

Dottorato di Ricerca in Fisica dell'Università di Catania
Prova scritta del concorso di ammissione al Ciclo XXXVIII

Nota per gli studenti: lasciare indicati tutti i passaggi effettuati

Problema 1

Nel vuoto una spira quadrata di lato a si trova a distanza L da un filo rettilineo indefinito percorso da una corrente i e parallelo ad uno dei lati della spira. La spira, complanare rispetto al filo, è percorsa da una corrente I . Il verso della corrente nel lato più vicino della spira è concorde al verso della corrente nel filo indefinito. Qual è la forza esercitata sulla spira dal filo?

[Dati numerici: $a = 15$ cm; $L = 10$ cm; $i = 120$ mA; $I = 250$ mA; $\mu_0 = 1.257 \cdot 10^{-6}$ H/m]

Problema 2

Un elettrone di massa m_e si trova in un potenziale di oscillatore armonico di pulsazione ω . All'istante $t=0$ l'elettrone si trova nello stato $|\Psi_0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}[|0\rangle + |1\rangle]$ con $|0\rangle$ e $|1\rangle$ rispettivamente stato fondamentale e primo stato eccitato dell'oscillatore armonico.

- a) Calcolare il valore medio dell'energia e il valore di aspettazione dell'operatore di posizione $\langle X \rangle$ all'istante $t=0$.
- b) Calcolare l'ampiezza di probabilità di trovare l'elettrone nello stato $|\Psi_0\rangle$ a un generico istante t .

Siano: $m_e = 0.5$ MeV; $\omega = 3 \cdot 10^{15}$ s $^{-1}$

Suggerimento: si ricordi che $\hat{X} = \sqrt{\frac{\hbar}{2m_e\omega}}(\hat{a} + \hat{a}^+)$ con \hat{a} e \hat{a}^+ operatori di creazione e distruzione.

Problema 3

Un corpo di massa $m_1 = 5.00$ kg è inizialmente in quiete nell'origine dell'asse x . A partire dall'istante $t=0$, sul corpo prende ad agire una forza diretta lungo l'asse x il cui modulo varia in funzione del tempo secondo la legge

$$F(t) = F_0 \left(2 - \frac{t}{t_0}\right) \frac{t}{t_0}$$

dove $F_0 = 10.0$ N e $t_0 = 2.00$ s. Ai valori di F positivi (negativi) corrisponde verso della forza concorde (discorde) all'asse x . La forza agisce nell'intervallo di tempo $(0, 3t_0)$ ed è l'unica forza agente sul corpo.

Determinare:

- a) il modulo dell'impulso totale che la forza conferisce al corpo;

b) il lavoro complessivo della forza nell'intero intervallo.

Problema 4

Una macchina di lusso di massa 1800 kg, ferma a un semaforo, viene tamponata da un'utilitaria di massa 900 kg. Se l'utilitaria viaggiava a 20 m/s prima dell'urto, qual è la velocità delle due auto incastrate dopo l'urto, nell'ipotesi che tutti i moti siano collineari?

Problema 5

La figura mostra due sfere cave conduttrici, aventi raggio $R_1 = 1\text{ cm}$ ed $R_2 = 3\text{ cm}$, poste ad una distanza relativa $L = 2\text{ m}$. Le due sfere sono positivamente ed egualmente cariche $Q_0 = 2 \cdot 10^{-3}\text{ C}$. Si consideri una carica puntiforme $q_0 = -2 \cdot 10^{-6}\text{ C}$ posta a distanza $2L$ dalla sfera più voluminosa.

- Si calcoli la forza esercitata dalle due sfere sulla carica q_0
- Si determini il lavoro compiuto dalle forze elettrostatiche se la carica q_0 venisse portata all'infinito
- Ripetere i calcoli ai punti a. e b. precedenti qualora la carica q_0 fosse inizialmente posta nella posizione P, ad una distanza $R_2/2$ dal centro della sfera più voluminosa
Le due sfere vengono successivamente collegate fra loro con un filo conduttore.
- Cosa si osserverebbe misurando le due cariche Q_1 e Q_2 ?
Si trascurino fenomeni di induzione elettrostatica fra le sfere e quella eventualmente indotta dalla carica puntiforme.

