

# IMRT1 : DEVOIR 1 : 1112

## Calculatrices non autorisées

Données :

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

masse de l'électron :  $m_e = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$

masse du proton :  $m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$

masse du neutron :  $m_N = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$

célérité de la lumière :  $c = 3,000 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

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

nombre d'Avogadro :  $6,02 \times 10^{23}$

QCM : Dans le tableau réponse, écrire V si la proposition est vraie ou F si elle est fausse.

1. L'expression relativiste de l'énergie d'une particule est :

$$A : mc^2 = \frac{m_0 v^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$B : mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$C : mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{v^2}}}$$

$$D : mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 + \frac{v^2}{c^2}}}$$

2. Les unités suivantes correspondent à des masses :

A : gramme (g)

B : newton (N)

C : Mev.c<sup>-2</sup>

D : joule (J)

3. Les unités suivantes correspondent à des énergie :

A : mégaélectronvolt

B : newton.mètre (N.m)

C : watt.heure (W.h)

D : calorie (cal)

4. L'énergie de masse d'un neutron au repos vaut :

A : 939 MeV

B : 939 eV

C :  $1,5 \times 10^{-13} \text{ J}$

D : 0,15 nJ

5. La vitesse d'un neutron d'énergie cinétique  $E_c = 470 \text{ eV}$  vaut :

A :  $3 \times 10^5 \text{ m.s}^{-1}$

B :  $3 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$

C :  $3 \times 10^9 \text{ m.s}^{-1}$

D :  $300 \text{ km.s}^{-1}$

6. La vitesse d'un électron vaut  $v = 2 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

A : cet électron est "relativiste".

C : son énergie cinétique vaut 0,511 MeV

B : son énergie cinétique vaut :  $1,82 \times 10^{-19} \text{ J}$

D : son énergie totale est supérieure à 0,511 MeV

7. L'énergie d'un photon vaut 2,5 keV

A : son énergie vaut  $4,0 \times 10^{-16} \text{ J}$

C : la fréquence de l'onde électromagnétique associée vaut  $6,04 \times 10^{17} \text{ Hz}$

B : sa masse vaut  $4,4 \times 10^{-33} \text{ kg}$

D : il appartient au domaine des rayons X

8. La longueur d'une radiation électromagnétique vaut  $\lambda = 589,3 \text{ nm}$ .

A : l'énergie des photons correspondants vaut  $3,4 \times 10^{-19} \text{ J}$

C : la couleur correspondante est le jaune

B : l'énergie des photons correspondants vaut 2,1 eV

D : ce sont des rayons X

9 La fréquence d'une radiation électromagnétique vaut  $\nu = 2,4 \text{ GHz}$

A : la longueur d'onde vaut 12,5 cm

C : l'énergie des photons vaut  $1,6 \times 10^{-27} \text{ J}$

B : ce sont des rayons X

D : l'énergie des photons vaut 9,9 eV

10. L'énergie d'un photon vaut :  $3,97 \times 10^{-19} \text{ J}$

A : son énergie vaut 2,5 eV

C : il appartient au domaine visible

B : il appartient au domaine des infrarouges

D : sa longueur d'onde vaut 500 pm

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>A</b>										
<b>B</b>										
<b>C</b>										
<b>D</b>										

### Calculs d'ordre de grandeurs

*Dans cet exercice, le candidat doit poser clairement et montrer toutes les intermédiaires de calculs lui ayant permis de trouver le résultat proposé ; il doit choisir le sous-multiple de l'unité le plus commode pour écrire le résultat.*

1. Un photon a une énergie de 20 eV  
Déterminer la longueur d'onde de la radiation correspondante.
2. L'énergie cinétique d'un électron vaut 100 eV ; calculer sa vitesse.

## Cellule photo électrique

On trace la caractéristique  $i = f(u)$  d'une cellule photoélectrique (en sodium) en relevant l'intensité du courant qui circule dans le circuit en fonction de la tension  $u$  existant à ses bornes, lorsqu'elle est éclairée par une lumière monochromatique de fréquence  $\nu$ . (fig. 1).

On obtient le graphe ci-dessous (fig.2).

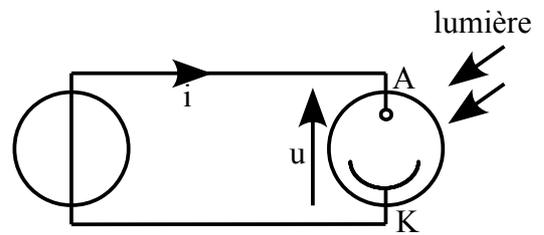
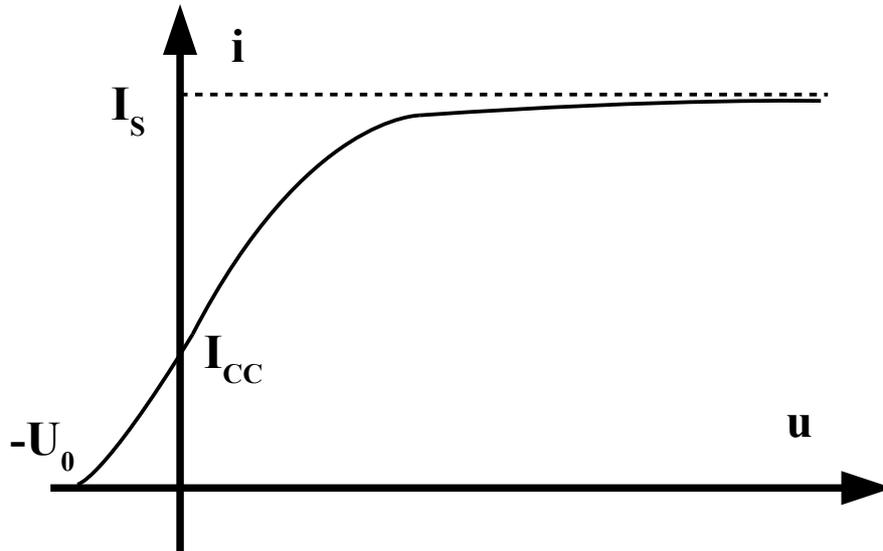


figure 1 ▲

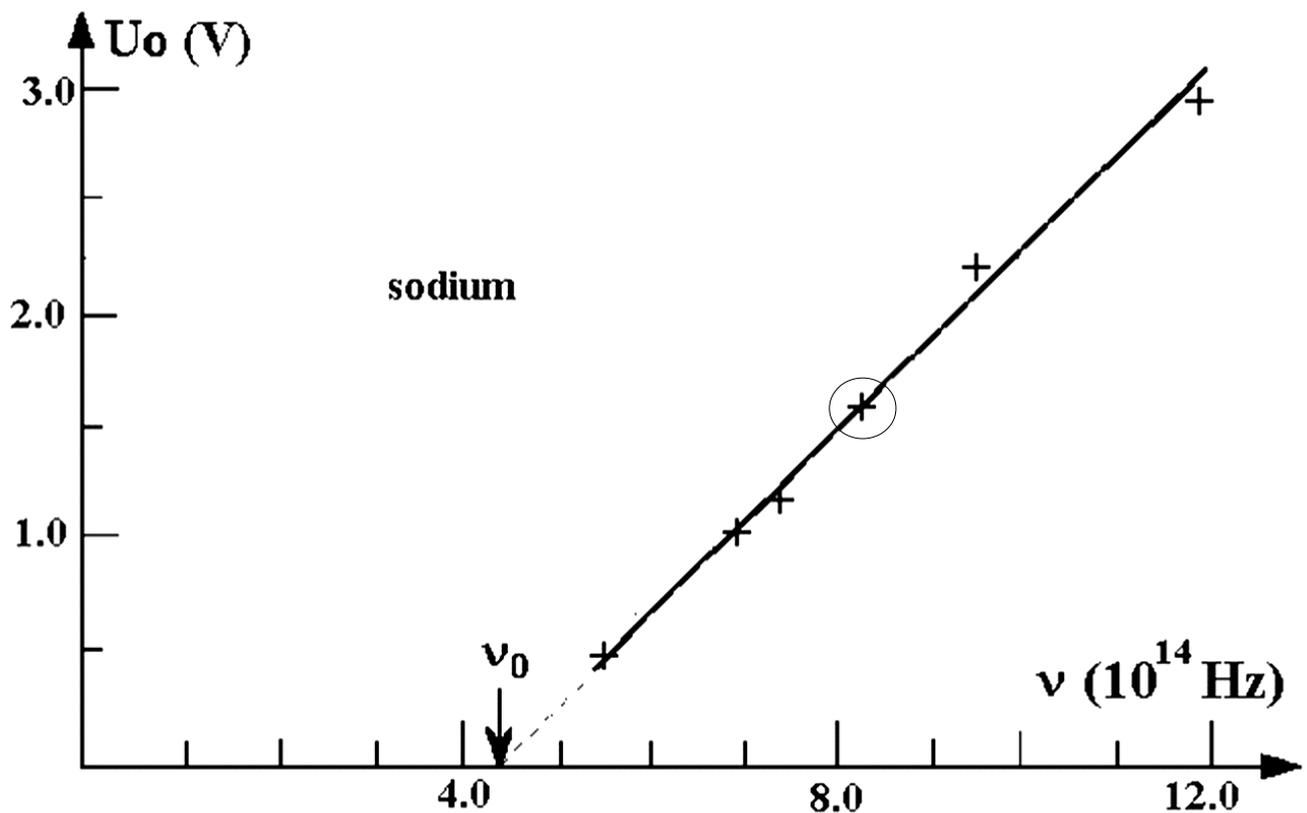


◀ figure 2

On éclaire la cellule avec différentes radiations de différentes couleurs ; on obtient alors des caractéristiques différentes ; **en particulier, les valeurs du potentiel d'arrêt  $U_0$  diminuent avec la longueur d'onde de la lumière.**

En traçant la courbe montrant l'évolution du potentiel d'arrêt  $U_0$  avec la fréquence de la radiation, on obtient une droite.

figure 3 ▼



1. Donner une description de l'effet photoélectrique selon la théorie proposée par Einstein. Donner l'expression de la relation mathématique interprétant la conservation de l'énergie dans l'effet photoélectrique ; donner les noms de toutes les grandeurs apparaissant dans cette expression.
2. Expliquer pourquoi on appelle  $U_0$  potentiel d'arrêt. Expliquer, pour une caractéristique tracée avec une lumière monochromatique de longueur d'onde donnée, comme celle de la figure 2, quelle grandeur de l'expression donnée en 1 on peut déterminer.
3. Calculer la longueur d'onde correspondant au point entouré sur la figure 3. Préciser à quel domaine appartient cette radiation.
4. L'équation de la droite tracée peut s'écrire  $U_0 = a (\nu - \nu_0)$ .  
En exploitant le graphe de la figure 3, (on peut laisser des traces sur le graphe pour expliquer les opérations menées), déterminer une valeur approximative de la constante  $a$ .
5. Expliquer comment la connaissance de la valeur de la charge élémentaire  $e = 1,602 \times 10^{-19}$  C permet de retrouver l'ordre de grandeur de la constante de Planck à partir de la mesure précédente.
6. Mesurer (approximativement) la fréquence  $\nu_0$  ; calculer l'ordre de grandeur de l'énergie du photon correspondant ; expliquer quelle particularité, dans l'expérience décrite ci-dessus, possède ce photon.
7. On éclaire cette cellule avec une radiation de longueur d'onde  $\lambda = 3,0 \mu\text{m}$ . Peut-on observer un effet photoélectrique ? Justifier la réponse.
8. On modifie l'expérience en rapprochant la source de lumière de la cellule, toutes choses restant égales par ailleurs ; on observe des modifications dans la caractéristique (figure 2).  
Parmi les trois paramètres  $U_0$ ,  $I_{cc}$  et  $I_s$  certains vont changer et d'autres non. Préciser lesquels en justifiant la réponse.

### Masse du deuton.

Le deuton est un noyau noté  ${}^2_1\text{H}$  ; donner sa composition.

À partir des données suivantes (et en exprimant clairement les opérations réalisées), calculer l'ordre de grandeur de la masse d'un deuton en  $\text{MeV} \cdot c^{-2}$

célérité de la lumière dans le vide	$c$	299 792 458	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
unité de masse atomique	$u$	$1,660\,538\,86(28) \times 10^{-27}$	kg
		931,494 043(80)	$\text{MeV}/c^2$
charge élémentaire	$e$	$1,602\,176\,53(14) \times 10^{-19}$	C
masse du proton	$m_p$	$1,672\,621\,71(29) \times 10^{-27}$	kg
		1,007 276 466 88(13)	u
masse du neutron	$m_n$	$1,674\,927\,28(29) \times 10^{-27}$	kg
		939,565 360(81)	$\text{MeV}/c^2$
masse du deuton	$m_d$	$3,343\,583\,48 \times 10^{-27}$	kg
		2.014 101 777 8(4)	u