

ONDE

1. Il rumore del traffico può avere un'intensità di 80 dB. La superficie media del timpano dell'orecchio umano di un adulto è dell'ordine di 10^{-4} m^2 . Quanta energia è assorbita dal timpano di un pedone fermo al semaforo per 4 minuti?

$$I_s = 80 \text{ dB} \quad S = 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \Delta t = 4 \text{ min} \quad E?$$

Secondo le definizioni:

$$I = \frac{E}{\Delta t \cdot S} \quad \left\{ \begin{array}{l} E = I \cdot \Delta t \cdot S \\ I_s = 10 \log \frac{I}{I_0} \end{array} \right. \Rightarrow I = I_0 \cdot 10^{\frac{I_s}{10}}$$

$$E = I \cdot \Delta t \cdot S = I_0 \cdot 10^{\frac{I_s}{10}} \cdot \Delta t \cdot S = \mathbf{2,4 \cdot 10^{-6} J}$$

2. Due diapason vengono colpiti simultaneamente e si sentono 4,00 battimenti al secondo. La frequenza di un diapason è 500 Hz. Quali sono i valori possibili della frequenza dell'altro diapason? Si pone un pezzo di cera sul diapason di frequenza incognita per abbassare leggermente la frequenza e si sentono 6,00 battimenti al secondo. Qual è la frequenza di questo diapason quando è senza cera?

$$f_b = 4,00 \text{ Hz} \quad f_1 = 500 \text{ Hz} \quad f'_b = 6,00 \text{ Hz} \quad f'_2 < f_2 \quad f_2? \quad f'_2?$$

Per definizione, la frequenza di battimento è data da:

$$f_b = |f_2 - f_1|$$

Risolviendo il valore assoluto, possiamo ottenere due soluzioni:

$$f_2 - f_1 = \pm f_b \quad \left\{ \begin{array}{l} f_2 = f_1 + f_b = \mathbf{504 \text{ Hz}} \\ f_2 = f_1 - f_b = \mathbf{496 \text{ Hz}} \end{array} \right.$$

Nel caso in cui la frequenza di battimento sia di 6,00 Hz, otteniamo un unico risultato, confrontandolo con quello nuovo:

$$f'_2 - f_1 = \pm f'_b \quad \left\{ \begin{array}{l} f'_2 = f_1 + f'_b = 506 \text{ Hz} \\ f'_2 = f_1 - f'_b = 494 \text{ Hz} \end{array} \right.$$

Data l'ipotesi che $f'_2 < f_2$, otteniamo come risultato: $f_2 = \mathbf{496 \text{ Hz}}$.

ELETTROSTATICA

3. Due cariche esercitano una forza di 20 N l'una sull'altra. Qual è il valore della forza nel caso si dimezzi la loro distanza?

$$F_1 = 20 \text{ N} \quad d_2 = \frac{1}{2} d_1 \quad F_2?$$

Applicando la legge di Coulomb:

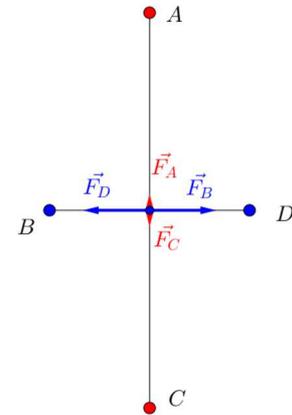
$$F_2 = k \frac{q_1 q_2}{d_2^2} = k \frac{q_1 q_2}{\left(\frac{1}{2} d_1\right)^2} = 4 k \frac{q_1 q_2}{d_1^2} = 4 F_1 = \mathbf{80 \text{ N}}$$

4. Quattro cariche $q_A = -1,0 \text{ nC}$, $q_B = 1,0 \text{ nC}$, $q_C = -1,0 \text{ nC}$ e $q_D = 1,0 \text{ nC}$ sono disposte rispettivamente ai vertici di un rombo ABCD. La diagonale maggiore AC misura 3,8 cm mentre la minore BD è 1,9 cm. Calcola a quale forza è sottoposta una carica Q posta al centro del rombo.

$$q_A = -1,0 \text{ nC} \quad q_B = 1,0 \text{ nC} \quad q_C = -1,0 \text{ nC} \quad q_D = 1,0 \text{ nC} \quad AC = 3,8 \text{ cm} \quad BD = 1,9 \text{ cm} \quad F_Q?$$

Considero positiva la carica Q posta al centro del rombo (nel caso in cui la carica sia negativa, la situazione è analoga):

- le forze che agiscono per effetto delle cariche poste in A e C sono attrattive e dirette lungo la diagonale maggiore. Siccome hanno lo stesso modulo, ma verso opposto, si annullano vicendevolmente;
- le forze che agiscono per effetto delle cariche poste in B e D sono repulsive e dirette lungo la diagonale minore. Siccome hanno lo stesso modulo, ma verso opposto, si annullano vicendevolmente.

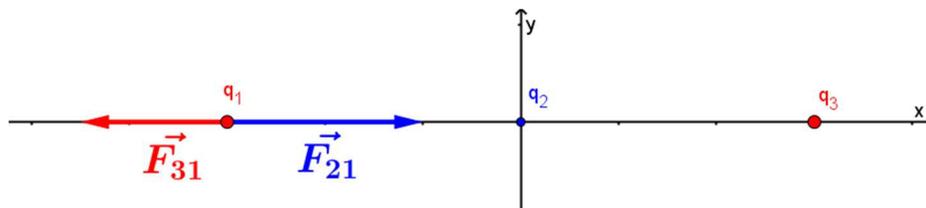


Perciò:

$$F_Q = 0 \text{ N}$$

5. Tre cariche puntiformi si trovano lungo l'asse x: $q_1 = -6,0 \mu\text{C}$ è nel punto $x_1 = -3,0 \text{ m}$, $q_2 = 4,0 \mu\text{C}$ è nell'origine e $q_3 = -6,0 \mu\text{C}$ è nel punto $x_3 = 3,0 \text{ m}$. Determina la forza agente su q_1 .

$$q_1 = -6,0 \mu\text{C} \quad x_1 = -3,0 \text{ m} \quad q_2 = 4,0 \mu\text{C} \quad q_3 = -6,0 \mu\text{C} \quad x_3 = 3,0 \text{ m} \quad F_1?$$



$$F_1 = F_{21} - F_{31} = k \frac{q_1 q_2}{x_1^2} - k \frac{q_1 q_3}{(x_3 - x_1)^2} = k \frac{q_1 q_2}{x_1^2} - k \frac{q_1 q_3}{4 x_1^2} = k \frac{q_1}{x_1^2} \left(q_2 - \frac{1}{4} q_3 \right) = 0,015 \text{ N}$$

La forza agente sulla carica q_1 ha direzione lungo l'asse x e verso uguale a quello dell'asse x.

6. Un protone di massa $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ è in un campo elettrico di 3,00 kN/C. Supponi che la forza elettrica sia la sola forza che agisce su di esso. Quanto vale l'accelerazione del protone?

$$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad E = 3,00 \text{ kN/C} \quad a?$$

Per il secondo principio della dinamica e per la relazione esistente tra campo elettrico e forza di Coulomb, otteniamo:

$$F = ma \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = 2,87 \cdot 10^{11} \text{ m/s}^2$$

7. Due cariche $+q$ e $+2q$ sono contenute in un cubo di lato L . Calcola il valore del flusso del campo elettrico:
- uscite dal cubo
 - uscite dalla sfera circoscritta al cubo

$$q_1 = +q \quad q_2 = +2q$$

Che si tratti di un cubo o di una sfera circoscritta al cubo, ciò che conta sono le due cariche contenute, perciò, applicando il teorema di Gauss, otteniamo:

$$\Phi = \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{3q}{\epsilon_0} = 3,4 q \cdot 10^{11} \text{ N} \frac{\text{m}^2}{\text{C}}$$

8. Considera due cariche puntiformi di valore $23 \mu\text{C}$ e $-56 \mu\text{C}$. A che distanza vanno poste le cariche affinché l'energia potenziale del sistema sia -40 J ?

$$q_1 = 23 \mu\text{C} \quad q_2 = -56 \mu\text{C} \quad U = -40 \text{ J} \quad r?$$

Per la definizione di energia potenziale:

$$U = k \frac{q_1 q_2}{r} \quad \Rightarrow \quad r = k \frac{q_1 q_2}{U} = 0,29 \text{ m}$$

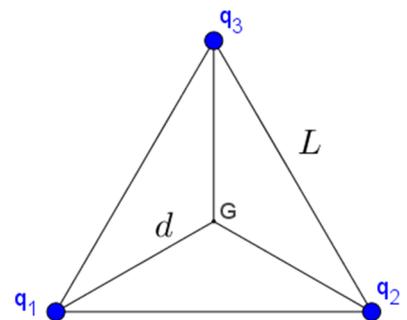
9. Tre cariche identiche, di $3,0 \mu\text{C}$, sono poste ai vertici di un triangolo equilatero di lato 10 cm . Quanto vale il potenziale nel baricentro del triangolo?

$$q_1 = q_2 = q_3 = q = 3,0 \mu\text{C} \quad L = 10 \text{ cm} \quad V?$$

Per determinare la distanza di ogni carica dal baricentro (distanza uguale per ogni carica, trattandosi di un triangolo equilatero), determino innanzi tutto l'altezza del triangolo h e, visto che in un triangolo equilatero altezze e mediane coincidono, l'altezza è anche mediana ed il baricentro ha una distanza dal vertice doppia rispetto a quella che ha dal lato:

$$d = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} \cdot L \sin 60^\circ = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} L = \frac{\sqrt{3}}{3} L$$

$$V = k \frac{q_1}{d} + k \frac{q_2}{d} + k \frac{q_3}{d} = 3 k \frac{q}{\frac{\sqrt{3}}{3} L} = 3\sqrt{3} k \frac{q}{L} = 1,4 \text{ MV}$$



10. Un campo elettrico uniforme è diretto lungo il semiasse negativo delle x e ha modulo $7,8 \cdot 10^5 \text{ N/C}$. Quanto vale la differenza di potenziale tra i punti dell'asse x di ascissa, rispettivamente, 1 m e -4 m ?

$$E = -7,8 \cdot 10^5 \text{ N/C} \quad x_A = 1 \text{ m} \quad x_B = -4 \text{ m} \quad V_B - V_A?$$

Data la relazione tra campo elettrico e potenziale: $E = -\frac{\Delta V}{\Delta S}$:

$$V_B - V_A = \Delta V = -E \cdot \Delta S = -E (x_B - x_A) = 3,9 \text{ MV}$$

11. Un condensatore piano ha armature quadrate di 15 cm di lato distanti tra loro 2,0 mm. Quanto vale la capacità del condensatore? Successivamente viene inserito un dielettrico con costante pari a 3. Come è cambiata la capacità in presenza del dielettrico?

$$L = 15 \text{ cm} \quad d = 2,0 \text{ mm} \quad C? \quad \varepsilon_r = 3 \quad C_\varepsilon?$$

Applicando la definizione di capacità di un condensatore piano:

$$C = \varepsilon_0 \frac{S}{d} = \varepsilon_0 \frac{L^2}{d} = \mathbf{0,10 \text{ nF}} \quad C_\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{S}{d} = \varepsilon_r C = \mathbf{3C}$$

12. Un condensatore di 10 μF , in parallelo a un condensatore di 20 μF , è collegato a una pila di 6,0 V.

- Determina la capacità equivalente.
- Calcola la differenza di potenziale applicata a ogni condensatore.
- Quanto vale la carica su ogni condensatore?

$$C_1 = 10 \mu\text{F} \quad C_2 = 20 \mu\text{F} \quad \Delta V = 6,0 \text{ V} \quad C_{eq}? \quad \Delta V_1? \quad \Delta V_2? \quad Q_1? \quad Q_2?$$

- A. Trattandosi di un collegamento in parallelo:

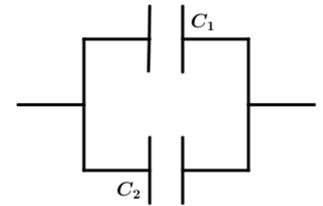
$$C_{eq} = C_1 + C_2 = \mathbf{30 \mu\text{F}}$$

- B. Trattandosi di un collegamento in parallelo:

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V = \mathbf{6,0 \text{ V}}$$

- C. $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V = \frac{Q}{C} \Rightarrow$

$$Q_1 = C_1 \cdot \Delta V = \mathbf{60 \mu\text{C}} \quad Q_2 = C_2 \cdot \Delta V = \mathbf{0,12 \text{ m}}$$



13. Un condensatore di 3,0 μF e uno di 6,0 μF sono collegati in serie e questa combinazione è collegata in parallelo a un altro condensatore di capacità ignota. Se la capacità equivalente del sistema ha valore 10 μF , quanto vale la capacità del terzo condensatore?

$$C_1 = 3,0 \mu\text{F} \quad C_2 = 6,0 \mu\text{F} \quad C_{eq} = 10 \mu\text{F} \quad C_{eq}?$$

Dati i collegamenti in serie e in parallelo, la capacità equivalente è data dalla somma tra la capacità C_3 e la capacità equivalente ai due condensatori collegati in serie. La capacità data dai due condensatori in serie è il reciproco della somma dei reciproci delle capacità:

$$C_{eq} = C_3 + C_{1,2} = C_3 + \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1} \Rightarrow$$

$$C_3 = C_{eq} - \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1} = \mathbf{8,0 \mu\text{F}}$$

