

Exercice 1

Surveillance de la grossesse par échographie (8 points)

1. L'échographie est une technique d'imagerie médicale, qui permet de visualiser les organes situés dans notre corps mais aussi les vaisseaux (artères et veines), les ligaments et le cœur. Elle a pour objectif de détecter une infection, une malformation ou une tumeur.



Son principe consiste à appliquer une sonde (comme un stylo) contre la peau en regard de l'organe à explorer. Cette sonde émet des ultrasons qui traversent les tissus puis lui sont renvoyés sous la forme d'un écho.

Ce signal, une fois recueilli va être analysé par un système informatique qui retransmet en direct une image sur un écran vidéo.

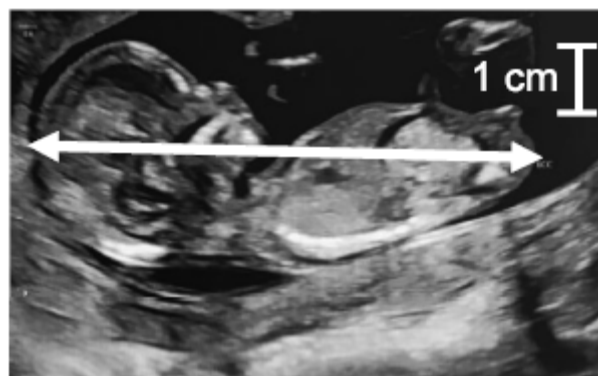
2. Je mesure la longueur de la flèche blanche : 54 mm.

Mais on m'indique une échelle : 1cm en réalité est représenté par un segment de 7,5 mm

On en déduit la longueur réelle LCC vaut

$$\frac{54}{7,5} = 72mm$$

Cette valeur se situe entre 70 et 84 mm. Elle correspond à 13 semaines d'aménorrhée.



3. Lorsqu'une source émettrice d'une onde à une fréquence f_E est en mouvement par rapport à un récepteur (ou inversement un récepteur en mouvement par rapport à une source émettrice) alors la fréquence f_R perçue par le récepteur de l'onde est différente.

C'est par exemple l'impression d'entendre un son :

- de plus en plus aiguë de la sirène d'une ambulance lorsqu'elle se rapproche de nous
- de plus en plus grave de la sirène d'une ambulance qui s'éloigne.

4. Les obstacles sont les globules rouges.

5. Schéma de principe

Une onde incidente (1) est envoyée vers les globules rouges (2) en mouvement dans le vaisseau sanguin.

L'onde réfléchi (3) par l'obstacle sera captée par la sonde.

On pourra alors détecter l'écart de fréquences dont la valeur est liée à la vitesse des globules rouges dans les vaisseaux.

6. On me donne la relation $\Delta f = \frac{2 \times f_E \times v \times \cos(\theta)}{c}$, on en déduit la relation $v = \frac{\Delta f \times c}{2 \times f_E \times \cos(\theta)}$

Avec

- Δf une variation de fréquence et f_E une fréquence émise donc en Hertz (Hz)
- c la célérité de l'onde en m/s.

7. On effectue l'application numérique $v = \frac{\Delta f \times c}{2 \times f_E \times \cos(\theta)} = \frac{1,5 \times 10^3 \times 1540}{2 \times 1,0 \times 10^7 \times \cos(40)} = 0,15 \text{ m/s}$

Attention !!!!!

- Aux unités ! La fréquence est donnée en kHz alors que dans le calcul il faut l'exprimer en Hz
- Vérifiez que votre calculatrice est bien en mode degré lorsque vous faites le calcul.

8. On a donc un résultat $v = 0,15 \text{ m/s} = 15 \text{ cm/s}$

Valeur comprise entre 10 et 25 cm/s. L'examen est donc bon, il n'y a pas d'anomalie.

Exercice 2 : Radiographie du bassin (7 points)

1. Les ondes utilisées pour la radiographie sont des ondes électromagnétiques

Remarque complémentaire non demandée : c'est-à-dire des ondes lumineuses invisibles et plus précisément les rayons X.

Les ondes utilisées pour l'échographie sont des ondes sonores

Remarque complémentaire non demandée : plus précisément des ondes ultrasonores.

2. 1.- Rayons X 2.- Ultraviolet 3.- Infra-rouge.

Visible compris entre 400 nm (violet) et 800 nm (rouge).

3. Relation entre fréquence et longueur d'onde : $F = \frac{c}{\lambda}$ avec :

- F la fréquence en Hertz
- C la vitesse des ondes en m/s
- λ la longueur d'onde en m

4. L'intervalle de fréquences des rayons X est compris entre :

- Pour $\lambda = 10^{-8} \text{ m}$ soit $F = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \times 10^8}{10^{-8}} = 3,0 \times 10^{16} \text{ Hz}$
- Pour $\lambda = 10^{-11} \text{ m}$ soit $F = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \times 10^8}{10^{-11}} = 3,0 \times 10^{19} \text{ Hz}$

5. La radiographie est un examen basé sur l'absorption différentielle des rayons X selon la nature des tissus traversés.

Le patient est placé entre une source émettrice de rayons X et un film photographique. Après émission de rayons X vers la région à explorer, le flux résiduel sortant (non absorbé) de rayons X impressionne un film photographique (récepteur). L'image obtenue est appelée cliché ou négatif. Dans le cas de la radiographie numérique, l'image est enregistrée sur un support informatique puis convertie en image numérique.

Les **tissus radio-opaques absorbent les rayons X** (tissus de forte densité, comme les os ou les dents). Le flux résiduel sortant est donc nul, le film n'est pas impressionné par les rayons X et les zones apparaissent **blanches**. Ce sont des zones d'**opacité**.

Les **tissus radiotransparents se laissent traverser par les rayons X** (tissus de faible densité, comme les poumons, la vessie, les muscles). Le flux sortant de rayons X est donc égal au flux entrant, le film est impressionné et les zones apparaissent **noires ou sombres**. Ce sont des zones de **clarté**.



6. Comme dit à la question précédente :

- Les **tissus radio-opaques absorbent les rayons X** (tissus de forte densité, comme les os ou les dents).
- Les **tissus radiotransparents se laissent traverser par les rayons X** (tissus de faible densité, comme les poumons, la vessie, les muscles)

Les tissus corporels visualisés sur une radiographie sont donc les os ou les dents.

Ils sont composés de calcium, ce sont donc les éléments chimiques responsables de l'absorption des rayons X dans une radiographie.

7. Cette absorption dépend de la densité du noyau donc elle augmente avec le numéro atomique

Le noyau de magnésium ($Z=12$) absorbe donc davantage les rayons X que l'hydrogène ($Z=1$).

Exercice 3 : RADIOACTIVITE (5 points)

1. Le calcium de représentation symbolique ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ compte :

- 40 nucléons (car le nombre de masse $A = 40$)
- 20 protons (car le numéro atomique $Z = 20$)
- Et donc $A - Z = 40 - 20 = 20$ neutrons.

2. Deux **isotopes** d'un même élément chimique sont des noyaux qui ont le même nombre de protons (le même numéro atomique) mais pas le même nombre de nucléons (ou de neutrons, ou pas le même nombre de masse)

Un noyau **radioactif** est un noyau qui est instable. Il se transforme inévitablement et aléatoirement en un autre noyau en émettant au passage une particule.

3. L'isotope radioactif du calcium possède un nucléon de plus que le calcium stable ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ donc $A = 40 + 1$ nucléon = 41

Par contre deux noyaux radioactifs ont le même Z , donc $Z = 20$

4. En appliquant les lois de Soddy (conservation du nombre de nucléons et de protons), je peux établir l'équation de désintégration ${}^{41}_{20}\text{Ca} \rightarrow {}^{41}_{21}\text{Sc} + {}^0_{-1}\text{e}$

La particule émise est un électron ${}^0_{-1}\text{e}$ caractéristique d'une radioactivité β^- .

5. Une radioactivité β^+ s'accompagne de l'émission d'un positon ${}^0_{+1}\text{e}$

D'où l'équation de désintégration : ${}^{45}_{20}\text{Ca} \rightarrow {}^{45}_{19}\text{K} + {}^0_{+1}\text{e}$