

IMRT2 : DEVOIR 5 : 1011

Données :

célérité de la lumière : $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,49 \text{ MeV}/c^2$

masse de l'électron : $m_e = 5,48 \times 10^{-4} \text{ u} = 0,511 \text{ meV} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

constante de Planck : $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

charge élémentaire : $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Partie 1 : QCM

Compléter le tableau par V pour Vrai et F pour Faux

1. L'effet photoélectrique est une interaction entre :

- a) un électron incident et un électron lié de l'atome cible.
- b) un photon incident et un électron lié de l'atome cible.
- c) un photon incident et un électron libre.

2. Un photon incident X peut provoquer un effet photoélectrique :

- a) si son énergie est supérieure à l'énergie de liaison d'un électron K de l'atome cible.
- b) si son énergie est inférieure à l'énergie de liaison d'un électron K de l'atome cible.
- c) uniquement si son énergie est supérieure à l'énergie de liaison du noyau de l'atome cible.

3. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique est plus grande si l'énergie du photon incident X est :

- a) voisine mais légèrement supérieure à l'énergie de liaison d'un électron K ou L de l'atome cible.
- b) égale à la différence des énergies de liaison $E_K - E_L$ des électrons de l'atome cible.
- c) voisine de l'énergie de liaison d'un électron externe de l'atome cible.

4. Dans une diffusion simple de Thomson-Rayleigh, le photon incident est dévié :

- a) sans changement de longueur d'onde.
- b) avec augmentation de sa longueur d'onde.
- c) avec diminution de sa longueur d'onde.

5. Lors de l'effet Compton, le photon incident :

- a) transfère toute son énergie à l'électron projeté si le choc est tangentiel.
- b) transfère toute son énergie à l'électron projeté si le choc est frontal.
- c) ne peut pas transférer toute son énergie à l'électron quel que soit le type de choc.

6. Lors de l'effet Compton :

- a) l'électron Compton est toujours projeté vers l'avant et le photon diffusé est toujours projeté vers l'arrière.
- b) l'électron Compton est toujours projeté vers l'arrière et le photon diffusé est toujours projeté vers l'avant.
- c) l'électron Compton est toujours projeté vers l'avant et le photon diffusé peut éventuellement être émis vers l'arrière.

7. Un électron Auger est :

- a) un photoélectron expulsé par effet photoélectrique.
- b) un électron provenant d'un effet de matérialisation.
- c) un électron expulsé après un réarrangement électronique.

8. Lors de l'effet de matérialisation, le photon incident se matérialise en donnant naissance :

- a) un électron et un positon, qui s'annihilent en formant deux photons diffusés de 0,511 MeV chacun.
- b) un électron et un proton, qui s'annihilent en formant deux photons diffusés de 0,511 MeV chacun.
- c) un électron et un positon; le positon se combine en fin de parcours à un électron du milieu et la réaction d'annihilation produit deux photons diffusés de 511 keV chacun.

9. L'effet de matérialisation se produit :

- a) pour des énergies supérieures à celles de l'effet Compton.
- b) pour des énergies inférieures à celles de l'effet photoélectrique.
- c) pour des énergies inférieures à 1,022 MeV.

10. Un écran d'épaisseur égale à 4 fois la CDA (couche de demi-atténuation) :

- a) laisse passer un photon sur 4.
- b) laisse passer un photon sur 16.
- c) absorbe 15 photons sur 16.

11. Le coefficient d'atténuation linéique d'un matériau dépend :

- a) de l'énergie des photons incidents et de la nature du matériau.
- b) uniquement de l'énergie des photons incidents.
- c) uniquement de la nature du matériau.

12. Une épaisseur de 1 cm de plomb est nécessaire pour réduire de 95% l'intensité d'un faisceau de photons de 0,25 MeV. Le coefficient d'atténuation linéique du plomb est :

- a) 3 cm^{-1}
- b) $0,5 \text{ mm}^{-1}$
- c) 5 mm^{-1}

13. La masse volumique du plomb vaut $11,3 \text{ g.cm}^{-3}$. Le coefficient d'atténuation massique du plomb pour des photons de 1,0 MeV est $6,84 \times 10^{-2} \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$.
La CDA du plomb pour ces photons vaut :

- a) 9 mm
- b) 10 cm
- c) $4,2 \times 10^{-3} \text{ cm}$

14. Pour des photons de 200 keV, le coefficient d'atténuation massique du platine vaut $0,89 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$; la masse volumique du platine vaut $21,1 \text{ g.cm}^{-3}$.

- a) ces photons réagissent essentiellement par effet photo électrique avec le platine.
- b) il faut une épaisseur de 1,0 cm de platine pour atténuer le faisceau d'un facteur 1000.
- c) il faut une épaisseur de 1,0 cm de platine pour atténuer le faisceau d'un facteur 2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a														
b														
c														

Q2 : ONDES SONORES ET ULTRA SONORES.

1. Fréquence

Donner le domaine des fréquences des sons audibles par l'oreille humaine.
A partir de quelle fréquence le domaine des ultrasons commence-t-il ?

2. Vitesse de propagation

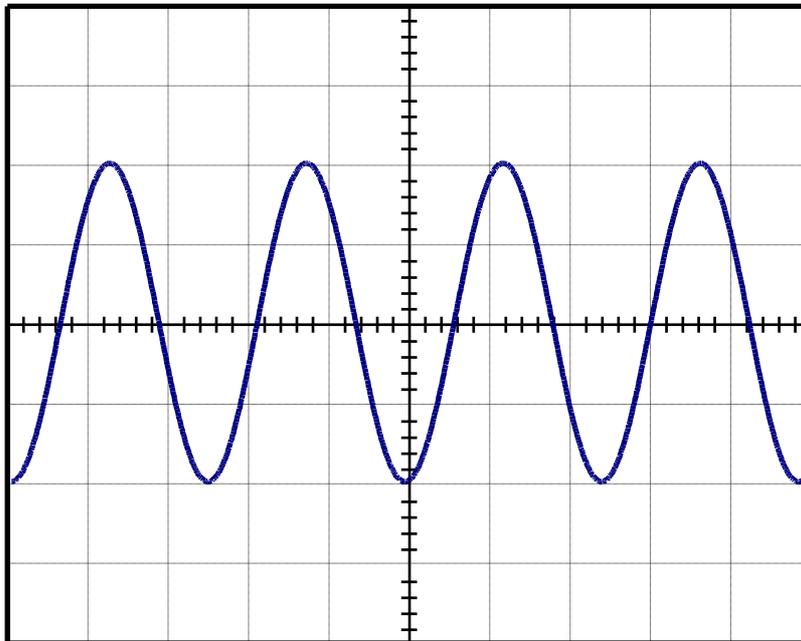
2.1. La vitesse de propagation des ondes sonores ou ultra-sonores dans un milieu donné dépend-elle de la fréquence de l'onde ? Si oui, dans quel sens ?

2.2. Donner un ordre de grandeur de la valeur de la célérité des sons et des ultra-sons dans l'air sec à température ambiante.

2.3. *On se propose de retrouver expérimentalement cette valeur.*

2.3.1. *Indirectement à partir de la mesure de la longueur d'onde.*

Un GBF relié à un émetteur E et à un oscilloscope émet un signal sinusoïdal de fréquence f. On observe l'oscillogramme reproduit ci-dessous :



La base de temps de l'oscilloscope est réglée à $10 \mu\text{s} / \text{division}$.

Déterminer la fréquence f de l'onde émise par l'émetteur E.

Un récepteur R, placé en face de l'émetteur E, est relié à la deuxième voie de l'oscilloscope sur laquelle on observe une sinusoïde de même période.

On éloigne R de E : la deuxième sinusoïde se déplace par rapport à la première. On repère une première coïncidence et on constate que la onzième coïncidence (par rapport à la première) se produit quand on a éloigné R de E de 8,6 cm.

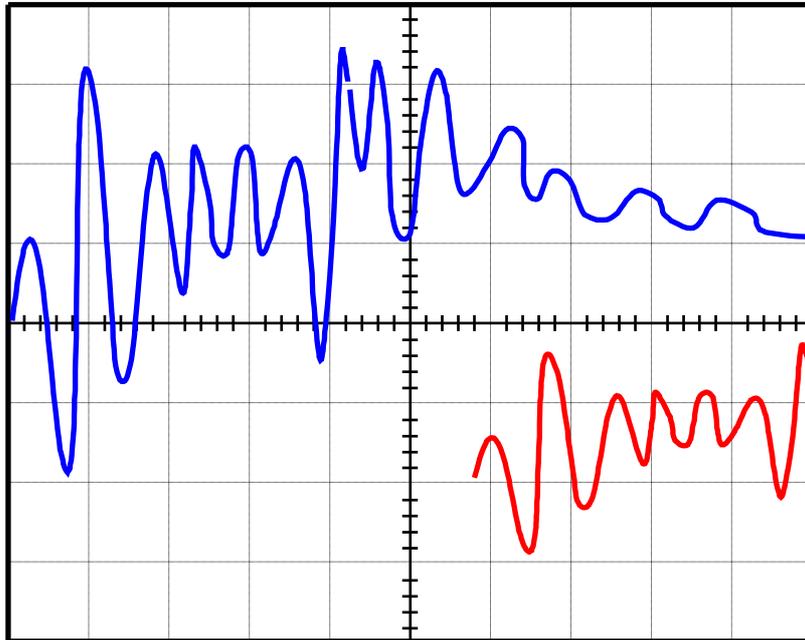
On rappelle que l'on retrouve des signaux en phase à chaque fois que la distance entre E et R augmente d'une longueur d'onde.

Déterminer la vitesse de propagation de l'onde émise par l'émetteur E.

2.3.2. Directement.

Deux microphones M_1 et M_2 distants de 1,00 m sont reliés respectivement aux deux voies A et B d'un oscilloscope à mémoire ; l'appareil enregistre sur la voie A le signal sonore obtenu en frappant des mains devant M_1 et sur la voie B le signal reçu par M_2 .

On observe l'oscillogramme suivant :



La base de temps de l'oscilloscope est réglée à 0,5 ms/division : retrouver la vitesse de propagation du son dans l'air dans les conditions de l'expérience.

3. Réflexion et transmission d'une onde ultra-sonore à la surface de séparation de deux milieux d'impédance acoustique différente.

3.1. Rappeler l'expression de l'impédance acoustique Z d'un milieu en fonction de la masse volumique du milieu et de la célérité de l'onde acoustique dans ce milieu. Préciser quelle est l'unité utilisée.

3.2. Lorsqu'une onde ultra sonore arrive perpendiculairement à la surface de séparation de deux milieux d'impédance acoustique respective Z_1 et Z_2 , on rappelle que les coefficients de réflexion et de transmission sont donnés par :

$$\alpha_R = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2} \quad \alpha_T = \frac{4 Z_2 Z_1}{(Z_2 + Z_1)^2}$$

On considère une interface graisse-muscle ; on donne :

la masse volumique du muscle	$\rho_m = 1,04 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
la masse volumique de la graisse	$\rho_g = 0,92 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
la célérité du son dans le muscle	$c_m = 1,58 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$
la célérité du son dans la graisse	$c_g = 1,45 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$

Calculer les impédances acoustiques du muscle et de la graisse, les coefficients de réflexion et de transmission à une interface muscle-graisse.

3.3. Expliquer l'avantage d'un examen échographique sur un examen radiologique dans ce cas.

Problème : Étude d'un circuit RLC.

Un circuit électrique est composé d'un conducteur ohmique de résistance R , d'un condensateur de capacité C et d'une bobine d'inductance L montés en série, alimentés par un générateur de tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U_E et de fréquence f réglable.

$$R = 500 \Omega$$

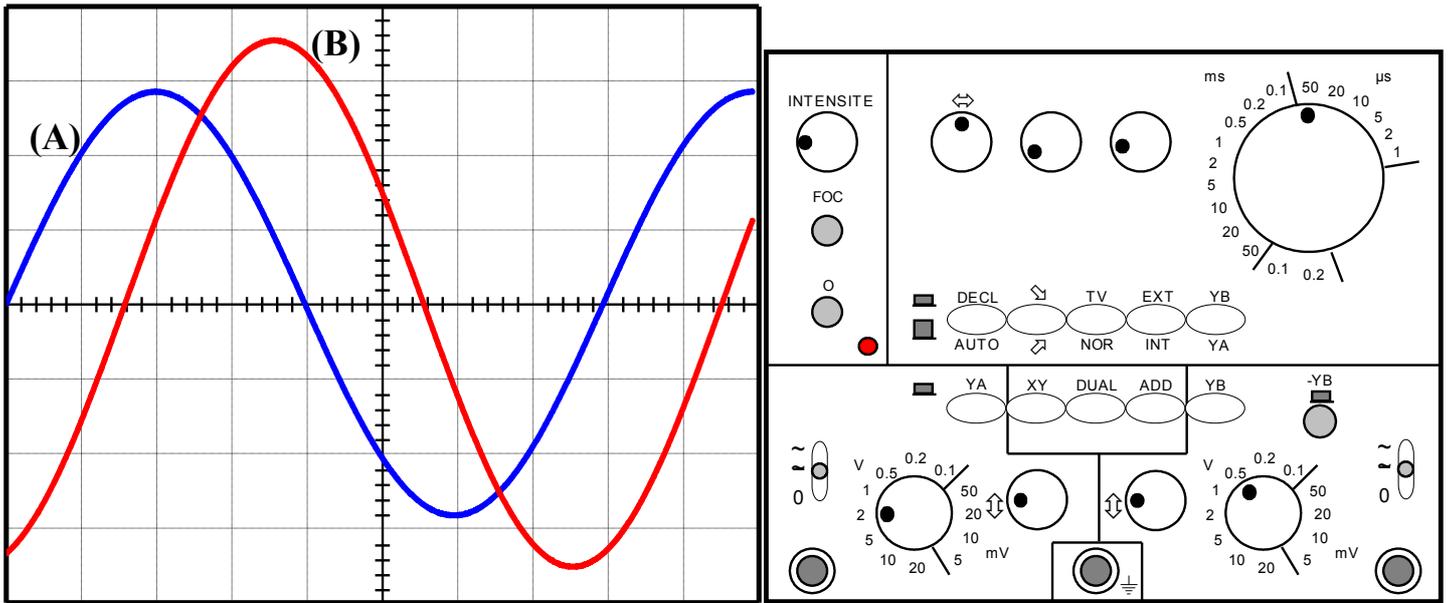
$$L = 0,30 H$$

$$C = 0,020 \mu F$$

$$U_E = 4,0 V$$

1. Schématiser le circuit en y ajoutant les connexions permettant d'observer, sur un oscilloscope, simultanément, la tension au bornes de l'association {RLC série} sur la voie A et la tension aux bornes du conducteur ohmique sur la voie B.

2. Pour une certaine valeur de la fréquence, on observe l'oscillogramme suivant :



- 2.1. Mesurer la période de la tension délivrée par le générateur ; en déduire la fréquence et la pulsation correspondante.
- 2.2. Mesurer les amplitudes des tensions U_A et U_B ; vérifier que la tension U_A correspond bien à la tension aux bornes du générateur (cf données).
- 2.3. Calculer l'amplitude de l'intensité du courant et sa valeur efficace.
- 2.4. Mesurer le déphasage de la tension U_A sur la tension U_B .
- 2.5. Donner les expressions instantanées de la tension aux bornes du générateur et de l'intensité du courant (celle-ci impose l'origine des phases).

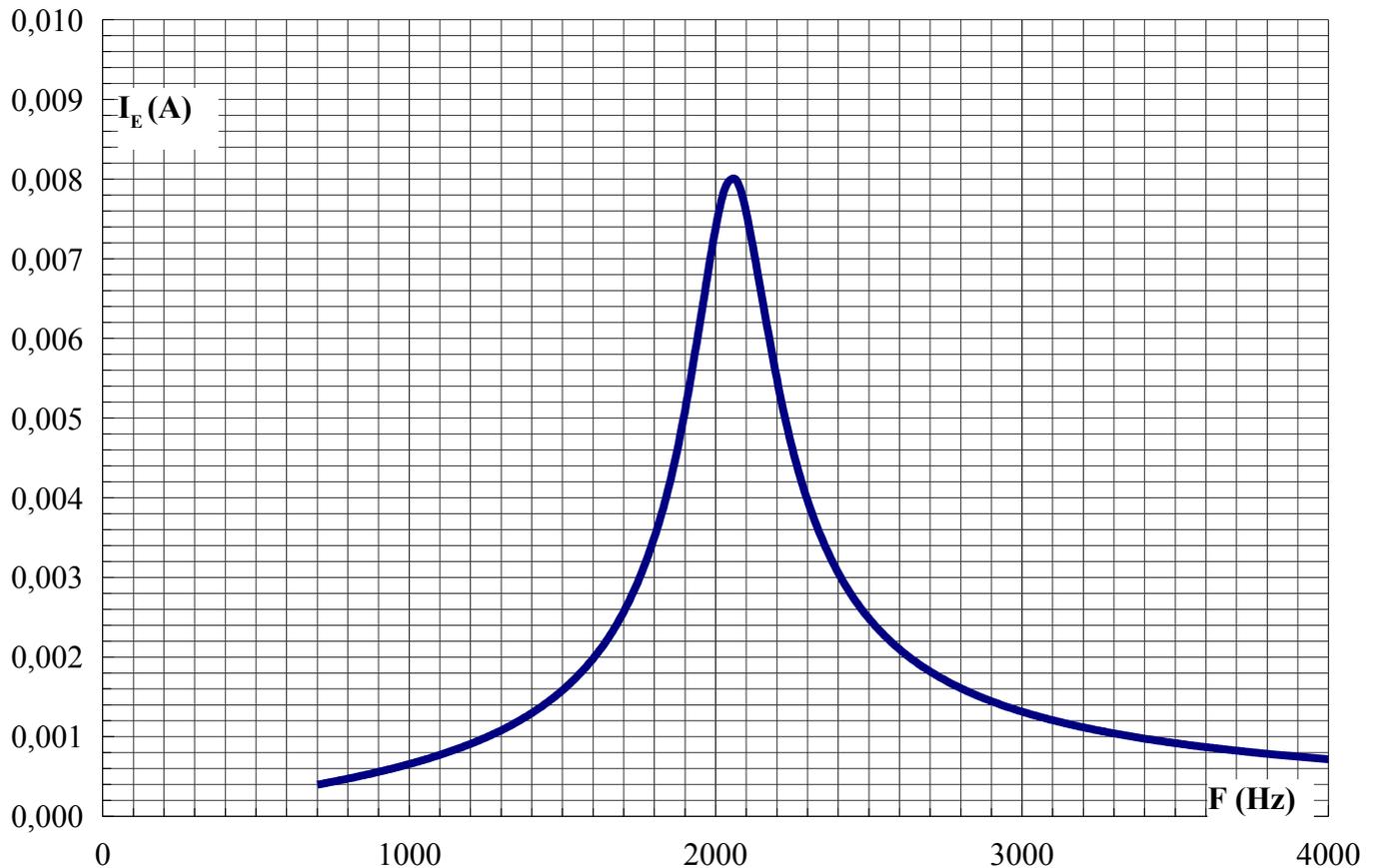
3. Le générateur impose une fréquence $f = 2,50 \text{ kHz}$.

- 3.1. Calculer l'impédance de la portion de circuit {RLC}.
- 3.2. En déduire la valeur efficace de l'intensité du courant.
- 3.3. Calculer le déphasage de la tension aux bornes de l'association {RLC} sur l'intensité du courant.
- 3.4. Calculer les valeurs efficaces des tensions aux bornes de chaque dipôle (R, L et C).
- 3.5. Tracer la représentation de Fresnels correspondant à cette situation.

Conclure.

4. On étudie les variations de l'intensité efficace du courant circulant dans le circuit en fonction de la fréquence délivrée par le générateur.

4.1. Schématiser le circuit en y ajoutant les appareils de mesures permettant de réaliser cette étude. On obtient les résultats reportés sur le graphique ci-après :



4.2. Relever les coordonnées f_0 et I_0 du sommet de la courbe. Préciser à quelle situation elles correspondent et vérifier que ces valeurs sont compatibles avec celles données en début du sujet (détailler la démarche et les calculs).

4.3. Calculer les valeurs efficaces des tensions aux bornes de la bobine et du condensateur, pour cette fréquence f_0 . Tracer la représentation de Fresnels correspondant à cette situation.

4.4. Mesurer la bande passante Δf à -3dB (l'intensité du courant est divisée par $\sqrt{2}$)

Calculer le facteur de qualité $\frac{f}{\Delta f}$ du circuit et vérifier qu'il est bien égal à $\frac{L\omega_0}{R}$

4.5. Représenter l'oscillogramme (en indiquant les réglages de l'oscilloscope) que l'on obtient, toujours pour cette fréquence f_0 avec les mêmes connexions que dans le paragraphe 1.

4.6. Repérer sur la courbe le point correspondant à la situation étudiée dans question 2 (et 3) du problème et montrer que les valeurs relevées sur la courbe sont compatibles avec les valeurs mesurées sur l'oscillogramme.

5. Calculer la puissance dissipée dans l'association {RLC} dans les deux cas étudiés (fréquence f et fréquence f_0) ; comparer les valeurs obtenues et conclure.

