Physique

Semestre 1

Année universitaire 2012-2013
Semestre ☒ 1 ☐ 2
Session ☒ 1 ☐ 2

UNIVERSITÉ DE NANTES

U.F.R. des Sciences et des Techniques

S.E.V.E. Bureau des Examens

Nom de l'U.E. :	**Vibrations, ondes mécaniques et acoustiques**
Code de l'U.E. :	**X5P0040**
Date de l'examen :	19 Décembre 2012
Durée :	1h30
Documents autorisés :	aucun
Calculatrice autorisée	☒ oui ☐ non Type : tout

Il est demandé de <u>respecter strictement</u> les notations imposées dans le texte ou les figures et de s'attacher à la présentation matérielle de la copie.

Exercice 1

1°/ Soit le circuit LC présenté sur la figure 1, alimenté par une tension sinusoïdale $e = E\cos(\Omega t)$, avec $E=2V$, $C=1\mu F$ et $L=10\ mH$.
Le condensateur supporte une tension maximale à ces bornes de 8V.
On pose $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$.

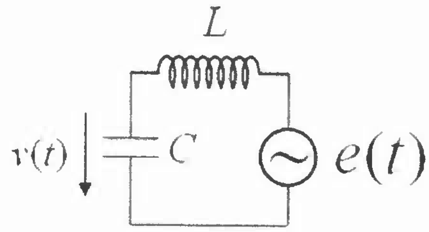


Figure 1

a/ Exprimer la charge $q(t)$ aux bornes du condensateur en fonction des données du problème.

b/ Calculer l'amplitude de la tension $v(t)$ aux bornes du condensateur lorsque le générateur délivre une tension de fréquence $f = 1,5\ kHz$.

2°/ On rajoute alors une branche LC aux borne du condensateur (même capacité et même inductance) comme présenté sur la figure 2.

a/ Exprimer l'amplitude de la nouvelle charge $q'(t)$ aux bornes du premier condensateur en fonction des données du problème, ainsi que l'amplitude de la charge $q''(t)$ aux bornes du condensateur rajouté.

b/ Calculer les amplitudes des tensions aux bornes des 2 condensateurs lorsque le générateur délivre une tension de fréquence $f = 1,5\ kHz$.

c/ Conclure sur l'utilité du deuxième dispositif.

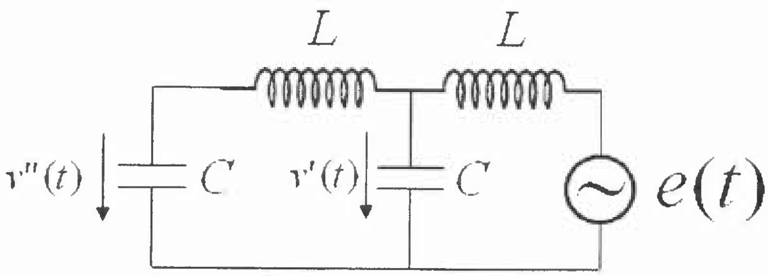


Figure 2

__Exercice 2__

On cherche à calculer la vitesse du son (dont le domaine de fréquences se situe entre *20 Hz* et *20 kHz*) mesurée à 5 $km.s^{-1}$ dans un barreau d'acier modélisé par des chaînes d'atomes simples, de masse $m = 10^{-25}$ kg, de distance inter atomique $a = 5.10^{-10}\ m$ et de force de rappel entre atomes caractérisée par la constante de raider $\gamma = 10\ N.m^{-1}$.

1°/ Donner la relation liant la vitesse de phase v_φ d'une onde à sa pulsation ω.

2°/ Calculer le rapport entre la valeur maximale du vecteur d'onde d'une onde sonore et la taille de la 1ère zone de Brillouin de l'acier.

3°/ Expliquer ce qu'est un milieu dispersif.

4°/ L'acier est-il un milieu dispersif pour des ondes sonores? Pourquoi?

5°/ En déduire l'expression de la vitesse du son dans l'acier et calculer sa valeur numérique.

Université de NANTES
Faculté des Sciences et Techniques

Année universitaire 2012-2013

L3 de Physique - Examen de Physique Nucléaire (X5P0050)

Première session - Durée $2^{H}00$ – jeudi 20 décembre 2012

Documents non autorisés – Calculatrice autorisée

On prendra soin d'indiquer sur sa copie toutes les étapes nécessaires (formules littérales, applications numériques...) pour répondre aux questions posées.

Les durées et le barème sont indicatifs

PHYSIQUE ATOMIQUE

Question de cours : physique atomique (8/40)

Commenter les deux expériences suivantes : celle de Lénard (figure 1) et celle de Franck et Hertz (figure 2). On expliquera succinctement le fonctionnement du dispositif et ce que ces expériences permettent de mettre en évidence.

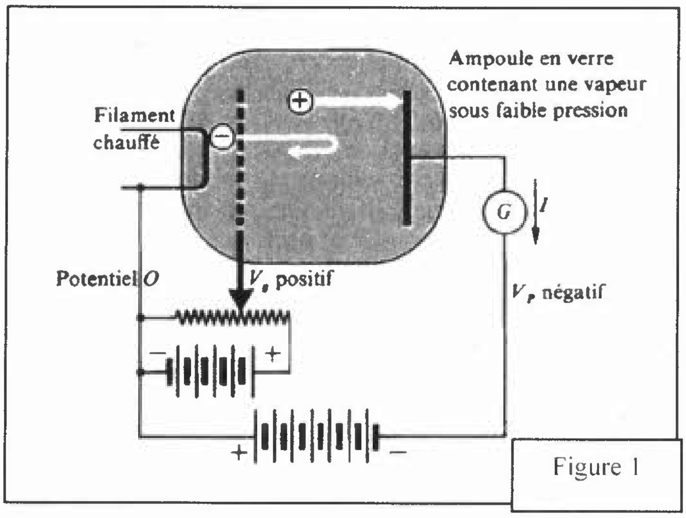


Figure 1

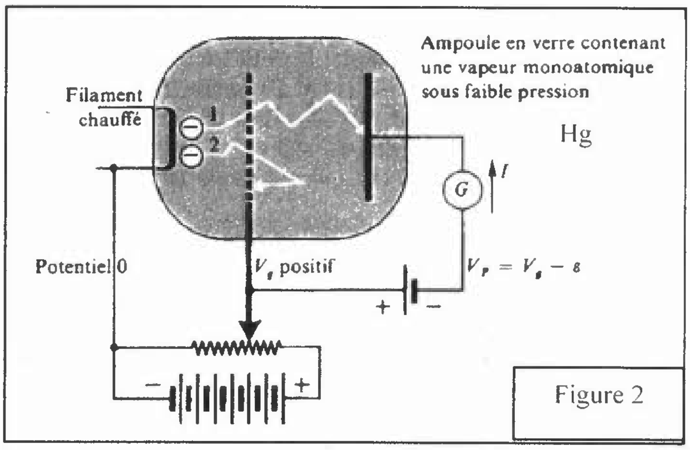


Figure 2

PHYSIQUE NUCLEAIRE

Questions de cours : stabilité des noyaux (10/40)

- Combien d'éléments chimiques connait-on aujourd'hui ? Combien de nucléides stables et instables dénombre-t-on ? Combien de radio-isotopes naturels existe-t-il ?
- Quels sont les deux critères qui confèrent de la stabilité aux noyaux ? On pourra développer cette question en justifiant avec les éléments développés en cours.
- Parmi les 4 isotopes du cuivre $^{63}_{29}Cu$, $^{64}_{29}Cu$, $^{65}_{29}Cu$ et $^{66}_{29}Cu$ deux sont tables et deux sont instables. Lesquels ? Pourquoi ?
- Dans quel intervalle varie le paramètre N/Z pour les nucléides stables ? Pour les nucléides instables ?
- Qu'appelle-t-on noyaux exotiques ? Noyaux super-lourds ?
- Quelles sont les particularités du noyau $^{100}_{50}Xe$ et $^{132}_{50}Xe$?
- Comment se désintègrent les noyaux instables ? On citera juste les différents modes de désintégration.

Exercice 1 – Radioactivité alpha (11/40)

La désintégration du $^{212}_{83}Bi$ pris dans son état fondamental, conduit à l'émission de 6 groupes de particules α d'énergie et d'abondance relative indiquées dans le tableau ci-dessous :

T_α (MeV)	6,090	6,051	5,768	5,626	5,607	5,481
Abondance	27,12%	69,91%	1,78%	0,17%	1,19%	0,01%

Il conduit à la formation de thallium de symbole ${}^{A}_{Z}Tl$.

1°) Ecrire la réaction de désintégration α.

2°) A quoi ressemblerait le spectre en énergie des alphas si on le mesurait ?

3°) Pour l'émission de quel groupe de particules α le nucléide ${}^{A}_{Z}Tl$ est-il formé dans l'état fondamental ?

4°) A partir des données ci-dessus, établir le diagramme des niveaux d'énergie ε_i^* du ${}^{A}_{Z}Tl$ en y faisant apparaître les énergies des α, les énergies d'excitation des niveaux et les rapports de branchement des différentes transitions.

Si besoin, on donne les énergies de liaison $B_E(A,Z)$ des différents noyaux intervenant dans le problème :

${}^{212}_{83}Bi$: 1654315.608 keV

${}^{A}_{Z}Tl$: 1632227.074 keV

${}^{4}_{2}He$: 28295.673 keV

1 u = 931,494028 MeV/c^2

A-t-on réellement besoin de ces valeurs ? Qu'apportent-elles ?

5°) On a détecté les gamma provenant de la désexcitation du ${}^{A}_{Z}Tl$. Les différentes énergies mesurées sont listées dans le tableau ci-contre :

Les valeurs données sont-elles **compatibles** avec les niveaux d'énergie que vous avez trouvés ?

- Si non, expliquez-pourquoi.
- Si oui, à quoi correspondant les autres valeurs mesurées ?

Gamma ray:
Energy(keV)
39.857
124.1
144.94
288.20
328.03
433.7
452.98
473.0
493.3
576.0
620.0

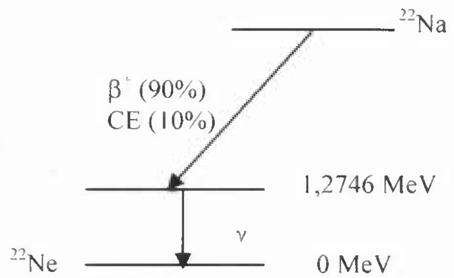
Exercice 2 : Fabrication d'une source radioactive (11/40)

La question 5 peut-être traitée de façon indépendante.

Pour fabriquer une source de ^{22}Na, on irradie une cible de NaCl d'épaisseur e = 20 mg/cm^2 avec un faisceau de protons d'intensité I = 10μA et d'énergie 155 MeV. A cette énergie, la section efficace de production de ^{22}Na est de 40 mb.

Le ^{22}Na est produit par la réaction : $p + {}^{23}Na \rightarrow p + n + {}^{22}Na$

Le ${}^{22}_{11}Na$ se désintègre suivant le schéma ci-contre :



Le ^{22}Na (de constante radioactive λ) a une période T = 2,6 années.

1°) Calculer N_R, nombre de ^{22}Na produits par seconde (on considèrera que la cible de NaCl ne contient au départ que du ^{35}Cl et du ^{23}Na et qu'elle est mince). Application numérique.

2°) Etablir l'équation différentielle régissant la population N(t) de ^{22}Na tant que l'irradiation a lieu. En déduire l'expression littérale de N(t), nombre de ^{22}Na en fonction du temps lors de l'irradiation.

3°) En déduire l'expression littérale de l'activité de la source A(t) durant l'irradiation.

4°) Calculer l'activité d'une source quelques jours après une irradiation d'une heure. Exprimer le résultat en Becquerels.

5°) Si vous n'avez pas répondu à la 4^{ième} question, continuez en considérant que l'activité de la source est de l'ordre de 16000 Bq. A d = 1m de cette source, on a placé un détecteur de surface S = 5 cm^2.

a) Combien de photons de 1.27 MeV détecte-il en une minute? On prendra une efficacité de détection ε de 10%.

b) Le positon produit dans la désintégration β^+ s'annihile dans la source avec un électron du milieu pour donner deux γ de 511 keV. Combien de photons de cette énergie reçoit le détecteur dans la même configuration géométrique ? On prendra la même efficacité ε.

Semestre 2
Session 1

UNIVERSITÉ DE NANTES
U.F.R. des Sciences et des Techniques
S.E.V.E.
Bureau des Examens

Année universitaire 2011-2012
Semestre ☐ 1 ☒ 2
Session ☒ 1 ☐ 2

Nom de l'U.E. :	**Optique ondulatoire**
Code de l'E.C. :	**S32PC10**
Date de l'examen :	mardi 14 mai 2013
Durée :	2h
Documents autorisés :	Aucun
Calculatrice autorisée :	☒ oui ☐ non

Problème 1.

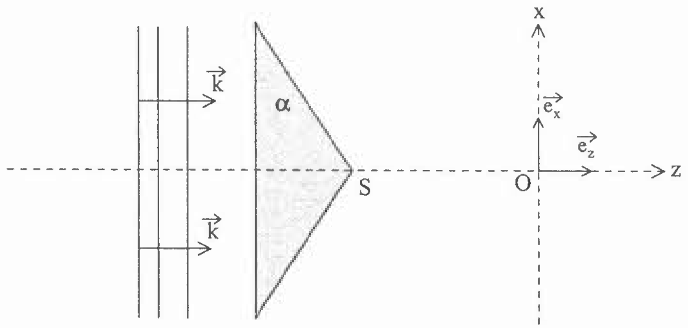


FIGURE 1 –

On considère un biprisme de Fresnel d'angle $\alpha = 0,5°$ et d'indice $n = 1,50$, éclairé par une onde plane monochromatique de vecteur d'onde $\vec{k}$, en incidence normale sur la face d'entrée du biprisme (cf figure 1).

1. Proposer un montage expérimental permettant d'obtenir une onde plane (ou un équivalent d'onde plane) lorsqu'on dispose d'un laser, de lentilles et d'objectifs de microscopes.

2. Tracer qualitativement les faisceaux lumineux à la sortie du prisme. Préciser la zone dans laquelle se produisent les interférences.
3. Montrer que les vecteurs d'ondes des ondes planes sortant du biprisme sont de la forme :
$$\begin{cases} \vec{k}_1 = -\dfrac{2\pi}{\lambda}\sin\beta\,\vec{e_x} + \dfrac{2\pi}{\lambda}\cos\beta\,\vec{e_z} \\ \vec{k}_2 = \dfrac{2\pi}{\lambda}\sin\beta\,\vec{e_x} + \dfrac{2\pi}{\lambda}\cos\beta\,\vec{e_z} \end{cases}$$
et exprimer β en fonction de n et α.

On place un écran perpendiculaire à l'axe Oz, à une distance D du sommet S du prisme.

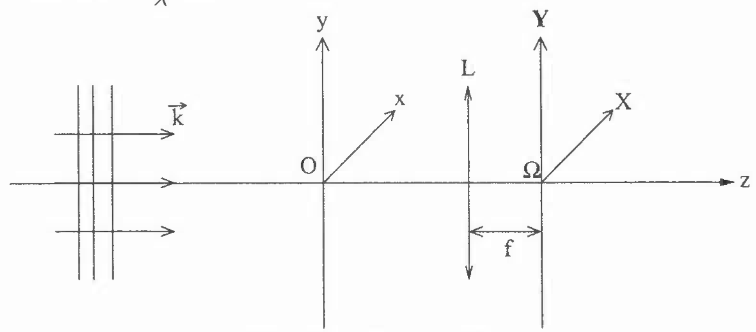
4. Déterminer l'amplitude lumineuse de l'onde plane déviée par le prisme supérieur, en un point de l'écran de coordonnées (x, y), en fonction de β et x.
5. Déterminer l'amplitude lumineuse de l'onde plane déviée par le prisme inférieur, en un point de l'écran de coordonnées (x, y), en fonction de β et x.
6. Calculer la répartition d'intensité $I(x, y)$ sur l'écran en fonction de λ, n, α, x et I_0 l'intensité de l'onde incidente (on supposera que le biprisme est parfaitement transparent).
7. Décrire la figure d'interférences. Exprimer l'interfrange en fonction de n, α et λ.

On mesure l'interfrange et on trouve qu'elle est égale à 53,7 μm.

8. En déduire la longueur d'onde de la lumière incidente

Problème 2.

On utilise le dispositif schématisé sur la figure ci-dessous pour observer la figure de diffraction produite dans le plan focal image de la lentille L par une pupille placée en O et éclairée par une onde plane de vecteur d'onde $\vec{k}$. Dans tout le problème on supposera que l'onde incidente est une onde plane normale au plan de la pupille, de vecteur d'onde $\vec{k} = \frac{2\pi}{\lambda}\,\vec{e}_z$.



Plan de la pupille   Plan d'observation

D'après le principe d'Huygens-Fresnel, l'amplitude diffractée dans le plan focal de la lentille est égale à :

$$\underline{A}(X,Y) = K\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} t(x,y)\ \underline{A}_i(x,y)\ \mathrm{e}^{-\frac{2i\pi}{\lambda f}xX}\mathrm{e}^{-\frac{2i\pi}{\lambda f}yY}\ \mathrm{d}x\ \mathrm{d}y$$

où $\underline{A}_i(x,y)$ est l'amplitude lumineuse incidente dans le plan du diaphragme et $t(x,y)$ la transparence du diaphragme. Pour un diaphragme infiniment long suivant Oy, on peut négliger la diffraction suivant cette direction et l'expression de l'amplitude diffractée devient :

$$\underline{A}(X) = K\int_{-\infty}^{+\infty} t(x)\ \underline{A}_i(x)\ \mathrm{e}^{-\frac{2i\pi}{\lambda f}xX}\ \mathrm{d}x$$

1. Le diaphragme est une fente infiniment longue suivant y et de largeur ℓ suivant x. Elle est centrée en O et sa transparence est donnée par :

$$t_0(x) = \begin{cases} 1 & \text{si} \quad x \in \left[-\frac{\ell}{2}, \frac{\ell}{2}\right] \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

   Calculer l'amplitude diffractée dans le plan focal de la lentille. En déduire la répartition d'intensité lumineuse. Représenter schématiquement la figure de diffraction observée.

Le diaphragme est translaté d'une distance $a/2$ suivant les x positifs. La transparence du diaphragme peut donc s'exprimer comme :

$$t(x) = t_0\left(x - \frac{a}{2}\right)$$

2. Calculer l'amplitude diffractée dans le plan focal de la lentille. En déduire la répartition d'intensité lumineuse.

Semestre 2
Session 2

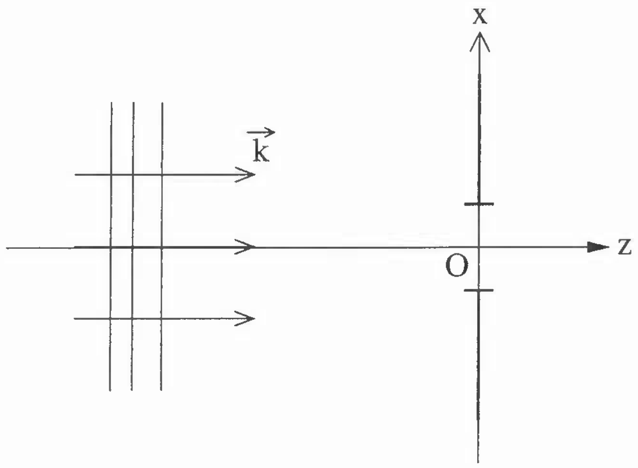
Année universitaire 2012-2013
Semestre ☐ 1 ☒ 2
Session ☐ 1 ☒ 2

UNIVERSITÉ DE NANTES
U.F.R. des Sciences
et des Techniques
S.E.V.E.
Bureau des Examens

Nom de l'U.E. :	**Optique ondulatoire**
Code de l'E.C. :	**X6PC020**
Date de l'examen :	vendredi 21 juin
Durée :	2h
Documents autorisés :	Aucun
Calculatrice autorisée :	☐ oui ☒ **non**

Problème 1.

On utilise le dispositif schématisé sur la figure ci-dessous pour observer la lumière diffractée dans une direction u par une pupille placée en O et éclairée par une onde plane de vecteur d'onde $\vec{k}$. Dans un premier temps on suppose que l'onde incidente est une onde plane normale au plan de la pupille, de vecteur d'onde $\vec{k} = \frac{2\pi}{\lambda}\ \vec{e}_z$.



Plan de la pupille

D'après le principe d'Huygens-Fresnel, l'amplitude diffractée par un diaphragme infiniment long suivant Oy, est donnée par :

$$\underline{A}(u) = K \int_{-\infty}^{+\infty} t(x)\ \underline{A}_i(x)\ \mathrm{e}^{-\frac{2i\pi}{\lambda} x \sin u}\ \mathrm{d}x$$

où $\underline{A}_i(x)$ est l'amplitude lumineuse incidente dans le plan du diaphragme et $t(x)$ la transparence du diaphragme.

1. Le diaphragme est une fente infiniment longue suivant y et de largeur ℓ suivant x. Elle est centrée en O et sa transparence est donnée par :

$$t(x) = \begin{cases} 1 & \text{si} \quad x \in \left[-\frac{\ell}{2}, \frac{\ell}{2}\right] \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

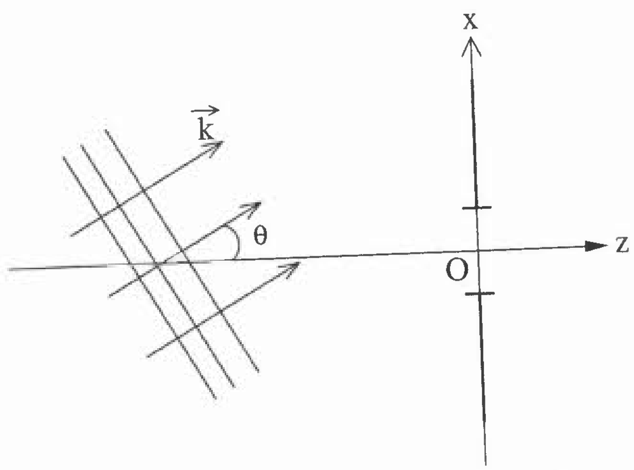
   Calculer l'amplitude diffractée suivant u. En déduire la répartition d'intensité lumineuse. Représenter schématiquement la figure de diffraction observée en fonction de $\sin u$.

Le milieu d'incidence (à gauche du diaphragme) est maintenant du verre d'indice n. Le vecteur d'onde incident est alors $\vec{k} = \frac{2\pi}{\lambda}\ n\ \vec{e}_z$.

2. Calculer l'amplitude diffractée. En déduire la répartition d'intensité lumineuse.

L'onde incidente est maintenant inclinée d'un angle θ par rapport à l'axe Oz :

$$\vec{k} = \frac{2\pi}{\lambda}\ n\ \cos\theta\ \vec{e}_z + \frac{2\pi}{\lambda}\ n\ \sin\theta\ \vec{e}_x$$



Plan de la pupille

3. Montrer que l'amplitude incidente sur le diaphragme est égale à :

$$\underline{A}_i(x) = \underline{A}_0 \mathrm{e}^{i\frac{2\pi}{\lambda}n\sin(\theta)x}$$

   où $\underline{A}_0$ est l'amplitude incidente en O.

4. Calculer l'amplitude diffractée suivant u. En déduire la répartition d'intensité lumineuse.
5. Dans quelle direction est diffractée le maximum d'intensité. À quelle loi d'optique géométrique bien connue cela correspond-il ?