Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac 2024 Métropole Jour 2 Sciences physiques pour les sciences de l'ingénieur.e

https://labolycee.org

EXERCICE A (10 points-30min)

LES ACCÉLÉRATEURS DE PARTICULES AU SERVICE DE LA MÉDECINE

La protonthérapie : des particules pour soigner

Les protons peuvent être utilisés pour traiter des tumeurs de manière très localisée, sans endommager les tissus sains adjacents. Pour ce faire, il faut contrôler très précisément la direction et l'énergie cinétique des protons. Dans ce cas, les protons traversent le corps sans libérer d'énergie, s'arrêtent à la position voulue où ils détruisent les cellules cancéreuses en libérant leur énergie.

Pour conférer aux protons la direction et l'énergie voulue, on peut utiliser des accélérateurs linéaires de particules où des particules chargées sont placées dans un champ électrique uniforme.

D'après l'Institut Curie « Protonthérapie : un lieu de haute technologie »

Un proton arrive au point O à l'instant t = 0 s avec une vitesse considérée comme nulle et est accéléré jusqu'à acquérir en A l'énergie cinétique voulue E_c.

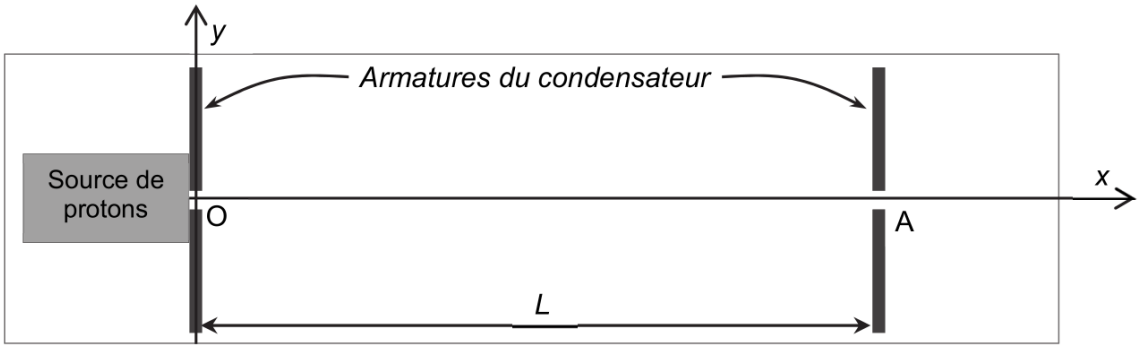


Figure 1. Schéma du dispositif modélisant l'accélérateur linéaire

Données :

- masse d'un proton : $m = 1{,}7 \times 10^{-27}$ kg ;
- charge électrique d'un proton : $q = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C ;
- distance entre les deux armatures : $L = OA = 1{,}0$ m ;
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}0 \times 10^{8}$ m·s^{-1} ;
- la norme E du vecteur champ électrique $\vec{E}$ créé entre les deux armatures (plaques conductrices) d'un condensateur distantes de L et soumises à une tension U est :

$$E = \frac{U}{L}$$

  Les deux armatures portent des charges de signes opposés ;

- accélération de la pesanteur terrestre : $g = 9{,}8$ m·s^{-2} ;
- énergie cinétique d'un proton utilisé en protonthérapie (au point A) : $E_c(A) = 6{,}4 \times 10^{-12}$ J.

Dans cet exercice, on cherche à déterminer la valeur de E à appliquer dans l'accélérateur pour obtenir l'énergie voulue.

On formule l'hypothèse que le poids d'un proton est négligeable devant la force électrique subie par le proton.

Q1. Donner l'expression de la valeur F_e de la norme de la force électrique $\overrightarrow{F_e}$ qui s'exerce sur le proton dans l'accélérateur en fonction du champ E et de la charge q.

Q2. Reproduire sommairement le schéma de la figure 1 sur la copie et y représenter le vecteur force électrique $\overrightarrow{F_e}$ et le vecteur champ électrique $\vec{E}$ en un point quelconque de la zone entre les deux armatures.

Q3. Préciser, en justifiant la réponse, les signes des charges portées par chacune des armatures à l'origine du champ électrique $\vec{E}$.

Q4. Donner l'expression du travail de la force électrique exercée sur le proton lors de son trajet de longueur L dans l'accélérateur en fonction de q, E et L.

Q5. À l'aide du théorème de l'énergie cinétique, en déduire l'expression de la norme du champ électrique E à appliquer dans l'accélérateur afin d'obtenir l'énergie cinétique voulue au point A. Calculer la valeur de E.

Q6. Déterminer la valeur de la norme F_e de la force électrique subie par le proton et la comparer au poids du proton. Commenter l'hypothèse faite au début de l'exercice.

Q7. Dans ce modèle, calculer la valeur de la vitesse d'un proton d'énergie cinétique E_c(A). Commenter.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.