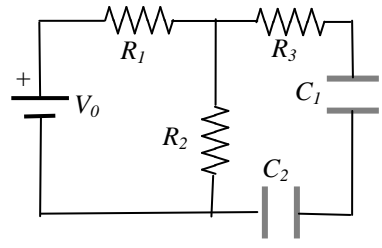


Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 4 – 29/5/2009

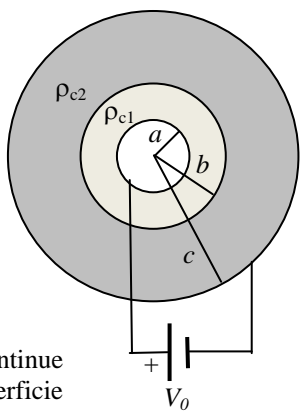
Nome e cognome: **Matricola:**

Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "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 ($R_1 = 4.0 \text{ kohm}$, $R_2 = 1.0 \text{ kohm}$, $R_3 = 0.50 \text{ kohm}$) e due condensatori di **identica capacità** ($C_1 = C = 2.0 \text{ }\mu\text{F}$, $C_2 = C = 2.0 \text{ }\mu\text{F}$) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 50 \text{ V}$.
 - a) Quanto vale, in **condizioni stazionarie** (cioè "a regime"), l'intensità di corrente I_3 che attraversa il resistore R_3 ?
 $I_3 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ A}$
 - b) Quanto vale, in **condizioni stazionarie**, la carica **complessiva** $Q = Q_1 + Q_2$ accumulata sui due condensatori C_1 e C_2 ?
 $Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
 - 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)?
 $E = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$



2. Un sistema è costituito da una sfera omogenea di materiale perfettamente conduttore di raggio $a = 5.0 \text{ mm}$ che si trova al centro di un guscio sferico **sottile**, di raggio $c = 20 \text{ mm}$, 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 $b = 10 \text{ mm}$, è riempito di materiale omogeneo 1 con resistività $\rho_{C1} = 1.0 \times 10^6 \text{ ohm m}$, mentre lo spazio $b < r < c$ è riempito di materiale omogeneo 2 con resistività $\rho_{C2} = 2.0 \times 10^6 \text{ ohm m}$. Il sistema è collegato a un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 10 \text{ V}$ 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 $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ 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:
- 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 $E_1(r)$ ed $E_2(r)$ 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]
 $E_1(r) = \dots\dots\dots$
 $E_2(r) = \dots\dots\dots$
- c) Quanto vale, in condizioni stazionarie, la carica Q_a definita al punto precedente?
 $Q_a = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
- 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!]
 $I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ A}$

3. Un elettrone di massa $m = 0.91 \times 10^{-30} \text{ kg}$ e carica $q = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 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 $v_0 = 1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$. Nel semispazio $x > 0$ è presente un campo magnetico esterno, **uniforme e costante**, diretto nel verso positivo dell'asse Z e di modulo $B_0 = 0.50 \text{ T}$ (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 ?
 $R = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$
 - 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?
 $v = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}$

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

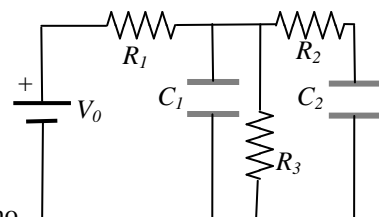
Firma:

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

Nome e cognome: Matricola:

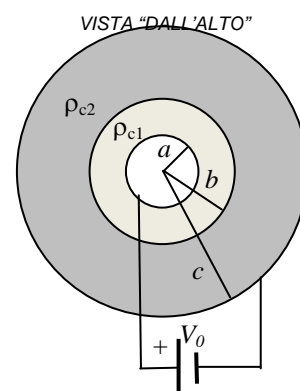
Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Un circuito elettrico è costituito da tre resistori ($R_1 = 1.0 \text{ kohm}$, $R_2 = 0.50 \text{ kohm}$, $R_3 = 4.0 \text{ kohm}$) e due condensatori ($C_1 = 1.0 \text{ }\mu\text{F}$, $C_2 = 2.0 \text{ }\mu\text{F}$) collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 50 \text{ V}$.



- a) Quanto vale, in **condizioni stazionarie** (cioè "a regime"), l'intensità di corrente I erogata dal generatore?
 $I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ A}$
- 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]
 $\Delta V_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$
 $\Delta V_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V}$
- c) Supponete che, ad un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito, cioè che si tagliano 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)?
 $E = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$

2. Un sistema è costituito da un cilindro omogeneo di materiale perfettamente conduttore di raggio $a = 5.0 \text{ mm}$ coassiale a un guscio cilindrico **sottile**, di raggio $c = 20 \text{ mm}$, 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 $b = 10 \text{ mm}$, è riempito di materiale omogeneo 1 con resistività $\rho_{C1} = 1.0 \times 10^8 \text{ ohm m}$, mentre lo spazio $b < r < c$ è riempito di materiale omogeneo 2 con resistività $\rho_{C2} = 2.0 \times 10^8 \text{ ohm m}$. Si noti che tutti gli elementi cilindrici del sistema hanno la stessa altezza $h = 1.0 \text{ m}$: essendo $h \gg a, b, c$, la simmetria del sistema può essere considerata puramente **cilindrica**. Il sistema è collegato a un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 10 \text{ V}$ 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 $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ 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:
- 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 $E_1(r)$ ed $E_2(r)$ 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]
 $E_1(r) = \dots\dots\dots$
 $E_2(r) = \dots\dots\dots$
- c) Quanto vale, in condizioni stazionarie, la carica Q_a definita al punto precedente? [Può farvi comodo notare che $\ln(2) \sim 0.69$]
 $Q_a = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ C}$
- 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]
 $I = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ A}$
3. Un protone di massa $m = 1.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ e carica $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 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 $v_0 = 1.0 \times 10^6 \text{ m/s}$. Nel semispazio $x > 0$ è presente un campo magnetico esterno, **uniforme e costante**, diretto nel verso positivo dell'asse Z e di modulo $B_0 = 0.50 \text{ T}$ (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 ?
 $R = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$
- 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?
 $v = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}$

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: