

Università degli Studi di Milano
Facoltà di Medicina e Chirurgia

CORSO DI LAUREA : INFERMIERISTICA

Corso di Fisica Applicata A.A. 2022-2023

Docente: Marie Claire Cantone

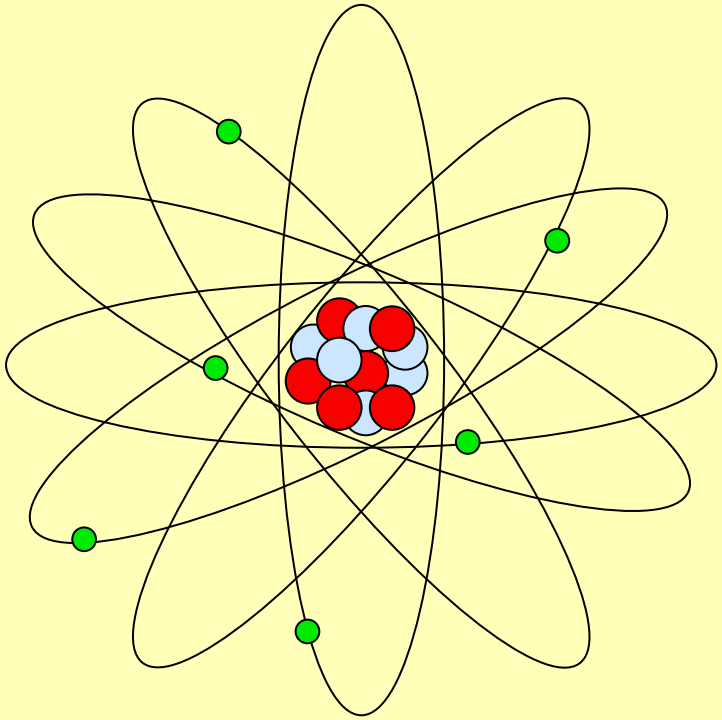
ELETTRICITA’

CARICA ELETTRICA

La carica elettrica è una proprietà fondamentale della materia.

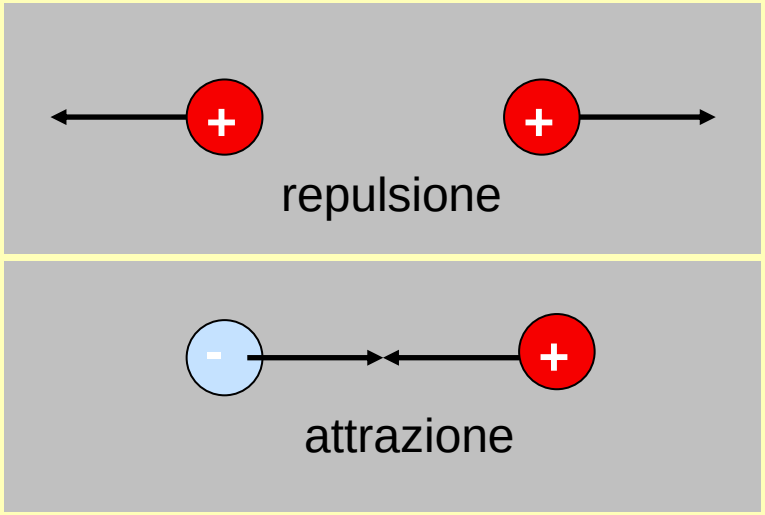
La carica elettrica elementare

$$e = 1.602\ 10^{-19}\ C$$



La carica elettrica totale in un sistema chiuso si conserva in tutte le trasformazioni per il principio di conservazione della carica elettrica.

LEGGE DI COULOMB



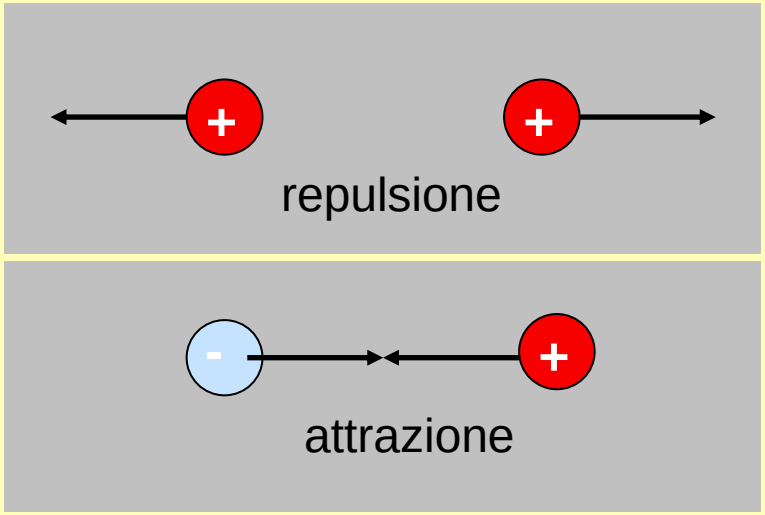
$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

k, fattore di proporzionalità dipende dal mezzo interposto ed è massimo per il vuoto:

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

NOTA: Nel S.I. l'unità di misura delle cariche è il coulomb (C). Nel S.I. è l'intensità di corrente la grandezza fondamentale mentre la carica è grandezza derivata.

LEGGE DI COULOMB



$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

k, fattore di proporzionalità dipende dal mezzo interposto ed è massimo per il vuoto:

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

$k = 9\ 10^9$ in unità del S.I.

(Nm^2/ C^2)

dove ε_0 è la costante dielettrica del vuoto

$\varepsilon_0 = 8.85\ 10^{-12}$ in unità del S.I.

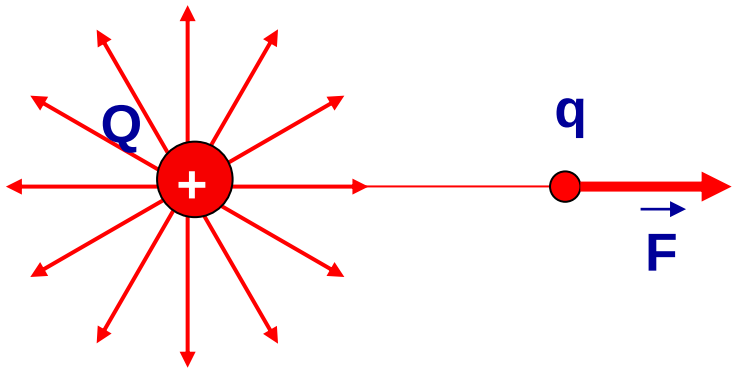
(C^2/ Nm^2)

NOTA: Nel S.I. l'unità di misura delle cariche è il coulomb (C). Nel S.I. è l'intensità di corrente la grandezza fondamentale mentre la carica è grandezza derivata.

CAMPO ELETTRICO

Campo elettrico - regione dello spazio in cui agisce la forza elettrica fra le cariche

Un carica che crea il campo ed una carica che subisce l'azione della forza coulombiana

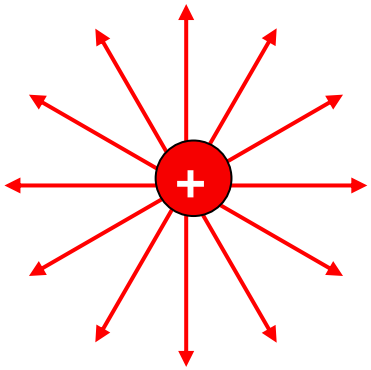


$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$E = k\,\frac{Q}{r^2}$$

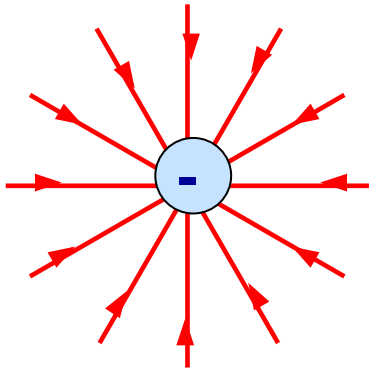
Campo elettrico E, unità di misura N/C

CAMPO ELETTRICO

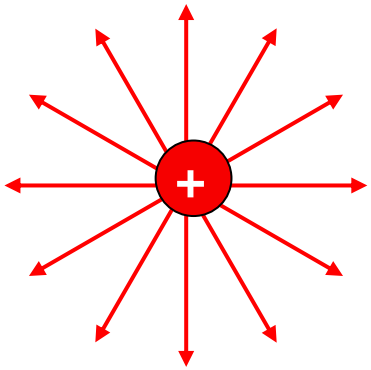


Campo elettrico

Rappresentazione attraverso le linee di forza

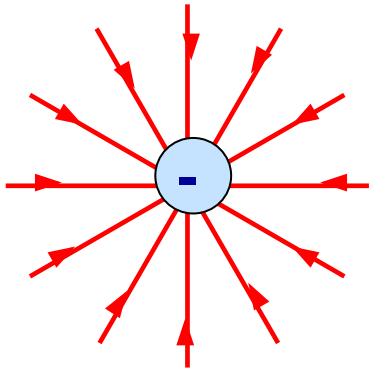


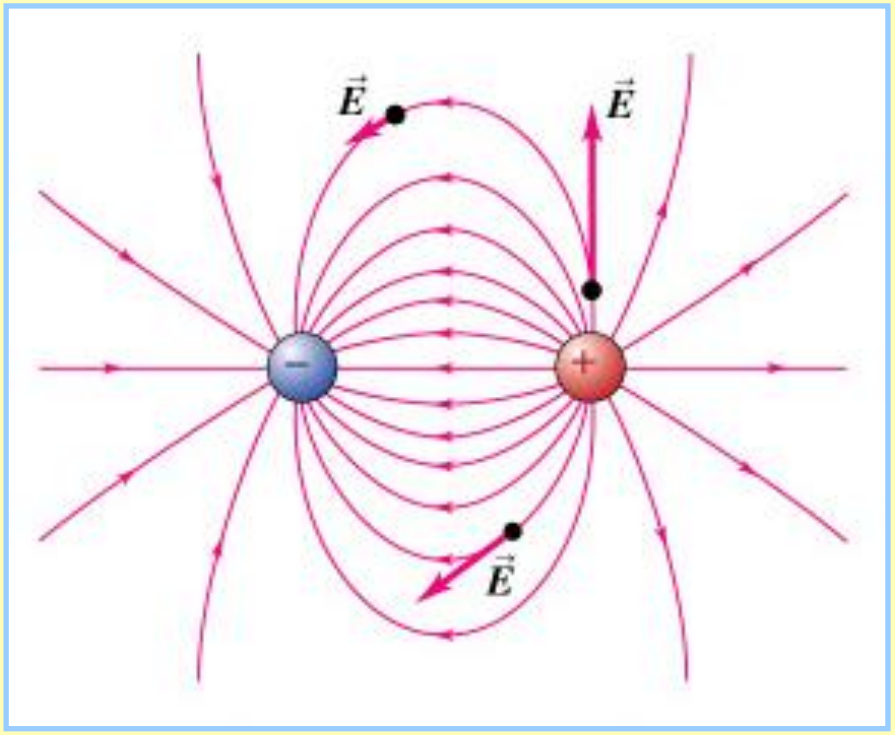
CAMPO ELETTRICO

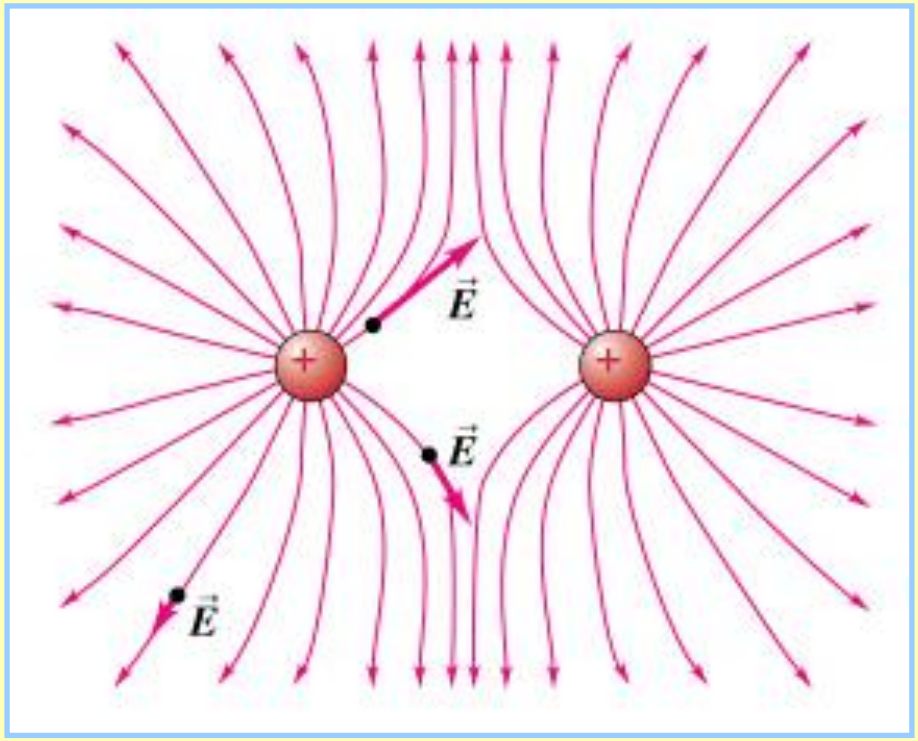


Campo elettrico

Rappresentazione attraverso le linee di forza



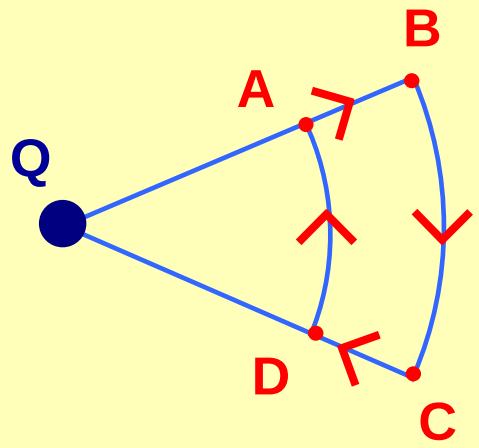




CAMPO ELETTROSTATICO - CONSERVAZIONE

Campo elettrostatico - campo elettrico generato da cariche in quiete

Campo elettrostatico è conservativo – il lavoro compiuto dalla forza elettrica per spostare una carica non dipende dal percorso ma solo dalle posizioni iniziale e finale.



$$L = -\Delta U$$

ENERGIA POTENZIALE – POTENZIALE

La differenza di energia potenziale UA – UB rappresenta il lavoro compiuto dalle forze del campo per portare la carica q da A a B.

$$L_{AB} = - \Delta U$$

Potenziale elettrico - Rapporto tra l'energia potenziale di una carica q e la carica stessa.

$$V = \frac{U}{q}$$

ENERGIA POTENZIALE – POTENZIALE

La differenza di energia potenziale UA – UB rappresenta il lavoro compiuto dalle forze del campo per portare la carica q da A a B.

$$L_{AB} = - \Delta U$$

Potenziale elettrico - Rapporto tra l'energia potenziale di una carica q e la carica stessa.

$$V = \frac{U}{q}$$

La differenza di potenziale ΔV tra due punti è il lavoro, cambiato di segno, fatto dalle forze del campo per portare una carica unitaria positiva da un punto all'altro

$$\Delta V = - \frac{L_{AB}}{q}$$

Unità di misura del potenziale è volt

1 V = 1 J/C

CONDUTTORI E ISOLANTI

Conduttori – materiali con cariche elettriche libere di muoversi, es. i metalli, in cui gli elettroni di valenza possono, a causa del debole legame, passare alla banda di conduzione (es. soluzioni elettrolitiche in cui gli ioni prodotti dalla dissociazione sono liberi).

La carica fornita ad un conduttore tende a distribuirsi uniformemente sulla superficie del conduttore e il campo all'interno del conduttore è nullo.

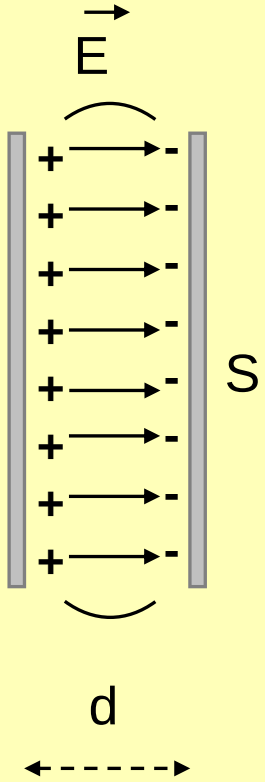
CONDUTTORI E ISOLANTI

Isolanti – materiali con elettroni di valenza ben legati nell'atomo.

Semiconduttori – materiali che a basse temperature si comportano come isolanti, hanno gli elettroni di conduzione intrappolati e non liberi, mentre aumentando la temperatura si comportano come conduttori.

CAPACITA' DI UN CONDENSATORE

Condensatore – due superfici conduttrici affacciate e isolate fra loro (armature del condensatore)



C - Capacità del condensatore

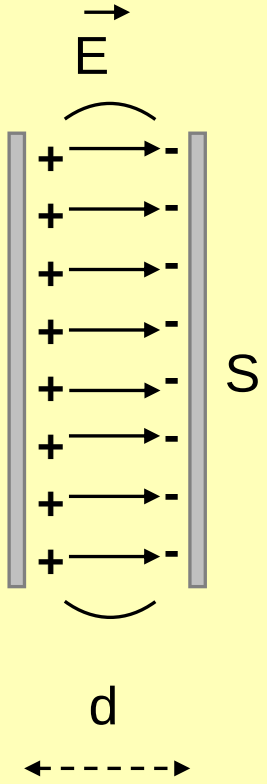
$$C = Q / \Delta V$$

Unità di misura farad

1 F = 1 C/ V

CAPACITA' DI UN CONDENSATORE

Condensatore – due superfici conduttrici affacciate e isolate fra loro (armature del condensatore)



C - Capacità del condensatore

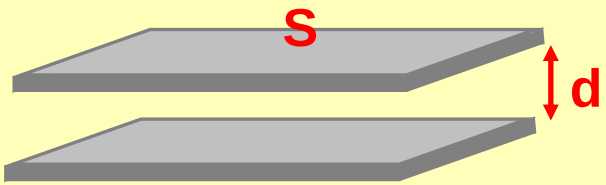
$$C = Q / \Delta V$$

Unità di misura farad

1 F = 1 C/ V

Per un condensatore piano

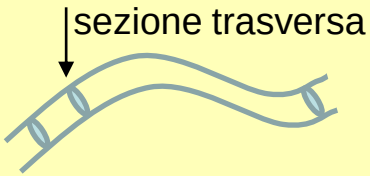
$$C = \varepsilon_0 S / d$$



CORRENTE ELETTRICA

Intensità di corrente elettrica – rapporto tra la quantità di carica che attraversa la sezione trasversa di un conduttore in un certo intervallo di tempo e l' intervallo di tempo stesso .

$$i = \Delta q / \Delta t$$



L'intensità di corrente è grandezza fondamentale nel S.I. e la sua unità di misura è ampere (A) .

La corrente di 1 A è quella corrente elettrica continua che, quando è mantenuta in due conduttori, paralleli rettilinei, di lunghezza infinita e di sezione circolare trascurabile, posti nel vuoto alla distanza di 1 m l'uno dall'altro, produce una forza di $2 \cdot 10^{-7}$ N su ogni metro di lunghezza.

LEGGE DI OHM

Il rapporto fra la differenza di potenziale ai capi di un conduttore e la corrente che si stabilisce nel conduttore stesso è costante.

$$\Delta V = R\, i$$

Legge di Ohm

Il rapporto costante è la resistenza elettrica del conduttore.

LEGGE DI OHM

Il rapporto fra la differenza di potenziale ai capi di un conduttore e la corrente che si stabilisce nel conduttore stesso è costante.

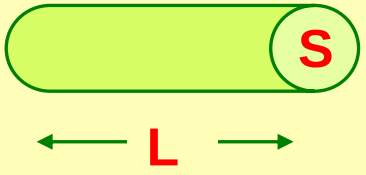
$$\Delta V = R\, i$$

Legge di Ohm

Il rapporto costante è la resistenza elettrica del conduttore.

La resistenza di un conduttore dipende da caratteristiche geometriche e del materiale.

$$R = \rho\, L / S$$

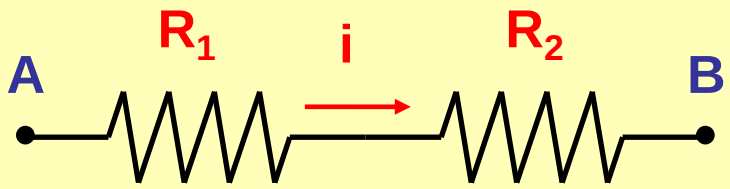


ρ = resistività del materiale (Ω m)
$1/\rho$ = conducibilità
L = lunghezza del conduttore (m)
S = sezione del conduttore (m^2)

Unità di misura della resistenza nel S.I. è ohm **$1\ \Omega = 1\ V / A$**

RESISTENZE IN SERIE E PARALLELO

Resistenze in serie



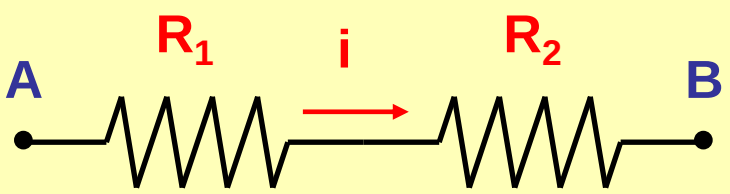
$$R = \frac{V_A - V_B}{i} = \frac{\Delta V_1 + \Delta V_2}{i}$$

$$R = R_1 + R_2$$

Resistenze in parallelo

RESISTENZE IN SERIE E PARALLELO

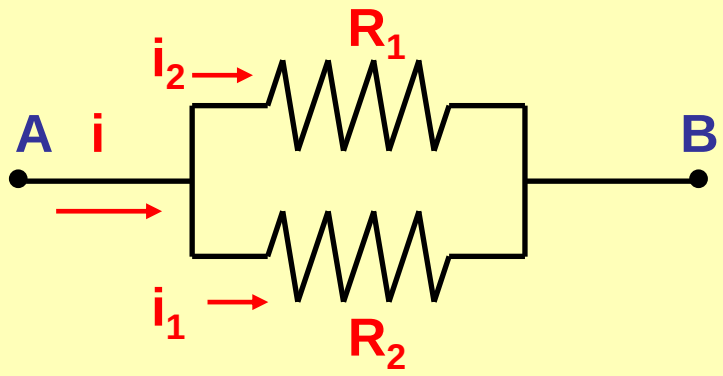
Resistenze in serie



$$R = \frac{V_A - V_B}{i} = \frac{\Delta V_1 + \Delta V_2}{i}$$

$$R = R_1 + R_2$$

Resistenze in parallelo



$$i = i_1 + i_2$$

$$\frac{1}{R} = \frac{i_1 + i_2}{\Delta V}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

EFFETTO TERMICO

In un conduttore percorso da corrente gli elettroni di conduzione subiscono continui urti con gli ioni del conduttore a cui cedono la propria energia cinetica che viene convertita in energia termica .

Potenza dissipata sotto forma di calore

$$P = \frac{L}{\Delta t} \qquad P = \frac{\Delta q \ \Delta V}{\Delta t}$$

$$P = i \Delta V = R i^2$$

Legge di Joule

76

In una molecola di NaCl lo ione Na^+ si trova a 0.2 nm dallo ione Cl^-. Qual è il modulo della forza d'interazione ?
(carica elementare e = $1.6 \cdot 10^{-19}$ C)

In una molecola di NaCl lo ione Na^+ si trova a 0.2 nm dallo ione Cl^-. Qual è il modulo della forza d'interazione ?
(carica elementare e = $1.6 \cdot 10^{-19}$ C)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

In una molecola di NaCl lo ione Na^+ si trova a 0.2 nm dallo ione Cl^-. Qual è il modulo della forza d'interazione ?
(carica elementare e = $1.6 \cdot 10^{-19}$ C)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = - \frac{9 \cdot 10^{9} \ (1.6 \cdot 10^{-19})^2}{(2 \cdot 10^{-10})^2} = - 5.8 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

In una molecola di NaCl lo ione Na^+ si trova a 0.2 nm dallo ione Cl^-. Qual è il modulo della forza d'interazione ?
(carica elementare e = $1.6 \cdot 10^{-19}$ C)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = - \frac{9 \cdot 10^{9} \ (1.6 \cdot 10^{-19})^2}{(2 \cdot 10^{-10})^2} = - 5.8 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

Forza negativa, quindi attrattiva

Un campo elettrico è creato da una carica $Q = 1 \cdot 10^{-4}$ C.

1) Quanto vale il campo elettrico E in un punto P che dista 10 cm da Q ? 2) Qual è il potenziale in P ?. 3) Se in P si trova una carica q = 1 μC, quanl'è l'energia potenziale U in quel punto?

Un campo elettrico è creato da una carica $Q = 1 \cdot 10^{-4}$ C.

1) Quanto vale il campo elettrico E in un punto P che dista 10 cm da Q ? 2) Qual è il potenziale in P ?. 3) Se in P si trova una carica q = 1 μC, qual'è l'energia potenziale U in quel punto?

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad E = k\frac{Q}{r^2} \qquad V_P = \frac{U}{q} = kQ\frac{1}{r_P} \qquad U = Vq = k\frac{Qq}{r}$$

Un campo elettrico è creato da una carica $Q = 1 \cdot 10^{-4}$ C.

1) Quanto vale il campo elettrico E in un punto P che dista 10 cm da Q ? 2) Qual è il potenziale in P ?. 3) Se in P si trova una carica q = 1 μC, quanl'è l'energia potenziale U in quel punto?

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad E = k\,\frac{Q}{r^2}$$

$$E = \frac{9 \cdot 10^{9} \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} = 9 \cdot 10^{7}\ \text{N/C} = \text{..?..}\ \text{V/m}$$

Un campo elettrico è creato da una carica $Q = 1 \cdot 10^{-4}$ C.

1) Quanto vale il campo elettrico E in un punto P che dista 10 cm da Q ? 2) Qual è il potenziale in P ?. 3) Se in P si trova una carica q = 1 μC, quanl'è l'energia potenziale U in quel punto?

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad E = k\,\frac{Q}{r^2}$$

$$E = \frac{9 \cdot 10^{9} \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} = 9 \cdot 10^{7}\ \text{N/C} = \text{..?..}\ \text{V/m}$$

$$V_P = \frac{U}{q} = k\,Q\,\frac{1}{r_P} \qquad V_P = \frac{9 \cdot 10^{9} \cdot 10^{-4}}{10^{-1}} = 9 \cdot 10^{6}\ \text{V}$$

Un campo elettrico è creato da una carica $Q = 1 \cdot 10^{-4}$ C.

1) Quanto vale il campo elettrico E in un punto P che dista 10 cm da Q ? 2) Qual è il potenziale in P ?. 3) Se in P si trova una carica q = 1 μC, quanl'è l'energia potenziale U in quel punto?

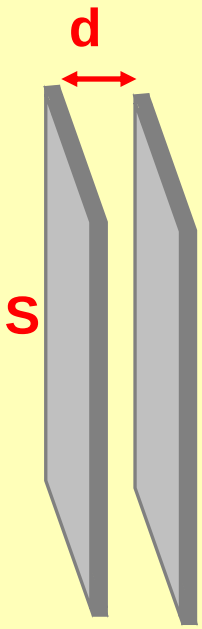
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad E = k\,\frac{Q}{r^2}$$

$$E = \frac{9 \cdot 10^{9} \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} = 9 \cdot 10^{7}\ \text{N/C} = \text{..?.. V/m}$$

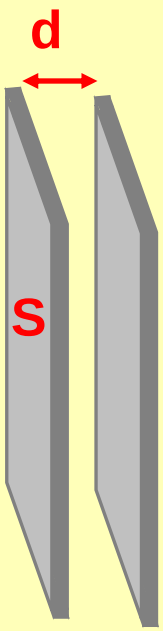
$$V_P = \frac{U}{q} = k\,Q\,\frac{1}{r_P} \qquad V_P = \frac{9 \cdot 10^{9} \cdot 10^{-4}}{10^{-1}} = 9 \cdot 10^{6}\ \text{V}$$

$$U = Vq = k\,\frac{Q\,q}{r} \qquad U = 9 \cdot 10^{6}\ 10^{-6} = 9\ \text{J}$$

Due lamine di metallo sono poste su ciascun lato di una lastra di vetro e la loro capacità è 10 μF. Se le lamine sono tenute alla stessa distanza in aria la capacità è 2 μF. Quanto vale la costante dielettrica relativa ε_r del vetro ?

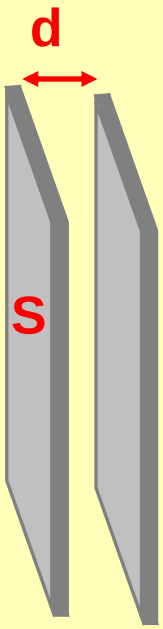


Due lamine di metallo sono poste su ciascun lato di una lastra di vetro e la loro capacità è 10 μF. Se le lamine sono tenute alla stessa distanza in aria la capacità è 2 μF. Quanto vale la costante dielettrica relativa ε_r del vetro ?



$$C = \varepsilon_0 S / d$$

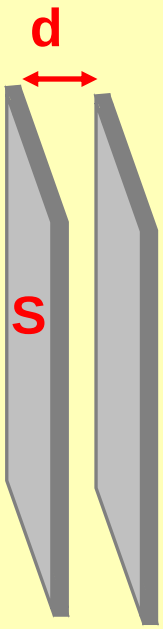
Due lamine di metallo sono poste su ciascun lato di una lastra di vetro e la loro capacità è 10 μF. Se le lamine sono tenute alla stessa distanza in aria la capacità è 2 μF. Quanto vale la costante dielettrica relativa ε_r del vetro ?



$$C_{aria} = \varepsilon_0 S / d = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_{vetro} = \varepsilon_0 \varepsilon_r S / d = 10^{-5} \text{ F}$$

Due lamine di metallo sono poste su ciascun lato di una lastra di vetro e la loro capacità è 10 μF. Se le lamine sono tenute alla stessa distanza in aria la capacità è 2 μF. Quanto vale la costante dielettrica relativa ε_r del vetro ?



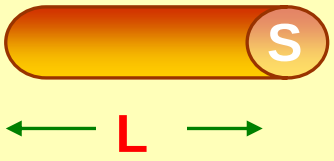
$$C_{aria} = \varepsilon_0 S / d = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_{vetro} = \varepsilon_0 \varepsilon_r S / d = 10^{-5} \text{ F}$$

$$\varepsilon_r = \frac{10^{-5}}{2 \cdot 10^{-6}} = 5$$

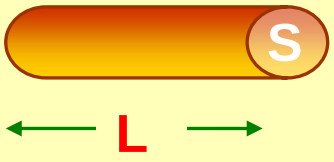
80

Calcolare la resistenza di un filo di rame di raggio 40 μm, lunghezza 10 cm. (resistività rame $1.7 \cdot 10^{-8}$ Ω m



Calcolare la resistenza di un filo di rame di raggio 40 μm, lunghezza 10 cm. (resistività rame $1.7 \cdot 10^{-8}$ Ω m

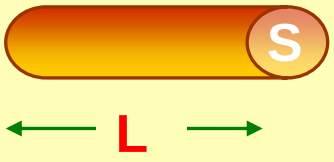
---



$$R = \rho \, L / S$$

Calcolare la resistenza di un filo di rame di raggio 40 μm, lunghezza 10 cm. (resistività rame $1.7 \cdot 10^{-8}$ Ω m

---



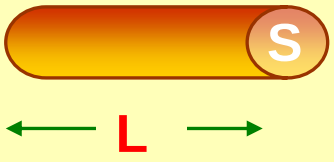
$$R = \rho \; L / S$$

$$S = \pi \; r^2$$

$$S = 3.14 \; (4 \cdot 10^{-5})^{\,2} = 50.24 \cdot 10^{-10} \; m^2$$

Calcolare la resistenza di un filo di rame di raggio 40 μm, lunghezza 10 cm. (resistività rame $1.7 \cdot 10^{-8}$ Ω m

---



$$R = \rho \; L / S$$

$$S = \pi \; r^2$$

$$S = 3.14 \; (4 \cdot 10^{-5})^{\,2} = 50.24 \cdot 10^{-10} \; m^2$$

$$R = \frac{1.7 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-1}}{50.24 \cdot 10^{-10}} = 0.33 \; \Omega$$

82

Un condizionatore d'aria assorbe 900 W di potenza elettrica. Se viene utilizzato mediamente per 12 ore al giorno, qual è il costo del suo funzionamento alla tariffa di 0.35 euro per chilovattora?

Un condizionatore d'aria assorbe 900 W di potenza elettrica. Se viene utilizzato mediamente per 12 ore al giorno, qual è il costo del suo funzionamento alla tariffa di 0.35 euro per chilovattora?

$P = L / \Delta t \qquad L = P \, \Delta t$

Un condizionatore d'aria assorbe 900 W di potenza elettrica. Se viene utilizzato mediamente per 12 ore al giorno, qual è il costo del suo funzionamento alla tariffa di 0.35 euro per chilovattora?

$P = L / \Delta t \qquad L = P \, \Delta t$

$900 \text{ J/s} \cdot 3600 \text{ s/h} \cdot 12 \text{ h} = 38.88 \cdot 10^6 \text{ J}$

Un condizionatore d'aria assorbe 900 W di potenza elettrica. Se viene utilizzato mediamente per 12 ore al giorno, qual è il costo del suo funzionamento alla tariffa di 0.35 euro per chilovattora?

$P = L / \Delta t \qquad L = P \, \Delta t$

$900 \text{ J/s} \cdot 3600 \text{ s/h} \cdot 12 \text{ h} = 38.88 \cdot 10^6 \text{ J}$

$1 \text{ kW h} = 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s/h} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$

Un condizionatore d'aria assorbe 900 W di potenza elettrica. Se viene utilizzato mediamente per 12 ore al giorno, qual è il costo del suo funzionamento alla tariffa di 0.35 euro per chilovattora?

$P = L / \Delta t \qquad L = P \, \Delta t$

$900 \text{ J/s} \cdot 3600 \text{ s/h} \cdot 12 \text{ h} = 38.88 \cdot 10^6 \text{ J}$

$1 \text{ kW h} = 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s/h} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$

10.8 kWh x 0.35 euro = 3.78 euro

$$\text{Costo} = 0.35 \text{ euro/kWh} \; \frac{38.88 \cdot 10^6 \text{ J}}{3.6 \cdot 10^6 \text{ J/kWh}} = 3.78 \text{ euro}$$

Un condizionatore d'aria assorbe 900 W di potenza elettrica. Se viene utilizzato mediamente per 12 ore al giorno, qual è il costo del suo funzionamento alla tariffa di 0.35 euro per chilovattora?

$P = L / \Delta t \qquad L = P \, \Delta t$

$$900 \text{ J/s} \cdot 3600 \text{ s/h} \cdot 12 \text{ h} = 38.88 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ kW h} = 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s/h} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\text{Costo} = 0.35 \text{ euro/kWh} \; \frac{38.88 \cdot 10^6 \text{ J}}{3.6 \cdot 10^6 \text{ J/kWh}} = 3.78 \text{ euro}$$

Oppure 0.9 kW x 12 h = 10.8 kWh

10.8 kWh x 0.35 euro/kWh = 3.78 euro