Energie potentielle électrostatique

I-Travail d'une force électrostatique dans un champ uniforme :

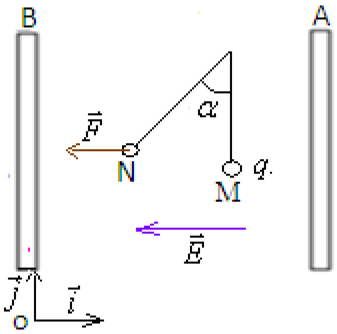
1)Activité expérimentale :

On place un pendule électrostatique ente deux plaques conductrices planes et parallèles séparées d'une distance d, la boule du pendule porte une charge q>0.

A l'absence du champ électrique la boule se trouve au point M (le pendule est vertical).

$U_{AB}>0 \Rightarrow V_A > V_B$

$\vec{E}$: a le sens des *potentiels décroissants*, donc $\vec{E}$ dirigé de A vers B.



En appliquant une d.d.p. $U_{AB}>0$ entre A et B, il apparait entre les plaques un champ électrique uniforme dont le vecteur $\vec{E}$ est uniforme qui a le même sens que les potentielles décroissants donc la boule est soumise a une force électrostatique $\vec{F} = q.\vec{E}$ qui a le même sens que $\vec{E}$ car q >0 et elle se déplace de M à N provoquant l'inclinaison du pendule de l'angle α .

2)Travail de la force électrostatique :

Déterminons le travail de la force électrostatique durant le déplacement MN.

$$W_{M \to N}\vec{F} = \vec{F}.\overrightarrow{MN} = q.\vec{E}.\overrightarrow{MN}$$

Considérons le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$ dont le vecteur unitaire $\vec{i}$ a le sens contraire de $\vec{E}$, son origine O confondu avec la plaque ayant le plus petit potentiel.

$$\overrightarrow{MN}\begin{vmatrix} x_N - x_M \\ y_N - y_M \end{vmatrix} \quad \text{et :} \quad \vec{E}\begin{vmatrix} -E \\ 0 \end{vmatrix}$$

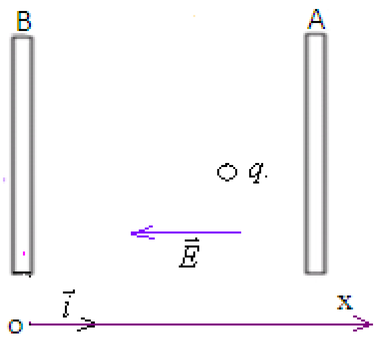
donc : $$W_{M \to N}\vec{F} = qE(x_M - x_N) \qquad W_{M \to N}\vec{F} = q.\begin{vmatrix} -E \\ 0 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} x_N - x_M \\ y_N - y_M \end{vmatrix} = -q.E.(x_N - x_M) = qE(x_M - x_N)$$

II-Energie potentiel de életrostatique :

1) Définition de l'énergie potentielle électrostatique :

L'énergie potentielle électrostatique d'une charge q posée en un point M d'un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ est donnée par la relation suivante :

$$E_{pe} = q.E.x$$



On considère comme état de référence de l'énergie potentielle électrostatique le point O correspondant la position de la plaque ayant le plus petit potentiel.

2) Le potentiel électrostatique :

Le produit : $E.x$, s'appelle ***le potentiel électrostatique*** noté V d'un point du champ électrostatique par rapport au point de référence O de potentiel nul.

Donc l'énergie potentielle électrostatique : $E_{pe} = q.V$ avec : V= q . E

3) Relation entre le potentiel électrostatique et le champ électrostatique :

$WF_{A\to B} = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = q\vec{E}.\overrightarrow{AB} = q.E(x_B - x_A) = q(V_B - V_A) = q.U_{AB}$

On a : $q.\vec{E}.\overrightarrow{AB} = q.(V_B - V_A) \quad \Rightarrow \quad \boxed{V_B - V_A = \vec{E}.\overrightarrow{AB}}$ (donc : U_{AB}= d.E)

Donc de la force électrostatique durant le déplacement AB.

$$\boxed{WF_{A\to B} = q(V_A - V_B) = q.U_{AB}}$$

- si : q et U_{AB} ont mêmes signes : $WF_{A\to B} > 0$
- si : q et U_{AB} ont des signes contraires : $WF_{A\to B} < 0$

Remarque : La variation de l'énergie potentielle électrostatique entre deux points A et B : $\Delta E_{pe} = Epe_B - Epe_A$

$Epe_B = q.E.x_B = q.V_B$

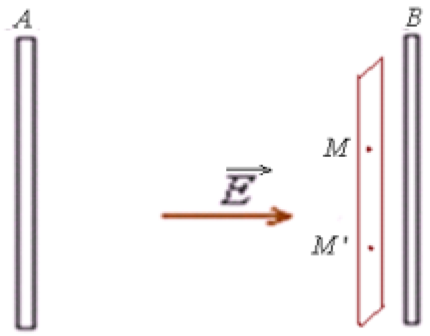
$Epe_A = q.E.x_A = q.V_A$

donc : $\boxed{\Delta E_{pe} = q(V_B - V_A) = -q.U_{AB}}$

D'après les relations précédentes on a : $\Delta E_{pe\,A\to B} = -q.U_{AB}$ et : $WF_{A\to B} = q.U_{AB} \Rightarrow \boxed{WF_{A\to B} = -\Delta Epe_{A\to B}}$

3) Les plans équipotentiels :

Considérons deux points Met M' qui se trouvent dans le même plan parallèle aux plaques qui est un plan perpendiculaire aux lignes de champ électrostatique.



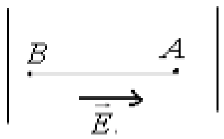
$V_M - V_{M'} = \vec{E}.\overrightarrow{MM'} = E.MM'.\cos(\vec{E},\overrightarrow{MM'}) = E.MM'.\cos\frac{\pi}{2} = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{V_M = V_{M'}}$

donc les deux points M et N ont le même potentiel.

Le champ électrique entre deux plaques conductrices et parallèle distantes de d est un champ uniforme et tous les points qui se trouvent dans un plan perpendiculaire aux lignes de champ ont mémé potentiel.

III-Conservation de l'énergie totale d'une particule chargée :

Considérons une particule de charge q et de masse m qui se déplace dans un champ magnétique uniforme de A à B.
En appliquant le théorème de l'énergie cinétique de A à B sur la particule .



$\Delta Ec_{A\to B} = WF_{A\to B} + \underbrace{WP_{A\to B}}_{0}$

$\Delta Ec_{A\to B} = WF_{A\to B}$

et on a : $\Delta Epe_{A\to B} = -WF_{A\to B}$ **donc :** $WF_{A\to B} = -\Delta Epe_{A\to B}$

$\Rightarrow E_{cB} - E_{cA} = -(E_{peB} - E_{peA})$

$\Rightarrow E_{cB} + E_{peB} = E_{cA} + E_{peA}$

On pose : $\xi = E_c + E_{pe}$ L'énergie totale de la particule. $\xi_B = \xi_A$

donc l'énergie totale de la particule se conserve.

SBIRO Abdelkrim Lycée agricole d'Oulad-Taima région d'Agadir royaume du Maroc
Pour toute observation contactez moi
Sbiabdou@yahoo.fr