

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI
PROVA SCRITTA appello 6 del 11 luglio 2001

COGNOME _____ **NOME** _____

Prenotazione orale (facoltativa): 18 luglio settembre (I) settembre (II)

NOTA: questo foglio deve essere restituito **NOTA: e' obbligatorio giustificare brevemente ma in modo esauriente e comprensibile le risposte**

Esercizio 1 Si consideri il modello classico dell'atomo di idrogeno in cui l'elettrone (di massa m e carica $q_e = -q_p = -q$) ruota di moto circolare uniforme a distanza R da un protone che si considera fermo.

1.1 Si calcoli il modulo del momento angolare dell'elettrone in funzione di m, R, q . [in questa risposta non è necessario fornire valori numerici].

1.2 Nel modello di Bohr il modulo del momento angolare vale $n\hbar$, dove $\hbar = 1.05 \times 10^{-34} \text{Js}$ ed n è un numero intero (numero quantico principale) che caratterizza lo stato dell'atomo. Si calcoli il raggio dell'orbita (valore numerico) nello stato $n=2$.

1.3 Si calcoli il valore (numerico in eV) dell'energia meccanica totale nello stato $n=2$. [si ponga l'energia potenziale elettrostatica nulla a distanza infinita]

Esercizio 2 Nella regione $x < 0$ di un sistema di coordinate $Oxyz$ è presente un campo di induzione magnetica $\underline{\mathbf{B}} = (0, 0, -B_0)$, mentre nel semispazio $x > 0$ il campo magnetico vale $(0, 0, +B_0)$. Una spira quadrata di lato L si trova nel piano xy , ha due suoi lati paralleli all'asse x ed è mantenuta da un operatore esterno ad una velocità costante $(v_0, 0, 0)$. La spira è conduttrice, ha una resistenza R ed autoinduttanza trascurabile; al tempo $t=0$ sta iniziando ad entrare nel semispazio $x > 0$. Si consideri che la normale alla spira sia concorde con l'asse z .

2.1 Si calcoli il flusso magnetico attraverso la spira per $0 < t < L/v_0$.

2.2 Si calcoli la corrente nella spira per $0 < t < L/v_0$.

2.3 Perché è rilevante, ai fini delle risposte precedenti, l'ipotesi che la spira sia "mantenuta da un operatore esterno ad una velocità costante"?

Esercizio 3 Un cilindro omogeneo di massa M e raggio R è vincolato a ruotare attorno al suo asse. Per $t > 0$ la sua velocità angolare è $\omega = \omega_0 e^{-\gamma t}$, con ω_0 e γ costanti note e positive.

3.1 Si calcoli il modulo della forza totale sul cilindro (per $t > 0$).

3.2 Si calcoli il modulo del momento meccanico totale sul cilindro (per $t > 0$) rispetto al suo asse.

3.3 Per quali valori dei parametri dati il cilindro effettua un solo giro, a partire dalla posizione che occupa a $t=0$, prima di fermarsi?

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI
SOLUZIONI della PROVA SCRITTA appello 6 del 11 luglio 2001

Esercizio 1

1.1 Il modulo del momento angolare dell'elettrone vale $mvR = q(mR/4\pi\epsilon_0)^{1/2}$

1.2 $R_n = 4\pi\epsilon_0 n^2 \hbar^2 / mq^2$ $R_2 = 2.1 \times 10^{-10} \text{m}$

1.3 $E_n = -mq^2 / 32\pi^2 \epsilon_0^2 n^2 \hbar^2$ $E_2 = -3.4 \text{eV}$

Esercizio 2

2.1 Il flusso magnetico attraverso la spira vale

$$B_0 L v_0 t + (-B_0) L (L - v_0 t) = B_0 L (2v_0 t - L)$$

2.2 La corrente nella spira vale $-2B_0 L v_0 / R$

2.3 L'ipotesi che la spira sia "mantenuta da un operatore esterno ad una velocità costante" è rilevante per bilanciare la forza magnetica risultante sulla spira. Notare che nel lato completamente immerso nel semispazio $x > 0$ (B diretto come +z) la corrente è diretta come -y, mentre nel lato completamente immerso nel semispazio $x < 0$ (B diretto come -z) la corrente è diretta come +y. Di conseguenza la forza magnetica è diretta come -x su entrambi i lati e la sua risultante non è nulla.

Esercizio 3

3.1 Il modulo della forza totale è nullo (la velocità del centro di massa è costantemente nulla e quindi la sua accelerazione è anch'essa nulla).

3.2 Il modulo del momento meccanico totale sul cilindro (per $t > 0$) vale

$$I d\omega/dt = -(MR^2/2)\gamma\omega_0 e^{-\gamma t}$$

3.3 L'angolo di cui è ruotato il cilindro al tempo t vale $\int_0^t \omega dt = \omega_0/\gamma(1 - e^{-\gamma t})$. Il cilindro si ferma per $t = \infty$, quindi l'angolo di cui è ruotato il cilindro prima di fermarsi vale ω_0/γ . Il cilindro effettua un giro e poi si ferma se si ha $2\pi = \omega_0/\gamma$.