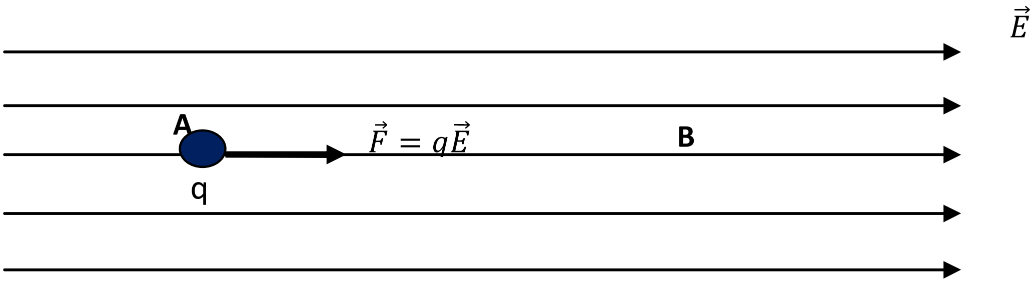
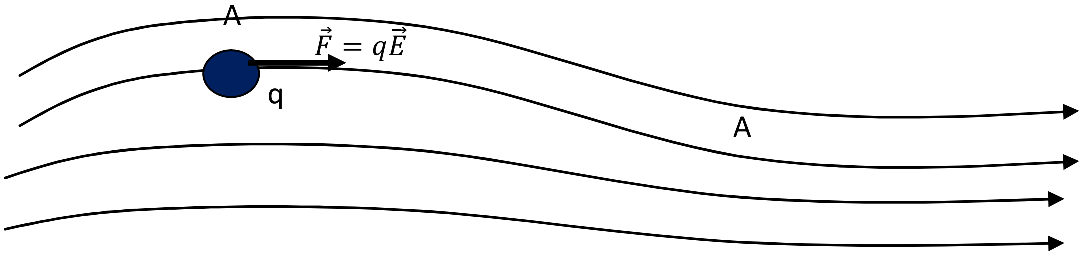
ENERGIA POTENZIALE E POTENZIALE ELETTRICO

Se una carica si trova in presenza di un campo elettrico uniforme è soggetta ad una forza $\vec{F} = q\vec{E}$ che accelera la carica. Il campo compie un lavoro per spostare la carica da un punto A ad un punto B pari a:



$L_{A\to B} = F \cdot \Delta S = q \cdot E \cdot \Delta S = q \cdot E \cdot \overline{AB}$

Se il campo non è uniforme la situazione è analoga ma per determinare il lavoro si fa uso del calcolo integrale:



$$L_{A\to B} = \int_A^B q \cdot E \cdot ds$$

Il campo elettrico è **conservativo** (esattamente come il campo gravitazionale) quindi il lavoro $L_{A\to B}$ non dipende dal cammino percorso dalla carica ma soltanto dalla posizione iniziale (A) e dalla posizione finale (B). Si può definire una funzione (ENERGIA POTENZIALE) **U** tale che la sua variazione è pari al lavoro svolto. $L_{A\to B} = U_A - U_B$

La funzione **U** dipenderà dalla particolare distribuzione di carica. L'energia potenziale in un determinato punto A viene definito come il lavoro che il campo compie per spostare una carica dal punto A all'infinito. (normalmente $U_\infty = 0$).

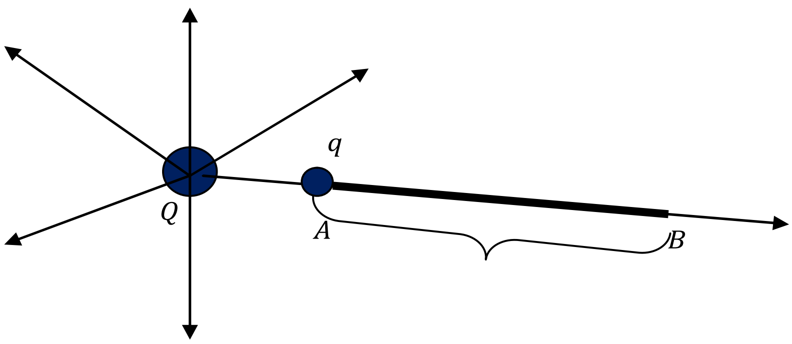
Nel caso di una carica puntiforme l'energia potenziale è definita in questo modo: $U_r = k\frac{Q\cdot q}{r}$ dove Q indica la carica che genera il campo mentre q è la carica soggetta all'azione del campo. Come si può notare $U_r \to 0 \; per \;\; r \to \infty$.

ESEMPIO:

Supponiamo che le cariche siano entrambe positive:

$$L_{A\to B} = k\frac{Q\cdot q}{r_A} - k\frac{Q\cdot q}{r_B}$$

$$L_{A\to B} = kQq\left[\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right]$$

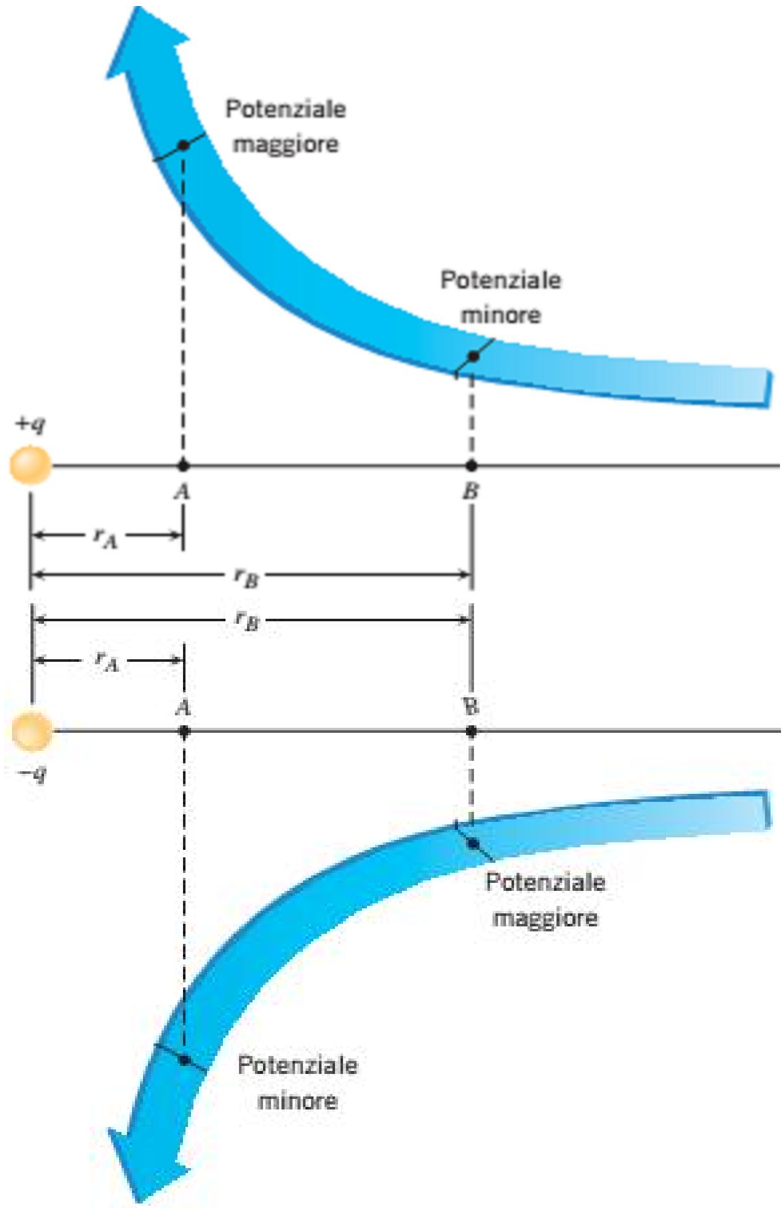


Come si può notare l'energia potenziale dipende dalla carica di prova q mentre spesso è utile disporre di una funzione indipendente da questa. La funzione cercata si chiama POTENZIALE $V = \frac{U}{q}\left[\frac{J}{C}\right]$. A questa unità di misura si dà il nome di VOLT (V) in onore di Alessandro Volta. Il potenziale non è altro che l'energia potenziale di una carica unitaria.

$$L_{A\to B} = U_A - U_B = q \cdot V_A - \; q \cdot V_B = -q \cdot (V_B - V_A) = -q \cdot \Delta V$$

Le figure a lato mostrano l'andamento del potenziale generato da una carica puntiforme positiva e una negativa in funzione della distanza.

Una carica positiva si muove sempre verso il potenziale minore mentre una carica negativa si muove sempre verso potenziale maggiore.



Riprendiamo l'espressione del lavoro del campo elettrico uniforme:

$$L_{A\to B} = q \cdot E \cdot \Delta S$$

Nella pagina precedente abbiamo scritto:

$$L_{A\to B} = -q \cdot \Delta V$$

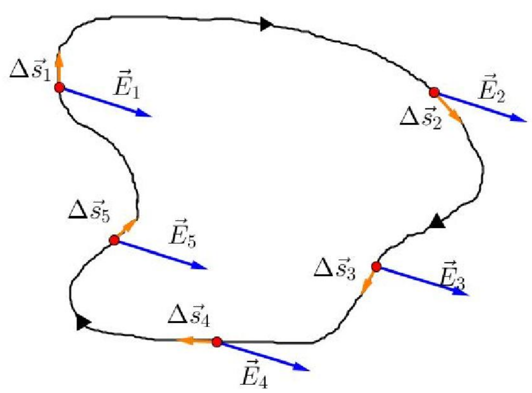
Uguagliando queste due espressioni si ottiene:

$$q \cdot E \cdot \Delta S = -q \cdot \Delta V$$

Da cui segue: $\boldsymbol{E} = -\frac{\Delta \boldsymbol{V}}{\Delta \boldsymbol{S}}$

Questa relazione è valida solo se il campo elettrico è uniforme.

CIRCUITAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO STATICO (INDIPENDENTE DAL TEMPO)



Il campo elettrico è **conservativo** quindi il lavoro $L_{A\to B}$ non dipende dal cammino percorso dalla carica ma soltanto dalla posizione iniziale e dalla posizione finale. Questo significa che se la carica segue un percorso chiuso il lavoro del campo è nullo $L_{A\to B} = 0$

Questo concetto può essere riformulato introducendo una nuova grandezza chiamata **circuitazione**.

Si consideri (vedi figura) una linea chiusa e orientata in presenza di un campo elettrico $\vec{E}$. $\Delta\vec{s}_1$, $\Delta\vec{s}_2$,… $\Delta\vec{s}_n$ sono dei piccoli spostamenti sulla linea. Supponiamo che, in corrispondenza dei vari spostamenti $\Delta\vec{s}_i$, il campo elettrico $\vec{E}$ abbia rispettivamente i valori $\vec{E}_i$. Definiamo allora la circuitazione del campo elettrico lungo il percorso da scelto come la somma dei <u>prodotti scalari</u> tra il valore del campo elettrico $\vec{E}i$ e il corrispondente spostamento $\Delta\vec{s}_i$. $C(\vec{E}) = \sum_i \vec{E}_i \cdot \Delta\vec{S}_i$ moltiplicando per la carica di prova q si ha: $q \cdot C(\vec{E}) = q \cdot \sum_i \vec{E}_i \cdot \Delta\vec{S}_i = \sum_i q \cdot \vec{E}_i \cdot \Delta\vec{S}_i = \sum_i \vec{F}_i \cdot \Delta\vec{S}_i = L_{(perc.\ chiuso)} = 0$

Di conseguenza $C(\vec{E}) = 0$.