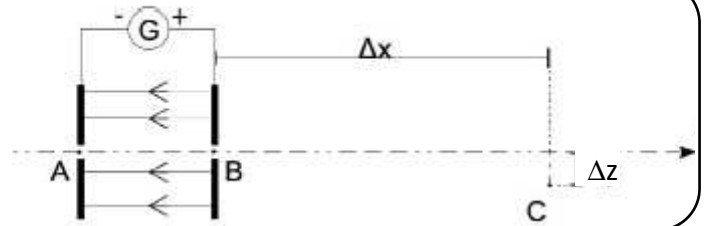


**Exercice 1 : Mouvement d'un électron**

Un champ électrique est créé en appliquant une tension électrique  $U_{AB} = 400 \text{ V}$  constante entre deux plaques verticales en vis-à-vis, distantes de  $d = 1,0 \text{ cm}$ , chacune percée d'un orifice en A et en B. Les lignes de champ sont tracées sur le schéma. Tout le dispositif est sous un vide d'air poussé.



On étudiera comme système {l'électron} considéré comme ponctuel, dans un référentiel terrestre supposé galiléen.

**Données :** charge élémentaire :  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  ; masse de l'électron :  $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ;  
intensité de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ .

**Partie 1 : Étude du champ électrique**

- 1.1. Ce champ électrique est-il un champ scalaire ou vectoriel ?
- 1.2. Dédire du tracé des lignes de champ la direction et le sens du vecteur champ électrique  $\vec{E}$
- 1.3. On admettra que la valeur du champ électrique entre les deux plaques est donnée en tout point par la relation  $\mathbf{E} = \frac{\mathbf{U}}{\mathbf{d}}$  (on néglige les effets de bord). Ce champ est-il uniforme ?
- 1.4. Tracer qualitativement le vecteur champ électrique  $\vec{E}$  au point A, puis au point B.

**Partie 2 : Interprétation qualitative des forces exercées sur l'électron**

On introduit par le trou situé en A un électron, avec une vitesse négligeable. On admet que cet électron, plongé dans le champ électrique  $\vec{E}$ , subit une force électrique  $\vec{F}_{\text{élec}} = q \vec{E}$ , où  $q$  est la charge de l'électron

et  $\mathbf{E} = \frac{\mathbf{U}}{\mathbf{d}}$

- 2.1. Donner les caractéristiques de la force  $\vec{F}_{\text{élec}}$  appliquée à l'électron situé en A.
- 2.2. Comparer l'intensité de  $\vec{F}_{\text{élec}}$  avec celle du poids  $\vec{P}$  de l'électron. Quelle force est négligeable ?
- 2.3. Prévoir qualitativement l'effet des forces sur le mouvement de l'électron.

**Partie 3 : Étude énergétique du mouvement de l'électron entre A et B**

- 3.1. Compléter le schéma avec un axe des altitudes (Oz) orienté, en précisant la référence des énergies potentielles de pesanteur choisie.

Quand l'électron atteint l'orifice en B, son énergie mécanique a augmenté de  $\Delta E_m = 6,4 \times 10^{-17} \text{ J}$ .

- 3.2. L'énergie mécanique du système se conserve-t-elle ?
- 3.3. Quelle est la variation d'énergie potentielle de pesanteur de l'électron lors de son mouvement de A vers B ?
- 3.4. Calculer l'énergie cinétique de l'électron en B.
- 3.5. En déduire la vitesse de l'électron en B.

**Partie 4 : Étude énergétique de la chute de l'électron entre B et C**

L'électron sort de l'orifice B avec une vitesse  $v_B = 1,18 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$ . Au bout de  $\Delta t = 1,00 \times 10^{-6} \text{ s}$ , il parcourt une distance en abscisse  $\Delta x = 1,18 \times 10^1 \text{ m}$  pour atteindre le point C. La variation d'énergie cinétique qu'il subit entre B et C est alors égale à  $\Delta E_c = 4,38 \times 10^{-35} \text{ J}$ .

- 4.1. Quelle(s) force(s) s'applique(nt) au système ?
- 4.2. L'énergie mécanique du système se conserve-t-elle ?
- 4.3. Calculer la perte d'altitude  $\Delta z = z_C - z_B$  entre B et C.
- 4.4. Comparer  $\Delta z$  à  $\Delta x$ . Conclure.

## Exercice 2 : Saut à la perche

On souhaite prévoir l'altitude théorique maximale d'un saut à la perche par un modèle de physique très simple.

Pour cela, on pose plusieurs hypothèses simplificatrices :

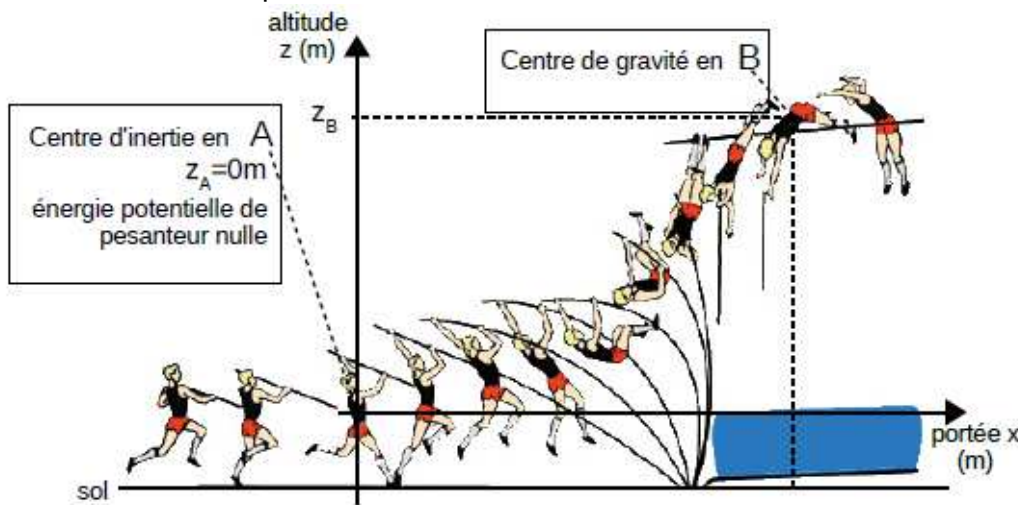
**Hypothèse 1** : le système {athlète + perche} est assimilé à un point matériel situé au centre de gravité de l'athlète, à 1,10 m au dessus du sol ;

**Hypothèse 2** : le mouvement entre les points A et B s'effectue à énergie mécanique constante (système conservatif) ;

**Hypothèse 3** : la vitesse du système à l'altitude maximale est nulle.

- Données** :
- Masse du système {athlète + perche} :  $M = 85,0 \text{ kg}$  ;
  - La vitesse au point A est  $v_A = 10,0 \text{ m.s}^{-1}$  ;
  - La référence des énergies potentielles est choisie au niveau du centre de gravité en A ;
  - Intensité de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ .

On étudie le mouvement entre le point A et B.



1. Donner l'expression littérale de l'énergie mécanique  $E_{m_A}$  du système au point A.
2. Donner l'expression littérale de l'énergie mécanique  $E_{m_B}$  du système au point B.
3. Exprimer puis calculer l'altitude théorique maximale  $z_B$  atteinte au point B.

« Le record du monde du saut à la perche est actuellement détenu par le Français Renaud Lavillenie, hauteur de 6,16 m (par rapport au sol) le 15 février 2014 lors du Pole Vault Stars de Donetsk en Ukraine »  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Record\\_du\\_monde\\_du\\_saut\\_%C3%A0\\_la\\_perche](https://fr.wikipedia.org/wiki/Record_du_monde_du_saut_%C3%A0_la_perche)

4. Montrer que le record de Renaud Lavillenie est proche de la hauteur du saut étudié précédemment.
5. Comment pourrait-on améliorer encore ces performances ?

## Exercice 3 : « Grêlon »

Un grêlon de masse  $m = 13,0 \text{ g}$  chute depuis la position A, avec une vitesse initiale  $v_A = 10 \text{ m.s}^{-1}$ .

On prendra la sol comme origine pour l'altitude et l'énergie potentielle.

1. Donner l'expression de l'énergie mécanique de ce grêlon au début de sa chute en A.
2. On suppose que le grêlon n'est soumis à aucun frottement. Déterminer, en le justifiant, l'expression de la vitesse  $v_B$ , atteinte par le grêlon en B. Calculer la valeur de cette vitesse en  $\text{km.h}^{-1}$  et commenter le résultat.
3. En réalité le grêlon touche le sol avec une vitesse  $v'_B = 160 \text{ km.h}^{-1}$ . Comment expliquer la différence avec le calcul précédent ?

