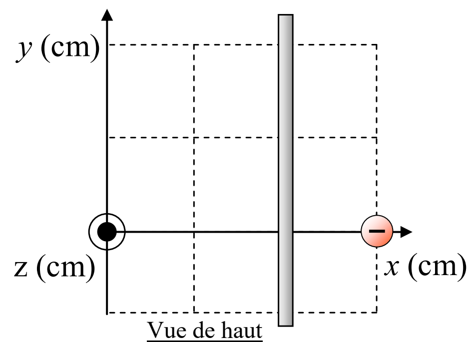
Niveau 1 : Position d'un électron

À $t = 0$, un électron est lancé depuis l'origine d'un système d'axe xy avec une vitesse initiale de 50 km/s dans le sens positif de l'axe x. Sachant que l'électron se déplace dans un champ électrique uniforme de 0,2 N/C orienté dans le sens positif de l'axe y, évaluez la coordonnée xy de l'électron à $t = 4$ µs.

Niveau 2 : Contact avec une PPIUC ?

Un électron situé à la coordonnée xy en centimètre (3, 0) se déplace à une vitesse de 80 km/s dans le sens négatif de l'axe x dans la direction d'une PPIUC chargée négativement située dans le plan yz à la coordonnée xy en centimètre (2, 0). Sachant que la PPIUC génère un champ électrique dont le module est de 12 N/C, est-ce que l'électron entrera en contact avec la PPIUC ?

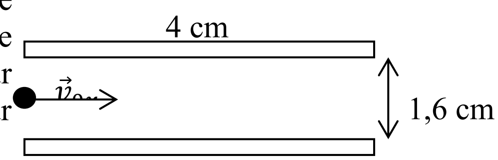


Niveau 3 : L'orientation du proton

À $t = 0$, un proton est lancé depuis l'origine d'un système d'axe xy avec une vitesse initiale de 40 km/s selon un angle positif de 30° par rapport à l'axe positif de l'axe x. Sachant que le proton se déplace dans un champ électrique uniforme tel que $\vec{E} = \left(-200\,\vec{i} + 50\,\vec{j}\right)\text{N/C}$, évaluez l'orientation (avec schéma à l'appuis) du vecteur vitesse du proton par rapport à l'axe x positif après un temps à $t = 6$ µs.

Niveau 4 : Le champ maximal

Un électron pénètre dans la région entre 2 plaques horizontales chargées uniformément, mais de signes opposés. Sa vitesse initiale, à mi-distance entre les plaques, est de 2×10^6 m/s vers à droite. Les plaques ont une longueur de 4 cm et sont distantes de 1,6 cm. Déterminez la valeur maximale que peut avoir le module du champ électrique vertical pour que l'électron ne touche aucune des plaques.



Niveau 1 : Position d'un électron

À $t = 0$, un électron est lancé depuis l'origine d'un système d'axe xy avec une vitesse initiale de 50 km/s dans le sens positif de l'axe x. Sachant que l'électron se déplace dans un champ électrique uniforme de 0,2 N/C orienté dans le sens positif de l'axe y, évaluez la coordonnée xy de l'électron à $t = 4$ μs.

Solution :

$$x = x_0 + v_{x0}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \quad \Rightarrow \quad x = (0) + (50\times 10^3)(4\times 10^{-6}) + \frac{1}{2}(0)(4\times 10^{-6})^2$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{x = 0{,}2 \text{ m}}$$

$$y = y_0 + v_{y0}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \quad \Rightarrow \quad y = y_0 + v_{y0}t + \frac{1}{2}\frac{qE_y}{m}t^2$$

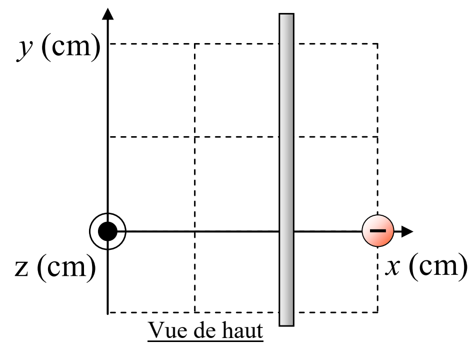
$$\Rightarrow \quad y = (0) + (0)(4\times 10^{-6}) + \frac{1}{2}\frac{(-1{,}6\times 10^{-19})(0{,}2)}{(9{,}11\times 10^{-31})}(4\times 10^{-6})^2$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{y = -0{,}281 \text{ m}}$$

Réponse : $\boxed{(x, y) = (0{,}2\,\text{m}, \text{ -}0{,}281\text{m})}$

Niveau 2 : Contact avec une PPIUC ?

Un électron situé à la coordonnée xy en centimètre (3, 0) se déplace à une vitesse de 80 km/s dans le sens négatif de l'axe x dans la direction d'une PPIUC chargée négativement située dans le plan yz à la coordonnée xy en centimètre (2, 0). Sachant que la PPIUC génère un champ électrique dont le module est de 12 N/C, est-ce que l'électron entrera en contact avec la PPIUC ?



$$v_x^{\,2} = v_{x0}^{\,2} + 2a_x\left(x - x_0\right) \quad \Rightarrow \quad v_x^{\,2} = v_{x0}^{\,2} + 2\frac{qE_x}{m}\left(x - x_0\right)$$

$$\Rightarrow \quad v_x^{\,2} = \left(-80\times 10^3\right)^2 + 2\frac{\left(-1{,}6\times 10^{-19}\right)\left(-12\right)}{\left(9{,}11\times 10^{-31}\right)}\left(\left(0{,}02\right)-\left(0{,}03\right)\right)$$

$$\Rightarrow \quad v_x^{\,2} = \left(6{,}4\times 10^9\right) + \left(-4{,}215\times 10^{10}\right)$$

$$\Rightarrow \quad v_x^{\,2} = -3{,}575\times 10^{10}$$

Réponse : Il n'y aura pas de contact avec la PPIUC, car il atteindrait la coordonnée de la plaque avec une vitesse imaginaire.

Déplacement avant l'arrêt : $\Delta x_{\text{arrêt}} = 0{,}152 \ \text{cm}$

Niveau 3 : L'orientation du proton

À $t = 0$, un proton est lancé depuis l'origine d'un système d'axe xy avec une vitesse initiale de 40 km/s selon un angle positif de 30º par rapport à l'axe positif de l'axe x. Sachant que le proton se déplace dans un champ électrique uniforme tel que $\vec{E} = \left(-200\,\vec{i} + 50\,\vec{j}\right)\text{N/C}$, évaluez l'orientation (avec schéma à l'appuis) du vecteur vitesse du proton par rapport à l'axe x positif après un temps à $t = 6$ µs.

Solution :

$$v_x = v_{x0} + a_x t \quad \Rightarrow \quad v_x = v_0\cos(\theta) + \frac{qE_x}{m}t$$

$$\Rightarrow \quad v_x = \left(40\times10^3\right)\cos(30°) + \frac{\left(1{,}6\times10^{-19}\right)(-200)}{\left(1{,}67\times10^{-27}\right)}\left(6\times10^{-6}\right)$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{v_x = -80{,}33\ \text{km/s}}$$

$$v_y = v_{y0} + a_y t \quad \Rightarrow \quad v_y = v_0\sin(\theta) + \frac{qE_y}{m}t$$

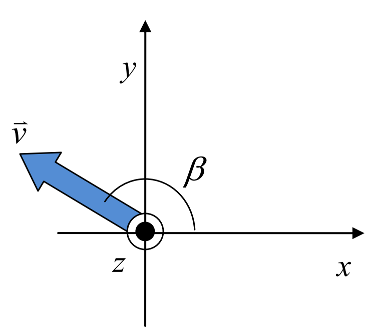
$$\Rightarrow \quad v_y = \left(40\times10^3\right)\sin(30°) + \frac{\left(1{,}6\times10^{-19}\right)(50)}{\left(1{,}67\times10^{-27}\right)}\left(6\times10^{-6}\right)$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{v_y = 48{,}74\ \text{km/s}}$$

$$\tan(\alpha) = \frac{v_y}{v_x} \quad \Rightarrow \quad \tan(\alpha) = \frac{(48{,}74\,\text{km/s})}{(-80{,}33\,\text{km/s})}$$

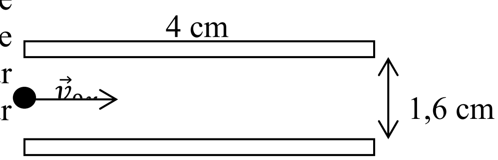
$$\Rightarrow \quad \boxed{\alpha = -31{,}25°} \quad \text{(par rapport à l'axe } -x\text{)}$$

Réponse : $\beta = 180° + \alpha = 180° + (-31{,}25°) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\beta = 148{,}75°}$



Niveau 4 : Le champ maximal

Un électron pénètre dans la région entre 2 plaques horizontales chargées uniformément, mais de signes opposés. Sa vitesse initiale, à mi-distance entre les plaques, est de 2 x 10^6 m/s vers à droite. Les plaques ont une longueur de 4 cm et sont distantes de 1,6 cm. Déterminez la valeur maximale que peut avoir le module du champ électrique vertical pour que l'électron ne touche aucune des plaques.



Solution :

$$x = x_0 + v_{x0}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \quad \Rightarrow \quad \left(4\times10^{-2}\right) = (0) + \left(2\times10^{6}\right)t + \frac{1}{2}(0)t^2$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{t = 2\times10^{-8}\,\text{s}}$$

$$y = y_0 + v_{y0}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{1{,}6\times10^{-2}}{2}\right) = (0) + (0)\left(2\times10^{-8}\right) + \frac{1}{2}a_y\left(2\times10^{-8}\right)^2$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{a_y = 4\times10^{13}\,\text{m/s}^2}$$

$$F_{y\text{e}} = ma_y \quad \Rightarrow \quad qE_y = ma_y$$

$$\Rightarrow \quad \left(-1{,}6\times10^{-19}\right)E_y = \left(9{,}11\times10^{-31}\right)\left(4\times10^{13}\right)$$

$$\Rightarrow \quad E_y = -227{,}75 \ \text{N/C}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{E = 227{,}75 \ \text{N/C}}$$