

Università degli Studi di Ferrara — Dipartimento di Fisica  
**Prova scritta finale di Elettricità e Magnetismo**  
20 settembre 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 positrone (o antielettrone) è circa

- $1.6 \times 10^{-19}$  C     $-1.6 \times 10^{-19}$  C     $3.2 \times 10^{-19}$  C     $-3.2 \times 10^{-19}$  C    nulla

Due cariche elettriche puntiformi fisse nello spazio si attraggono con una forza di 2 N. Se si raddoppiano entrambe le cariche la forza diventa

- 8 N    4 N    2 N    1 N    0.5 N

Una carica elettrica puntiforme  $-2Q$  fissa nello spazio viene attratta da un'altra carica puntiforme  $+Q$ , anch'essa fissa, con forza di modulo  $4F$ . La forza sentita dalla carica  $+Q$  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     $1.6 \times 10^{-19}$  N     $1.6 \times 10^{19}$  N     $9 \times 10^{-12}$  N     $9 \times 10^9$  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 una barretta carica, a distanza  $r$  molto maggiore della sua lunghezza, 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 500 V. Il campo elettrico in quella regione è

- indeterminato     costante     nullo     500 V/m     -500 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 raddoppia la carica su ciascuna delle armature di un condensatore, la capacità

- diventa un quarto     quadruplica     dimezza     non cambia     raddoppia

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

- quadruplica     diventa un quarto     raddoppia     dimezza     non cambia

**Problema** (10 punti)

Un condensatore piano ha armature di area  $A$  separate da una distanza  $d$ . Esso viene caricato con una differenza di potenziale  $V$ . La batteria viene quindi scollegata e le armature vengono allontanate ad una distanza  $2d$ . In termini delle grandezze  $A$ ,  $d$  e  $V$  calcolare

- (a) la differenza di potenziale finale;
- (b) l'energia elettrostatica iniziale e finale;
- (c) il lavoro richiesto per allontanare le armature.



**Breve saggio (4 punti)**

Enunciare la legge di Coulomb e la legge di Gauss. Quale di esse 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  $\mathbf{v}_+ = 1.5 \text{ m/s} \cdot \hat{\mathbf{z}}$ ; ioni negativi, con carica  $-e$ , densità  $n_- = 10^{19} \text{ m}^{-3}$ , velocità media  $\mathbf{v}_- = -1.5 \text{ m/s} \cdot \hat{\mathbf{z}}$ . 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  $40 \Omega$  e l'altro da  $60 \Omega$ , vengono collegati in parallelo. La loro resistenza equivalente vale

- $50 \Omega$      $24 \Omega$      $12 \Omega$      $30 \Omega$      $20 \Omega$

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

- nulla     $100 \text{ pC}$      $10 \text{ nC}$      $100 \mu\text{C}$      $1 \text{ nC}$

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

- $100 \text{ T}$      $10 \text{ T}$      $1 \text{ T}$      $0.1 \text{ T}$      $10 \text{ mT}$

A distanza di  $1 \text{ m}$ , il campo generato da un lungo filo rettilineo ha modulo  $12 \text{ mT}$ . A distanza  $2 \text{ m}$ , il campo vale

- $1 \text{ mT}$      $2 \text{ mT}$      $3 \text{ mT}$      $4 \text{ mT}$      $6 \text{ mT}$

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  $3i$  e  $-i$ . 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  $2F$ . Se si raddoppia la distanza tra di essi la forza ha modulo

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

Se si dimezza 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  $L = 2$  mH. Se esso è percorso da una corrente  $i = 1$  A l'energia magnetica del sistema è

- zero       4 J       4 mJ       2 mJ       1 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  $R = 1$  k $\Omega$  tramite un interruttore che viene chiuso all'istante  $t = 0$ . Il circuito ha coefficiente di autoinduzione  $L = 1$  mH. Dopo 1 ms dalla chiusura dell'interruttore, la corrente che scorre nel circuito è

- 2 mA       3 mA       6 mA       9 mA       12 mA



**Problema** (10 punti)

Un filo di rame (resistività  $\rho = 1.69 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ) di lunghezza  $l = 52.5 \text{ cm}$  e diametro  $d = 1.10 \text{ mm}$  forma una spira circolare. Essa viene posta in un campo magnetico uniforme, parallelo all'asse della spira, che varia nel tempo ad un tasso costante pari a  $9.82 \text{ mT/s}$ .

Calcolare (a) la forza elettromotrice indotta nella spira e (b) il tasso di produzione di energia interna nel filo. Si trascuri il coefficiente di autoinduzione della spira stessa.



**Breve saggio (4 punti)**

Discutere la classificazione dei materiali secondo la resistività e descrivere brevemente il loro comportamento.

