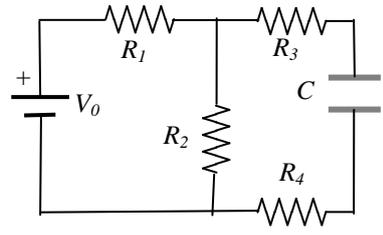


Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 – 31/5/2011

Nome e cognome: **Matricola:**

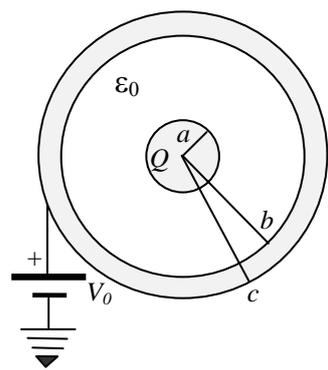
Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

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 $V_0 = 20 \text{ V}$.



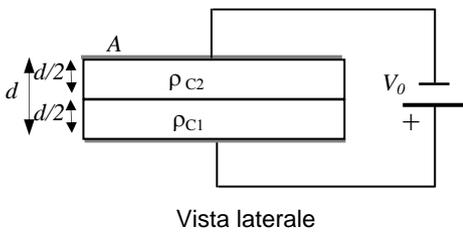
- a) Quanto vale, **in condizioni stazionarie**, la carica Q_C accumulata sul condensatore C ?
 $Q_C = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
- b) Supponete che, a un dato istante, il generatore venga scollegato dal circuito, cioè che si taglino i fili di collegamento tra i poli del generatore 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]



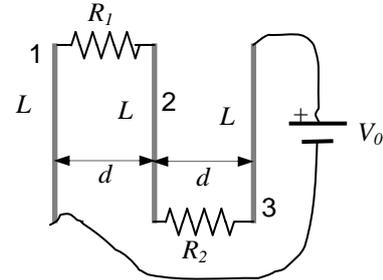
- a) Spiegate meglio che potete, in brutta, come si determina l'andamento funzionale del campo elettrico $E(r)$, con r coordinata radiale del sistema di riferimento sferico centrato nel centro della sfera, e determinatelo in funzione della carica Q per le regioni $r < a$, $a < r < b$, $b < r < c$.
 Spiegazione:
 $r < a$: $E(r) = \dots\dots\dots$
 $a < r < b$: $E(r) = \dots\dots\dots$
 $b < r < c$: $E(r) = \dots\dots\dots$
- 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

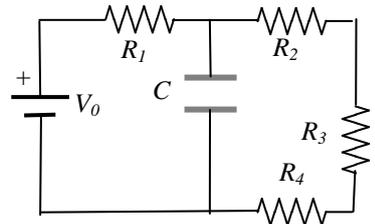
Firma:

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

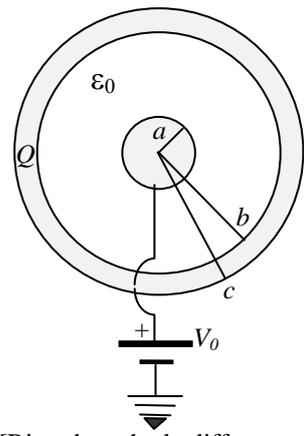
Nome e cognome: Matricola:

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**

1. 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 $V_0 = 20 \text{ V}$.
- 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, 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]
 $Q(t) = \dots\dots\dots$

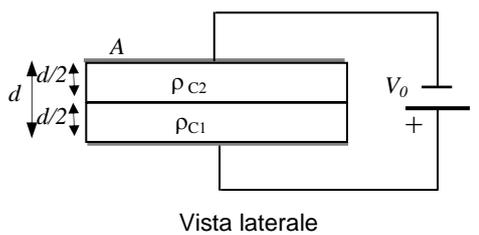


2. Una sfera piena di raggio $a = 10 \text{ cm}$, fatta di materiale **conduttore** omogeneo, è circondata da un guscio sferico spesso, con raggio interno $b = 40 \text{ cm}$ e raggio esterno $c = 50 \text{ cm}$, concentrico alla sfera e fatto anch'esso di materiale **conduttore** omogeneo; sul guscio 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]



- a) 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:
 $a < r < b$: $E(r) = \dots\dots\dots$
 $b < r < c$: $E(r) = \dots\dots\dots$ $r > c$: $E(r) = \dots\dots\dots$
- b) 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!]
 $Q_a = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$
- 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!]
 $Q_c = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ C}$

3. Un condensatore ad armature piane e parallele è realizzato con due piastre di materiale **ottimo conduttore** con sezione di area $A = 10 \text{ cm}^2$ 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]

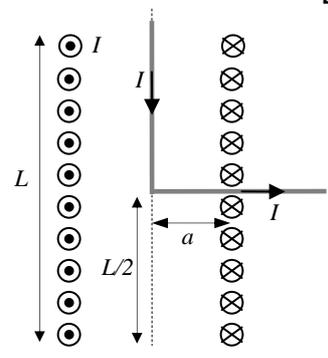


Vista laterale

- a) 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:
 $j_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ A/m}^2$
 $j_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ A/m}^2$
- b) 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: