

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 :** $6,02 \times 10^{23}$ **Q1 : Compléter le tableau réponse ci-après (V pour Vrai et F pour Faux)****1. Les unités suivantes appartiennent au système MKSA :**

A : curie

B : électronvolt

C : gray

D : sievert

2. Les unités suivantes correspondent à des masses :

A : gramme (g)

B : newton (N)

C : MeV.c⁻²D : joule par mètre (J.m⁻¹)**3. Les unités suivantes correspondent à des énergie :**

A : mégaelectronvolt

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 : $1,82 \times 10^{-19} \text{ J}$

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 $v = 7,2 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$ 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. L'effet photoélectrique**

A : est une interaction entre un photon incident et un électron lié de l'atome cible

B : est une interaction entre un photon incident et le noyau de l'atome cible

C : s'accompagne de l'émission d'un photon secondaire

D : peut aussi concerner les électrons des couches externes de l'atome

9. Lors de l'effet Compton le photon incident :

A : transfère toute son énergie à l'électron projeté si le choc est tangentiel

B : transfère toute son énergie à l'électron projeté si le choc est frontal

C : est absorbé par le noyau de l'atome

D : ne peut pas transférer toute son énergie à l'électron quel que soit le type de choc

10. Au cours de l'effet de matérialisation

A : le photon incident se matérialise en donnant naissance à un photon et un électron

B : le photon incident se matérialise en donnant naissance à un électron et un positon qui s'annihilent mutuellement en donnant naissance à deux photons de 0,511 MeV chacun

C : le photon incident se matérialise en donnant naissance à un électron et un positon : le positon se combine en fin de parcours à un électron du milieu et la réaction d'annihilation produit deux photons diffusés de 511 keV chacun

D : le photon incident se matérialise en donnant naissance à un électron et un proton : le proton se lie à l'électron pour former un atome d'hydrogène

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

Q 2 : Réactions nucléaires

unité de masse atomique : $u = 931,494\,043\text{ MeV}/c^2$

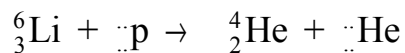
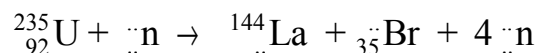
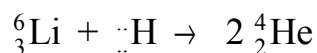
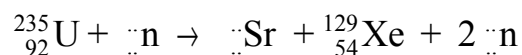
masse du proton : $m_p = 1,007\,276\,467\text{ u}$

masse du neutron : $m_N = 1,008\,664\,916\text{ u}$

masse de l'électron : $m_e = 5,485\,799 \times 10^{-4}\text{ u}$

1. On donne les équations des réaction nucléaires suivantes ; elles sont incomplètes.

Recopier et compléter ces équations



2. Énergie de liaison par nucléon.

On donne les masses **atomiques** des deux noyaux suivants

Césium 147 ($Z = 55$) $146,944154\text{ u}$

Fer 56 ($Z = 26$) $55,9349378\text{ u}$

2.1. Calculer leurs énergies de liaison.

2.2. En déduire leurs énergies de liaison par nucléon

2.3. Un de ces deux noyau est radioactif ; lequel ? Justifier la réponse.

2.4. Donner l'allure de la courbe donnant l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse A (courbe d'Aston) ; placer ces 2 nucléides sur cette courbe.

3. Donner les caractéristiques (qui semblent les plus essentielles) de la radioactivité alpha et des deux radioactivités bêta.

PROBLÈMES

I. Spectrographe de masse.

1. Un proton, de masse m et de charge q , placé dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ est soumis à une force électrique. Le champ électrique est obtenu en maintenant entre deux plaques conductrices parallèles et distantes de $d = 10 \text{ cm}$ une différence de potentiel $U = 5,0 \text{ kV}$. Les plaques sont dans le vide et percées l'une en A et l'autre en D pour permettre le passage des particules (voir figure jointe). Le proton est initialement au repos en A.

1.1. Donner les caractéristiques de la force électrique $\vec{F}$ à laquelle le proton est soumis. Comparer sa valeur au poids du proton (on donne $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$).

1.2. Donner les caractéristiques de l'accélération du proton entre les deux plaques.

1.3. Donner les caractéristiques du mouvement et de la trajectoire du proton entre A et D.

1.4. Calculer l'énergie cinétique puis la valeur de la vitesse $\vec{v}$ du proton en D.

2. En D l'action du champ $\vec{E}$ cesse et le proton pénètre dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ de valeur $B = 0,08 \text{ T}$, de direction perpendiculaire à $\vec{v}$.

2.1. Donner l'expression du rayon r de la circonférence de la trajectoire ; parmi les valeurs proposées ci-après, choisir la valeur de r en justifiant la réponse.

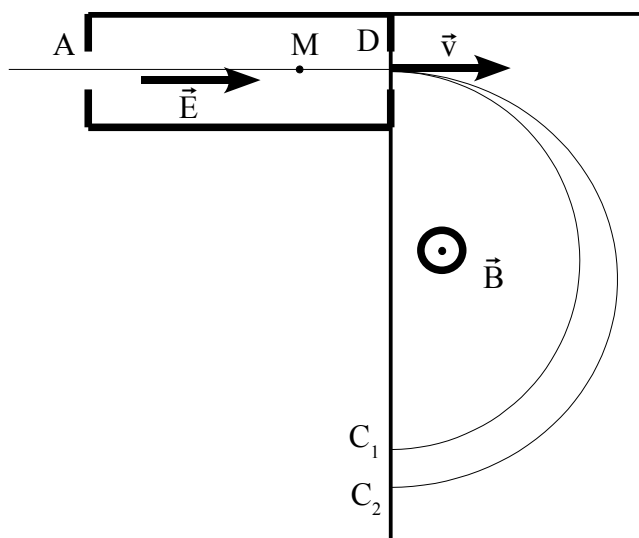
1,27 m ; 2,51 cm ; 0,127 m ; 0,833 m ; 1,27 cm ;
8,33 cm ; 17,3 cm ; 2,71 cm ; 25,1 m ; 1,27 mm ;

2.2. Comment évolue l'énergie cinétique du proton au cours de son mouvement dans le champ $\vec{B}$? Justifier.

3. Une seconde particule, de masse M inconnue, de même charge q , également au repos en A, subit d'abord l'action de $\vec{E}$, puis celle de $\vec{B}$ dans les mêmes conditions. Le rayon de sa trajectoire vaut R .

3.1. Démontrer que $\frac{m}{M} = \frac{r^2}{R^2}$

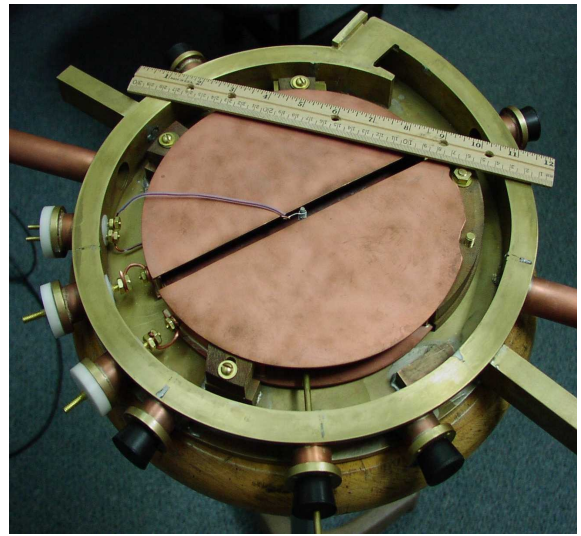
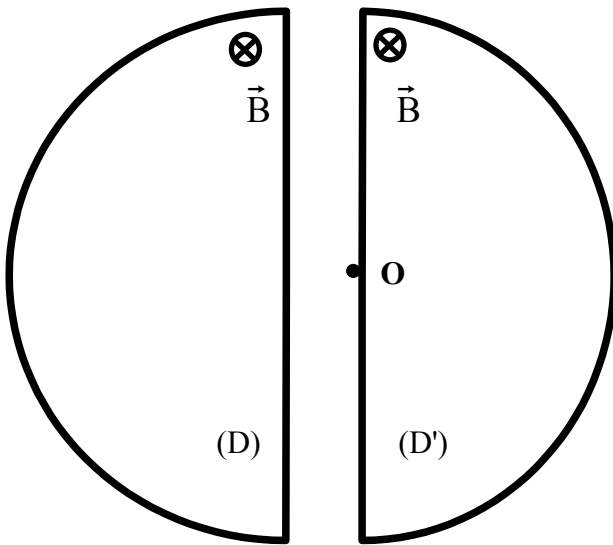
3.2. On mesure $DC_2 = 36,2 \text{ cm}$. Calculer la valeur de la masse M ; identifier la particule.



II : Cyclotron.

Un cyclotron est constitué de deux boîtes semi-cylindriques (les dees) de rayon $R = 12,5 \text{ cm}$ à l'intérieur desquelles on établit un champ magnétique $\vec{B}$ de valeur $B = 2,0 \text{ T}$

Dans l'espace compris entre ces deux boîtes on établit une tension alternative u d'amplitude $U = 20 \text{ kV}$. Des protons H^+ sont injectés en O avec une vitesse négligeable.



1. On suppose que la tension est maximale et que les protons arrivant en O sont attirés par le dee (D).
 - 1.1. Préciser le signe de la différence de potentiel $U_D - U_{D'}$
 - 1.2. Calculer leur énergie cinétique E_{C1} lorsqu'ils arrivent en (D).
 - 1.3. En déduire combien vaut leur vitesse v_1 à leur arrivée en (D). Représenter celle-ci sur le schéma.
 - 1.4. Donner l'expression de la force à laquelle sont soumises les particules à leur entrée en (D). Calculer sa valeur et représenter celle-ci sur le schéma.
2.
 - 2.1. Donner les caractéristiques du mouvement et la forme de la trajectoire des protons dans le dee. Dessiner la trajectoire sur le schéma (2 ou 3 tours)
 - 2.2. Exprimer le rayon R_1 de leur trajectoire en fonction de B , m , q et U et le calculer.
 - 2.3. Donner l'expression littérale et calculer la durée de passage des protons dans (D).
3. Les protons à leur sortie de (D), sont accélérés par la tension alternative u , dont on suppose à nouveau qu'elle a atteint sa valeur maximale.
 - 3.1. Préciser le signe de la différence de potentiel $U_D - U_{D'}$ pour que les protons soient effectivement accélérés.
 - 3.2. Donner l'expression littérale et calculer la nouvelle énergie cinétique des protons à leur entrée en (D').
 - 3.3. Donner les caractéristiques du mouvement et la forme de la trajectoire dans (D').
 - 3.4. Donner l'expression littérale et calculer la durée de passage des protons dans (D').
4. Établir l'expression de la fréquence de la tension alternative u , de manière à ce qu'elle accélère les protons de manière optimale ; calculer celle-ci.
5.
 - 5.1. Donner l'expression littérale de l'énergie cinétique E_{Cn} des protons lorsqu'ils ont effectué n passage (y compris le premier) entre les deux dees ; en déduire l'expression littérale de la vitesse v_n des protons en fonction de n et B , m , q et U .
 - 5.2. Établir l'expression générale du rayon de la trajectoire R_n en fonction de n et de R_1 (calculé dans la question 1)
 - 5.3. Déterminer le nombre n de passages qu'ont effectués les protons entre les dees ; en déduire leur énergie cinétique à leur sortie du cyclotron.