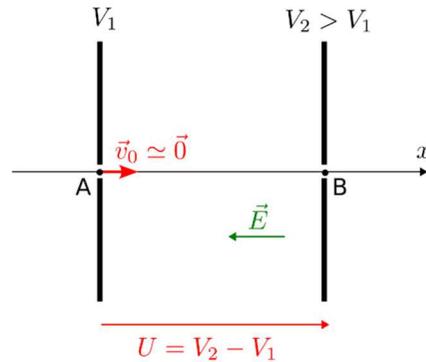


## Accélérateur linéaire

Des électrons pénètrent en A avec une vitesse initiale négligeable  $\vec{v}_0 \approx \vec{0}$  entre deux électrodes (percées afin de permettre leur passage) formant un condensateur plan soumis à la différence de potentiel  $U$  (cf. schéma ci-dessous).

### Rappels :

- ✓ Dans un condensateur, le champ est uniforme ( $E = U/d$ ,  $d$  = distance entre les armatures) et dirigé vers les potentiels décroissants.
- ✓ L'énergie potentielle d'une particule de charge  $q$  placée en point M de potentiel  $V(M)$  est  $E_{pe}(M) = qV(M)$  (énergie potentielle associée à la force électrique  $\vec{f} = q\vec{E}$ ).



1. Justifier que la trajectoire des électrons est rectiligne.
2. Exprimer la variation d'énergie cinétique d'un électron entre les points A et B en fonction de  $e$  et  $U$ .
3. En déduire la vitesse  $v$  des électrons en B en fonction de  $e$ ,  $U$  et  $m$  (masse d'un électron).
4. A.N. : calculer  $v$  pour  $U = 100$  kV,  $m \approx 10^{-30}$  kg. Commenter la valeur obtenue.

### Eléments de réponse

1. Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, l'électron n'est soumis qu'à la composante électrique de la force de Lorentz puisque le poids est toujours négligé pour une particule placée dans un champ électromagnétique.

L'application de la deuxième loi de Newton donne alors  $m\vec{a} = q\vec{E} = -e\vec{E}$ .

Comme le champ électrique est uniforme dans un condensateur, le vecteur accélération est constant donc la trajectoire est rectiligne (uniformément accélérée).

Rq : l'intégration de cette relation permet de répondre aux questions suivantes mais la méthode proposée, via un théorème énergétique, est beaucoup plus rapide.

2. La variation d'énergie mécanique est égale au travail des forces non conservatives or il n'y a pas de forces non conservatives puisque l'énergie potentielle  $E_{pe}(M) = qV(M)$  est associée à la force électrostatique.

$$\text{On a donc } \Delta E_C = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = -\Delta E_{pe} = -(-e(V_2 - V_1)) = eU .$$

3. D'où  $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ .

4. On trouve  $v \approx 1,8 \cdot 10^8$  ms<sup>-1</sup> soit environ la moitié de la vitesse de la lumière dans le vide par conséquent la mécanique classique n'est pas valide pour cette étude, il faut se placer dans le cadre de la mécanique relativiste.