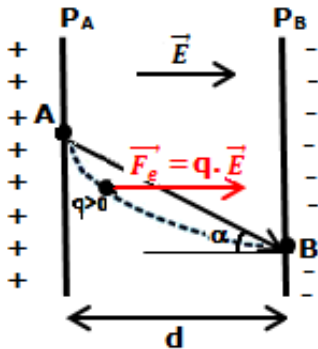


Exercice p 199 n°10. Calculer le travail d'une force électrostatique

Deux armatures métalliques P_A et P_B, parallèles entre elles et distantes de d, sont reliées aux bornes d'un générateur de tension continue. Entre ces deux armatures règne un champ électrostatique \vec{E} uniforme.

- Donner l'expression du travail de la force électrostatique \vec{F} qui s'exerce sur une particule de charge q se déplaçant d'un point A de l'armature P_A à un point B de l'armature P_B. L'exprimer en fonction de E, AB et q.
 - Montrer que le travail de cette force s'écrit : $W_{AB}(\vec{F}) = q \cdot U_{AB}$.
 - Calculer sa valeur dans le cas d'un noyau d'hélium He²⁺ se déplaçant de A à B.
- Données : e = 1,60 x 10⁻¹⁹ C; U_{AB} = 400 V.



1) Expression du travail de la force électrostatique \vec{F}_e qui s'exerce sur une particule de charge q se déplaçant d'un point A à un point B en fonction de E, AB et q :

$W(\vec{F}_e) = \vec{F}_e \cdot \vec{AB}$ or $\vec{F}_e = q \vec{E}$ donc $W(\vec{F}_e) = q \vec{E} \cdot \vec{AB} = q \cdot E \cdot AB \cdot \cos \alpha$

2) Montrons que le travail de cette force s'écrit : $W_{AB}(\vec{F}_e) = q \cdot U_{AB}$.

Le champ électrostatique $E = \frac{U}{d}$ Unité : U en V ; d en m ; E en V.m⁻¹.

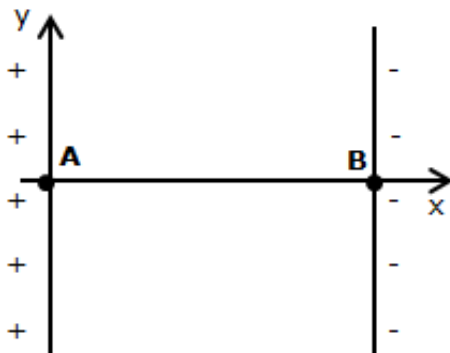
Donc : $W(\vec{F}_e) = q \cdot E \cdot AB \cdot \cos \alpha = q \cdot \frac{U}{d} \cdot AB \cdot \cos \alpha$ or $AB \cdot \cos \alpha = d$ donc : $W(\vec{F}_e) = q \cdot \frac{U}{d} \cdot d = q \cdot U$

3) Calcul de la valeur dans le cas d'un noyau d'hélium He²⁺ se déplaçant de A à B.

Noyau d'hélium He²⁺. Il est chargé positivement. Sa charge q est 2.e.

Donc : $W(\vec{F}_e) = q \cdot U = 2 \cdot e \cdot U = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 400 = 1,28 \cdot 10^{-16} \text{ J}$.

Exercice p 202 n°23. Accélération d'une particule α . Compétences : Calculer, raisonner.



Une particule α (noyau d'hélium), produite par une source radioactive, est émise au voisinage d'un point A. La valeur de sa vitesse en A est négligeable devant celle qu'elle peut atteindre en B.

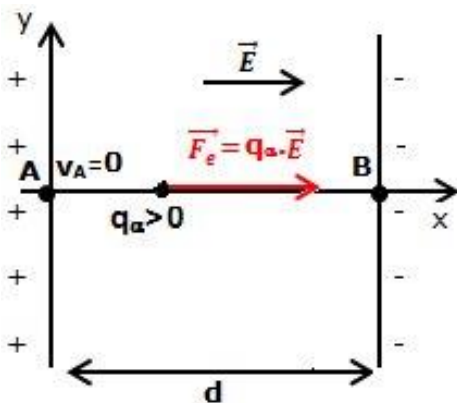
Entre les points A et B règne un champ électrostatique uniforme qui permet l'accélération de la particule. Le poids et les frottements sont négligeables lors de ce mouvement.

- Quelle est la charge q_α de la particule α ?
- Établir l'expression du travail de la force électrostatique s'appliquant sur la particule α se déplaçant entre A et B. Exprimer ce travail en fonction q_α, V_A et V_B. (V_A et V_B sont les potentiels respectifs aux points A et B.)
- En déduire l'expression de la variation d'énergie potentielle électrique entre A et B.
- L'énergie mécanique se conserve-elle? Justifier.
- a. À partir des réponses précédentes, exprimer la différence de potentiel V_A - V_B en fonction de v_B, m_α et q_α.

b. Calculer cette valeur sachant que la vitesse en B a pour valeur v_B = 1,00 x 10³ km.s⁻¹.

Données : e = 1,60 x 10⁻¹⁹ C; m_α = 6,70 x 10⁻²⁷ kg.

Solution :



1) Charge q_α de la particule α

La particule α est un noyau d'hélium He²⁺. Il est chargé positivement.

Sa charge q_α est + 2.e = 2 * 1,6 * 10⁻¹⁹ C = 3,2 * 10⁻¹⁹ C

2) Expression du travail de la force électrostatique entre A et B en fonction q_α, V_A et V_B.

$W_{AB}(\vec{F}_e) = \vec{F}_e \cdot \vec{AB}$ or $\vec{F}_e = q_\alpha \vec{E}$ donc $W_{AB}(\vec{F}_e) = q_\alpha \vec{E} \cdot \vec{AB} = q_\alpha \cdot E \cdot AB \cdot \cos \alpha$ or $\alpha = 0^\circ$

$\Rightarrow W_{AB}(\vec{F}_e) = q_\alpha \cdot E \cdot AB$ avec $E = \frac{U_{AB}}{d} = \frac{V_A - V_B}{AB}$ donc $W_{AB}(\vec{F}_e) = q_\alpha \cdot \frac{V_A - V_B}{AB} \cdot AB$ soit

$W_{AB}(\vec{F}_e) = q_\alpha (V_A - V_B)$

3) Expression de la variation d'énergie potentielle électrique entre A et B.

$\Delta E_{p \text{ él}} = - W_{AB}(\vec{F}_e)$ soit $\Delta E_{p \text{ él}} = - q_\alpha (V_A - V_B) = q_\alpha (V_B - V_A)$

4) L'énergie mécanique se conserve-elle? Justifier.

Système : {particule α }. Référentiel : terrestre supposé galiléen.

Seule force qui s'applique au système : la force électrostatique $\vec{F}_e = q_\alpha \vec{E}$ (poids négligeable de la particule α devant \vec{F}_e).

force électrostatique est une force conservative car son travail est indépendant du chemin suivi. Donc **l'énergie mécanique se conserve entre A et B.** $E_m = \text{cte}$ \Leftrightarrow La variation d'énergie mécanique est nulle : $\Delta E_m = 0$.

5. a. À partir des réponses précédentes, exprimons la différence de potentiel V_A - V_B en fonction de v_B, m_α et q_α.

On a E_m = cte donc la conservation de l'énergie mécanique conduit à : E_m(A) = E_m(B)

Comme E_m = E_{p él} + E_c, on en déduit que : E_{p él}(A) + E_c(A) = E_{p él}(B) + E_c(B) or v_A = 0 donc E_c(A) = 0 et E_{p él} = q.v

Donc : q_α · V_A + 0 = q_α · V_B + $\frac{1}{2} m_\alpha \cdot v_B^2$. On multiplie les 2 membres par 2 soit : 2 q_α · V_A + 0 = 2 q_α · V_B + m_α · v_B² soit

$2 q_\alpha (V_A - V_B) = m_\alpha \cdot v_B^2 \Leftrightarrow V_A - V_B = \frac{m_\alpha v_B^2}{2 q_\alpha}$

5.b. Calcul de V_A - V_B sachant que la vitesse en B a pour valeur v_B = 1,00 x 10³ km.s⁻¹.

On a q_α = + 2.e donc $V_A - V_B = \frac{6,67 \cdot 10^{-27} \cdot (1,00 \cdot 10^6)^2}{2 \cdot 2 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,05 \cdot 10^4 \text{ V}$.