

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI – A.A. 2004/5
SECONDA PROVA SCRITTA PARZIALE – 28 maggio 2005

COGNOME _____ NOME _____

NOTA: questo foglio deve essere restituito; e' obbligatorio giustificare le risposte.
8 domande: 4 punti a domanda + da 0 a 3 punti per la chiarezza delle spiegazioni

Esercizio 1 Un filo rettilineo coincide con l'asse z di un sistema di coordinate Oxyz ed e' percorso da una corrente $I=100\text{A}$ nel verso concorde all'asse z. Un secondo filo e' parallelo al precedente e si trova nel piano yz in $y = D = 10\text{cm}$. Anche nel secondo filo scorre una corrente di intensita' I, ma in verso opposto a quella circolante nel primo filo.

1.1 Calcolare il campo di induzione magnetica \vec{B} nel punto $A=(0, 3D, 0)$.

1.2 L'integrale di linea del campo magnetico fra il punto A ed il punto $B=(0, 3D, 7D)$ dipende dal percorso? In caso negativo se ne calcoli il valore, in caso affermativo si calcoli l'integrale su un percorso a scelta dello studente.

Esercizio 2 Si consideri un condensatore cilindrico in cui l'armatura interna ha raggio $a = 1\text{ cm}$ e quella esterna raggio $b = 3\text{cm}$. L'armatura esterna e' a massa, quella interna e' posta ad una tensione $V_0 = +100\text{V}$, all'interno c'e' il vuoto.

2.1 Si calcolino, in funzione della distanza R dall'asse del sistema, le componenti (E_R, E_Z, E_ϕ) del campo elettrico in ogni punto dello spazio fra le armature del condensatore ($a < R < b$).

2.2 Un elettrone parte da fermo da $R = (a+b)/2$: si calcoli la sua velocita' nel momento dell'impatto su una delle armature del condensatore.

Esercizio 3 Una spira quadrata, di lato $L = 2\text{cm}$, e' costituita da sbarrette di materiale di sezione $A = 1\text{mm}^2$, densita' $\delta = 3\text{g/cm}^3$ ed in cui i portatori di carica sono elettroni, con una concentrazione $n = 10^{23}\text{cm}^{-3}$ e mobilita' $\mu = 10^3\text{cm}^2/\text{Vs}$.

3.1 Si calcoli $\oint_{\text{spira}} \vec{E} \cdot d\vec{L}$ se nella spira circola una corrente $I = 10\text{A}$ e la potenza (P) dissipata nella spira stessa.

3.2 Si calcoli l'energia cinetica (K) della spira, quando essa si trova in rotazione con velocita' angolare $\omega = 300\text{rad/s}$ attorno ad uno dei suoi lati (in altri termini: un lato e' l'asse di rotazione). Si calcoli anche esplicitamente il rapporto K/P.

Esercizio 4 Un binario rettilineo e' inclinato di un angolo $\theta = 30^\circ$ rispetto ad un piano orizzontale. Le rotaie, poste a distanza $D = 1\text{m}$, sono perfettamente conduttrici e sono connesse, nell'estremo superiore del binario, da una resistenza $R=2\Omega$. Un carrello ultraleggero, di massa $M = 0.3\text{kg}$, le cui ruote metalliche sono cortocircuitate con un filo e che puo' muoversi senza attrito, viene posto sul binario da fermo al tempo $t = 0$. In tutto lo spazio e' presente un campo di induzione magnetica verticale di modulo $B = 7\text{KG}$.

4.1 Si calcoli la velocita' limite raggiunta dal carrello.

4.2 Si calcoli la velocita' del carrello in funzione del tempo t.

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI
SECONDA PROVA SCRITTA PARZIALE – 28 maggio 2005
RISPOSTE

Esercizio 1

1.1 L'unica componente diversa da zero e' la componente x: $B_x = \frac{\mu_o I}{12\pi D}$

1.2 L'integrale di linea dipende dal percorso, per esempio sul segmento AB esso vale zero, perche' il campo magnetico e' perpendicolare ad AB.

Esercizio 2

2.1 Solo la componente radiale del campo elettrico e' diversa da zero. Ipotizzando che la

densita' di carica sulla armatura interna sia σ , si ha: $E_R = \frac{\sigma a}{\epsilon_o R}$. Si puo' calcolare

la densita' di carica osservando che $V_o = \frac{\sigma a}{\epsilon_o} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$, da cui $\sigma = \frac{\epsilon_o V_o}{a \ln(b/a)}$ ed

infine $E_R = \frac{V_o}{R \ln(b/a)} = \frac{91 \text{ Volt}}{R}$.

2.2 L'elettrone si muovera' verso l'armatura interna, si puo' utilizzare la conservazione dell'energia meccanica: $U\left(\frac{a+b}{2}\right) + 0 = U(a) + \frac{mV^2}{2}$.

Poiche' $U = -eV$ ($e =$ carica elementare), l'unico problema e' calcolare

$$\Delta V \equiv V\left(\frac{a+b}{2}\right) - V(a) = - \int_a^{(a+b)/2} E_R dR = -V_o \frac{\ln((a+b)/2a)}{\ln(b/a)} = -63V$$

da cui si trova $\text{velocita}' = \sqrt{\frac{-2e\Delta V}{m}} = 4.7 \times 10^6 \text{ m/s}$

Esercizio 3

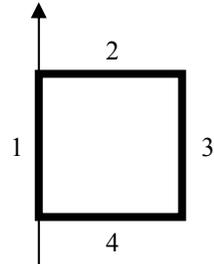
3.1 $\oint_{\text{spira}} \vec{E} \cdot d\vec{L} \equiv f.e.m. = IR = I\rho \frac{4L}{A} = I \frac{1}{en\mu} \frac{4L}{A} = 5 \times 10^{-4} V$

$P = I \times (f.e.m.) = 5 \times 10^{-3} W$

3.2 $K = \frac{1}{2} I_{\text{asse}} \omega^2$, dove il momento di inerzia e' calcolato attorno ad un asse

coincidente con uno dei lati. I_{asse} e' la somma dei momenti di inerzia dei 4 lati della sbarretta, numerati come in figura; poiche' la massa di ogni singolo lato vale

$M = AL\delta = 0.06g$, si ha



$$I_{\text{asse}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0 + \frac{ML^2}{3} + ML^2 + \frac{ML^2}{3} = \frac{5}{3}ML^2 = 4 \times 10^{-8} \text{ kg.m}^2$$

si ricava infine $K = \frac{1}{2} I_{\text{asse}} \omega^2 = 1.8 \times 10^{-3} \text{ J}$ e $\frac{K}{P} = 0.36 \text{ s}$

Esercizio 4

4.1 Durante il moto il modulo della corrente indotta nel circuito e' $I = \frac{BDV \cos \vartheta}{R}$,

dove V e' la velocita' del carrello. Mettendo un asse X in discesa lungo il piano

inclinato, la componente della forza magnetica lungo X vale $F_x^{\text{mag}} = -\frac{B^2 D^2 V \cos^2 \vartheta}{R}$,

per cui, includendo la gravita', si ha: $M\dot{V} = -\frac{B^2 D^2 V \cos^2 \vartheta}{R} + Mg \sin \vartheta$. La

velocita' limite e' quindi $V_L = \frac{MgR \sin \vartheta}{B^2 D^2 \cos^2 \vartheta} = 8 \text{ m/s}$

4.2 Riscriviamo l'equazione differenziale in V, trovata sopra, nel modo $\dot{V} + \frac{V}{\tau} = \frac{V_L}{\tau}$

con $\tau = \frac{MR}{B^2 D^2 \cos^2 \vartheta} = 1.6 \text{ s}$ e la condizione iniziale $V(0) = 0$. La soluzione

particolare e' $V = V_L$ e quella generale: $V = Ae^{-t/\tau} + V_L$. Imponendo la

condizione iniziale si ottiene: $V = V_L(1 - e^{-t/\tau})$.

FISICA 1 per TELECOMUNICAZIONI

Si avvisano gli studenti che il secondo compito si svolgerà
Sabato 28 maggio alle ore 10.30 nell'aula A31

E' obbligatorio presentarsi con un **documento di identità con fotografia** (va benissimo il tesserino plastificato dell'Università). Sono ammessi a sostenere il secondo compito gli studenti che hanno riportato un punteggio uguale o superiore a 15 nel primo compito.

Durante tutte le prove scritte **non è consentito consultare libri o quaderni** di appunti; è tuttavia permesso portare **un solo foglio** di appunti in cui siano riportate formule di difficile memorizzazione. **Non è consentito portare in aula telefoni cellulari.** L'individuazione, visiva o acustica, di telefonini (o microfoni o auricolari *et similia*) comporta l'immediata esclusione dalla prova.

Si ricorda che nel corso dell'anno sono previste due prove. Gli studenti che avranno ottenuto una votazione di almeno 15/30 in entrambe le prove ed una media complessiva di almeno 18/30 saranno ammessi all'orale, che dovrà essere effettuato in uno degli appelli estivi (giugno-luglio).

Si ricorda inoltre che la partecipazione ad una prova scritta annulla qualunque altro risultato (di compiti o di compiti) ottenuto precedentemente.

G.Batignani