

IMRT1 : DEVOIR 1 : 0809

Calculatrices non autorisées

Données :

charge élémentaire : $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C
masse de l'électron : $m_e = 9,109 \times 10^{-31}$ kg.
masse du proton : $m_p = 1,673 \times 10^{-27}$ kg

célérité de la lumière : $c = 3,000 \times 10^8$ m.s⁻¹
constante de Planck : $h = 6,626 \times 10^{-34}$ 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. Pour chaque paragraphe, donner une justification (un ou plusieurs calculs) des réponses.

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. La masse d'un électron (au repos) vaut :

$$A : 0,511 \text{ MeV}/c^2$$

$$B : 0,55 \text{ u}$$

$$C : 8,11 \times 10^{-17} \text{ J}/c^2$$

$$D : 5,5 \times 10^{-4} \text{ u}$$

3. L'énergie de masse d'un proton au repos vaut :

$$A : 938 \text{ MeV}$$

$$B : 938 \text{ eV}$$

$$C : 1,5 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$$D : 0,15 \text{ nJ}$$

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

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

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

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

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

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

A : cet électron est "relativiste"

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

C : son énergie cinétique vaut 0,511 MeV

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

6. Un électron de vitesse initiale négligeable est accéléré par une différence de potentiel $U = 10 \text{ kV}$.

A : la vitesse de l'électron vaut $v = 6,0 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$

C : l'énergie cinétique de l'électron vaut $E_c = 1,6 \times 10^{-18} \text{ J}$

B : cet électron est relativiste.

D : l'énergie mc^2 de l'électron vaut 521 keV.

7 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

8. 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

9. 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 eV

D : ce sont des rayons X

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

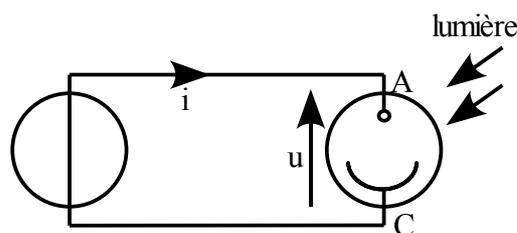
D : sa longueur d'onde vaut 500 pm

	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)

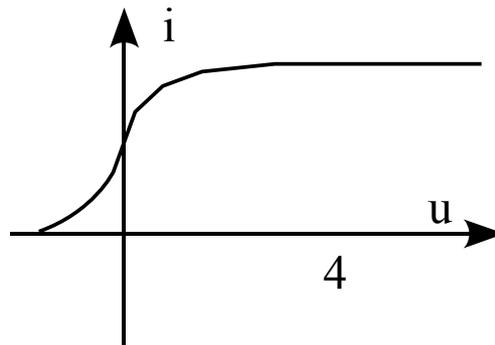
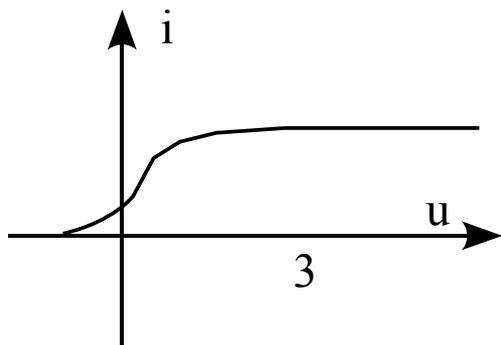
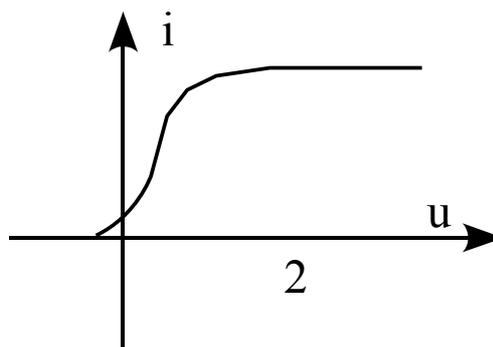
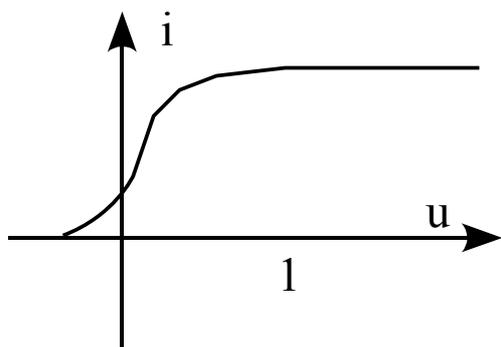
On obtient la courbe 1 ci dessous.



Pour obtenir les courbes 2, 3 et 4, on a modifié un des paramètres (et un seul) de l'expérience :

- A. On a changé la source lumineuse : la longueur d'onde de la lumière est plus faible
- B. On a changé la source lumineuse : la longueur d'onde de la lumière est plus grande
- C. On a rapproché la source lumineuse
- D. On a éloigné la source lumineuse

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



Effet photo électrique.

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

1.1. Calculer l'énergie des photons correspondants en joule, puis en électronvolt (choisir entre les réponses suivantes : 3,1 keV ; 3,1 eV ; $3,1 \times 10^{-19} \text{ eV}$; 0,015 eV ; 98 eV ; $3,1 \times 10^{-34} \text{ eV}$)

1.2.. La différence de potentiel (d'arrêt) à appliquer entre l'anode et la cathode pour que le courant photoélectrique devienne nul vaut $V_A - V_C = - 1,16 \text{ V}$.

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

1.3. En déduire le travail d'extraction d'un électron du césium (en électronvolt)

2. La radiation transporte une puissance rayonnante $P = 0,5 \text{ W}$.

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 un courant de saturation d'intensité $I_s = 0,50 \times 10^{-6} \text{ A}$.

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

2.3. Le rendement quantique de la cellule utilisée est défini comme le rapport du nombre d'électrons émis au nombre de photons reçus.

Calculer le rendement quantique de la cellule pour la longueur d'onde utilisée.

Masse d'une particule α

À partir des données suivantes (et en exprimant clairement les opérations réalisées), calculer l'ordre de grandeur de la masse d'une particule α (2 protons et 2 neutrons) 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