Série n° 16

(Mouvement dans les champs gravitationnel et électrique)

Entre deux plaques parallèles, distantes d'une distance **d** et reliées aux bornes d'un générateur continu de tension **U**, est établi un champ électrique uniforme $\left\|\overrightarrow{\mathbf{E}}\right\| = \dfrac{\mathbf{U}}{\mathbf{d}}$.

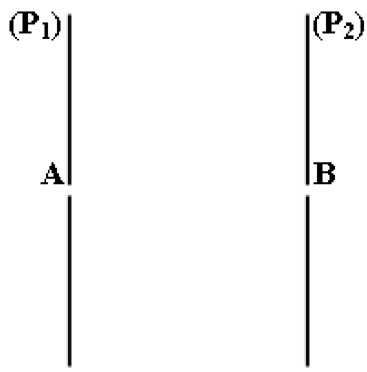
Le vecteur champ électrique $\overrightarrow{\mathbf{E}}$ est dirigé de la plaque positive vers la plaque négative.

Le travail d'une force électrostatique $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ au cours d'un déplacement d'une charge **q** d'un point **A** de potentiel $\mathbf{V_A}$ à un point **B** de potentiel $\mathbf{V_B}$ est :

$$\mathbf{W}(\overrightarrow{\mathbf{F}})_{\mathbf{A\to B}} = \overrightarrow{\mathbf{F}} \times \overrightarrow{\mathbf{AB}} = \mathbf{q}.\overrightarrow{\mathbf{E}} \times \overrightarrow{\mathbf{AB}} = \mathbf{q}.(\mathbf{V_A} - \mathbf{V_B})$$

Exercice n° 1 :

Un champ électrique uniforme $\overrightarrow{\mathbf{E}}$ règne entre deux plaques verticales ($\mathbf{P_1}$) et ($\mathbf{P_2}$), distantes d'une distance **d** et portées respectivement aux potentiels électriques $\mathbf{V_1}$ et $\mathbf{V_2}$. Un proton de charge **q** et de masse **m** pénètre d'un trou **A** de la plaque ($\mathbf{P_1}$) avec une vitesse supposée nulle, il est accéléré vers un trou **B** dans la plaque ($\mathbf{P_2}$). On néglige l'effet du poids.



1) Préciser la charge du proton. En déduire le signe de charge de chacune des plaques.

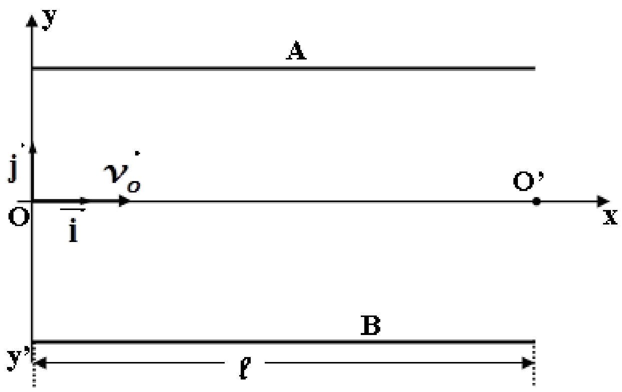
2) **a.** Représenter la force électrostatique exercée sur la particule en mouvement.
b. Représenter sur la figure le vecteur champ électrostatique.
c. Calculer le travail de la force électrostatique de la plaque ($\mathbf{P_1}$) à la plaque ($\mathbf{P_2}$).

3) En appliquant le théorème de la variation de l'énergie cinétique, exprimer la vitesse $v_\mathbf{B}$ du proton au point **B** en fonction de **e**, **U** et **m**. Calculer sa valeur.

On donne **:** $\mathbf{|V_1 - V_2| = U = 500\ V}$; $\mathbf{e = 1{,}6.10^{-19}}$ **C** et $\mathbf{m = 1{,}67.10^{-27}}$ **kg**.

Exercice n° 2 :

Un faisceau de proton homocinétique horizontal de vitesse v_0 = $\mathbf{6.10^5\ m.s^{-1}}$ pénètre en **O**, origine du repère $(\mathbf{O}\,;\overrightarrow{\mathbf{i}}\,;\overrightarrow{\mathbf{j}})$, entre les armatures horizontales **A** et **B**. Les armatures sont de longueur ℓ = **10 cm** et distantes l'une de l'autre de **d = 8 cm**. On établit entre **A** et **B** une tension $\mathbf{U = V_A - V_B = 2\ kV}$.



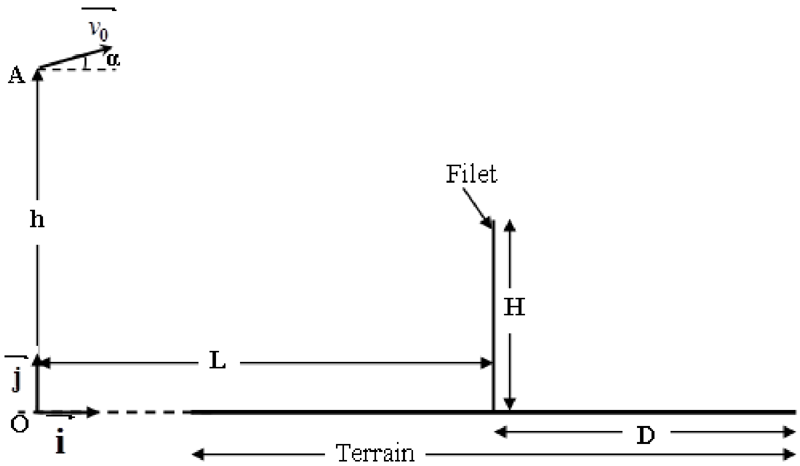
1) Indiquer le sens du champ électrique $\overrightarrow{E}$ maintenu entre **A** et **B**.
2) Chercher les composantes du vecteur accélération de la particule dans le repère $(O ; \vec{i} ; \vec{j})$ en fonction de **e**, **U**, **m** et **d**.
3) Etablir les équations horaires du mouvement de la particule selon les axes (**x'Ox**) et (**y'Oy**).
4) Etablir l'équation de la trajectoire de la particule dans le repère $(O ; \vec{i} ; \vec{j})$.
5) Montrer que le faisceau de protons ne heurte aucune plaque. Représenter l'allure de la trajectoire.
6) A quel instant le proton sort du champ ? Déterminer à cet instant la valeur du vecteur vitesse et l'angle **α** que fait $\vec{v}$ avec l'axe (**x'Ox**).

On donne : la masse d'un proton $m = 1{,}67.10^{-27}$ **kg** et $e = 1{,}6.10^{-19}$**C**.

Exercice n° 3 :

Au volley-ball, le joueur qui effectue le service, frappe la balle d'un point **A** à la hauteur **h = 3,5 m** et à la distance **L = 12 m** du filet.

La hauteur du filet est **H = 2,43 m**. La ligne de fond du camp adverse est à **D = 9 m** du filet. Pour que le service soit bon, il faut que la balle passe au-dessus du filet et touche le sol dans le camp adverse.



Pour simplifier, on assimile la balle à un point matériel et on néglige la résistance de l'air. La balle quitte le point A à la date **t = 0 s** avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ faisant un angle **α = 7°** avec l'horizontale et de valeur **18 m.s^{-1}**.

1) Etablir dans un repère $(O ; \vec{i} ; \vec{j})$ l'équation de la trajectoire du mouvement de la balle. On prendra $\|\vec{g}\| = 9{,}8\ m.s^{-1}$.
2) A quel instant la balle passe-t-elle au-dessus du filet ? A quelle hauteur se trouve-t-elle alors ?
3) A quel instant la balle touche-t-elle le sol si elle n'est pas interceptée par un joueur adversaire ? Le service est-il bon ?
4) Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse de la balle lorsqu'elle touche le sol.