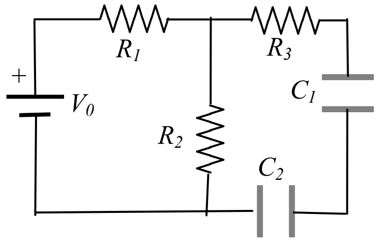
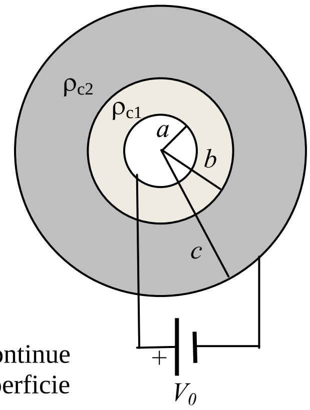
Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 4 – 29/5/2009

Nome e cognome: ……………………………………………………… Matricola: ……………

Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegate "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. ***Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione***



1. Un circuito elettrico è costituito da tre resistori (R_1 = 4.0 kohm, R_2 = 1.0 kohm, R_3 = 0.50 kohm) e due condensatori di **identica capacità** ($C_1 = C$ = 2.0 μF, $C_2 = C$ = 2.0 μF) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 50 V.
   a) Quanto vale, in **condizioni stazionarie** (cioè "a regime"), l'intensità di corrente I_3 che attraversa il resistore R_3?
   I_3 = …………………………………… = ……….. A   0   [per passare attraverso R_3 la corrente dovrebbe attraversare la serie dei due condensatori, cosa che in condizioni di equilibrio non è possibile]
   b) Quanto vale, **in condizioni stazionarie**, la carica **complessiva** Q accumulata sui due condensatori C_1 e C_2?
   Q = …………………………………… = ... C $(C/2)V_0R_2/(R_1+R_2) = 1.0\times10^{-5}$ C   [i due condensatori sono collegati in serie tra loro, per cui essi accumulano la stessa carica (se così non fosse, il sistema costituito dalle armature dei due condensatori che si trovano collegate assieme non sarebbe complessivamente neutro). Di conseguenza, la capacità "equivalente" del sistema dei due condensatori è $C_{eq} = C/2$. Per definizione, deve essere quindi $Q = C_{eq}\Delta V$. Poiché attraverso il resistore R_3 non passa corrente, non c'è differenza di potenziale ai suoi capi, e quindi la differenza di potenziale ΔV ai capi della serie dei due condensatori è pari alla differenza di potenziale ai capi del resistore R_2 : $\Delta V = R_2 I = R_2V_0/(R_1+R_2)$, dove si è applicata la legge di Ohm. Da qui la soluzione. Nota aggiunta a posteriori: il testo originale recitava "carica complessiva $Q=Q_1+Q_2$. In realtà, come già discusso, essendo i due condensatori collegati in serie la carica è la stessa per entrambe, e dunque non si somma. Si è tenuto conto dell'espressione misleading nella correzione degli elaborati!]
   c) Supponete che, ad un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito, cioè che si taglino i fili di collegamento tra i poli del generatore e il circuito; in queste condizioni i condensatori si "scaricano". Quanto vale l'energia E dissipata per effetto Joule attraverso i soli resistori R_2 e R_3 nell'intero processo di scarica (cioè supponendo di lasciar andare avanti il processo per un tempo "infinitamente" lungo, tale che alla fine la carica sui condensatori praticamente si annulla)?
   E = …………………………………… = ………… J $Q^2/(2C_{eq}) = 5.0\times10^{-5}$ J   [nella fase di scarica, supponendo di attendere un tempo molto lungo, tutta l'energia elettrostatica immagazzinata nel condensatore viene dissipata attraverso i resistori (ovviamente la scarica avviene solo atraverso i resistori R_2 e R_3 , essendo in pratica R_1 collegato a un bel niente quando viene rimosso il generatore). Da qui la soluzione]



2. Un sistema è costituito da una sfera omogenea di materiale perfettamente conduttore di raggio a = 5.0 mm che si trova al centro di un guscio sferico **sottile**, di raggio c = 20 mm, fatto dello stesso materiale perfettamente conduttore. Lo spazio tra i due conduttori è riempito da due gusci sferici spessi concentrici fatti di due materiali **debolmente conduttori** diversi fra loro. In particolare, lo spazio $a<r<b$, con b = 10 mm, è riempito di materiale omogeneo 1 con resistività $\rho_{C1} = 1.0\times10^6$ ohm m, mentre lo spazio $b<r<c$ è riempito di materiale omogeneo 2 con resistività $\rho_{C2} = 2.0\times10^6$ ohm m. Il sistema è collegato a un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 10 V come rappresentato in figura (il polo positivo è collegato alla sfera di raggio $r=a$, il polo negativo al guscio di raggio $r=c$) e si suppone che esso si trovi in **condizioni stazionarie**, cioè che il collegamento con il generatore sia avvenuto molto tempo prima di quando si eseguono le osservazioni di questo problema. [Usate $\varepsilon_0 = 8.8\times10^{-12}$ F/m per la costante dielettrica del vuoto, e supponete che questa sia anche la costante dielettrica dei materiali 1 e 2]
   a) Spiegate per bene, in brutta, quali tra le grandezze vettoriali campo elettrico e densità di corrente sono continue (cioè non cambiano il proprio valore) attraversando l'interfaccia tra materiale 1 e materiale 2, cioè la superficie sferica posta in $r=b$.
   Spiegazione: ……………………   il sistema permette il passaggio di corrente dalla sfera di raggio a al guscio di raggio c, Poiché la carica elettrica "si conserva" passando per l'interfaccia (non ci sono meccanismi che possano far scomparire o comparire cariche elettriche), l'intensità di corrente attraverso i due materiali deve essere la stessa. D'altra parte, vista la simmetria del problema, l'intensità di corrente, che è il flusso del vettore densità di corrente, è data dal semplice prodotto tra densità di corrente e superficie (sferica) di integrazione. Quindi la densità di corrente deve essere la stessa nei due materiali e pertanto questa grandezza è continua attraverso l'interfaccia. Dato che, in un materiale ohmico come i deboli conduttori considerati nel problema, si ha $\mathbf{j} = \mathbf{E}/\rho_C$, essendo le resistività diverse nei due materiali, i campi elettrici dovranno essere diversi, cioè la grandezza campo elettrico non è continua all'interfaccia.
   b) Chiamando Q_a e Q_b le cariche (**generiche**) che si trovano rispettivamente sulla sfera conduttrice di raggio a e (eventualmente) all'interfaccia tra i due materiali ($r=b$) nelle condizioni del problema, come si scrivono le funzioni $\mathbf{E_1}(r)$ ed $\mathbf{E_2}(r)$ che esprimono il campo elettrico rispettivamente nelle regioni $a<r<b$ e $b<r<c$? [Dovete scrivere delle **funzioni** della distanza dal centro r; non usate valori numerici per questo risultato e spiegate bene, in brutta, come usate il teorema di Gauss]
   $\mathbf{E_1}(r)$ = …………………………….. $(Q_a/(4\pi\varepsilon_0 r^2))\hat{\mathbf{r}}$ [per il teorema di Gauss, usando una scatola di forma sferica (concentrica al sistema) e raggio r generico, compreso tra a e b , si ha la soluzione, dove si è anche scritta la direzione e il verso usando il versore del sistema di riferimento sferico centrato al centro del sistema. Notate che, in condizioni stazionarie, essendo i materiali debolmente conduttori omogenei (ognuno nella regione in cui è presente) non si hanno cariche nel volume al loro interno (si ci fossero, vorrebbe dire che la carica non si "conserva"…]
   $\mathbf{E_2}(r)$ = …………………………….. $((Q_a+Q_b)/(4\pi\varepsilon_0 r^2))\hat{\mathbf{r}}$ [come sopra, però stavolta la scatola contiene anche la carica Q_b distribuita all'interfaccia per il teorema di Gauss]
   c) Quanto vale, in condizioni stazionarie, la carica Q_a definita al punto precedente?
   Q_a = ……………………………. = ………… C $(4\pi\varepsilon_0 V_0)/(1/a-1/b+(\rho_{C2}/\rho_{C1})(1/b-1/c)) = 5.5\times10^{-6}$ C   [le condizioni "al contorno" del problema impongono che $\Delta V = V(r=c) - V(r=b) = -V_0$ (il segno meno dipende dalla definizione della differenza di potenziale scritta: chiaramente il guscio sferico di raggio c , essendo collegato al polo negativo del generatore, si troverà a potenziale più basso rispetto alla sfera di raggio a). Quindi deve essere: $-V_0 = -\int_a^c \mathbf{E}\cdot d\mathbf{r}$. Tenendo conto della direzione del campo e del fatto che esso è diverso nei due materiali, si ottiene: $V_0 = \int_a^b E_1 dr + \int_b^c E_2 dr$. D'altra parte per la continuità di $\mathbf{j}$ deve essere $E_2 = E_1 \rho_{C2}/\rho_{C1}$ e quindi: $V_0 = \int_a^b E_1 dr + (\rho_{C2}/\rho_{C1})\int_b^c E_1 dr$. Sostituendo l'espressione funzionale di E_1 trovata in precedenza e risolvendo gli integrali si ha: $V_0 = (Q_a/(4\pi\varepsilon_0))((1/a-1/b)+(\rho_{C2}/\rho_{C1})(1/b-1/c))$, da cui la soluzione]

d) Quanto vale, in condizioni stazionarie, l'intensità di corrente I erogata dal generatore? [Notate che, a causa della presenza dei materiali debolmente conduttori, il sistema ammette passaggio di corrente in condizioni stazionarie!]

I = ……………………………. = ………… A $Q_a 4\pi a^2/(4\pi\varepsilon_0\rho_{c1}a^2)=Q_a/(\varepsilon_0\rho_{C1})$ = 0.62 A [come già discusso in precedenza, a causa della simmetria del problema si ha semplicemente $I = Aj$, con A superficie sferica su cui si calcola il flusso. Poiché la corrente non cambia all'interno del sistema (essa è continua all'interfaccia e omogenea all'interno dei due materiali), possiamo scegliere tale superficie come vogliamo. Conviene prendere la superficie sferica che ha raggio infinitesimamente superiore a a , dove $j = E_1(r=a)/\rho_{C1} = Q_a/(4\pi\varepsilon_0\rho_{c1}a^2)$. Usando l'espressione di Q_a determinata sopra e ricordando che il raggio della sfera di raggio a (ovvero infinitesimamanete maggiore di a) è $4\pi a^2$ si ottiene la soluzione]

3. Un elettrone di massa $m = 0.91\times10^{-30}$ kg e carica $q = -1.6\times10^{-19}$ C si muove liberamente nel vuoto (senza attrito e senza subire l'effetto di alcuna forza) nel verso positivo dell'asse X di un sistema di riferimento, avendo una velocità di modulo $v_0 = 1.0\times10^6$ m/s. Nel semispazio $x>0$ è presente un campo magnetico esterno, **uniforme e costante**, diretto nel verso positivo dell'asse Z e di modulo B_0 = 0.50 T (T indica Tesla, l'unità di misura del campo magnetico, o campo di induzione magnetica, nel sistema mks). Si osserva che, una volta entrato nella regione di spazio in cui è presente il campo magnetico, l'elettrone compie un'orbita circolare di raggio R (orbita di ciclotrone – notate che, in realtà, esso compie solo metà dell'orbita, che dunque è semicircolare, prima di lasciare la regione di spazio in cui insiste il campo magnetico) . [Supponete trascurabile l'effetto della forza peso]

a) Quanto vale R?

R = …………………………….. = ……….. m $mv_0/(qB_0) = 1.1\times10^{-5}$ m [sulla carica agisce la forza di Lorentz, $\mathbf{F_M} = q\mathbf{v}\times\mathbf{B}$. Questa forza è diretta ortogonalmente alla velocità ed ha modulo costante, dato che il campo magnetico è uniforme e il modulo della velocità non cambia, essendo nullo il lavoro della forza magnetica (è ortogonale allo spostamento!). Dunque la carica compie un'orbita circolare di raggio R tale che $a_C = v_0^2/R = (|q|/m)v_0B_0$, cioè la forza magnetica fornisce alla carica l'accelerazione centripeta (si usa il valore assoluto della carica, dato che si vuole un raggio positivo – il fatto che la carica sia negativa significa solo che il centro dell'orbita si trova a una quota $y>0$, mentre sarebbe $y<0$ per una carica positiva). Da qui la soluzione]

b) Quanto vale, in **modulo**, la velocità v dell'elettrone quando esso abbandona la regione di spazio $x>0$, cioè al termine dell'orbita semicircolare?

v = …………………………….. = ... m/s v_0 [è ovvio ricordando che il campo magnetico non compie lavoro sulla carica]

Nota: acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, http://www.df.unipi.it/~fuso/dida, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | | (4 caratteri alfanumerici).

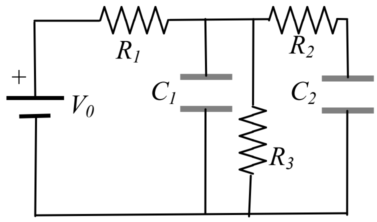
Pisa, 25/5/2010 Firma:

B

Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 4 – 29/5/2009

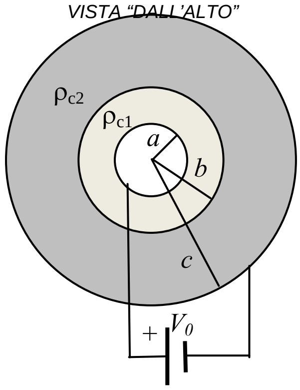
Nome e cognome: ………………………………………………………… Matricola: ……………

Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegate "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. ***Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione***



1. Un circuito elettrico è costituito da tre resistori (R_1 = 1.0 kohm, R_2 = 0.50 kohm, R_3 = 4.0 kohm) e due condensatori (C_1 = 1.0 μF, C_2 = 2.0 μF) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 50 V.
   a) Quanto vale, in **condizioni stazionarie** (cioè "a regime"), l'intensità di corrente I erogata dal generatore?
   I = ………………………………….. = ……….. A $V_0/(R_1+R_3)$ = 1.0x10^{-2} A [in condizioni stazionarie non passa corrente attraverso i condensatori. Dunque la corrente può passare solo attraverso la serie delle due resistenze R_1+R_3, da cui la soluzione]
   b) Quanto valgono, **in condizioni stazionarie**, le differenze di potenziale ΔV_1 e ΔV_2 che si misurano tra le armature dei condensatori C_1 e C_2? [Spiegate **bene** in brutta la vostra soluzione]
   ΔV_1 = ………………………………….. = ... V $R_3I= R_3V_0/(R_1+R_3)$ = 40 V   [la differenza di potenziale ai capi di C_1 è la stessa che si trova ai capi di R_3, che vi è collegato in parallelo. Per la legge di Ohm si ottiene la soluzione]
   ΔV_2 = ………………………………….. = ... V ΔV_1 =40 V   [poiché attraverso il resistore R_2 non passa corrente, non c'è differenza di potenziale ai capi di questo resistore e quindi il condensatore C_2 si trova alla stessa differenza di potenziale di C_1]
   c) Supponete che, ad un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito, cioè che si taglino i fili di collegamento tra i poli del generatore e il circuito; in queste condizioni i condensatori si "scaricano". Quanto vale l'energia E dissipata per effetto Joule attraverso i soli resistori R_2 e R_3 nell'intero processo di scarica (cioè supponendo di lasciar andare avanti il processo per un tempo "infinitamente" lungo, tale che alla fine la carica sui condensatori praticamente si annulla)?
   E = ………………………………….. = ………… J $C_1\Delta V_1^2/2+C_2\Delta V_2^2/2 = (C_1+C_2)\Delta V_1^2/2$ = 2.4x10^{-3} J   [nella fase di scarica, supponendo di attendere un tempo molto lungo, tutta l'energia elettrostatica immagazzinata nei condensatori viene dissipata attraverso i resistori (ovviamente la scarica avviene solo attraverso i resistori R_2 e R_3 , essendo in pratica R_1 collegato a un bel niente quando viene rimosso il generatore). Da qui la soluzione]

VISTA "DALL'ALTO"



2. Un sistema è costituito da un cilindro omogeneo di materiale perfettamente conduttore di raggio a = 5.0 mm coassiale a un guscio cilindrico **sottile**, di raggio c = 20 mm, fatto dello stesso materiale perfettamente conduttore. Lo spazio tra i due conduttori è riempito da due gusci cilindrici spessi fatti di due materiali **debolmente conduttori** diversi fra loro: lo spazio $a<r<b$, con b = 10 mm, è riempito di materiale omogeneo 1 con resistività ρ_{C1} = 1.0x10^8 ohm m, mentre lo spazio $b<r<c$ è riempito di materiale omogeneo 2 con resistività ρ_{C2} = 2.0x10^8 ohm m. Si noti che tutti gli elementi cilindrici del sistema hanno la stessa altezza h = 1.0 m: essendo $h>>a,b,c$, la simmetria del sistema può essere considerata puramente **cilindrica**. Il sistema è collegato a un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 10 V come rappresentato in figura (il polo positivo è collegato al cilindro di raggio $r=a$, il polo negativo al guscio di raggio $r=c$) e si suppone che il sistema si trovi in **condizioni stazionarie**, cioè che il collegamento con il generatore sia avvenuto molto tempo prima di quando si eseguono le osservazioni di questo problema. [Usate ε_0 = 8.8x10^{-12} F/m per la costante dielettrica del vuoto, e supponete che questa sia anche la costante dielettrica dei materiali 1 e 2]
   a) Spiegate per bene, in brutta, quali tra le grandezze vettoriali campo elettrico e densità di corrente sono continue (cioè non cambiano il proprio valore) attraversando l'interfaccia tra materiale 1 e materiale 2, cioè la superficie cilindrica posta in $r=b$.
   Spiegazione: …………………… il sistema permette il passaggio di corrente dal cilindro di raggio a al guscio di raggio c, Poiché la carica elettrica "si conserva" passando per l'interfaccia (non ci sono meccanismi che possano far scomparire o comparire cariche elettriche), l'intensità di corrente attraverso i due materiali deve essere la stessa. D'altra parte, vista la simmetria del problema, l'intensità di corrente, che è il flusso del vettore densità di corrente, è data dal semplice prodotto tra densità di corrente e superficie (cilindrica) di integrazione. Quindi la densità di corrente deve essere la stessa nei due materiali e pertanto questa grandezza è continua attraverso l'interfaccia. Dato che, in un materiale ohmico come i deboli conduttori considerati nel problema, si ha $\mathbf{j} = \mathbf{E}/\rho_C$, essendo le resistività diverse nei due materiali, i campi elettrici dovranno essere diversi, cioè la grandezza campo elettrico non è continua all'interfaccia.
   b) Chiamando Q_a e Q_b le cariche (**generiche**) che si trovano rispettivamente sul cilindro conduttore di raggio a e (eventualmente) all'interfaccia tra i due materiali ($r=b$) nelle condizioni del problema, come si scrivono le funzioni $\mathbf{E_1}(r)$ ed $\mathbf{E_2}(r)$ che esprimono il campo elettrico rispettivamente nelle regioni $a<r<b$ e $b<r<c$? [Dovete scrivere delle **funzioni** della distanza r dall'asse; non usate valori numerici per questo risultato e spiegate bene, in brutta, come usate il teorema di Gauss]
   $\mathbf{E_1}(r)$ = …………………………….. $(Q_a/(2\pi\varepsilon_0 rh))\hat{\mathbf{r}}$ [per il teorema di Gauss, usando una scatola di forma cilindrica (coassiale al sistema) e raggio r generico, compreso tra a e b , si ha la soluzione, dove si è anche scritta la direzione e il verso usando il versore del sistema di riferimento cilindrico centrato sull'asse del sistema. Notate che, in condizioni stazionarie, essendo i materiali debolmente conduttori omogenei (ognuno nella regione in cui è presente) non si hanno cariche nel volume al loro interno (si ci fossero, vorrebbe dire che la carica non si "conserva"…]
   $\mathbf{E_2}(r)$ = …………………………….. $((Q_a+Q_b)/(2\pi\varepsilon_0 rh))\hat{\mathbf{r}}$ [come sopra, però stavolta la scatola contiene anche la carica Q_b distribuita all'interfaccia per il teorema di Gauss]
   c) Quanto vale, in condizioni stazionarie, la carica Q_a definita al punto precedente? [Può farvi comodo notare che $ln(2)$ ~ 0.69]
   $\mathbf{Q_a}$ = …………………………… ~ ………… C $(2\pi\varepsilon_0 hV_0)/(ln(b/a)+(\rho_{C2}/\rho_{C1})ln(c/b))$ ~ 2.6x10^{-10} C   [le condizioni "al contorno" del problema impongono che $\Delta V = V(r=c) - V(r=b) = -V_0$ (il segno meno dipende dalla definizione della differenza di potenziale scritta: chiaramente il guscio cilindrico di raggio c , essendo collegato al polo negativo del generatore, si troverà a potenziale più basso rispetto al cilindro di raggio a). Quindi deve essere: $-V_0 = -\int_a^c \mathbf{E}\cdot d\mathbf{r}$. Tenendo conto della direzione del campo e del fatto che esso è diverso nei due materiali, si ottiene: $V_0 = \int_a^b E_1 dr+\int_b^c E_2 dr$. D'altra parte per la continuità di $\mathbf{j}$ deve essere $E_2 = E_1 \rho_{C2}/\rho_{C1}$ e quindi: $V_0 = \int_a^b E_1 dr+(\rho_{C2}/\rho_{C1})\int_b^c E_1 dr$. Sostituendo l'espressione funzionale di E_1 trovata in precedenza e risolvendo gli integrali si ha: $V_0 = (Q_a/(2\pi\varepsilon_0 h))(ln(b/a)+ (\rho_{C2}/\rho_{C1})ln(c/b))$, da cui la soluzione]

d) Quanto vale, in condizioni stazionarie, l'intensità di corrente I erogata dal generatore? [Notate che, a causa della presenza dei materiali conduttori, il sistema permette passaggio di corrente in condizioni stazionarie]

I = ……………………………. ~ …………. A $Q_a 2\pi a h/(2\pi\varepsilon_0\rho_{c1} a h)=Q_a/(\varepsilon_0\rho_{C1}) \sim 3.0\times10^{-3}$ A [come già discusso in precedenza, a causa della simmetria del problema si ha semplicemente $I = Aj$, con A superficie cilindrica su cui si calcola il flusso. Poiché la corrente non cambia all'interno del sistema (essa è continua all'interfaccia e omogenea all'interno dei due materiali), possiamo scegliere tale superficie come vogliamo. Conviene prendere la superficie cilindrica che ha raggio infinitesimamente superiore a a , dove $j = E_1(r=a)/\rho_{C1} = Q_a/(2\pi\varepsilon_0\rho_{c1} h a)$. Usando l'espressione di Q_a determinata sopra e ricordando che il raggio della superficie laterale (l'unica interessata dal flusso di corrente!) del cilindro di raggio a (ovvero infinitesimanete maggiore di a) e altezza h è $2\pi a h$ si ottiene la soluzione]

3. Un protone di massa $m = 1.6\times10^{-27}$ kg e carica $q = 1.6\times10^{-19}$ C si muove liberamente nel vuoto (senza attrito e senza subire l'effetto di alcuna forza) nel verso positivo dell'asse X di un sistema di riferimento, avendo una velocità di modulo $v_0 = 1.0\times10^6$ m/s. Nel semispazio $x>0$ è presente un campo magnetico esterno, **uniforme e costante**, diretto nel verso positivo dell'asse Z e di modulo $B_0 = 0.50$ T (T indica Tesla, l'unità di misura del campo magnetico, o campo di induzione magnetica, nel sistema mks). Si osserva che, una volta entrato nella regione di spazio in cui è presente il campo magnetico, il protone compie un'orbita circolare di raggio R (orbita di ciclotrone – notate che, in realtà, esso compie solo metà dell'orbita, che dunque è semicircolare, prima di lasciare la regione di spazio in cui insiste il campo magnetico) . [Supponete trascurabile l'effetto della forza peso]

a) Quanto vale R?

R = …………………………….. = ……….. m $mv_0/(qB_0) = 2.0\times10^{-2}$ m [sulla carica agisce la forza di Lorentz, $\mathbf{F_M} = q\mathbf{v}\times\mathbf{B}$. Questa forza è diretta ortogonalmente alla velocità ed ha modulo costante, dato che il campo magnetico è uniforme e il modulo della velocità non cambia, essendo nullo il lavoro della forza magnetica (è ortogonale allo spostamento!). Dunque la carica compie un'orbita circolare di raggio R tale che $a_C = v_0^2/R = (q/m)v_0B_0$, cioè la forza magnetica fornisce alla carica l'accelerazione centripeta. Da qui la soluzione]

b) Quanto vale, in **modulo**, la velocità v del protone quando esso abbandona la regione di spazio $x>0$, cioè al termine della sua orbita semicircolare?

v = …………………………….. = ... m/s v_0 [è ovvio ricordando che il campo magnetico non compie lavoro sulla carica]

Nota: acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, http://www.df.unipi.it/~fuso/dida, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | | (4 caratteri alfanumerici).

Pisa, 25/5/2010 Firma: