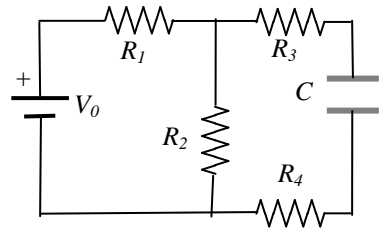


Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 – 31/5/2011

Nome e cognome: ..... Matricola: .....

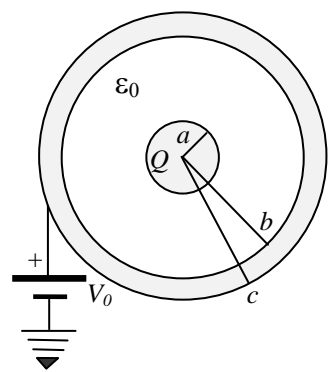
Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Un circuito elettrico è costituito da quattro resistori ( $R_1 = 4.0 \text{ kohm}$ ,  $R_2 = 1.0 \text{ kohm}$ ,  $R_3 = 0.50 \text{ kohm}$ ,  $R_4 = 2.0 \text{ kohm}$ ) e un condensatore di capacità  $C = 2.0 \mu\text{F}$  collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 20 \text{ V}$ .



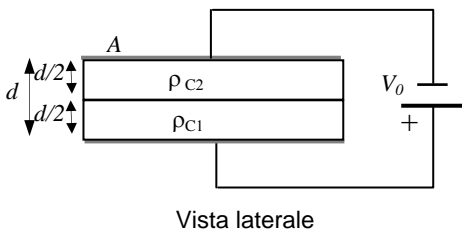
- a) Quanto vale, **in condizioni stazionarie**, la carica  $Q_C$  accumulata sul condensatore  $C$ ?  
 $Q_C = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
- b) Supponete che, a un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito, cioè che si taglino i fili di collegamento tra i poli del generatore e il circuito. Dopo aver atteso un tempo "molto lungo", quanto vale l'energia complessiva  $U_{DISS}$  "dissipata" per effetto Joule nel processo? [Supponete trascurabili altri processi di "dissipazione"]  
 $U_{DISS} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$

2. Una quantità di carica  $Q$  (**incognita**) è stata messa su una sfera piena di raggio  $a = 10 \text{ cm}$ , fatta di materiale **conduttore** omogeneo, per cui la sfera stessa **non** è neutra. La sfera è circondata da un guscio sferico spesso, con raggio interno  $b = 40 \text{ cm}$  e raggio esterno  $c = 50 \text{ cm}$ , concentrico alla sfera e fatto anch'esso di materiale **conduttore** omogeneo; lo spazio tra sfera e guscio, cioè il volume compreso tra  $r = a$  e  $r = b$ , è vuoto. Come rappresentato in figura, il guscio è collegato al polo positivo di un generatore di differenza di potenziale  $V_0 = 30 \text{ V}$ , il cui altro polo è collegato a terra; nella soluzione considerate il sistema in condizioni di **equilibrio**. [Usate  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$  per la costante dielettrica del vuoto]



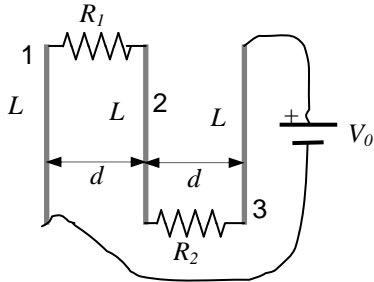
- a) Spiegate meglio che potete, in brutta, come si determina l'andamento funzionale del campo elettrico  $E(r)$ , con  $r$  coordinata radiale del sistema di riferimento sferico centrato nel centro della sfera, e determinatelo in funzione della carica  $Q$  per le regioni  $r < a$ ,  $a < r < b$ ,  $b < r < c$ .  
 Spiegazione: .....  
 $r < a$ :  $E(r) = \dots\dots\dots$   
 $a < r < b$ :  $E(r) = \dots\dots\dots$   
 $b < r < c$ :  $E(r) = \dots\dots\dots$
- b) Sapendo che il potenziale elettrico nel punto  $r = 0$  (il centro della sfera) è  $V' = 0$ , quanto vale la carica  $Q$ ? [Ricordate che la differenza di potenziale tra due punti posti in posizione rispettivamente  $r_1$  e  $r_2$  è  $\Delta V = V(r_2) - V(r_1)$  e che per convenzione il potenziale elettrico della terra è nullo; inoltre osservate attentamente come è fatto il sistema e cosa ci è collegato!]  
 $Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
- c) Quanto vale la carica  $Q_c$  che si trova sulla superficie esterna del guscio sferico, cioè in  $r = c$ ?  
 $Q_c = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$

3. Un condensatore ad armature piane e parallele è realizzato con due piastre di materiale **ottimo conduttore** con sezione di area  $A = 10 \text{ cm}^2$  poste a distanza relativa  $d = 0.20 \text{ mm}$ . Lo spazio tra le armature è (completamente) riempito da due lastre di sezione di area  $A$  e spessore  $d/2$ , poste a contatto con le armature e a contatto tra loro. Le due lastre sono fatte di due materiali omogenei **debolmente conduttori** dotati di resistività rispettivamente  $\rho_{C1} = 1.0 \times 10^6 \text{ ohm m}$  e  $\rho_{C2} = 2.0 \times 10^6 \text{ ohm m}$ . Le armature sono collegate a un generatore di differenza di potenziale ideale  $V_0 = 30 \text{ V}$ , come mostrato in figura. [Considerate il sistema in condizioni stazionarie e trascurate gli "effetti ai bordi"; usate  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$  per la costante dielettrica del vuoto]



- a) Quali sono le intensità  $E_1$  e  $E_2$  dei campi elettrici all'interno dei due materiali 1 e 2? Spiegate per bene, in brutta, i passaggi concettuali necessari per la soluzione.  
 Spiegazione: .....  
 $E_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V/m}$   
 $E_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ V/m}$
- b) Quanto vale la carica elettrica  $Q$  che si trova **sull'armatura** (si intende, quella collegata al polo positivo del generatore)? [Ricordate che il campo elettrico fuori dal condensatore può essere considerato nullo]  
 $Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$

4. Tre fili elettrici fatti di materiale meccanicamente rigido (indeformabile) e ottimo conduttore hanno lunghezza  $L = 1.0 \text{ m}$  e sono disposti parallelamente a distanza  $d = 1.0 \text{ mm}$  l'un l'altro. I fili sono collegati tra loro da due resistori elettrici  $R_1 = 40 \text{ ohm}$  e  $R_2 = 60 \text{ ohm}$ , come rappresentato in figura; un generatore di differenza di potenziale ideale  $V_0 = 1.0 \text{ kV}$  permette il passaggio di corrente nei fili. [Trascurate ogni effetto meccanico e di generazione di campo magnetico che possa eventualmente avvenire nei resistori e nei fili di collegamento; usate  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m/A}$  per la permeabilità magnetica del vuoto]



- a) Quanto vale, come è diretta e che verso ha la forza **di origine magnetica**  $F_{M2}$  che agisce sul filo “di mezzo” (marcato come 2 in figura)?  
Direzione e verso: .....  
 $F_{M2} = \dots\dots\dots = \dots\dots$  N
- b) Quanto vale, come è diretta e che verso ha la forza **di origine magnetica**  $F_{M1}$  che agisce sul filo “di sinistra” (marcato come 1 in figura)?  
Direzione e verso: .....  
 $F_{M1} = \dots\dots\dots = \dots\dots$  N

---

**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, 31/5/2011

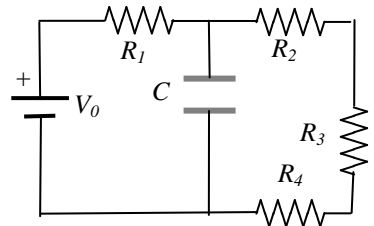
Firma:

### Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 – 31/5/2011

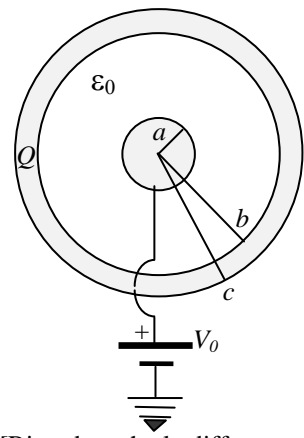
Nome e cognome: ..... Matricola: .....

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**

- Un circuito elettrico è costituito da quattro resistori ( $R_1 = 4.0 \text{ kohm}$ ,  $R_2 = 1.0 \text{ kohm}$ ,  $R_3 = 3.0 \text{ kohm}$ ,  $R_4 = 2.0 \text{ kohm}$ ) e un condensatore di capacità  $C = 5.0 \mu\text{F}$  collegati come in figura ad un generatore ideale di differenza di potenziale  $V_0 = 20 \text{ V}$ .
  - Quanto vale, **in condizioni stazionarie**, la carica  $Q_C$  accumulata sul condensatore  $C$ ?  
 $Q_C = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
  - Supponete che, all'istante  $t_0 = 0$ , 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 si osserva che la carica accumulata dal condensatore cambia nel tempo secondo una certa legge  $Q(t)$ . Come si scrive questa legge? [Dovete scrivere una funzione del tempo  $t$ : non usate valori numerici nell'espressione ma servitevi dei parametri "letterali" del problema]  
 $Q(t) = \dots\dots\dots$

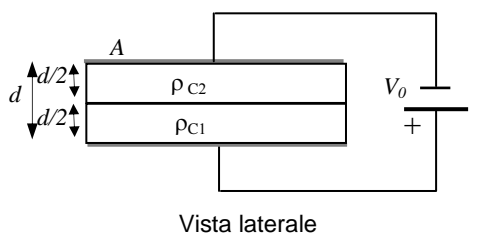


- Una sfera piena di raggio  $a = 10 \text{ cm}$ , fatta di materiale **conduttore** omogeneo, è circondata da un guscio sferico spesso, con raggio interno  $b = 40 \text{ cm}$  e raggio esterno  $c = 50 \text{ cm}$ , concentrico alla sfera e fatto anch'esso di materiale **conduttore** omogeneo; sul guscio è stata posta una quantità di carica  $Q$  (incognita), per cui il guscio stesso **non** è neutro. Lo spazio tra sfera e guscio, cioè il volume compreso tra  $r = a$  e  $r = b$ , è vuoto. Come rappresentato in figura, la sfera è collegata al polo positivo di un generatore di differenza di potenziale  $V_0 = 30 \text{ V}$ , il cui altro polo è collegato a terra; considerate il sistema in condizioni di **equilibrio**. [Usate  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$  per la costante dielettrica del vuoto]



- Spiegate meglio che potete, in brutta, come si determina l'andamento funzionale  $E(r)$  con  $r$  coordinata radiale del sistema di riferimento sferico centrato nel centro della sfera, e determinatelo in funzione della carica  $Q$  del guscio e della carica della sfera, che indicherete con  $Q_a$ , per le regioni  $a < r < b$ ,  $b < r < c$  e  $r > c$ .  
 Spiegazione: .....  
 $a < r < b$ :  $E(r) = \dots\dots\dots$   
 $b < r < c$ :  $E(r) = \dots\dots\dots$        $r > c$ :  $E(r) = \dots\dots\dots$
- Sapendo che il potenziale elettrico del guscio è  $V' = 0$ , quanto vale la carica  $Q_a$  che si trova sulla sfera? [Ricordate che la differenza di potenziale tra due punti posti in posizione rispettivamente  $r_1$  e  $r_2$  è  $\Delta V = V(r_2) - V(r_1)$  e che per convenzione il potenziale elettrico della terra è nullo; inoltre osservate attentamente come è fatto il sistema e cosa ci è collegato!]  
 $Q_a = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
- Quanto vale la carica  $Q_c$  che si trova sulla **superficie esterna** del guscio sferico, cioè in  $r = c$ ? [Spiegate per bene in brutta le motivazioni della vostra risposta!]  
 $Q_c = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$

- Un condensatore ad armature piane e parallele è realizzato con due piastre di materiale **ottimo conduttore** con sezione di area  $A = 10 \text{ cm}^2$  e distanza  $d = 0.20 \text{ mm}$ . Lo spazio tra le armature è (completamente) riempito da due lastre di sezione di area  $A$  e spessore  $d/2$ , poste a contatto con le armature e a contatto tra loro. Le due lastre sono fatte di due materiali omogenei **debolmente conduttori** dotati di resistività rispettivamente  $\rho_{C1} = 1.0 \times 10^5 \text{ ohm m}$  e  $\rho_{C2} = 2.0 \times 10^5 \text{ ohm m}$ . Le armature sono collegate a un generatore di differenza di potenziale ideale  $V_0 = 60 \text{ V}$ , come mostrato in figura. [Considerate il sistema in condizioni stazionarie e trascurate gli "effetti ai bordi"; usate  $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$  per la costante dielettrica del vuoto]

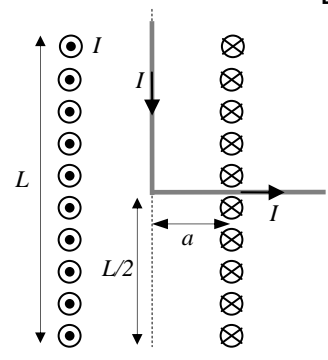


Vista laterale

- Quali sono, in modulo, le densità di corrente  $j_1$  e  $j_2$  all'interno dei due materiali 1 e 2? Spiegate per bene, in brutta, i passaggi concettuali necessari per la soluzione.  
 Spiegazione: .....  
 $j_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ A/m}^2$   
 $j_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ A/m}^2$
- Quanto vale la carica elettrica  $Q$  che si trova, in condizioni stazionarie, sulla superficie di interfaccia tra i due materiali?  
 $Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$

Vista laterale

4. Un solenoide di raggio  $a = 10$  cm e lunghezza  $L = 2.0$  m (è così lungo che si può considerare infinito!) è attraversato da un filo elettrico piegato in modo tale da essere parallelo all'asse del solenoide per metà della lunghezza  $L$  e da essere ortogonale ad esso per l'altro tratto (ovviamente il filo e l'avvolgimento del solenoide sono isolati elettricamente e si suppone che il filo sia rigido e indeformabile e così sottile da non perturbare la "geometria" del solenoide). Si sa che il solenoide è costituito da un numero  $N = 2000$  spire e che sia attraverso di esso che attraverso il filo scorre la stessa intensità di corrente  $I = 50$  A (per il verso di percorrenza fate riferimento alla figura). [Usate  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  T m/A per la permeabilità magnetica del vuoto]



a) Quanto vale, come è diretta e che verso ha la forza **di origine magnetica**  $F_{M1}$  che agisce sul tratto di filo parallelo all'asse del solenoide?

Direzione e verso: .....  
 $F_{M1} = \dots\dots\dots = \dots\dots$  N

b) Quanto vale, come è diretta e che verso ha la forza **di origine magnetica**  $F_{M2}$  che agisce sul tratto di filo perpendicolare all'asse del solenoide?

Direzione e verso: .....  
 $F_{M2} = \dots\dots\dots = \dots\dots$  N

**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, 31/5/2011 Firma: