\boxed{x = \text{ki} = 2{,}4.10^{-3}\text{m}}$$

Exercice 3

On dispose de trois cellules photoélectriques. Les cathodes sont respectivement recouvertes de césium, de calcium et de zinc. Le tableau suivant donne les longueurs d'onde seuil λ_0 de ces trois métaux :

Métal	Césium	Calcium	Zinc
λ_0(µm)	0,66	0,45	0,37

1) Qu'appelle-t-on longueur d'onde seuil d'un métal ?
2) Les trois métaux sont éclairés successivement par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ=0,50 µm. Calculer, en joule et en électron-volt, l'énergie d'un photon de cette radiation.

3) a) Avec lequel de ces trois métaux obtient-on l'effet photoélectrique ? Justifier la réponse
   b) Calculer, en joule, l'énergie cinétique maximale d'un électron à la sortie du métal
4) Calculer le potentiel d'arrêt.

On donne : constante de Planck : $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s
Charge de l'électron : $q = -e = -1{,}6.10^{-19}$ C
Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^{8}$ m.s^{-1}
$1\ \mu m = 10^{-6}$ m

N° question	*Objectifs spécifiques*
1	- Définir la longueur d'onde seuil d'un métal
2	- Déterminer l'énergie d'un photon d'une radiation
3a	- Identifier le métal qui provoque le phénomène de l'effet photoélectrique. Remarque : *L'effet photoélectrique n'a lieu que si la fréquence υ ou la longueur d'onde λ satisfait à la condition suivantes :* $\boldsymbol{\upsilon > \upsilon_0}$ ***Ou*** $\boldsymbol{\lambda < \lambda_0}$
3b	- Déterminer l'énergie cinétique maximale d'un électron à la sortie du métal
4	- Déterminer le potentiel d'arrêt, c'est-à-dire la différence de potentiel qu'on doit appliquer entre l'anode et la cathode pour annuler le courant photoélectrique.

1) La longueur d'onde seuil d'un métal est une longueur d'onde maximale qui produit l'effet photoélectrique

2) L'énergie d'un photon de cette radiation est :

$$W = \frac{hC}{\lambda}$$

$$W = \frac{6{,}6210^{-34}.3.10^{8}}{0{,}5.10^{-6}}$$

$$\boxed{W = 3{,}972.\,10^{-19}\,J}$$

Or $1eV = 1{,}6.\,10^{-19}\,J \Rightarrow W = 3{,}972.\,10^{-19} \times \frac{1}{1{,}6.10^{-19}}$

$$\boxed{W = 2{,}48\ \text{eV}}$$

3) a) Parmi ces 3 métaux, le métal du césium produit l'effet photoélectrique car sa longueur d'onde seuil est supérieure à la longueur d'onde incidente.

b) Calculer, en joule, l'énergie cinétique maximale d'un électron à la sortie du métal

$$\mathrm{Ec_{max}} = \mathrm{W} - \mathrm{W_0} \;\Rightarrow\; \mathrm{Ec_{max}} = \mathrm{W} - \frac{\mathrm{hC}}{\lambda_0}$$

$$\mathrm{Ec_{max}} = 3{,}972.\,10^{-19} - \frac{6{,}6210^{-34}.3.10^{8}}{0{,}66.10^{-6}}$$

$$\boxed{\mathrm{Ec_{max}} = 0{,}963.\,10^{-19} J}$$

4) Le potentiel d'arrêt est :

$$|\mathrm{U_0}| = \frac{\mathrm{Ec_{max}}}{\mathrm{e}}$$

$$|\mathrm{U_0}| = \frac{0{,}963.10^{-19}}{-1{,}6.10^{-19}}$$

$$\boxed{|\mathrm{U_0}| = 0{,}602\mathrm{V} \;\Leftrightarrow\; \mathrm{U_0} = -0{,}602\mathrm{V}}$$