

IMRT1 : DEVOIR 1 : 1011

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 : compléter le tableau fourni en utilisant **V** pour les propositions vraies et **F** pour les propositions fausses ; justifier (un ou plusieurs calculs) les réponses pour les questions 4, 5, 8.

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

$$\text{A: } E_C = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

$$\text{B: } E_C = \left(\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

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

$$\text{D: } E_C = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + 1 \right)$$

2. Les unités suivantes correspondent à des masses :

A : gramme (g) B : newton (N)

C : Mev.c⁻²

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 proton 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 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 : $9,1 \times 10^{-19} \text{ J}$

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

7. Un électron de vitesse initiale négligeable est accéléré par une différence de potentiel $U = 15 \text{ kV}$.

- A : la vitesse de l'électron vaut $v = 7,3 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$ C : son énergie cinétique vaut $E_c = 2,4 \times 10^{-15} \text{ J}$
B : cet électron est "relativiste". D : l'énergie mc^2 de l'électron vaut 526 keV .

8. La fréquence d'une radiation électromagnétique vaut $\nu = 90 \text{ GHz}$

- A : la longueur d'onde vaut $3,3 \text{ mm}$ C : l'énergie des photons vaut $6,0 \times 10^{-20} \text{ J}$
B : ce sont des rayons X D : l'énergie des photons vaut $3,7 \text{ eV}$

9. L'énergie d'un photon vaut $5,0 \text{ keV}$

- A : son énergie vaut $8,0 \times 10^{-16} \text{ J}$ C : la fréquence de l'onde associée vaut $1,2 \times 10^{18} \text{ Hz}$
B : sa masse vaut $8,9 \times 10^{-33} \text{ kg}$ D : il appartient au domaine des rayons X

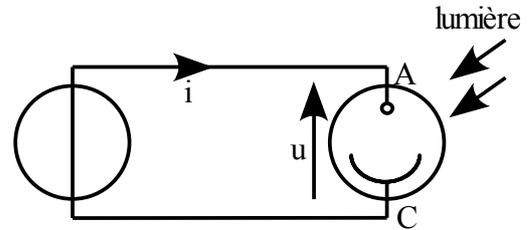
10. La longueur d'une radiation électromagnétique vaut $\lambda = 589,3 \text{ nm}$.

- A : l'énergie des photons correspondants vaut $3,37 \times 10^{-19} \text{ J}$ C : la couleur correspondante est le jaune
B : l'énergie des photons correspondants vaut $2,1 \text{ eV}$ D : c'est un rayonnement infrarouge

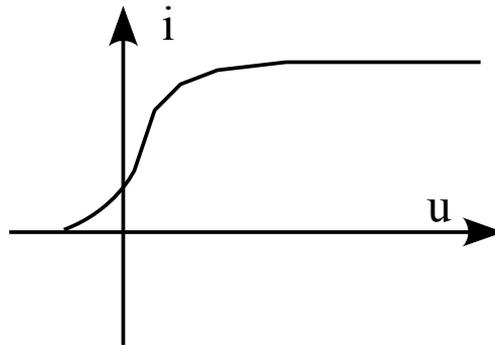
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A										
B										
C										
D										

Cellule photo électrique

On trace la caractéristique $i = f(u)$ d'une cellule photoélectrique 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. (voir schéma ci contre)



On obtient la courbe ci-après :

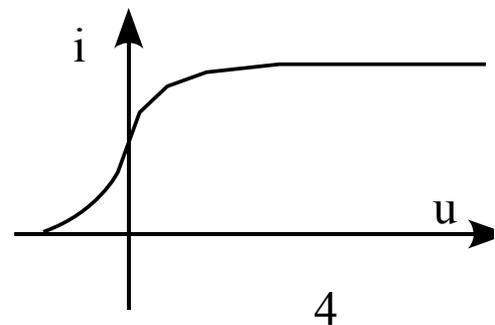
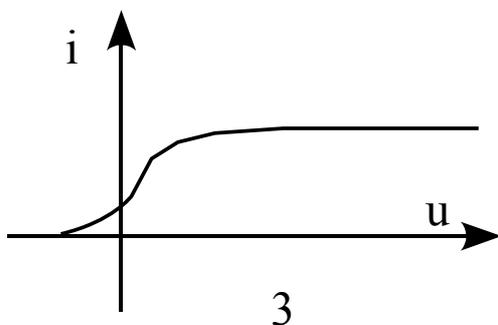
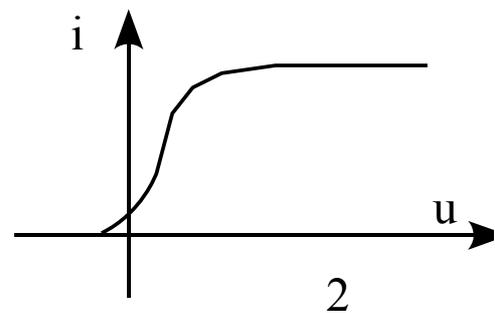
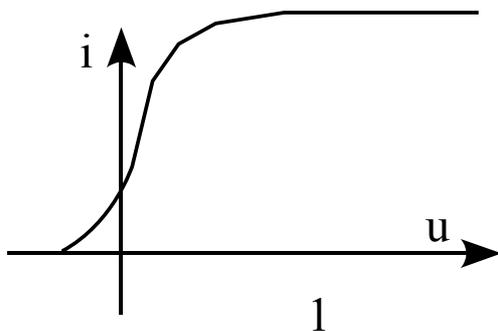


On peut modifier les paramètres de l'expérience de la manière suivante :

- A. On change la source lumineuse : la longueur d'onde de la lumière est plus courte
- B. On change la source lumineuse : la longueur d'onde de la lumière est plus grande
- C. On rapproche la source lumineuse
- D. On éloigne la source lumineuse

On réalise ces modifications, une seule à la fois, en revenant au réglage initial entre deux nouvelles expériences ; on obtient les courbes suivantes ci-après (1, 2, 3, 4)

Donner, pour chacune des courbes (1, 2, 3, 4) obtenues, le paramètre (A, B, C, ou D) que l'on a modifié en justifiant la réponse.



Rendement d'une cellule photo électrique.

1. *La photocathode au potassium d'une cellule photoélectrique à vide est éclairée par une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 402 \text{ nm}$.*

1.1. A quel domaine du spectre électromagnétique cette radiation appartient-elle ?

1.2. Calculer l'énergie des photons correspondants en joule, puis en électronvolt (choisir le résultat parmi les propositions suivantes : 3,09 keV ; 3,09 eV ; $3,09 \times 10^{-19} \text{ eV}$; 0,015 eV ; 981 eV ; $3,09 \times 10^{-34} \text{ eV}$)

1.3. *La tension à appliquer entre l'anode et la cathode pour que le courant photoélectrique s'annule (appelé aussi potentiel d'arrêt) vaut $V_A - V_C = - 0,84 \text{ V}$*

Calculer l'énergie cinétique des électrons extraits de la cathode par ce rayonnement en électronvolt.

1.4. En déduire le travail d'extraction d'un électron du potassium (en électronvolt)

2. *La radiation transporte une puissance rayonnante $P = 0,1 \text{ W}$.*

2.1. Calculer le nombre de photons arrivant sur la cathode par seconde.

On règle la tension U entre anode et cathode de façon à obtenir le courant de saturation ; l'intensité de celui-ci vaut $I_s = 100 \mu\text{A}$.

2.2. Calculer le nombre d'électrons émis par la cathode par seconde.

2.3. Définir et calculer le rendement quantique de la cellule pour la longueur d'onde utilisée.

Masse d'une particule α

La particule α est un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$; donner sa composition.

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

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)	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)	MeV/c^2
masse de la particule α	m_α	$6,644 656 5(11) \times 10^{-27}$	kg
		4,001 506 179 149(56)	u