

Energie potentielle électrostatique

1. Travail de la force électrostatique

Une charge est transportée de A (point de départ) vers B (point d'arrivée) dans le champ électrostatique uniforme. (Pour que ce déplacement se fasse il faut bien sûr qu'il y ait des forces extérieures appropriées qui agissent sur q). Considérons le repère d'axe Ox (parallèle au champ électrostatique \vec{E} et orienté dans le sens opposé à \vec{E}).

Le champ \vec{E} est constant. La force électrostatique $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ est donc constante au cours du déplacement, donc son travail $W(\vec{F})$ est indépendant du chemin suivi.

le cas du déplacement d'une charge positive

$$W(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$$

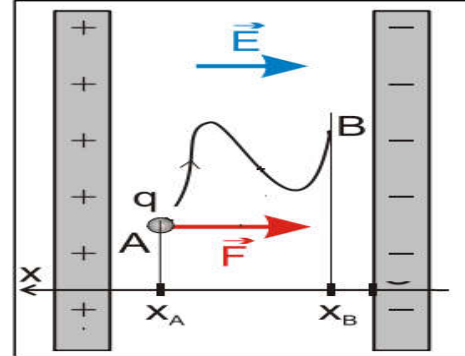
$$\text{Avec } \vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

$$W(\vec{F}) = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{AB}$$

$$\text{Avec } \vec{E} = \begin{pmatrix} -E \cdot \vec{i} \\ 0 \cdot \vec{j} \end{pmatrix} \text{ et } \vec{AB} = \begin{pmatrix} (x_B - x_A) \cdot \vec{i} \\ (y_B - y_A) \cdot \vec{j} \end{pmatrix}$$

$$\text{Donc } W(\vec{F}) = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{AB} = -q \cdot E \cdot (x_B - x_A)$$

$$W(\vec{F}) = q \cdot E \cdot (x_A - x_B)$$



L'expression mathématique du travail de la force électrostatique \vec{F} s'exerçant sur une charge q quelconque dans un champ électrostatique uniforme \vec{E} s'écrit :

$$W(\vec{F}) = q \cdot E \cdot (x_A - x_B)$$

Avec A point initial et B point final.

où l'axe Ox est parallèle au champ électrostatique et dirigé dans le sens opposé à \vec{E}).

2- Energie potentielle d'une charge q placée dans un champ électrostatique uniforme

2-1- L'énergie potentielle

L'énergie potentielle électrostatique d'une charge q quelconque située en un point d'abscisse x dans un champ électrostatique uniforme \vec{E} , vaut : $E_{p, \text{élect}} = q \cdot E \cdot x + C^{\text{te}}$ Elle dépend du niveau de référence choisi !

2-2- La variation de l'énergie potentielle électrostatique

La variation de l'énergie potentielle électrostatique d'une charge q quelconque dans un champ électrostatique uniforme \vec{E} vaut :

$$\Delta E_{p, \text{élect}} = q \cdot E \cdot x_B - q \cdot E \cdot x_A = q \cdot E \cdot (x_B - x_A) = -W(\vec{F})$$

Elle est indépendante du niveau de référence choisi.

3- Potentiel électrique

3-1- Définition

On appelle V_A le potentiel électrique au point A.

Le potentiel électrique est une grandeur physique qui caractérise l'état électrique de chaque point de l'espace où règne le champ électrique. Son unité en SI est le volt : V

3-2- Potentiel d'un point d'un champ uniforme

le potentiel d'un point d'un champ uniforme d'abscisse x s'écrit: $V = E \cdot x$

Alors V ne dépend que de la position du point et du champ électrique.

Remarque

D'après la relation : $V = E \cdot x$; on a

- Nouvelle unité pour l'intensité du champ électrique E : le volt/mètre (V/m)

- Nouvelle expression pour l'énergie potentielle électrique : $E_{p, \text{élect}} = q \cdot V + C^{\text{te}}$

- Nouvelle expression pour le travail de la force électrique : $W(\vec{F}) = q \cdot (V_A - V_B)$

3-3- Différence de potentiel électrique : tension électrique

Définitions Lorsqu'une charge se déplace d'un point initial A de potentiel V_A vers un point B de potentiel V_B , alors la différence de potentiel entre le point final et le point initial est : $\Delta V = V_B - V_A$

Remarque

Une différence de potentiel est appelée tension électrique. La tension entre A et B est notée : $U_{AB} = V_B - V_A$

3-3- Relation entre tension aux bornes d'un condensateur et distance entre les plaques

D'après la relation de potentiel $V=E.x$

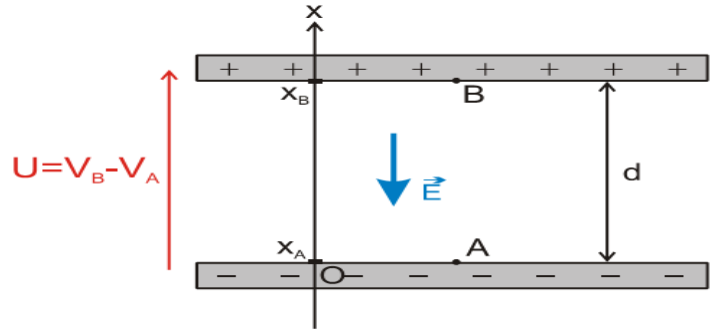
En A : $V_A=E.x_A$

En B : $V_B=E.x_B$

Alors $V_B - V_A = E.x_B - E.x_A = E(x_B - x_A)$

$$U_{BA}=E.d$$

$$E=\frac{U_{BA}}{d}$$



Remarque

- les tensions sont représentées par des flèches allant du potentiel moins élevé vers le potentiel plus élevé.
- Dans un champ uniforme, l'axe Ox est dirigé toujours dans le sens des potentiels croissants.
- le vecteur champ électrostatique, est dirigé toujours du potentiel plus élevé vers potentiel moins élevé.

4- Conservation de l'énergie totale d'une particule chargée soumise à une force électrostatique.

On considère une particule de charge q et de masse m , se déplace dans une région de l'espace où règne un champ électrique uniforme \vec{E} , du point A vers un point B.

D'après la théorème de l'énergie cinétique entre A et B avec :

- le poids de la particule est négligeable devant la force électrostatique

- Mouvement de la particule sans frottement

- L'énergie totale de la particule

$$E_T = E_C + E_{p,\text{élect}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + q \cdot V + C^{\text{te}}$$

- La variation de l'énergie totale d'une particule chargée soumise à une force électrostatique est :

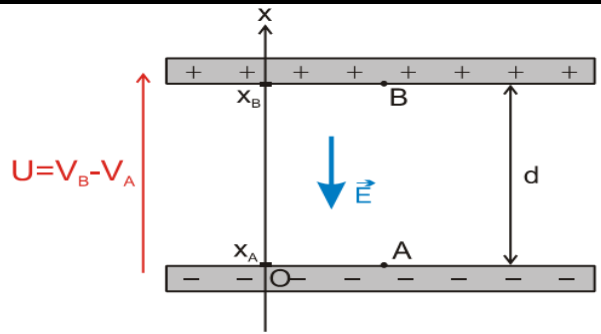
$$\Delta E_T = \Delta E_C + \Delta E_{p,\text{élect}}$$

$$\text{on sait que } \Delta E_{p,\text{élect}} = q \cdot E \cdot x_B - q \cdot E \cdot x_A = q \cdot E \cdot (x_B - x_A) = -W_{AB}(\vec{F})$$

$$\text{D'après la théorème de l'énergie cinétique : } \Delta E_C = W_{AB}(\vec{F})$$

$$\text{donc } \Delta E_T = W_{AB}(\vec{F}) - W_{AB}(\vec{F}) = 0$$

- L'énergie totale d'une particule de charge électrique q se déplace dans une région de l'espace où règne un champ électrique uniforme \vec{E} sans frottement soumise à la seule action de la force électrique se conserve.



fin