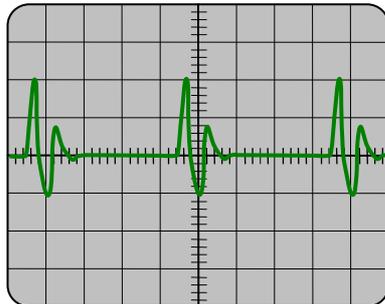


## EXERCICES CH.1 : PHYSIQUE ET DIAGNOSTIC MÉDICAL

### 1 Électrocardiogramme

Un électrocardiogramme enregistre l'activité cardiaque d'un patient. Sur l'écran de l'appareillage, on peut voir apparaître le signal suivant :



**Sensibilité**

- horizontale : 0,2 s/div
- verticale : 0,05 V/div

1. Donner la période  $T$  de ce signal. En déduire sa fréquence.
2. Un homme en bonne santé à un cœur qui bat à environ 70 bpm (battements par minute). Quel est votre diagnostic après analyse de ce signal ?
3. Quelles sont les valeurs maximale et minimale de ce signal ?

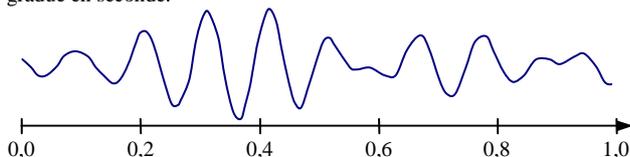
### 2 Ondes cérébrales

#### Document : les ondes cérébrales

Un rythme cérébral désigne une oscillation électromagnétique dans une bande de fréquences donnée résultant de l'activité électrique cohérente d'un grand nombre de neurones du cerveau. Ces ondes sont de très faible amplitude, elles sont de l'ordre du microvolt (chez l'être humain) et ne suivent pas toujours une sinusoïde régulière. Leurs fréquences donnent une indication sur l'activité cérébrale :

- **Alpha** : 8,5 - 12 Hz. Elles caractérisent un état de conscience apaisé ;
- **Beta** : fréquences supérieures à 12 Hz. Elles apparaissent en période d'activité intense, de concentration ou d'anxiété ;
- **Delta** : fréquences jusqu'à 4 Hz. Elles apparaissent lors du sommeil profond ;
- **Thêta** : 4,5 - 8 Hz. Elles caractérisent certains états de somnolence ou d'hypnose, ainsi que lors de la mémorisation d'information ;

Voici un enregistrement d'ondes cérébrales. L'axe des abscisses est gradué en seconde.



Quel est votre diagnostic sur l'activité cérébrale du patient ?

### 3 Milieu de propagation d'une onde

En cas de panne de leur radio lorsqu'ils sont sur la Lune ou dans l'espace, deux astronautes en combinaison peuvent tout de même se parler s'ils mettent la visière de leur casque en contact. Expliquer.

### 4 Vitesse de propagation

*Curiosity* est un rover d'exploration actuellement en activité sur Mars. Il s'est posé sur cette planète le 6 août 2012.



*Selfie de Curiosity prise le 19 janvier 2016*

La distance entre Mars et la Terre varie entre 0,5 et 2,5 u.a (unité astronomique), selon les positions respectives de ces planètes sur leur orbite. Une unité astronomique correspond à la distance Terre-Soleil, soit  $150 \cdot 10^6$  km

1. Combien de temps, au minimum, met un signal radio émis depuis la Terre pour arriver sur Mars ?
2. Expliquer pourquoi *Curiosity* doit faire preuve d'une certaine autonomie de décision lorsqu'il se déplace sur Mars (notamment s'arrêter en cas de terrain difficile).

### 5 Choix de la fréquence en échographie

#### Document : Fréquence des ondes ultrasonores en échographie

En échographie, les fréquences des ondes ultrasonores sont choisies en fonction de la zone à visualiser. Les ondes de basses fréquences sont moins atténuées et pénètrent plus profondément dans les milieux. Par exemple à 5 MHz, on peut explorer des zones jusqu'à 12 cm de profondeur alors qu'à 10 MHz, on atteint seulement 6 cm. Pourquoi alors ne pas se cantonner aux ondes de plus basses fréquences ? Parce que la précision spatiale dépend également de la fréquence : elle est d'autant meilleure que la fréquence est élevée, atteignant 0,3 mm à 5 MHz, et 0,15 mm à 10 MHz.

1. Exprimer en Hz la fréquence de 5 MHz à l'aide d'une puissance de 10.
2. Quelle serait la valeur de la fréquence adaptée à l'observation des tissus sur une profondeur de 20 cm ? Quel inconvénient cela présente-t-il ?

### 6 La radiographie

#### Document : Les rayons X

Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique à haute fréquence. C'est un rayonnement ionisant utilisé dans de nombreuses applications dont l'imagerie médicale (radiographie conventionnelle).

Les principales propriétés des rayons X sont les suivantes :

- Ils pénètrent facilement la « matière molle » et sont facilement absorbés par la « matière dure ». C'est ce qui permet l'imagerie médicale (radiographie, scanner, densitométrie osseuse) : ils traversent la chair et sont arrêtés par les os ;
- Ils sont facilement absorbés par la couche d'air très épaisse que constitue l'atmosphère. De fait, les télescopes à rayons X (qui détectent les rayons X émis par les étoiles) doivent être placés dans des satellites ;
- Du fait de leur énergie importante, ils provoquent des ionisations des atomes, ce sont des rayonnements dits « ionisants ». Ces ionisations endommagent, voire détruisent les cellules vivantes.

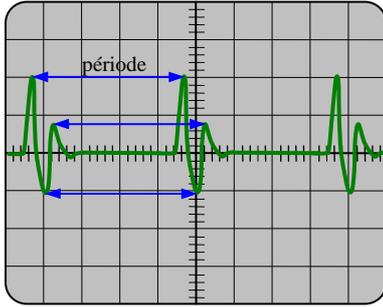
1. Quelle est la nature des rayons X ?
2. Expliquer comment l'emploi de rayons X permet de détecter une fracture osseuse ?
3. Pourquoi ne doit-on pas subir de radiographie trop fréquemment ?

**Rajouter exo 29 p.27 du Nathan**

## Correction

### Ex.1

1. Lecture graphique de la période de ce signal :



Une période fait 4 divisions, soit  $4 \times 0,2 = 0,8$  s

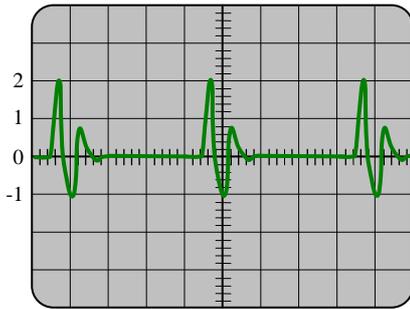
La fréquence des battements cardiaques vaut :  $f = 1/T = 1/0,8 = 1,25$  Hz

2. Pour pouvoir faire un diagnostic, il faut savoir à combien de bpm bat le cœur du patient. Pour cela, on peut faire un tableau de proportionnalité :

Nombre de battement de cœur	Durée (s)
1	0,8
x	60

$x = 1 \times 60 / 0,8 = 75$  bpm. Le patient semble donc en bonne santé (du moins en ce qui concerne son cœur).

3. Valeurs maximale et minimale du signal :

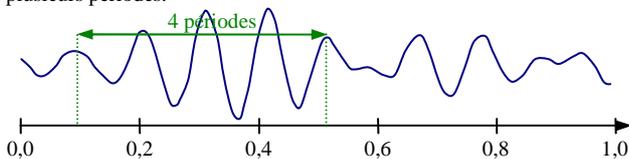


La valeur maximale correspond à +2 divisions verticales, soit  $0,05 \times 2 = 0,1$  V

La valeur minimale correspond à -1 divisions verticale, soit  $0,05 \times (-1) = -0,05$  V

### Ex.2

Pour répondre à la question posée, il faut mesurer la période des ondes cérébrales sur le graphique fourni. Comme le signal n'est pas parfaitement périodique, il faut faire la moyenne de la mesure de plusieurs périodes.



Par lecture graphique, on voit qu'il s'écoule 4 périodes entre 0,1 s et 0,52 s, donc ces 4 périodes ont une durée de 0,42 s, soit  $T \approx 0,10$  s.

On en déduit  $f = 1/T = 10$  Hz. Cette fréquence caractérise des ondes alpha. Le sujet est donc dans un état de conscience apaisée.

### Ex.3

Le son est une onde matérielle. Elle ne peut pas se propager dans le vide. Lorsque les deux visières des astronautes sont en contact, le son peut passer du casque du premier astronaute à celui du deuxième sans rencontrer de vide, en suivant le chemin :

air du casque 1  $\rightarrow$  visière 1  $\rightarrow$  visière 2  $\rightarrow$  air du casque 2

### Ex.4

1. La distance minimale entre la Terre et Mars est de 0,5 unité astronomique (voir l'énoncé). Ceci fait une distance de :

$$d = 0,5 \times 150 \cdot 10^6 \text{ km} = 75 \cdot 10^6 \text{ km} = 75 \cdot 10^9 \text{ m}$$

Une onde radio est une onde électromagnétique. Elle se déplace donc à la même vitesse que celle de la lumière :  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m/s

La durée du parcours vaut :  $t = \frac{d}{c} = \frac{75 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8} = 250$  s (environ 4 minutes)

**Ex. 5**

1.  $5 \text{ MHz} = 5 \cdot 10^6 \text{ Hz}$

2. Le texte nous montre que moins la fréquence des ultrasons est élevée, plus ils pénètrent profondément dans les milieux. La fréquence adaptée serait voisine de 2,5 à 3 MHz. La précision spatiale (et donc la résolution de l'image) sera relativement faible (0,6 mm).

**Ex. 6**

1. Ondes électromagnétiques de haute fréquence.

2. Les rayons X sont arrêtés par les os. Ils apparaîtront en noir sur la radiographie alors que la chair n'apparaîtra pas. On peut donc les voir et repérer une cassure.

3. Danger pour les cellules.