

## QUESTION DE COURS (10 points)

*Le candidat traitera l'une des deux questions de cours au choix.*

**PREMIER SUJET** : réactions nucléaires spontanées

Définir les différentes sortes de réactions nucléaires spontanées.

Donner les caractéristiques principales des rayonnements émis par les corps radioactifs naturels et artificiels.

Décrire succinctement leurs effets sur la matière.

**DEUXIÈME SUJET** : les ultrasons

Nature

émission ; réception

propriétés et applications

## PROBLÈME OBLIGATOIRE (10 points)

*Le candidat traitera les 3 parties qui sont indépendantes.*

*Données (pour la partie II) :*

charge élémentaire :  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

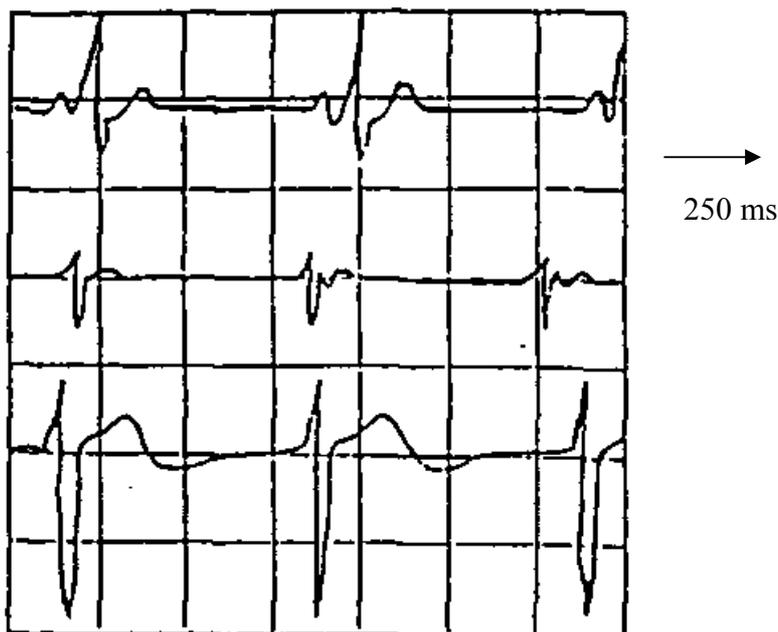
constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

célérité de la lumière :  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

### I. Utilisation d'un oscillographe électronique (1,5 point)

Sur l'écran on a enregistré un électrocardiogramme. La sensibilité horizontale (base de temps) est de 250 ms / div

Calculer la période et la fréquence des courbes enregistrées. Le rythme cardiaque enregistré est-il satisfaisant ?



## II. Niveaux d'énergie de l'atome (3,5 points)

La vapeur de cadmium est constituée d'atomes isolés, dans leur état fondamental. On note à son sujet les observations expérimentales suivantes :

1) Par des apports d'énergies convenables, certains atomes peuvent être excités. La vapeur émet alors 6 radiations dont les longueurs d'onde sont classées par ordre décroissant  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6$ .

La plus courte de ces longueurs d'onde émises lors de la désexcitation est  $\lambda_6 = 202 \text{ nm}$ .

2) Lorsqu'on éclaire la vapeur de cadmium, les atomes étant dans leur état fondamental, par un faisceau polychromatique comprenant toutes les longueurs d'onde comprises entre 222 nm et 550 nm, seules deux radiations de longueur d'onde 240 nm et 349 nm sont absorbées.

3) On peut ioniser les atomes de la vapeur de cadmium en les éclairant par une radiation ultraviolette de longueur d'onde inférieure ou égale à 141 nm.

### Déduire de ces observations

1) L'énergie des différents niveaux en eV.

2) Les valeurs en nm des longueurs d'onde  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6$ , émises lors de la désexcitation de l'atome.

## III. Absorption des photons X (5 points)

On donne les valeurs de l'épaisseur (ou couche) de demi-atténuation (CDA) de faisceaux de rayons X de différentes énergies dans la graisse, le muscle, le poumon et l'os.

E (keV)	20	30	40	50
CDA graisse	1,5 cm	2,7 cm	3,7 cm	4,5 cm
CDA muscle	0,87 cm	1,7 cm	2,4 cm	3,0 cm
CDA poumon	2,7 cm	5,2 cm	7,7 cm	10,4 cm
CDA os	0,11 cm	0,35 cm	0,58cm	0,90 cm

1) Faire le graphique représentant les variations de la CDA en fonction de l'énergie du faisceau (les quatre courbes sur la même feuille)

**Échelles proposées : 5 cm pour 20 keV (E) et 10 cm pour 5 cm (CDA)**

Quelles informations ces courbes apportent-elles ?

2) Déduire de la valeur de la CDA le coefficient linéique (parfois dit linéaire), d'atténuation  $\mu$  des rayons X de 20 keV et de 40 keV dans le muscle. et dans la graisse.

3) Soit  $\phi_0$  le flux transporté initialement par un faisceau de rayons X ; après traversée d'une épaisseur  $x$ , il prend la valeur  $\phi = \phi_0 e^{-\mu x}$ .

Le flux initial  $\phi_0$  est réduit à  $\phi_1$  si le faisceau traverse 4 cm de graisse :

Le flux initial  $\phi_0$  est réduit à  $\phi_2$  si le faisceau traverse 4 cm de muscle.

Calculer  $\frac{\phi_1}{\phi_0}$  et  $\frac{\phi_2}{\phi_0}$  pour des rayons X de 20 keV puis de 40 keV.

4) On appelle contraste radiologique le rapport  $\frac{\phi_1 - \phi_2}{\phi_1 + \phi_2}$

Calculer le contraste radiologique entre la graisse et le muscle

a) avec les rayons de 20 keV

b) avec les rayons de 40 keV.

Quelle conclusion peut-on en tirer ?