

Università degli Studi di Ferrara — Dipartimento di Fisica
Prova scritta finale di Elettività e Magnetismo
30 marzo 2007

Nome e Cognome _____

Corso di Laurea _____ Matricola _____

Parte I

Rispondere alle seguenti domande. Ciascuna risposta esatta vale 1 punto. Le risposte sbagliate valgono 0 punti.

Una grandezza fisica è *conservata* (C, per brevità) se non cambia nel tempo; si dice invece *invariante* (I) se il suo valore numerico non cambia passando da un riferimento inerziale ad un altro. La carica elettrica di un sistema isolato è

C, ma non I I, ma non C C ed I né C, né I dipende dal sistema

La carica elettrica di un antiprotone è circa

1.6×10^{-19} C -1.6×10^{-19} C 3.2×10^{-19} C -3.2×10^{-19} C nulla

Due cariche elettriche puntiformi fisse nello spazio si attraggono con una forza di 4 N. Se si raddoppiano entrambe le cariche la forza diventa

16 N 8 N 4 N 2 N 1 N

Una carica elettrica puntiforme $-Q$ fissa nello spazio viene attratta da un'altra carica puntiforme $+2Q$, anch'essa fissa, con forza di modulo $4F$. La forza sentita dalla carica $+2Q$ ha modulo

$F/2$ $2F$ $F/4$ $4F$ F

La repulsione elettrostatica tra due cariche puntiformi di 1 C a distanza di 1 m vale

1 N 1.6×10^{-19} N 1.6×10^{19} N 9×10^{-12} N 9×10^9 N

L'ordine di grandezza delle dimensioni di un atomo di idrogeno è

- 10^{-10} cm 10^{-8} m 10^{-4} cm 10^{-19} m 10^{-10} m

Il modulo del campo elettrico generato da un sottile disco carico, a distanza r molto maggiore del suo raggio, è proporzionale a

- r^2 r $1/r$ $1/r^2$ $1/r^3$

Il potenziale elettrostatico generato da un dipolo simmetrico, a distanza r molto maggiore della separazione tra le cariche, è proporzionale a

- r^2 r $1/r$ $1/r^2$ $1/r^3$

In una regione di spazio il potenziale elettrostatico è costante e vale 1500 V. Il campo elettrico in quella regione è

- indeterminato costante nullo 1500 V/m -1500 V/m

In una regione di spazio il potenziale elettrostatico vale $V(x, y, z) = -Kxy$, con K costante positiva. Il modulo del campo elettrico è

- costante $K\sqrt{x^2 + y^2}$ $Kx^2y^2/4$ $K|x|$ $K|y|$

Se si dimezza la carica su ciascuna delle armature di un condensatore, la capacità

- diventa un quarto quadruplica dimezza non cambia raddoppia

Se si raddoppia la carica su ciascuna delle armature di un condensatore, l'energia elettrostatica immagazzinata

- quadruplica diventa un quarto raddoppia dimezza non cambia

Problema (10 punti)

Si considerino due sfere conduttrici concentriche di raggi a e b , con $b < a$.

(a) Trovare la capacità del sistema.

Tenendo $a = 10$ cm fissato, si vuole scegliere b in modo che il condensatore possa immagazzinare la massima energia possibile senza che il campo elettrico sulla superficie della sfera interna superi il valore $E_0 = 0.20$ kV/mm.

(b) Calcolare il valore di b richiesto.

Breve saggio (4 punti)

Enunciare la legge di Coulomb e la legge di Gauss. Discutere le relazioni che intercorrono tra di esse. (Esempio: sono derivabili l'una dall'altra? Quale legge è più generale e perché?)

Parte II

Rispondere alle seguenti domande. Ciascuna risposta esatta vale 1 punto. Le risposte sbagliate valgono 0 punti.

In un materiale conduttore vi sono due tipi di portatori di carica: ioni positivi, con carica $+e$, densità $n_+ = 10^{19} \text{ m}^{-3}$, velocità media $\mathbf{v}_+ = 3 \text{ m/s} \cdot \hat{\mathbf{z}}$; ioni negativi, con carica $-e$, densità $n_- = 10^{19} \text{ m}^{-3}$, velocità media $\mathbf{v}_- = -3 \text{ m/s} \cdot \hat{\mathbf{z}}$. La densità di corrente \mathbf{j} è

- $9.6 \text{ A/m}^2 \cdot \hat{\mathbf{z}}$ $4.8 \text{ A/m}^2 \cdot \hat{\mathbf{z}}$ nulla $-4.8 \text{ A/m}^2 \cdot \hat{\mathbf{z}}$ $-9.6 \text{ A/m}^2 \cdot \hat{\mathbf{z}}$

Due resistori, uno da 20Ω e l'altro da 30Ω , vengono collegati in parallelo. La loro resistenza equivalente vale

- 50Ω 25Ω 12Ω 15Ω 20Ω

Un condensatore scarico di capacità $C = 10 \text{ nF}$ viene caricato tramite una batteria di forza elettromotrice $V = 10 \text{ V}$ e resistenza interna $R = 1 \Omega$. Dopo 10 s dal collegamento la carica del condensatore è

- nulla 100 pC 0.1 nC $100 \mu\text{C}$ $0.1 \mu\text{C}$

Si vuole costruire un acceleratore circolare per elettroni di impulso massimo $100 \text{ GeV}/c$. Il suo raggio non può superare i 3.3 km . Il minimo campo magnetico necessario è

- 100 T 10 T 1 T 0.1 T 10 mT

A distanza di 2 m , il campo generato da un lungo filo rettilineo ha modulo 2 mT . A distanza 1 m , il campo vale

- 1 mT 2 mT 4 mT 6 mT 8 mT

Una spira di area A è percorsa da una corrente i . Lontano dal suo centro, a distanza r , il campo magnetico da essa generato è proporzionale a

- Ai/r^4 Ai/r^3 Ai/r^2 Ai/r $i/(Ar^2)$

Due lunghi fili paralleli sono percorsi dalle correnti i e $-3i$. Il primo filo è attratto verso il secondo con una forza di modulo F . Il modulo della forza agente sul secondo è

- $3F$ F $F/3$ $F/9$ $9F$

Due lunghi fili paralleli percorsi da corrente si respingono con una forza di modulo F . Se si raddoppia la distanza tra di essi la forza ha modulo

- $4F$ $F/4$ $F/2$ $2F$ F

Se si raddoppia la corrente attraverso un circuito, il flusso del campo magnetico da essa generato attraverso il circuito stesso

- non varia raddoppia dimezza quadruplica diventa un quarto

Un circuito ha coefficiente di autoinduzione $L = 1$ mH. Se esso è percorso da una corrente $i = 2$ A l'energia magnetica del sistema è

- zero 4 J 8 mJ 4 mJ 2 mJ

In un certo intervallo di tempo $-1 \text{ s} < t < 1 \text{ s}$, il flusso del campo magnetico attraverso un circuito varia secondo la legge $\phi_B(t) = At$, con A costante. La forza elettromotrice indotta all'istante $t = 0$ s è

- $-A$ $-At$ $-At^2/2$ indeterminata zero

Una batteria di forza elettromotrice $V = 12$ V è collegata ad un carico di resistenza $R = 10 \Omega$ tramite un interruttore che viene chiuso all'istante $t = 0$. Il circuito ha coefficiente di autoinduzione $L = 10$ mH. Dopo 10 ms dalla chiusura dell'interruttore, la corrente che scorre nel circuito è

- zero 0.3 A 0.6 A 0.9 A 1.2 A

Problema (10 punti)

Si consideri un lungo cavo coassiale percorso da una corrente i in cui il conduttore interno ha raggio $a = 0.20$ mm e quello esterno ha raggio interno $b = 2.0$ mm.

- (a) Determinare il campo magnetico nell'intercapedine tra i conduttori dalla legge di Ampère.
- (b) Calcolare numericamente il coefficiente di autoinduzione del cavo per unità di lunghezza, trascurando gli effetti di bordo ed il campo dentro i conduttori.

Breve saggio (4 punti)

Descrivere brevemente come è possibile determinare il segno e la densità dei portatori di carica nei metalli tramite l'effetto Hall.

