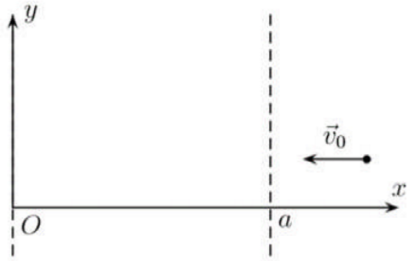
Barrière électrique :

il règne un champ électrique uniforme $\vec{E} = E_0\vec{e}_x$ entre les plans $x = 0$ et $x = a$ et un champ nul partout ailleurs. Des particules de charge $q > 0$, de masse m arrivent de l'infini du côté des $x > 0$ avec des vitesses identiques $\vec{v}_0$ portées par l'axe Ox.

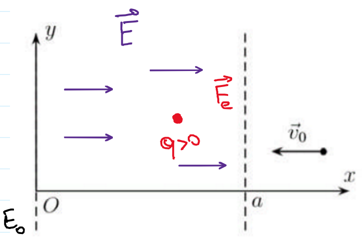


a) Ecrire les équations horaires du mouvement des particules $v(t)$ et $x(t)$ en fonction de E_0 ; v_0 ; q ; m et a
b) On suppose que la particule arrive au plan $x = 0$ avec une vitesse nulle, calculer le temps nécessaire t_0 pour parcourir la largeur de la barrière de potentiel
c) Quelle est alors la condition sur v_0 pour que les particules ne puissent pas franchir cette barrière?
d) Exprimer la condition en fonction de la différence de potentiel U entre les deux plans.

Barrière magnétique :

entre les plans $x = 0$ et $x = a$, il règne maintenant un champ magnétique uniforme $\vec{B} = -B_0\vec{e}_z$
a) Quel est le rayon de courbure de la trajectoire des particules ?
b) Quelle est la condition sur v_0 pour que les particules ne puissent pas franchir cette barrière?

Barrière électrique

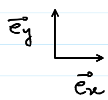


a) Equations horaires du mouvement :

$\vec{E} = E_0\vec{e_x}$; Lorsque la particule pénètre dans la zone $0 < x < a$ elle subit la force $\vec{F_e} = q\vec{E}$ opposée à la vitesse, la particule est donc ralentie ; Le PFD $\Rightarrow$ $m\vec{\gamma} = \vec{F_e}$, la projection $\rightarrow$ $m\frac{d^2x}{dt^2} = qE_0$

$\rightarrow$ $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{q}{m}E_0$

$$\boxed{\begin{cases} v(t) = \frac{dx}{dt} = \frac{qE_0}{m}t - v_0 & (1) \\ x(t) = \frac{1}{2}\frac{qE_0}{m}t^2 - v_0 t + a & (2) \end{cases}}$$



b) à $t = t_0$ la vitesse est nulle $\rightarrow$ $v(t_0) = 0$ (1)
et la particule se trouve en $x(t_0) = 0$ (2)

$0 = \frac{qE_0}{m}t_0 - v_0$ (3)

$0 = \frac{1}{2}\frac{qE_0}{m}t_0^2 - v_0 t_0 + a$ (4)

(3) $\rightarrow$ $\boxed{t_0 = \frac{m v_0}{q E_0}}$

(4) $\rightarrow$ $\boxed{v_0 = \sqrt{\frac{2aqE_0}{m}}}$ (5)

c) Pour ne pas franchir l'axe Oy $(x = 0)$ la vitesse v des particules doit être $\leq v_0$

$\rightarrow$ $\boxed{v \leq \sqrt{\frac{2aqE_0}{m}}}$

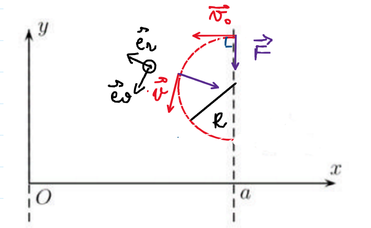
d) On rappelle que $\int_0^a \vec{E}\cdot\vec{dl} = -\int_0^a dU$ $\rightarrow$ $E_0 a = U(0) - U(a) = U$

$$\boxed{v \leq \sqrt{\frac{2qU}{m}}}$$

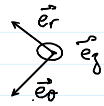
Barrière magnétique

ⓐ $\vec{B} = -B_0 \vec{e_z}$, $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} = q v_0 (-B_0) \underbrace{(\vec{e_\theta} \wedge \vec{e_z})}_{\vec{e_r}}$

$\vec{v} = v_0 \vec{e_\theta}$



PFD $\rightarrow$ $-m\dfrac{v^2}{R} = -q v_0 B_0$ $\rightarrow$ $R = \dfrac{m v_0}{q B_0}$



ⓑ la particule ne va pas franchir la barrière si $R < a$

$\rightarrow$ $\dfrac{m v_0}{q B_0} < a$ $\rightarrow$ $\boxed{v_0 \leqslant \dfrac{q B_0 m}{a}}$