

Elettrostatica #6

Il potenziale elettrico

2 febbraio 2023

Lavoro della forza elettrostatica

Lavoro della forza elettrostatica

Consideriamo una carica q in un campo elettrico \vec{E} che si sposta dal punto A al punto B .

Lavoro della forza elettrostatica

Consideriamo una carica q in un campo elettrico \vec{E} che si sposta dal punto A al punto B .

- ▶ In ogni punto del percorso seguito la carica è soggetta a una forza elettrica $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$

Lavoro della forza elettrostatica

Consideriamo una carica q in un campo elettrico \vec{E} che si sposta dal punto A al punto B .

- ▶ In ogni punto del percorso seguito la carica è soggetta a una forza elettrica $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$

Come la forza di gravità, la forza elettrica è **conservativa**:

Lavoro della forza elettrostatica

Consideriamo una carica q in un campo elettrico \vec{E} che si sposta dal punto A al punto B .

- ▶ In ogni punto del percorso seguito la carica è soggetta a una forza elettrica $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$

Come la forza di gravità, la forza elettrica è **conservativa**:

- ▶ il lavoro compiuto da \vec{F} sulla carica q non dipende dal percorso seguito, ma solo dai punti A e B .

Energia potenziale elettrostatica

Ricordiamo che il lavoro è una grandezza scalare con le stesse dimensioni di un'energia.

Energia potenziale elettrostatica

Ricordiamo che il lavoro è una grandezza scalare con le stesse dimensioni di un'energia.

Se $L_{A \rightarrow B}$ è il lavoro compiuto dalla forza elettrica, allora

$$L_{A \rightarrow B} = U_A - U_B = -\Delta U$$

dove U è l'**energia potenziale elettrostatica** della carica q .

Energia potenziale elettrostatica

Ricordiamo che il lavoro è una grandezza scalare con le stesse dimensioni di un'energia.

Se $L_{A \rightarrow B}$ è il lavoro compiuto dalla forza elettrica, allora

$$L_{A \rightarrow B} = U_A - U_B = -\Delta U$$

dove U è l'**energia potenziale elettrostatica** della carica q .

- L'energia potenziale U dipende dal campo \vec{E} e dal punto in cui si trova la carica q

Esempio: energia in un campo uniforme

Esempio: energia in un campo uniforme

Consideriamo un campo elettrico **uniforme** \vec{E} nel piano cartesiano Oxy parallelo all'asse x .

Esempio: energia in un campo uniforme

Consideriamo un campo elettrico **uniforme** \vec{E} nel piano cartesiano Oxy parallelo all'asse x .

- Se una carica q passa da $A = (x_A, y_A)$ a $B = (x_B, y_B)$

$$L_{A \rightarrow B} = qE (x_B - x_A) = (-qE \cdot x_A) - (-qE \cdot x_B)$$

Esempio: energia in un campo uniforme

Consideriamo un campo elettrico **uniforme** \vec{E} nel piano cartesiano Oxy parallelo all'asse x .

- ▶ Se una carica q passa da $A = (x_A, y_A)$ a $B = (x_B, y_B)$

$$L_{A \rightarrow B} = qE (x_B - x_A) = (-qE \cdot x_A) - (-qE \cdot x_B)$$

- ▶ Dunque l'energia potenziale della carica q in un punto generico $P = (x, y)$ risulta

$$U_P = -qE \cdot x$$

Esempio: energia in un campo radiale

Esempio: energia in un campo radiale

Consideriamo il campo elettrico \vec{E} generato da una singola carica puntiforme Q .

Esempio: energia in un campo radiale

Consideriamo il campo elettrico \vec{E} generato da una singola carica puntiforme Q .

- In analogia con la forza di gravità, l'energia potenziale di una carica q a distanza r da Q risulta

$$U = k \frac{Q \cdot q}{r}$$

Esempio: energia in un campo radiale

Consideriamo il campo elettrico \vec{E} generato da una singola carica puntiforme Q .

- In analogia con la forza di gravità, l'energia potenziale di una carica q a distanza r da Q risulta

$$U = k \frac{Q \cdot q}{r}$$

- Se q passa da A a B , il lavoro compiuto è

$$L_{A \rightarrow B} = U_A - U_B = k \cdot Qq \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

Differenza di energia potenziale

Differenza di energia potenziale

Contrariamente all'energia potenziale in sé, è la differenza di energia potenziale ad avere un significato fisico:

$$L_{A \rightarrow B} = U_A - U_B$$

Differenza di energia potenziale

Contrariamente all'energia potenziale in sé, è la differenza di energia potenziale ad avere un significato fisico:

$$L_{A \rightarrow B} = U_A - U_B$$

- L'energia potenziale U può essere sempre modificata aggiungendo una costante (la differenza non cambia)

Differenza di energia potenziale

Contrariamente all'energia potenziale in sé, è la differenza di energia potenziale ad avere un significato fisico:

$$L_{A \rightarrow B} = U_A - U_B$$

- ▶ L'energia potenziale U può essere sempre modificata aggiungendo una costante (la differenza non cambia)
- ▶ Comunque scelto un punto P è possibile modificare l'energia potenziale in modo che $U_P = 0$

Potenziale elettrico: definizione

Potenziale elettrico: definizione

Consideriamo un campo elettrico \vec{E} .

Potenziale elettrico: definizione

Consideriamo un campo elettrico \vec{E} .

Il **potenziale elettrico** V è un campo scalare che associa a ogni punto P dello spazio una grandezza scalare V_P .

Potenziale elettrico: definizione

Consideriamo un campo elettrico \vec{E} .

Il **potenziale elettrico** V è un campo scalare che associa a ogni punto P dello spazio una grandezza scalare V_P .

► *Qual è il legame tra il campo \vec{E} e il suo potenziale V ?*

Potenziale elettrico: definizione

Consideriamo un campo elettrico \vec{E} .

Il **potenziale elettrico** V è un campo scalare che associa a ogni punto P dello spazio una grandezza scalare V_P .

► *Qual è il legame tra il campo \vec{E} e il suo potenziale V ?*

Se una carica q passa da A a B , allora il lavoro compiuto dalla forza elettrica è

$$L_{A \rightarrow B} = qV_A - qV_B = -q\Delta V$$

Potenziale elettrico: proprietà

Potenziale elettrico: proprietà

- ▶ Il potenziale V dipende solo dal campo elettrico \vec{E}

Potenziale elettrico: proprietà

- ▶ Il potenziale V dipende solo dal campo elettrico \vec{E}
- ▶ La grandezza significativa in Fisica è la **differenza di potenziale** tra due punti: $V_A - V_B$

Potenziale elettrico: proprietà

- ▶ Il potenziale V dipende solo dal campo elettrico \vec{E}
- ▶ La grandezza significativa in Fisica è la **differenza di potenziale** tra due punti: $V_A - V_B$
- ▶ Se una carica elettrica q si trova in un punto P , allora

$$U_P = q \cdot V_P \implies V_P = U_P/q$$

Potenziale elettrico: proprietà

- ▶ Il potenziale V dipende solo dal campo elettrico \vec{E}
- ▶ La grandezza significativa in Fisica è la **differenza di potenziale** tra due punti: $V_A - V_B$
- ▶ Se una carica elettrica q si trova in un punto P , allora

$$U_P = q \cdot V_P \implies V_P = U_P / q$$

- ▶ L'unità di misura del potenziale elettrico è il **volt** (V):

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J} / 1 \text{ C}$$

Potenziale elettrico: esempi

Potenziale elettrico: esempi

- ▶ Campo elettrico uniforme (vedi sopra)

Potenziale elettrico: esempi

- ▶ Campo elettrico uniforme (vedi sopra)

$$U_P = -qE \cdot x_P \implies V_P = -E \cdot x_P$$

Potenziale elettrico: esempi

- ▶ Campo elettrico uniforme (vedi sopra)

$$U_P = -qE \cdot x_P \implies V_P = -E \cdot x_P$$

- ▶ Campo elettrico generato da una singola carica Q

Potenziale elettrico: esempi

- ▶ Campo elettrico uniforme (vedi sopra)

$$U_P = -qE \cdot x_P \implies V_P = -E \cdot x_P$$

- ▶ Campo elettrico generato da una singola carica Q

$$U_P = k \frac{Q \cdot q}{r_P} \implies V_P = k \frac{Q}{r_P}$$

Potenziale elettrico: esempi

- ▶ Campo elettrico uniforme (vedi sopra)

$$U_P = -qE \cdot x_P \implies V_P = -E \cdot x_P$$

- ▶ Campo elettrico generato da una singola carica Q

$$U_P = k \frac{Q \cdot q}{r_P} \implies V_P = k \frac{Q}{r_P}$$

N.B. Il campo elettrico \vec{E} è diretto dai punti a potenziale maggiore verso i punti a potenziale minore

Superfici equipotenziali

Superfici equipotenziali

Le **superfici equipotenziali** sono insiemi di punti in cui il potenziale elettrico ha lo stesso valore.

Superfici equipotenziali

Le **superfici equipotenziali** sono insiemi di punti in cui il potenziale elettrico ha lo stesso valore.

Esempi:

Superfici equipotenziali

Le **superfici equipotenziali** sono insiemi di punti in cui il potenziale elettrico ha lo stesso valore.

Esempi:

- ▶ Le superfici equipotenziali in un campo uniforme sono piani perpendicolari al campo

Superfici equipotenziali

Le **superfici equipotenziali** sono insiemi di punti in cui il potenziale elettrico ha lo stesso valore.

Esempi:

- ▶ Le superfici equipotenziali in un campo uniforme sono piani perpendicolari al campo
- ▶ Le superfici equipotenziali in un campo generato da una carica Q sono sfere di centro Q

Superfici equipotenziali: proprietà

Superfici equipotenziali: proprietà

Il campo elettrico \vec{E} è **perpendicolare** a qualsiasi superficie equipotenziale S .

Superfici equipotenziali: proprietà

Il campo elettrico \vec{E} è **perpendicolare** a qualsiasi superficie equipotenziale S .

Dimostrazione:

- Consideriamo una carica q vincolata alla superficie S , che passa da un punto A a un punto B

Superfici equipotenziali: proprietà

Il campo elettrico \vec{E} è **perpendicolare** a qualsiasi superficie equipotenziale S .

Dimostrazione:

- ▶ Consideriamo una carica q vincolata alla superficie S , che passa da un punto A a un punto B
- ▶ Il lavoro della forza elettrica è $L_{A \rightarrow B} = 0$ (perché?)

Superfici equipotenziali: proprietà

Il campo elettrico \vec{E} è **perpendicolare** a qualsiasi superficie equipotenziale S .

Dimostrazione:

- ▶ Consideriamo una carica q vincolata alla superficie S , che passa da un punto A a un punto B
- ▶ Il lavoro della forza elettrica è $L_{A \rightarrow B} = 0$ (perché?)
- ▶ La forza (e il campo) sono perpendicolari a S