

15/1/2003 2F circuiti e legge di Ohm

Soglia della sufficienza: $2 \vee (1 \wedge 3)$

1. Il tungsteno ha un coefficiente medio di temperatura $\alpha = 0.0042 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e le lampadine a filamento raggiungono temperature di funzionamento $t = 2700 \text{ } ^\circ\text{C}$.

- Quanto vale la resistenza R di una lampada di potenza $P = 100 \text{ W}$ alimentata dalla d.d.p. di rete $\Delta V = 220 \text{ V}$?
- Quanto vale la resistenza R' quando la lampadina è spenta (data l'elevata differenza rispetto alla temperatura di funzionamento non c'è differenza a ragionare su una temperatura di 20 o di 0°C).
- Sapendo che il filamento ha una lunghezza $l = 1.25 \text{ cm}$ e che $\rho_0 = 5.5 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega\text{m}$ determinare sezione e raggio del filamento.

$$a) R = \frac{\Delta V^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \text{ } \Omega$$

Note di correzione: meglio usare la relazione diretta che passare attraverso il calcolo della corrente

$$b) \Delta R = R - R' = R'\alpha t \text{ o anche } R = R'(1 + \alpha t) \text{ e dunque } R' = \frac{R}{1 + \alpha t} = \frac{484}{1 + 0.0042 \cdot 2700} = 39.2 \text{ } \Omega$$

Note di correzione: R era la resistenza alla temperatura di funzionamento e R' quella a 0°C non viceversa.

$$c) \text{ Dalla seconda legge di Ohm } R' = \rho \frac{l}{S} \text{ e dunque } S = \frac{\rho l}{R'} = \frac{5.5 \cdot 10^{-8} \cdot 1.25 \cdot 10^{-2}}{39.2} = 1.75 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 = 1.75 \cdot 10^{-5} \text{ mm}^2; \text{ poich\'e } S = \pi r^2 \text{ si ha } r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2.36 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

Note di correzione: Il valore trovato è molto basso; in realtà la lunghezza dei filamenti è più alta del valore proposto perché essi vengono avvolti a doppia spirale ma si rimane comunque su spessori incredibilmente bassi.

Il valore da sostituire era R' perché era stata fornita come resistività quella a 0° .

Un 30% della classe sbaglia ancora le equivalenze.

2. Un filo di Nichel Cromo di resistività $\rho = 11.0 \cdot 10^{-7} \text{ } \Omega\text{m}$ e di sezione $S = 2.5 \text{ mm}^2$ può essere piegato ad anello sino a formare una circonferenza di raggio $r = 25.0 \text{ cm}$.

- Quanto vale la resistenza del filo?
- L'anello viene collegato disponendo due contatti che formano un angolo di 90° con il centro dell'anello. Dopo aver precisato il tipo di collegamento che si forma stabilire quanto vale la resistenza equivalente R' ?
- Il secondo contatto viene spostato fino a formare una resistenza equivalente $R'' = 0.160 \text{ } \Omega$. Indicata con x la resistenza di uno dei due rami, scrivere e risolvere l'equazione relativa al collegamento che si forma e determinare il valore di x .
- Determinare la lunghezza del tratto di filo corrispondente.
- Ricordando che gli archi di circonferenza sono proporzionali agli angoli al centro determinare l'angolo corrispondente al valore di x determinato.

$$a) \text{ Dalla conoscenza del raggio dell'anello si trova la lunghezza del filo } l = 2\pi r = 2\pi \cdot 0.250 = 1.57 \text{ m}$$

$$R = \rho \frac{l}{S} = 11.0 \cdot 10^{-7} \frac{1.57}{2.5 \cdot 10^{-6}} = 0.691 \text{ } \Omega$$

$$b) \text{ Se i contatti si dispongono in quadratura si formano due resistenze in parallelo di lunghezza pari a } 1/4 \text{ e } 3/4 \text{ della lunghezza del filo pertanto le due resistenze hanno valori } 1/4 R \text{ e } 3/4 R \text{ mentre } R' = \frac{1/4 R \cdot 3/4 R}{R} = 3/16 R = 0.130 \text{ } \Omega$$

Note di correzione: bastava tener conto della proporzionalità tra lunghezza e resistenza per scrivere relazioni assolutamente semplici; la somma delle due resistenze è R

c) Se il secondo contatto viene spostato si formano due resistenze in parallelo di valore pari a x e $R - x$ pertanto visto che si ha un collegamento in parallelo sarà:

$$R'' = \frac{x(R-x)}{R} \text{ o anche, sostituendo i dati: } 0.160 = \frac{x(0.691-x)}{0.690} \Leftrightarrow 0.110 = 0.691x - x^2 \Leftrightarrow x^2 - 0.691x + 0.110 = 0$$

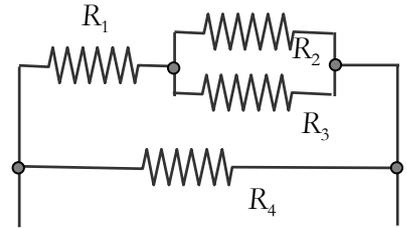
$$\sqrt{\Delta} = \sqrt{0.691^2 - 4 \cdot 0.110} = 0.194 \text{ e } x = \frac{0.691 \pm 0.194}{2} = \frac{0.442}{2} = 0.221 \text{ } \Omega \text{ i due valori trovati corrispondono ad una sola soluzione perché ovviamente } 0.442 + 0.249 = 0.690$$

$$d) l = \frac{xS}{\rho} = \frac{0.442 \cdot 2.5 \cdot 10^{-6}}{11.0 \cdot 10^{-7}} = 1.00 \text{ m}$$

- e) $\alpha^\circ : 360^\circ = 1.00 : 1.57$ da cui $\alpha = 360 \frac{1.00}{1.57} = 229^\circ$
3. Due bagni elettrolitici sono disposti in serie: nel primo si trova una soluzione di CuSO_4 mentre nel secondo una soluzione di $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- a) si osserva che nella prima vasca si depositano $\Delta m = 15$ g di rame; determinare la carica Δq che è stata trasportata
- b) Se la corrispondente corrente era $i = 2.5$ A quanto tempo Δt in ore è trascorso?
- c) Nell'altra cella quanto alluminio si è depositato?
- a) In base alle leggi di Faraday si ha (indicando con Δm la massa in grammi e con μ la massa atomica in UMA):
- $$\Delta q = \frac{\mathcal{N}e \text{ val}}{\mu} \Delta m = \frac{6.02 \cdot 10^{23} \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \cdot 2}{63.546} 15 = 4.55 \cdot 10^4 \text{ C}$$
- b) in base alla definizione di intensità di corrente $\Delta t = \frac{\Delta q}{i} = \frac{4.55 \cdot 10^4}{2.5} = 1.82 \cdot 10^4 \text{ s} = \frac{1.82 \cdot 10^4}{3600} = 5.06 \text{ h}$
- c) $\Delta m = \frac{\mu}{\mathcal{N}e \text{ val}} \Delta q = \frac{26.982}{6.02 \cdot 10^{23} \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \cdot 3} 4.55 \cdot 10^4 = 4.24 \text{ g}$

2F 16/10/02: circuiti

1. Operando per riduzioni successive determinare la resistenza equivalente R_e del circuito rappresentato in figura sapendo che: $R_1 = R_3 = 2 \Omega$, $R_2 = 3 \Omega$, $R_4 = 4 \Omega$. Si consiglia di esprimere il risultato come una frazione. Indicare la resistenza equivalente a R_2 e R_3 con R_{23} e così via. Basta usare ripetutamente le leggi del collegamento in serie (somma) e in parallelo (prodotto fratto la somma).



$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{6}{5} \Omega \quad R_{123} = R_1 + R_{23} = 2 + \frac{6}{5} = \frac{16}{5} \Omega \quad R_e = \frac{R_{123} R_4}{R_{123} + R_4} =$$

$$\frac{4 \cdot 16/5}{4 + 16/5} = \frac{64}{5} \cdot \frac{5}{36} = \frac{16}{9} \Omega = 1.78 \Omega$$

Note di correzione: qualcuno ha sbagliato la interpretazione sul collegamento di R_4 che è in parallelo e non in serie a R_{123}

2. Un motore elettrico viene usato per far funzionare una gru che deve portare una massa $m = 2.5 \cdot 10^3$ kg di mattoni dal piano terra al 4° piano di un edificio in costruzione con altezza per piano pari a 2.90 m.

a) Calcolare il lavoro meccanico \mathcal{L}_m e quello elettrico \mathcal{L}_e sapendo che il rendimento del sistema di sollevamento è $\eta = 0.80$.

b) Quanto tempo Δt occorre se il motore elettrico utilizzato ha la potenza $P_e = 2.5$ kW

c) Quanto vale la intensità di corrente i se il motore è alimentato con una d.d.p. $\Delta V = 380$ V?

a) $\mathcal{L}_m = m g h = 2.5 \cdot 10^3 \cdot 9.81 \cdot 4 \cdot 2.90 = 2.84 \cdot 10^5$ J

$$\text{Poiché } \eta = \frac{\mathcal{L}_m}{\mathcal{L}_e} \Rightarrow \mathcal{L}_e = \frac{\mathcal{L}_m}{\eta} = 3.55 \cdot 10^5 \text{ J}$$

b) $P = \frac{\mathcal{L}_e}{\Delta t}$ e pertanto $\Delta t = \frac{\mathcal{L}_e}{P} = \frac{3.55 \cdot 10^5}{2.5 \cdot 10^3} = 142$ s

c) Poiché $P = \Delta V i$ si ha $i = \frac{P}{\Delta V} = 6.58$ A

Note di correzione: difficoltà nel calcolo del lavoro (confusione tra peso e massa, dimenticanza del fatto che i piani erano 4); errore nell'uso del rendimento (bisogna scrivere il rapporto tra effetto utile e costo per non sbagliare).

Osservazioni generali finali: allenarsi nell'uso corretto della calcolatrice; prestare attenzione all'uso corretto delle unità del SI (l'unico caso in cui non serve la conversione è quando si ha un rapporto tra grandezze omogenee che, essendo un numero puro non dipende dal sistema di unità scelto); studiare le relazioni che definiscono seno, coseno e tangente e che fanno da base all'uso del calcolo vettoriale; ricordarsi di operare con 3 cifre significative nei risultati se non altrimenti specificato.

2F 1/2/02 Circuiti e legge di Ohm competenze

1. In un resistore che ha la resistenza di $R = 2.00 \text{ k}\Omega$ circola la corrente di $i = 25.0 \text{ mA}$.

Quanto vale la differenza di potenziale ΔV ai capi del resistore?

Per la legge di Ohm $\Delta V = R i = 2.00 \cdot 10^3 \cdot 25.0 \cdot 10^{-3} = 50.0 \text{ V}$

Ancora scarsa abitudine all'uso della notazione scientifica; qualcuno non conosce nemmeno la legge di Ohm in questa che è la forma più semplice.

2. Quale resistenza deve avere il resistore R_x del circuito di Fig. 1, perché in esso circoli la corrente $i = 1.00 \text{ A}$?

La resistenza totale, relativa ad un collegamento in serie a due in parallelo è data da $R = R_x + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} =$

$$R_x + \frac{30.0 \cdot 20.0}{30.0 + 20.0} = R_x + 12.0 \Omega$$

Ma nota la fem e la corrente totale (la stessa che circola in R_x) si ha $R = \frac{\mathcal{E}}{i} = \frac{20.0}{1.00} = 20.0 \Omega$. Pertanto $R_x = R - 12.0 = 8.0 \Omega$

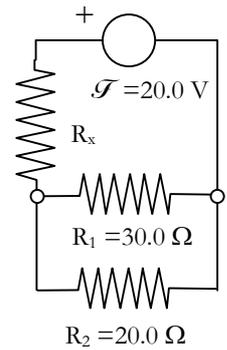


Fig. 1

Difficoltà a riconoscere le caratteristiche del circuito; mancata osservazione che la corrente che circola in R_x è la corrente totale trattandosi di collegamento in serie.

3. Tutti i resistori del circuito di Fig. 2 hanno la stessa resistenza, e la resistenza equivalente del circuito è $R_{eq} = 1.00 \cdot 10^2 \Omega$. Qual è il valore della resistenza R ? Qual è la forza elettromotrice \mathcal{E} della pila, se in ogni ramo del parallelo circola la corrente $i' = 20.0 \text{ mA}$?

Si hanno due resistenze in serie a due in parallelo pertanto $R_{eq} = 2R + R/2 = 5/2 R$.

Noto R_{eq} si ha $R = 2/5 R_{eq} = 40.0 \Omega$.

La corrente i' è metà di i (perché le due resistenze in parallelo sono uguali) pertanto $i = 40.0 \text{ mA} = 4.00 \cdot 10^{-2} \text{ A}$.

Per la legge di Ohm la fem del generatore è pertanto $R_{eq} i = 1.00 \cdot 10^2 \cdot 4.00 \cdot 10^{-2} = 4.00 \text{ V}$

Quasi nessuno ha tenuto presente che, nel caso di collegamento di n resistenze uguali la resistenza equivalente è data da nR e R/n per il collegamento in serie e in parallelo.

4. Nel circuito della figura 3 la batteria presenta, a circuito aperto, una d.d.p. (f.e.m) $\mathcal{E} = 50.0 \text{ V}$; quando viene collegata al circuito, in esso circola la corrente $i = 2.00 \text{ A}$. Se $R_1 = 40.0 \Omega$, $R_2 = R_3 = 30.0 \Omega$: quanto vale la sua resistenza interna r ? Quanto vale la d.d.p. V_{AB} ai capi della batteria? Quanta potenza P eroga la batteria?

Il carico della batteria è costituito dal parallelo tra R_1 e la serie di R_2 e

R_3 . Pertanto $R_c = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{40.0 \cdot 60.0}{40.0 + 60.0} = 24.0 \Omega$ con $R_{23} = R_2 + R_3 =$

60.0Ω .

Se quando si chiude il circuito circolano 2.00 A con 50.0 V vuol dire che la resistenza totale è di 25.0Ω e pertanto la resistenza interna del generatore $r = 25.0 - 24.0 = 1.0 \Omega$.

$V_{AB} = \mathcal{E} - r i = 50.0 - 1.0 \cdot 2.00 = 48.0 \text{ V}$

La potenza erogata dalla batteria è $P = V_{AB} i = 48.0 \cdot 2.00 = 96.0 \text{ W}$

Ho riscontrato difficoltà formali nel calcolo della resistenza equivalente; in molti hanno sbagliato il calcolo di V_{AB} (fem meno la caduta di tensione dovuta alla resistenza interna). Ricordo infine che la potenza erogata dalla batteria è quella disponibile al suo esterno e non l'energia chimica dissipata dalla pila (data dal prodotto tra corrente e fem).

5. Una sbarra di rame ($\rho_0 = 0.015 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) è lunga $l = 1.00 \text{ m}$ e ha la sezione quadrata con il lato $d = 4.00 \text{ cm}$.

Calcola la sua resistenza R_0 . Calcola poi il suo valore di resistenza R' a 75° C tenendo presente che $\alpha_{\text{Cu}} = 4.3 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

$$R_0 = \rho_0 \frac{l}{S} = \rho_0 \frac{l}{d^2} = 0.015 \frac{1.00}{40.0^2} = 9.39 \cdot 10^{-5} \Omega$$

$$R' = R_0 (1 + \alpha t) = 9.39 \cdot 10^{-5} (1 + 4.3 \cdot 10^{-3} \cdot 75) = 1.24 \cdot 10^{-4} \Omega$$

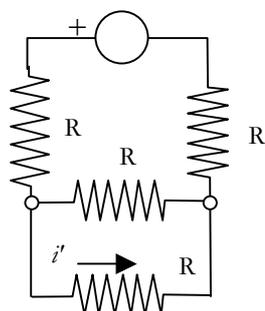


Fig. 2

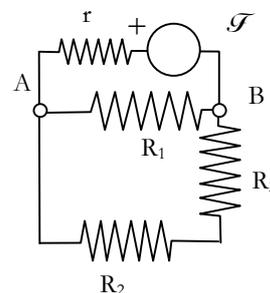


Fig. 3

Soliti errori nel passaggio da cm a mm. Non era indispensabile riportare la sezione in m^2 se si usava il valore di ρ fornito. Era più semplice calcolare σ in mm^2 .

Era ammesso calcolare $\Delta R = R_0 \alpha \Delta t$ ma in quel caso bisognava aggiungere la variazione a R_0 .

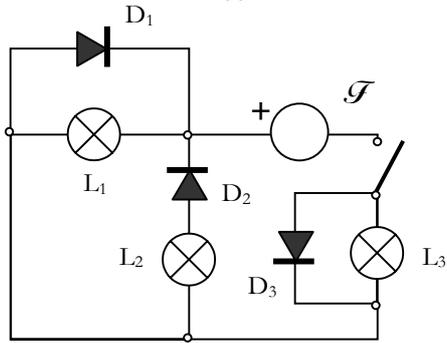


Fig. 4

6. Quali lampadine si accendono nel circuito della figura 4, quando si chiude l'interruttore? Come andrebbe modificata la disposizione dei diodi per fare in modo che tutte le lampadine si accendano? Come andrebbe modificata la disposizione dei diodi per fare in modo che tutte le lampadine rimangano spente?

Quando si chiude l'interruttore tutti i diodi sono polarizzati inversamente. Pertanto si comportano come interruttori aperti e si accendono le lampadine L_1 e L_3 .

Per far accendere anche L_2 bisogna polarizzare direttamente D_2 che è in serie e L_2 .

Per spegnere tutto bisogna invertire D_1 e D_3 ; in quel caso le lampade corrispondenti vengono cortocircuitate mentre l'altra rimane interrotta dal proprio diodo polarizzato inversamente. IL circuito funziona male perché (ad eccezione delle piccole resistenze interne dei diodi) il generatore risulta in corto circuito.

2/03/02 2F: Circuiti e legge di Ohm conoscenze

Le risposte richiedono da 1 a 2 righe ciascuna

1. Quali sono le 3 ragioni indicate dal testo per la rivoluzione tecnologica associata all'uso dell'energia elettrica?

La facilità di produzione e trasformazione in altre forme; la facilità e convenienza nel trasporto; la qualità e unicità degli utilizzatori

Note: no problem

2. L'energia elettrica associata alle correnti elettriche produce 3 effetti: quali?

Magnetico, termico e chimico

Note: no problem

3. Il milliamperometro a bobina mobile analizzato in laboratorio su che effetto si basa. A cosa servono le molle a spirale poste in corrispondenza della bobina mobile?

Sulla interazione tra il campo magnetico di una calamita e la corrente che circola nella bobina. Le molle creano una coppia antagonista a quella torcente dovuta alla corrente; così l'angolo di rotazione risulta proporzionale alla corrente

Note: dimostrazione della inutilità dell'andare in laboratorio visto che lo strumento vi è stato descritto in tutti i dettagli ed è girato tra le vostre mani

4. Definizione intensità di corrente elettrica i attraverso una sezione di circuito ed effetti su cui si basa e si basava la definizione dell'Ampere.

$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ dove Δq è la carica che attraversa la sezione nel tempo Δt . l'Ampere si definisce attraverso la forza magnetica tra correnti elettriche. In passato si definiva attraverso il trasporto di materia dovuto all'elettrolisi.

Note: ok la definizione; sul resto nebbia assoluta essendo stato presentato a lezione in momenti diversi del corso

5. La differenza di potenziale tra due punti indicata con V_{12} è definita come il lavoro compiuto dalle forze elettriche per trasportare una data carica da 1 a 2 diviso per la carica trasportata. a) Perché la d.d.p. non dipende dalla carica trasportata b) Perché $V_{13} = V_{12} + V_{23}$

Perché il lavoro è proporzionale alla forza elettrica e la forza è proporzionale alla carica. Così nel rapporto scompare la dipendenza dalla carica trasportata. Perché il lavoro per andare da 1 a 3 è pari a quello per andare da 1 a 2 più quello per andare da 2 a 3.

Note: avevo scelto di non calcare la mano sulle definizioni ma sulle cose essenziali sì e questa era tra quelle.

6. La legge di Ohm non si limita a dire che $\Delta V = R i$; cosa bisogna precisare?

Che il rapporto $\Delta V / i$ è costante e tale costante è detta resistenza. Inoltre la legge vale solo per conduttori metallici a temperatura costante.

Note: esplicitamente sottolineato a lezione il rischio di imparare la legge di Ohm come una giaculatoria senza capirne il significato

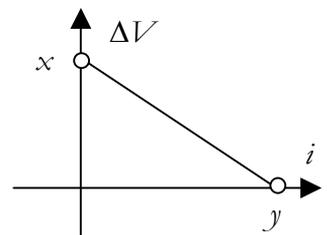
7. Date due resistenze comunque collegate (in serie o in parallelo) cosa si intende con resistenza equivalente? Il rapporto tra la d.d.p. totale e la corrente totale.

Note: domanda banale cui non ha risposto correttamente nessuno; non basta dire che è la resistenza totale senza dire cosa è; non capita la legge di Ohm

8. Nel diagramma a fianco è rappresentata la curva tensione corrente di un generatore. Cosa sono a) x b) y c) la inclinazione della retta

x è la forza elettromotrice y è la corrente di corto circuito e la inclinazione della retta è la resistenza interna

Note: La forza elettromotrice non è né una forza né una energia è il valore della d.d.p. misurata a circuito aperto



9. La potenza elettrica $P_{el} =_{\text{def}} \frac{\mathcal{L}_{el}}{\Delta t}$ è il rapporto tra il lavoro compiuto dalle forze

elettriche e l'intervallo di tempo a cui tale lavoro si riferisce. Dedurre dalla definizione la relazione: $P_{el} = R i^2$

$$P_{el} =_{\text{def}} \frac{\mathcal{L}_{el}}{\Delta t} = \frac{\mathcal{L}_{el}}{\Delta q} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \Delta V i = R i i = R i^2$$

Note: Essendo ignota la definizione di d.d.p. che pure veniva data nella domanda 5 non si è riusciti a rapportare la potenza alla d.d.p. Anche questo era stato fatto a lezione

10. Indicare l'ordine di grandezza P_1, P_2, P_3, P_4 in W di una lampada a basso consumo, di un televisore, di un ferro da stiro, di una lavatrice

$$P_1 = 10W \quad P_2 = 100W \quad P_3 = 1000 W \quad P_4 = 2000 W$$

Note: le lampade a basso consumo hanno un rendimento più elevato di quelle a filamento; sono quelle con indicato sulla scatola scritte del tipo 18 W = 100 W che vuol dire che con un consumo di 18 W fanno la stessa luce di una lampada a filamento da 100 W.

11. Cos'è la resistività ρ di un metallo e come influenza la resistenza di un filo?

La resistività è la resistenza di un filo di lunghezza e sezione unitarie ed entra nella determinazione di R così $R = \rho \frac{l}{\sigma}$

Note: si può anche dire che poiché $R \propto \frac{l}{\sigma}$ si indica con ρ la costante di proporzionalità che dipende solo dal materiale e dalla temperatura e la si chiama resistività o resistenza specifica. Quando $l = 1$ e $\sigma = 1$ si ha che $R = \rho$

12. La seguente catena di uguaglianze consente di spiegare entrambe le leggi di Faraday: $q = N_i e = N_a V e =$

$$n \mathcal{N}_A V e = \frac{m_g}{\mu} \mathcal{N}_A V e. \text{ Descrivere tutti i simboli che compaiono in essa.}$$

q = carica trasportata in C

N_i = numero di ioni trasportati

e = carica elementare in C

N_a = numero di atomi trasportati

V = valenza

n = numero di moli

\mathcal{N}_A = numero di Avogadro

m_g = massa trasportata in grammi

μ = peso atomico o massa formula

dello ione

Note: se ne sono viste di tutti i colori; avverto che si tratta di una relazione importante su cui avete avuto 2 volte la dimostrazione e su cui sono anche stati svolti un paio di esercizi.

13. Come avviene la conduzione per buchi in un semiconduttore drogato di tipo p?

Gli elementi del III gruppo che hanno solo 3 elettroni di valenza creano il legame covalente lasciando un buco per un elettrone; dagli atomi adiacenti di Si un elettrone di valenza occupa il buco e crea un nuovo buco (ione positivo) nell'atomo di silicio. Lo spostamento degli elettroni di valenza corrisponde ad un movimento opposto degli ioni che si formano quando il buco viene occupato.

8/03/02 2F: Circuiti e legge di Ohm conoscenze recupero

Le risposte richiedono da 1 a 3 righe ciascuna: sufficienza a 15

Sezione recupero

1. Il milliamperometro a bobina mobile analizzato in laboratorio su che effetto si basa. A cosa servono le molle a spirale poste in corrispondenza della bobina mobile?
2. Definizione intensità di corrente elettrica i attraverso una sezione di circuito ed effetti su cui si basa e si basava la definizione dell'Ampere.
3. La differenza di potenziale tra due punti indicata con V_{12} è definita come il lavoro compiuto dalle forze elettriche per trasportare una data carica da 1 a 2 diviso per la carica trasportata. a) Perché la d.d.p. non dipende dalla carica trasportata? b) Perché $V_{13} = V_{12} + V_{23}$?
4. La legge di Ohm non si limita a dire che $\Delta V = R i$; cosa bisogna precisare?
5. Date due resistenze comunque collegate (in serie o in parallelo) cosa si intende con resistenza equivalente?
6. La potenza elettrica $P_{el} =_{\text{def}} \frac{\mathcal{L}_{el}}{\Delta t}$ è il rapporto tra il lavoro compiuto dalle forze elettriche e l'intervallo di tempo a cui tale lavoro si riferisce. Dedurre dalla definizione la relazione: $P_{el} = \Delta V i$
7. La seguente catena di uguaglianze consente di spiegare entrambe le leggi di Faraday e si riferisce alla elettrolisi in cui viene trasportato uno ione atomico: $q_t = N q_e = N' V q_e = n \mathcal{N}_A V q_e = \frac{m_g}{\mu} \mathcal{N}_A V q_e$.
Descrivere i 9 simboli che compaiono in essa.

Sezione nuova

1. Quando cambia la resistenza di un metallo per effetto della temperatura cambiano sia ρ , sia l , sia σ . Quale delle tre cambia in maniera più significativa? Scrivi la legge con cui cambia.
2. Perché in un semiconduttore non drogato la resistenza diminuisce al crescere della temperatura?
3. Perché in un semiconduttore drogato di tipo p si parla di conduzione per cariche positive anche se quelli che si muovono sono gli elettroni del legame covalente adiacente al buco che si spostano andando ad occupare il buco?
4. Perché diminuendo la pressione in un tubo con del gas la conduzione migliora e si passa dalla scintilla alla scarica a bagliore?
5. Perché per trasformare un mAmmetro di resistenza interna r e di portata i_A in un voltmetro di portata ΔV basta mettergli in serie una resistenza $R = \frac{\Delta V}{i_A} - r$. Perché di solito si dice che basta $R = \frac{\Delta V}{i_A}$?

5 G 8/1/2000: correnti continue

Rispondere ad almeno 5 domande

1. Se si indicano con M, L, T e Q le dimensioni di massa, lunghezza, tempo e carica le dimensioni [R] della resistenza elettrica sono $[R] = M^\alpha L^\beta T^\gamma Q^\delta$. Determinare α , β , γ e δ
2. La resistenza equivalente del circuito in figura 1 vale ... (eseguire le riduzioni successive utilizzando le formule valide per il collegamento in serie ed in parallelo).
3. Con riferimento alla figura 2 sono assegnati il numero α e la resistenza R_1 . Dimostrare che il valore della resistenza R_2 per cui si ha $\frac{i}{i_1} = \alpha$ vale $R_2 = \frac{R_1}{\alpha - 1}$
4. Una linea elettrica è composta da due fili di resistenza specifica ρ , di lunghezza l e sezione σ e trasporta una potenza elettrica P con una d.d.p. ΔV . Si chiede di determinare la corrente elettrica i , la potenza elettrica P' perduta per il trasporto e la d.d.p. $\Delta V'$ che bisogna applicare a monte per ottenere, a valle, il valore ΔV .
5. Due lampadine recano sulla targhetta lo stesso valore di potenza P e due valori di d.d.p. di funzionamento ΔV_1 e ΔV_2 diversi con $\Delta V_1 = 10\Delta V_2$. Supponendo che i due filamenti siano dello stesso materiale e abbiano la stessa lunghezza scrivere, motivandola, la relazione tra σ_1 e σ_2 . Nonostante P sia la stessa la lampadina 2 fa più luce, cioè può essere progettata in modo di lavorare a temperatura più alta. Come mai?
6. Nella relazione $\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$ interpretare il significato di α , dare un valore indicativo di α per i metalli, precisare di quanto aumenta la resistenza di una lampadina da spenta ad accesa. Per una lampadina da 110 W e 220 V di quante volte diminuisce la corrente tra l'istante di accensione e la condizione di regime?
7. Se è noto il diagramma $i = f(t)$ attraverso una data sezione di circuito si può sempre determinare la carica che ha attraversato tale sezione in un dato intervallo di tempo Δt . Come si fa? Motivare.
8. Spiegare la metafora rappresentata in figura 3
9. Un rettangolo del tipo indicato in figura 4 (4 lati più una diagonale) è costituito da conduttori di uguale sezione σ e resistività ρ . Il lato maggiore misura a e quello minore b . Si chiede di determinare la resistenza equivalente quando si alimenta tra 13.

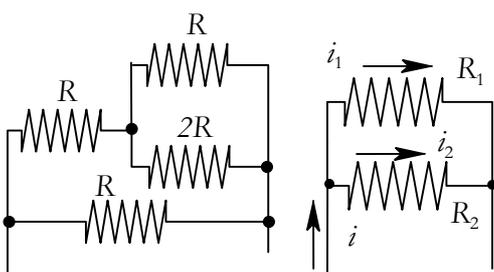


Figura 1

Figura 2

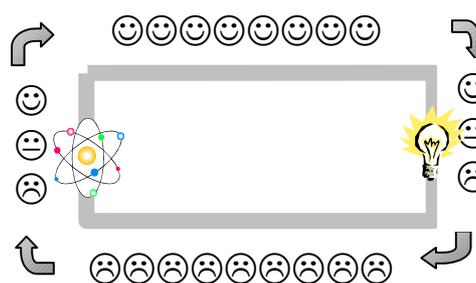


Figura 3

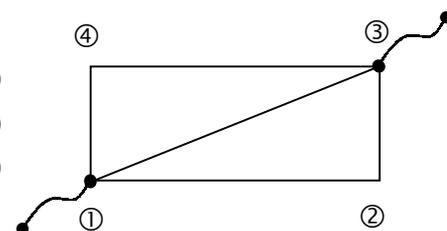


Figura 4

5 G 21/12/2000

- 1) La caratteristica tensione corrente di un generatore di tensione è solitamente approssimata con una retta di coefficiente angolare negativo. Illustrare il significato del coefficiente angolare e dei due punti di intersezione con gli assi.
- 2) Per un conduttore metallico la curva che fornisce l'andamento della resistenza specifica con la temperatura è del tipo $\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$. Rispondere alle seguenti domande: a) $\Delta\rho / \Delta t$ vale ... b) sapendo che per il tungsteno $\rho_{20} = 55 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$ e che $\alpha = 4.9 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ calcolare ρ_0 e stabilire di quante volte aumenta la resistenza alla temperatura di funzionamento di una lampadina (2500°C) c) Dire cosa dovrebbe accadere alla temperatura $t = -1/\alpha$ e cosa accade in realtà.

13/2/2001 : compito correnti nei liquidi e gas introduzione al magnetismo

1. In base alle leggi di Faraday sulla elettrolisi una carica Δq trasporta una massa ionica Δm ad essa proporzionale secondo la relazione $\Delta q = \frac{10^3 \mathcal{N}_A \text{ val } e}{\mu} \Delta m$ dove val indica la valenza, e la carica dell'elettrone \mathcal{N}_A il numero di Avogadro e μ il peso molecolare dello ione.

- 1) come si arriva a questa relazione? (2 o 3 righe $\Delta q = N_{\text{ioni}} q_{\text{ione}} = \dots$)
- 2) quanti Coulomb occorrono per depositare una mole di uno ione monovalente (indicare il semplice calcolo e trovare il valore). Questo valore (nelle unità di allora è stato determinato sperimentalmente da Faraday).

La valenza rappresenta la carica dello ione e pertanto $\Delta q = N_{\text{ioni}} q_{\text{ione}} = N_{\text{ioni}} \text{ val}$. Il numero di ioni è dato dal numero di moli per il numero di Avogadro e il numero di moli è dato dalla massa in grammi diviso il peso molecolare dello ione; si ha pertanto:

$$\Delta q = N_{\text{ioni}} \text{ val} = n \mathcal{N}_A \text{ val} = \frac{10^3 \Delta m}{\mu} \mathcal{N}_A \text{ val}$$

Poiché $\Delta q = n \mathcal{N}_A \text{ val}$ quando $\text{val} = 1$ e $n = 1$ si ha $Q = \mathcal{N}_A e = 6.02 \cdot 10^{23} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = 96'485 \text{ C}$

5E 21/12/01

Conoscenze**1. Correnti elettriche**

1.1 Perché le forze coulombiane non sono in grado di garantire la stazionarietà nei processi di conduzione?

Le forze coulombiane sono conservative e pertanto dopo aver fatto muovere gli elettroni di un metallo verso i punti a potenziale maggiore non riuscirebbero a riportarli nei punti a potenziale minore; si tenga presente che, nel corso del movimento gli elettroni perdono verso il reticolo la energia cinetica che via via acquistano. Serve pertanto un campo elettrico, non conservativo, e in grado di ripristinare la condizione iniziale di equilibrio.

1.2 Come mai in un metallo il verso reale di movimento delle cariche elettriche è opposto a quello assegnato alla corrente elettrica?

Perché il verso è stato fissato convenzionalmente da Ampere con riferimento al moto del fluido elettrico positivo quando era ancora prevalente un modello a due fluidi per l'elettricità. Poiché nei metalli si muovono gli elettroni e il moto delle cariche negative equivale dal punto di vista elettrico ad un moto di cariche positive in senso inverso ne deriva quanto affermato.

1.3 Scrivere le due equazioni che consentono di determinare le due velocità di moto disordinato (*random*) e ordinato (*drift*) del gas di elettroni (definire i simboli usati)

Dal teorema di equipartizione della energia $\mathcal{E}_k = \frac{3}{2} k_B T = \frac{1}{2} m v^2$ dove \mathcal{E}_k è l'energia cinetica media degli elettroni in moto termico, k_B è la costante di Boltzmann, T è la temperatura assoluta, m è la massa dell'elettrone e v la velocità quadratica media.

Da un semplice modello $J = e n v$ dove J è la densità di corrente, n la concentrazione di elettroni liberi e v la velocità del moto ordinato che risulta molto minore di quella termica.

1.4 Descrivere il processo di conduzione intrinseca per elettroni e per buchi dei semiconduttori.

La conduzione è dovuta alla episodica rottura di un legame covalente con liberazione di un elettrone che risulta libero di muoversi nel reticolo (conduzione per elettroni); la rottura del legame lascia uno ione positivo e un buco nel legame; su tale buco possono migrare altri elettroni di valenza con saturazione dello ione e creazione di un nuovo buco (moto inverso rispetto a quello degli elettroni); si ha così anche una conduzione per migrazione di buchi che corrisponde ad un moto virtuale di ioni positivi.

1.5 Enunciare la prima legge di Ohm precisando contesto di validità e grandezze rilevanti.

In un conduttore metallico omogeneo la d.d.p. determina una immediata comparsa di corrente elettrica ad essa proporzionale. Il rapporto costante $\Delta V / I$ è detto resistenza elettrica. La resistenza dipende più o meno fortemente dalla temperatura e si annulla a temperature prossime a 0 K. Nei metalli cresce al crescere della temperatura con legge quasi lineare. La legge vale in prima approssimazione per gli elettroliti; non vale per i gas, per i solidi isolanti e per i semiconduttori anche se si può fissare comunque un concetto di resistenza come rapporto non più costante.

Competenze

Un carico resistivo viene alimentato a valle di una linea da una d.d.p. $\Delta V_v = 2.20 \cdot 10^2$ V e assorbe una potenza $P_c = 2.55$ kW. La linea di trasporto è formata da 2 fili di rame della lunghezza $d = 6.25 \cdot 10^2$ m, sezione $\sigma = 2.3$ mm². Si assuma una resistività costante $\rho = 0.017$ Ω mm²/m.

1. Determinare la resistenza R_l della linea e quella R_c del carico.

Il circuito è costituito da due resistenze R_l e R_c in serie; la corrente è dunque la stessa mentre le d.d.p. si sommano $\Delta V_m = \Delta V_l + \Delta V_v$. Si tenga infine presente che la linea è costituita da 2 fili e pertanto la sua lunghezza $l = 2d$.

$$\text{In base alla II legge di Ohm } R_l = \rho \frac{2d}{\sigma} = 0.017 \frac{2 \cdot 6.25 \cdot 10^2}{2.3} = 9.2 \Omega$$

Per determinare la resistenza di carico conviene calcolare la corrente i dalla potenza (la useremo per determinare la caduta in linea).

$$i = \frac{P_c}{\Delta V_v} = \frac{2.55 \cdot 10^3}{2.20 \cdot 10^2} = 11.6 \text{ A} \quad R_c = \frac{\Delta V_v}{i} = \frac{2.20 \cdot 10^2}{11.6} = 19.0 \Omega$$

2. Determinare la d.d.p. ΔV_m con cui bisogna alimentare a monte

Basta calcolare la caduta di tensione in linea $\Delta V_l = R_l \cdot i = 19.0 \cdot 11.6 = 107$ V e $\Delta V_m = \Delta V_l + \Delta V_v = 220 + 107 = 327$ V

3. Dopo aver calcolato le perdite di potenza in linea P_l determinare il rendimento del trasporto.

$P_l = R_l \cdot i^2 = 9.2 \cdot 11.6^2 = 1.24 \cdot 10^3$ W (si poteva anche moltiplicare la caduta di tensione in linea per la corrente). IL rendimento è sempre dato dall'effetto utile (potenza trasportata) su costo (potenza alimentata)

$\eta = \frac{P_c}{P_m} = \frac{2.55}{2.55+1.24} = 0.67$ (poiché si tratta di un rapporto tra grandezze omogenee non importa in quale unità si esprimono le grandezze).

4. Supponendo di collegare in parallelo al carico un secondo carico di resistenza $R_s = 45.0 \Omega$ determinare il nuovo valore di corrente in linea i' supposta invariata la d.d.p. ΔV_m a monte.

Quando si collega un carico in parallelo e non si cambia la d.d.p. a monte aumenterà la corrente (per effetto della diminuzione di resistenza) e ciò determinerà una diminuzione della d.d.p. a valle per effetto dell'aumento della caduta di tensione in linea. Quello che l'Enel fa in realtà è di adeguare la tensione di alimentazione a monte per adeguare il valore a valle che deve rimanere costante (si usano appositi dispositivi a *feed back*)

Il circuito risulta costituito dalla serie della linea con il parallelo tra il vecchio e il nuovo carico, pertanto $R_t = R_l + \frac{R_s \cdot R_c}{R_s + R_c} = 9.2 + \frac{19 \cdot 45}{19+45} = 9.2 + 13.4 = 22.6 \Omega$

$$i' = \frac{\Delta V_m}{R_t} = \frac{327}{22.6} = 14.5 \text{ A}$$

5. Determinare la nuova d.d.p. a valle $\Delta V'_v$

$$\Delta V_l = R_l \cdot i' = 133 \text{ V pertanto } \Delta V_v = \Delta V_m - \Delta V_l = 327 - 133 = 194 \text{ V}$$

Esame di stato conclusivo commissione 5E Liceo Frisi anno 2001/2002

1. Con riferimento alla problematica delle correnti elettriche:

- perché il campo coulombiano da solo non è in grado di garantire correnti elettriche stazionarie in presenza di fenomeni dissipativi? (42p)
- Se A e B sono gli estremi di un bipolo passivo (non un generatore) e $V_A > V_B$ qual è il verso della corrente e quale il verso degli elettroni? (18 p)
- Perché la potenza elettrica $P = \Delta V I$ (definire i simboli che si introducono) ? (44p)

Perché si tratta di un campo conservativo e pertanto se gli elettroni acquistano energia nell'andare da 1 a 2 la perdono poi per andare da 2 a 1 ma se l'energia acquistata è stata dissipata non si può avere una corrente stazionaria.

La corrente (moto delle cariche positive) va da A a B. Gli elettroni si muovono in verso contrario.

$P = \frac{\delta \mathcal{E}}{\delta t}$ per definizione dove $\delta \mathcal{E}$ è il lavoro elettrico associato alla conversione energetica nell'intervallo δt caratterizzato dallo

spostamento della carica δq ; ma per definizione di d.d.p. $\Delta V = \frac{\delta \mathcal{E}}{\delta q}$. Pertanto si ha: $P = \frac{\delta \mathcal{E}}{\delta t} = \frac{\Delta V \delta q}{\delta t} = \Delta V I$

4F PNI 10 ottobre 2003 : cap. 0504 e 0505 correnti

Quesiti a risposta breve

1. Faraday nella memoria in cui si decreta l'esistenza di una sola forma di elettricità cita cinque tipi di elettricità e otto tipi di effetti prodotti; usando la terminologia moderna o quella di Faraday citarli su due righe distinte

Elettricità di origine voltaica; Elettricità comune (elettrostatica); Magneto elettricità (induzione elettromagnetica); Termoelettricità (effetto Seebeck Peltier); Elettricità animale (torpedine)

Effetti fisiologici (scossa, contrazione muscolare); Deflessione magnetica; Produzione di magneti; Scintille; Produzione di calore (effetto Joule); Effetti chimici diretti (elettrolisi); Attrazione e repulsione; Scarica in aria calda

2. Perché per produrre correnti elettriche di tipo stazionario non sono sufficienti i campi coulombiani? Come si definisce la f.e.m?

I campi coulombiani sono conservativi (lavoro nullo lungo una traiettoria chiusa) e dunque, in presenza di fenomeni dissipativi, per produrre una corrente stazionaria lungo un circuito chiuso è necessario disporre di un campo elettrico non conservativo aggiuntivo a quello coulombiano.

3. Scrivere le due relazioni che consentono di determinare la *velocità termica* e la *velocità di deriva (traslazione)* degli elettroni liberi di un reticolo metallico. Precisare i simboli usati e gli ordini di grandezza delle costanti in gioco.

velocità termica: $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} k_B T$ con m massa dell'elettrone, v velocità termica, k_B costante di Boltzmann = $1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K; T temperatura assoluta

velocità di deriva: $j = e n v$ con j densità di corrente in A/m²; e carica dell'elettrone pari a $1.602 \cdot 10^{-19}$ C; n concentrazione di elettroni liberi in m⁻³; v velocità di traslazione in m/s

4. Scrivere la relazione che lega la massa e la carica nei processi di elettrolisi; a cosa corrisponde la costante di Faraday pari a circa 96500 C/mole?

$\delta m = \frac{10^{-3} \mu}{\mathcal{N}_A \text{Val } e} \delta q$ dove μ indica la massa dello ione in una, Val è la valenza, e è la carica dell'elettrone, \mathcal{N}_A è il numero di Avogadro pari a $6.02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹

La costante di Faraday corrisponde a $\mathcal{N}_A \cdot e$ ed è la carica necessaria a depositare 1 g di idrogeno atomico (basta sostituire nella relazione)

5. Un amperometro ha resistenza interna r e portata i ; si vuole aumentare la portata a $i' = \alpha i$ collegando in parallelo una nuova resistenza r' . Dimostrare che $r' = \frac{r}{\alpha - 1}$

Dopo aver collegato anche r' si avrà (per la legge di Ohm) $r i = \frac{r' r}{r + r'} \alpha i \Leftrightarrow 1 = \frac{r'}{r + r'} \alpha \Leftrightarrow r'(\alpha - 1) = r \Leftrightarrow r' = r \frac{1}{\alpha - 1}$

Esercizi e quesiti a risposta multipla

- 1) Gli elettroni liberi entro un reticolo cristallino si possono muovere ordinatamente sotto l'azione di un campo elettrico generando una corrente elettrica
- gli elettroni si staccano dai loro atomi perché il reticolo è fatto prevalentemente di vuoto
 - il potenziale di estrazione moltiplicato per la carica dell'elettrone fornisce l'energia di legame tra l'elettrone libero e l'atomo che lo ha generato
 - in un metallo, mediamente, si liberano dai 3 ai 4 elettroni per atomo
 - gli elettroni restano entro il metallo perché per uscire dovrebbero avere una energia maggiore di quella dovuta alla buca di potenziale che si genera negli strati atomici prossimi alla superficie

Dalla sovrapposizione delle curve della energia potenziale deriva la liberazione degli elettroni degli strati più esterni (energia maggiore di U) che si possono muovere liberamente nel reticolo sino ai bordi dove le curve della energia potenziale tendono zero con creazione di una buca di potenziale; Risposta d

- 2) Caratteristiche dei generatori

- Un generatore messo in corto circuito non è in grado di erogare corrente perché ai suoi capi la d.d.p. è nulla
- La corrente di corto circuito è determinata esclusivamente da f.e.m. e resistenza interna
- La resistenza interna è la pendenza della curva tensione corrente di un generatore
- La f.e.m. è la energia dovuta all'azione del campo estraneo che agisce nel generatore.

La corrente di corto circuito $i_{cc} = \frac{\mathcal{E}}{r}$; risposta b

- 3) Potenza elettrica e trasporto della energia

- Il trasporto viene effettuato ad alta tensione perché la corrente è inversamente proporzionale alla tensione e le perdite sono proporzionali alla corrente
- il trasporto viene effettuato ad alta tensione per evitare il furto di energia ed il rischio di danneggiamenti delle linee dovuti ai volatili
- le relazioni $P = u i = R i^2 = u^2 / R$ sono del tutto equivalenti
- Le perdite in linea si possono ottenere moltiplicando la caduta di tensione in linea per la intensità di corrente.

Le perdite in linea sono pari a $r i^2$ ma poiché la caduta di tensione in linea è $r i$ le perdite si possono anche scrivere come indicato nella risposta d

- 4) Nel circuito di figura 1 $R = 500 \text{ k}\Omega$ mentre la resistenza del voltmetro $R' = 1 \text{ M}\Omega$. Il generatore è ideale con f.e.m. \mathcal{E} e la lettura del voltmetro V'_{AB} è di 6 V. Quanto vale V_{AB} in assenza del voltmetro?

- Non si può rispondere se è ignota \mathcal{E}
- $V_{AB} = 30 \text{ V}$
- $V_{AB} = 7.5 \text{ V}$
- $V_{AB} = 12 \text{ V}$

A voltmetro inserito si ha $6 = \frac{1 \cdot 0.5}{1.5} 10^6 i = \frac{1}{3} 10^6 i$ dove i è la corrente totale; dunque $i = 18 \mu\text{A}$ e la caduta di tensione ai capi dell'altra resistenza è $18 \mu\text{A} \cdot 0.5 \text{ M}\Omega = 9 \text{ V}$

Dunque la f.e.m. è $9 + 6 = 15 \text{ V}$. Quando non c'è il voltmetro si hanno due resistenze uguali in serie e pertanto $V_{AB} = 7.5 \text{ V}$

- 5) Un generatore ideale di corrente (cioè un generatore in grado di erogare corrente a nostro piacimento in modo indipendente dal carico) eroga una corrente come nel diagramma in figura 2. Quale è il diagramma che fornisce la carica erogata tra quelli di figura 3? (si consiglia di riflettere sulla definizione di intensità di corrente)

La corrente $i = \frac{\delta q}{\delta t}$ e pertanto $\delta q = i \delta t$. Per trovare q bisogna sommare tutti i δq ottenendo l'area pertanto la risposta giusta è la D in cui si hanno cariche crescenti con legge lineare quando viene erogata corrente costante e tratti orizzontali (carica costante) quando $i = 0$.

- 6) Il simbolo (triangolo e barretta) rappresenta un diodo ideale che si comporta come un interruttore chiuso quando è polarizzato direttamente (triangolo a potenziale più alto della sbarretta) e viceversa quando è polarizzato inversamente. Stabilire quanto vale la indicazione dell'amperometro del circuito di figura 4 sapendo che: $\mathcal{E} = 120 \text{ V}$, $R = 100 \Omega$

- il circuito è in corto circuito e l'amperometro brucia
 - 0.40 A
 - 0.60 A
 - 0.80 A
- $R' = 3R$
 - dati insufficienti
 - $R' = R\sqrt{3}$
 - $R' = R/\sqrt{3}$

Il primo diodo è polarizzato direttamente, il secondo inversamente e il terzo direttamente dunque il circuito si riduce alla serie di due resistenze (il terzo diodo cortocircuita quella in parallelo e il secondo apre il circuito sulla propria). Per la legge di Ohm si ha $i = 120/200 = 0.6 \text{ A}$ e la risposta giusta è la C

- 7) Stabilire quanto vale R nel circuito di figura 5 in modo che la resistenza equivalente R_e valga esattamente R'

- $R' = 3R$
- dati insufficienti
- $R' = R\sqrt{3}$
- $R' = R/\sqrt{3}$

$$R_{eq} = R + \frac{(R + R')R}{R + (R + R')} = \frac{R(2R + R') + R(R + R')}{2R + R'} = \frac{3R^2 + 2RR'}{2R + R'}$$

Dunque dovrà essere $R' = \frac{3R^2 + 2RR'}{2R + R'} \Leftrightarrow 2RR' + R^2 = 3R^2 + 2RR' \Leftrightarrow R' = \sqrt{3} R \Leftrightarrow R = 1/\sqrt{3} R$ e la risposta giusta è D

8) Un certo numero di resistenze R da 1Ω devono venir collegate in modo di formare una resistenza pari a $9/5 \Omega$ quale delle connessioni di figura 6 realizza l'obiettivo proposto

La risposta giusta è D per la quale si ha $R_{eq} = R + \frac{4R^2}{5R} = 9/5 R$; la ricerca, senza effettuare tutti i tentativi, si basa sulla ricerca di una connessione in parallelo che fornisca il 5 la qual cosa richiede o un parallelo di 3 con 2 o di 4 con 1.

9) Un generatore di f.e.m. $\mathcal{E} = 12 V$ e resistenza interna ignota è collegato a due resistenze in parallelo $R_1 = 6\Omega$ e $R_2 = 3\Omega$. Quanto vale la resistenza interna del generatore se il generatore eroga una corrente di $7A$?

- a) 0.5Ω b) 2Ω c) 1Ω d) impossibile

La $R_{eq} = 18/9 = 2\Omega$ e poiché la resistenza totale è $12/7 < 2$ il problema non ammette soluzione e la risposta giusta è D

10) Dato il circuito indicato in figura 7 stabilire quale di questi 4 sistemi di equazioni è in grado di risolvere il circuito cioè di determinare i 3 valori di corrente.

a)
$$\begin{cases} i_1 - i_2 - i_3 = 0 \\ i_2 - i_3 - i_1 = 0 \\ \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = R_1 i_1 - R_3 i_3 \end{cases}$$
 b)
$$\begin{cases} \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = R_1 i_1 - R_2 i_2 \\ \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = R_1 i_1 - R_3 i_3 \\ \mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_2 = R_3 i_3 + R_2 i_2 \end{cases}$$

c)
$$\begin{cases} i_1 - i_2 + i_3 = 0 \\ \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = R_1 i_1 + R_2 i_2 \\ \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = R_1 i_1 - R_3 i_3 \end{cases}$$
 d)
$$\begin{cases} i_1 - i_2 - i_3 = 0 \\ \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = R_1 i_1 - R_2 i_2 \\ \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 = R_1 i_1 - R_3 i_3 \end{cases}$$

Nel primo nodo si ha $i_1 + i_3 - i_2 = 0$ e ciò porta ad escludere il caso a. Il caso b utilizza 3 equazioni alle maglie e dunque una di esse non è indipendente. In d è sbagliata la prima equazione alle maglie rimane c che è corretta in tutti i segni.

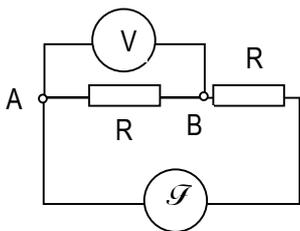


figura 1

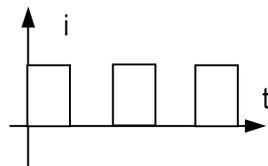


figura 2

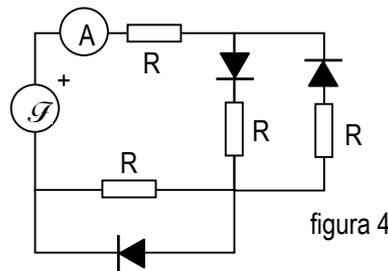


figura 4

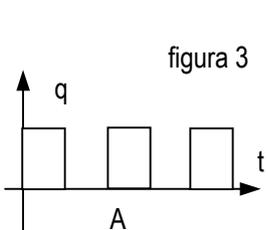
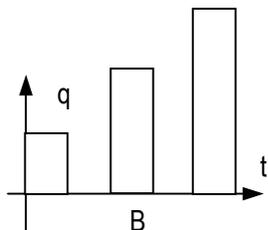
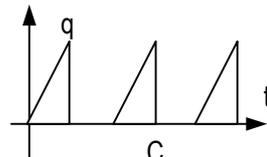


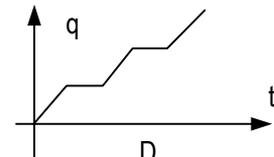
figura 3



B



C



D

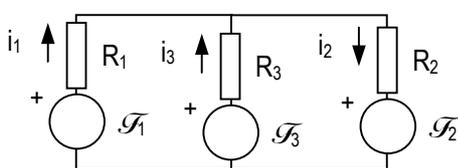


figura 7

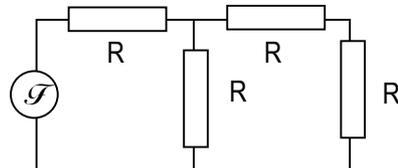
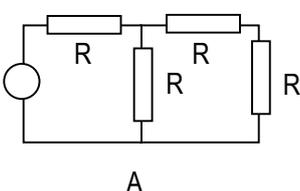
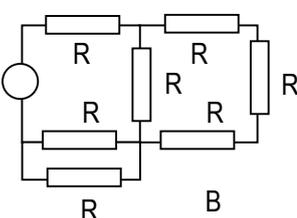


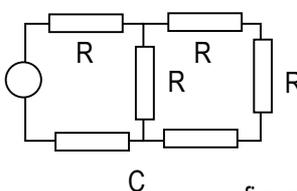
figura 5



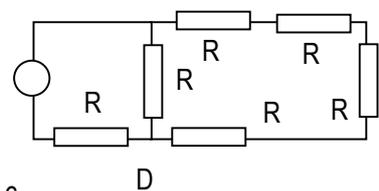
A



B



C



D

figura 6

Nome e cognome: _____ 2/12/2004 4F Pni circuiti e conduzione

1. Per determinare la temperatura del filamento di una lampadina si esegue una doppia misurazione prima a bassissima tensione e poi in condizioni di lavoro. Nei due casi si ottengono i seguenti risultati: $\Delta V_1 = 5.00$ mV e $i_1 = 2.00$ mA; $\Delta V_2 = 220$ V e $i_2 = 7.50$ A. a) Sapendo che il coefficiente di temperatura del tungsteno $\alpha_{20} = 0.0042$ K⁻¹ determinare la variazione di temperatura Δt che si è verificata. b) Perché nel conto si può ipotizzare che sia $t_1 = 20^\circ\text{C}$?

a) La variazione di resistenza ha andamento lineare e dunque $\Delta R = R\alpha\Delta t$. Calcoliamo i due valori di resistenza:

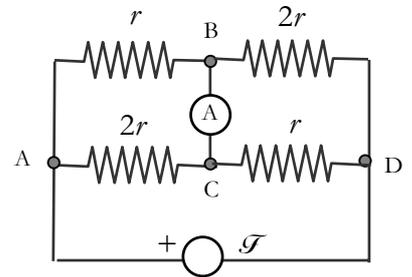
$$R_1 = \frac{\Delta V_1}{i_1} = \frac{5.00 \text{ mV}}{2.00 \text{ mA}} = 2.5 \Omega \quad R_2 = \frac{\Delta V_2}{i_2} = \frac{220}{7.50} = 29.3 \Omega$$

$$\Delta t = \frac{\Delta R}{R_1 \alpha} = \frac{29.3 - 2.5}{2.5 \cdot 0.0042} = 2.55 \cdot 10^3 \text{ K}$$

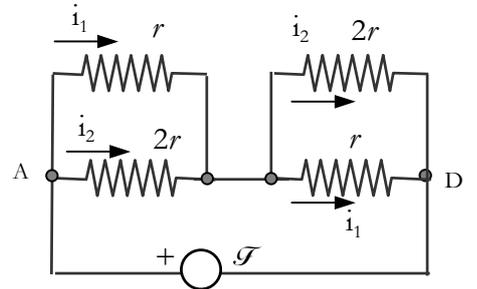
b) Si può ipotizzare che sia $t_1 = 20^\circ\text{C}$ perché $P_1 = \Delta V_1 i_1 = 10^{-5}$ w e pertanto si può ipotizzare che la resistenza non cambi la sua temperatura in maniera significativa rispetto alla temperatura ambiente.

Nota di correzione: evitare di partire da ρ_0 quando si può evitare di farlo; sulla seconda domanda osservo che quasi nessuno ne ha compreso il significato.

2. Nel circuito in figura se l'amperometro ha una resistenza trascurabile esso viene percorso da una corrente i pari a $\frac{1}{4} \frac{\mathcal{E}}{r}$. a) dopo aver indicato le correnti nei diversi rami e tenuto conto delle simmetrie dimostrare quanto affermato in premessa. b) cosa accade se la resistenza dell'amperometro non è trascurabile? (impostare il sistema di 5 equazioni e, se si fa in tempo, dimostrare che la corrente nell'amperometro vale $\frac{\mathcal{E}}{3R + 4r}$ che contiene il caso precedente per $R = 0$).



a) Se l'amperometro ha resistenza trascurabile $V_{BC} = 0$ (legge di Ohm) e dunque il circuito equivale a quello qui di seguito rappresentato caratterizzato dalla serie di due resistenze uguali e pari a $\frac{r \cdot 2r}{r + 2r} = \frac{2}{3} r$. Pertanto la resistenza equivalente del circuito è $\frac{4}{3} r$ e la corrente totale vale $\frac{3}{4} \frac{\mathcal{E}}{r}$. Questa corrente totale si ripartisce tra r e $2r$ con valori inversamente proporzionali alle resistenze e pari rispettivamente a $i_2 = \frac{\mathcal{E}}{4r}$ e $i_1 = \frac{2\mathcal{E}}{4r} = \frac{\mathcal{E}}{2r}$. La corrente nell'amperometro va da B verso C e vale $i_1 - i_2 = \frac{\mathcal{E}}{4r}$

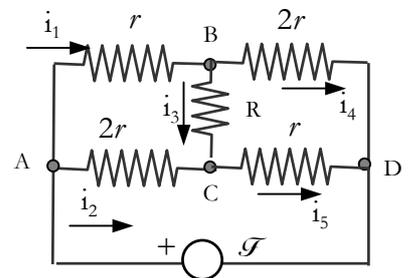


Nota di correzione: qualunque considerazione richiedeva di osservare che $V_{BC} = 0$ e di cogliere la simmetria tra le due porzioni di destra e di sinistra del circuito.

b) La trattazione richiede di utilizzare i principi di Kirchoff con 3 equazioni alle maglie e due equazioni ai nodi. Precisamente:

$$\begin{cases} r i_1 + R i_3 - 2r i_2 = 0 \\ 2r i_4 - r i_5 - R i_3 = 0 \\ 2r i_2 + r i_5 = \mathcal{E} \\ i_1 = i_3 + i_4 \\ i_5 = i_2 + i_3 \end{cases}$$

Si procede per eliminazioni successive e si arriva in 4 passaggi a $i_3 = \frac{\mathcal{E}}{3R + 4r}$ che, per $R = 0$ porta al risultato precedente.



Nota di correzione: consiglio lo svolgimento del sistema (per imparare ad essere efficaci e sintetici).

3. Si vuole eseguire una misura di tensione con un circuito come in figura. Indicata con R la resistenza del voltmetro rispondere alle seguenti domande: a) perché quando si collega il voltmetro la d.d.p. ΔV_1 ai capi di R_1 diminuisce? b) quanto deve valere R affinché $\frac{\Delta V_1 - \Delta V_1'}{\Delta V_1} \leq 1\%$. Impostare il calcolo in forma simbolica utilizzando la variabile ausiliaria $\alpha = R_2/R_1$ ed assumendo come incognita $x = R_1/R$. Per il risultato numerico assumere che sia $\alpha = 2$; si troverà $R \geq 70R_1$

- a) Quando si collega il voltmetro la corrente totale aumenta perché il collegamento in parallelo fa diminuire la resistenza equivalente; l'aumento di corrente fa aumentare ΔV_2 e poiché la somma delle due cadute di tensione è costante si ha una diminuzione di ΔV_1 .

Nota di correzione: ne ho lette di tutti i colori: considerazioni sbagliate (la corrente diminuisce), considerazioni illogiche (se la corrente diminuisce anche la d.d.p diminuisce).

- b) La condizione posta $\frac{\Delta V_1 - \Delta V_1'}{\Delta V_1} \leq 1\%$ equivale a $\Delta V_1 - 0.01\Delta V_1 \leq \Delta V_1'$ e cioè

$$0.99\Delta V_1 \leq \Delta V_1'$$

Il calcolo di ΔV_1 corrisponde a quello di un partitore di tensione di resistenze R_1 e

$$R_2 \text{ e porta a } \Delta V_1 = \mathcal{E} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \mathcal{E} \frac{1}{1 + \alpha}$$

Il calcolo di $\Delta V_1'$ corrisponde a quello di un partitore di tensione di resistenze

$$\frac{R R_1}{R + R_1} = \frac{R_1}{1 + x} \text{ e } R_2 \text{ e porta a } \Delta V_1' = \mathcal{E} \frac{\frac{R_1}{1+x}}{\frac{R_1}{1+x} + R_2} = \mathcal{E} \frac{\frac{1}{1+x}}{\frac{1}{1+x} + \alpha}$$

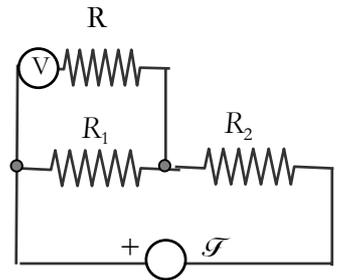
Vista la presenza in tutto il conto della variabile $\frac{1}{1+x}$ conviene porre $\frac{1}{1+x} = z$ e risolvere l'equazione in z. Si ha dunque:

$$0.99\Delta V_1 \leq \Delta V_1' \Leftrightarrow 0.99 \frac{1}{1+\alpha} \leq \frac{z}{z+\alpha} \Leftrightarrow 0.99 \frac{1}{3} \leq \frac{z}{z+2} \Leftrightarrow 0.33(z+2) \leq z \Leftrightarrow 0.67z \geq 0.66 \Leftrightarrow z \geq 0.985$$

$$\frac{1}{1+x} \geq 0.985 \Leftrightarrow 0.985 x \leq 1 - 0.985 \Leftrightarrow x \leq 0.0152$$

$$R_1/R \leq 0.0152 \Leftrightarrow R \geq 65.7 R_1$$

Nota di correzione: non si pretende che da solo uno inventi sotto stress la metodologia ottimale ma che segua i consigli di chi ha preparato l'esercizio invece sì.



4. Un circuito è alimentato da un generatore di fem \mathcal{E} ed è costituito da due resistenze R_1 e R_2 messe in serie e collegate in parallelo alla serie di due condensatori C_1 e C_2 . Si indichino con C e D i punti intermedi tra le due resistenze ed i due condensatori. Il circuito si trova in condizioni stazionarie (ha cioè raggiunto la condizione in cui i due condensatori sono carichi. a) Dimostrare che la ddp $V_{CD} = \mathcal{E} \left[\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right]$

- b) Dimostrare che si ha $V_{CD}=0 \Leftrightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{C_1}{C_2}$ (si consiglia di operare con le variabili ausiliarie α e β che rappresentano i rapporti tra le resistenze e le capacità) c) Se si stacca il generatore quanto vale la costante di tempo del circuito durante la scarica? (esprimere il risultato usando α e β).

$V_{CD} = V_{CA} + V_{AD}$ e queste due d.d.p. sono calcolabili (tramite la legge di Ohm e tramite le leggi dei condensatori).

$$V_{AC} = -V_{CA} = \mathcal{E} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$V_{AD} = \frac{Q}{C_1}$ dove Q è la carica comune presente sui due condensatori in serie e pari

a quella del condensatore equivalente di capacità $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$.

$$\text{Pertanto } Q = \mathcal{E} \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \text{ e } V_{AD} = \frac{Q}{C_1} = \mathcal{E} \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

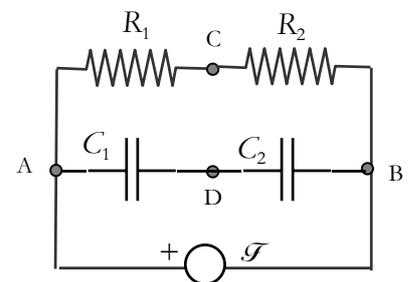
$$\text{Infine: } V_{CD} = V_{CA} + V_{AD} = -\mathcal{E} \left[\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right]$$

Nota di correzione: la presenza del segno - dipende dal verso di collegamento del generatore che non era stata specificata nel testo.

$$V_{CD} = 0 \Leftrightarrow \left[\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{C_2}{C_1 + C_2} \right] = 0 \Leftrightarrow \frac{1}{1 + \alpha} = \frac{1}{\beta + 1} \text{ dove si è posto } \alpha = R_2/R_1 \text{ e } \beta = C_1/C_2 \text{ le due quantità sono uguali } \Leftrightarrow$$

$$\alpha = \beta \Leftrightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{C_1}{C_2}$$

Nota di correzione: anche in questo esercizio si nota l'utilità, per fare confronti tra grandezze omogenee di operare tramite rapporti.



6 dicembre 2004 4F PNI teoria cap. 4 e 5 dispense

1. Quando Faraday nel 1833 esamina le condizioni che consentono di parlare della elettricità come di un fenomeno unitario fa riferimento

a) a 5 tipi di elettricità che sono:

elettricità voltaica (pila), elettricità comune (elettrostatica), magnetoelettricità (induzione elettromagnetica), termoelettricità, elettricità animale

b) a 8 tipi diversi di fenomeni comuni alle 5 forme; essi sono

effetti fisiologici, deflessione magnetica, produzione di magneti, scintille, produzione di calore, effetti chimici, attrazione e repulsione, scarica in aria calda

2. Per generare un effetto elettrico di tipo stazionario da A verso B servono

a) un circuito chiuso perché

La carica elettrica si conserva e, se non si dispone di una sorgente infinita di cariche, per produrre un fenomeno stazionario bisogna farle circolare e dunque serve un circuito chiuso

b) un campo elettrico estraneo (diverso da quello coulombiano) se si è in presenza di fenomeni dissipativi perché

il campo coulombiano non è conservativo e non è in grado di fornire energia lungo una traiettoria chiusa cosa richiesta dalla presenza di fenomeni dissipativi.

c) Conosci un fenomeno in cui si ha stazionarietà della corrente senza bisogno di un campo estraneo?

Occorre che non ci siano fenomeni dissipativi come per esempio nella superconduttività

d) Come si spiega il fatto che in un circuito stazionario la corrente elettrica è la stessa in tutti i punti?

Se non fosse la stessa si avrebbe una violazione della conservazione della carica

3. In un conduttore di sezione S e con una concentrazione n di elettroni liberi circola una corrente i . Determinare la relazione tra i e la velocità media di traslazione del gas di elettroni v .

Considerata una sezione di circuito essa viene attraversata in un tempo Δt dalle cariche che si trovano in una porzione di circuito di lunghezza $\Delta x = v \Delta t$. Gli elettroni liberi presenti nel volume $S \Delta x$ sono $n S \Delta x$ e hanno

una carica $\Delta q = e n S \Delta x = e n S v \Delta t$ e pertanto $i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = e n S v$

4. In un semiconduttore, oltre che tramite elettroni di conduzione (generati dalla rottura dei legami covalenti) si ha anche una conduzione nella banda di valenza (cioè nei livelli energetici di legame). Chi si muove? Perché tale conduzione viene assimilata ad un movimento di cariche positive?

Quando si rompe un legame covalente ed un elettrone se ne va, rimane uno ione positivo. In presenza di un campo elettrico (per esempio verso destra), un elettrone di un atomo a destra salta nel buco e crea un nuovo buco (ione). Se l'elettrone va verso sinistra il buco si sposta a destra e si descrive il processo come moto degli ioni positivi nel verso del campo elettrico.

5. Funzionamento delle pile

a) Due metalli diversi immersi in un bagno elettrolitico come si comportano?

Mandano in soluzione ioni positivi liberando elettroni sull'elettrodo

b) Dunque essi sono entrambi carichi negativamente (rispetto al bagno) e la fem della pila è

La differenza tra i due potenziali (entrambi negativi) che sono tra loro diversi

c) In un cella rame zinco immersa in soluzione di acqua e acido solforico quello che si dissocia di più è lo zinco. Chi è l'elettrodo positivo? Quando si chiude il circuito cosa fanno gli elettroni in eccesso sullo zinco

Quello che ha perso meno ioni cioè il rame. Gli elettroni in eccesso sullo zinco migrano verso il rame richiamando ioni rame dal bagno

d) Cosa succede all'elettrodo di zinco che ha perso carica negativa

Manda in soluzione altri atomi

e) Da dove viene l'energia elettrica?

Dalla differenza (positiva) tra l'energia liberata dalla dissoluzione dello zinco e quella assorbita dal deposito del rame.

f) La pila si polarizza quando? Spiegare cosa avviene ai due elettrodi

Quando non ci sono più ioni rame in soluzione, l'elettrodo inizia ad attrarre ioni idrogeno mentre all'elettrodo di zinco inizia l'elettrolisi dell'acqua con formazione di acido solforico e ossigeno mentre l'idrogeno torna in soluzione. Vengono a cessare le d.d.p. tra bagno ed elettrodi e la pila cessa di funzionare.

6. Affinché un gas posto in un tubo a bassa pressione possa produrre una scarica autosostenuta si deve avere uno dei seguenti fenomeni (quattro)

Emissione termoionica dovuta a riscaldamento del catodo

Emissione secondaria di elettroni dal catodo colpito dagli ioni generati dalla ionizzazione del gas da parte degli elettroni

Ionizzazione termica dovuta al riscaldamento del gas a temperature dell'ordine di 10^5 K

Fotoionizzazione dovuta all'azione sul gas o sul catodo di fotoni di alta energia

7. In base alla legge di Ohm, in un conduttore in regime stazionario si può affermare che la velocità media di traslazione è proporzionale alla forza elettrica.

a) Spiegare come mai dimostrando che la costante di proporzionalità tra forza e velocità vale $\rho e^2 n$ (ricordare che $j = e n v$ e il legame tra campo e ΔV)

$$\Delta V = R i \Leftrightarrow E \Delta l = R J S = R e n S v \text{ dunque } E = \frac{R e n S v}{\Delta l} \text{ e perciò } F = e E = \rho e^2 n v$$

b) Cosa si conclude ragionando in termini di attrito?

Che il fenomeno dissipativo nei conduttori ha caratteristiche analoghe alla forza viscosa.

8. Cos'è il lavoro di estrazione di un metallo nel vuoto e quanto vale all'incirca?

È il lavoro che si deve compiere (in eV) per staccare un elettrone dalla nube elettronica che circonda la superficie del metallo dal metallo stesso. Corrisponde alla energia potenziale cambiata di segno dovuta alla interazione tra un elettrone della nube elettronica che circonda la superficie esterna e il corrispondente strato di cariche positive. Vale qualche elettronvolt.

9. L'interruttore differenziale.

a) Cos'è e come avviene il suo meccanismo di protezione?

È un interruttore elettromagnetico sensibile alle differenze di corrente che circolano in un circuito. Se si verifica una dispersione di corrente verso terra, segno di una folgorazione in atto, la differenza di corrente è diversa da zero e l'interruttore si apre.

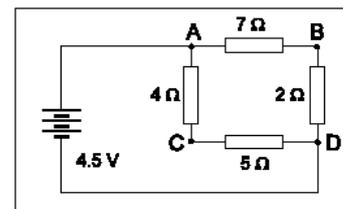
b) Perché viene tarato a 30 mA?

Perché a 30 mA iniziano i processi di pericolosità delle correnti elettriche; al di sopra si rischierebbe un danno permanente, al di sotto si avrebbero dei continui falsi positivi (aperture dovute a squilibri di funzionamento).

Nome e cognome: _____ tip. C 4F PNI circuiti 17 aprile 2007

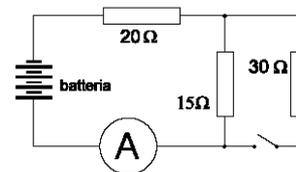
1. Una pila da 4.5 V è collegata a quattro resistori che formano il semplice circuito indicato nella seguente figura. Quant'è la differenza di potenziale fra il punto B e il punto D?

- A +1 V B +2V C +2.5 V
D +3.5 V E +4.5 V



2. Una batteria, un amperometro, tre resistori e un interruttore sono collegati per formare il circuito mostrato in figura. Quando l'interruttore viene chiuso che succede alla differenza di potenziale ai capi del resistore da 15Ω?

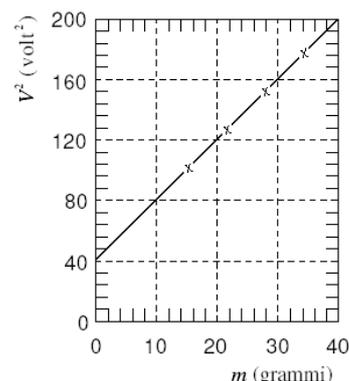
- A uguale alla d.d.p. ai capi del resistore da 20 Ω.
B il doppio della d.d.p. ai capi del resistore da 30 Ω.
C uguale alla d.d.p. ai capi del resistore da 30 Ω.
D la metà della d.d.p. ai capi del resistore da 30 Ω.
E Nessuna delle precedenti.



3. Si consideri un semplice circuito costituito da una batteria e tre lampadine. La lampadina 1 è collegata in parallelo con la 2; questo parallelo è posto in serie alla lampadina 3. Cosa accade alla luminosità delle altre due lampadine se la 1 si brucia?

- A Entrambe diventano più luminose.
B La lampadina 2 diventa più luminosa mentre la 3 non cambia luminosità.
C La lampadina 2 diventa più luminosa mentre la 3 si indebolisce.
D La lampadina 2 si indebolisce mentre la 3 diventa più luminosa.
E Le due lampadine non cambiano luminosità.

4. Per misurare il calore latente di vaporizzazione di un liquido si usa un dispositivo che mantiene il liquido alla temperatura di ebollizione mediante un riscaldatore elettrico alimentato da una batteria di f.e.m. V ; la massa m di liquido vaporizzato in un dato intervallo di tempo Δt viene pesata dopo che il liquido è stato fatto condensare. Nel grafico in figura sono stati riportati i valori di V² in funzione di m. Se la resistenza del riscaldatore era di 4Ω e il tempo di vaporizzazione è stato fissato in 10 minuti, determinare il calore latente di vaporizzazione del liquido usato, espresso in J/kg.



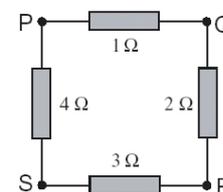
- A 10 B 600 C 10000
D 600000 E 720000

5. In un circuito elettrico l'intensità di corrente misurata in un conduttore è (2.5±0.05) mA. La resistenza del conduttore è 4.7Ω ± 2%. Se questi valori vengono usati per calcolare la potenza dissipata nel conduttore, il risultato del calcolo ha incertezza

- A 2% B 4% C 6% D 8% E 10%

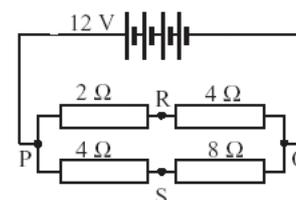
6. Quattro resistori sono connessi come in figura. Fra quale coppia di punti la resistenza è massima?

- A P e Q B Q ed S C R ed S
D S e P E P ed R



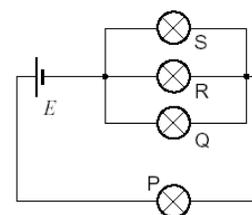
7. Nel circuito in figura, la d.d.p. fra i punti P e Q vale 12 V. La lettura su un voltmetro inserito fra i punti R e S è

- A ... 0 V B ... 2 V C ... 4 V D ... 6 V
E ... 8 V

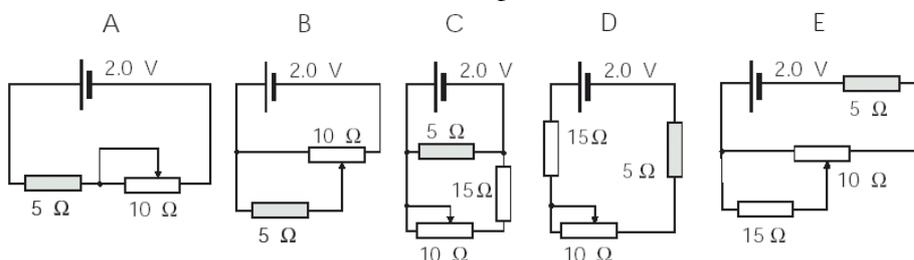


8. Un circuito elettrico è formato da quattro lampadine della stessa potenza collegate in serie ed è alimentato da una batteria che ha una certa resistenza interna. Il circuito viene successivamente modificato in modo da lasciare solamente tre lampadine, sempre collegate in serie. Quale delle seguenti affermazioni meglio descrive il cambiamento che avviene nel circuito.

- A ...La resistenza totale del circuito aumenta
 B ...La corrente elettrica del circuito diminuisce
 C ...La differenza di potenziale ai capi della batteria aumenta
 D ...La differenza di potenziale ai capi della batteria diminuisce
 E ...La potenza assorbita da ciascuna lampadina rimane la stessa
9. Quattro lampadine identiche P. Q. R. S sono inserite nel circuito mostrato in figura e sono tutte accese. Se la lampadina Q viene svitata, quale delle seguenti affermazioni è vera?

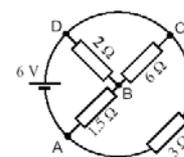


- A Le lampadine P, R e S restano ugualmente luminose.
 B La lampadina P è più luminosa di prima, ma non quanto sono ora R ed S.
 C La lampadina P è meno luminosa di prima, ma non quanto sono ora R ed S.
 D La lampadina P è più luminosa di prima ed è anche più luminosa di quanto sono ora R ed S.
 E La lampadina P è meno luminosa di prima, ma più luminosa di quanto sono ora R ed S.
10. Ognuno dei circuiti raffigurati contiene una resistenza di valore fisso pari a 5Ω . L'alimentazione elettrica in ogni circuito è fornita da una batteria da 2 V e resistenza interna trascurabile. Quando il cursore della resistenza variabile è spostato da un estremo all'altro, in quale circuito la differenza di potenziale V ai capi della resistenza da 5Ω diventa nulla?

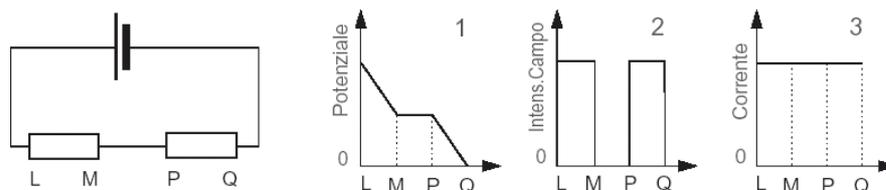


11. Nel circuito mostrato in figura, la corrente erogata dalla batteria vale .

- A 1A B 2A C 4A D 4.5A
 E 10A



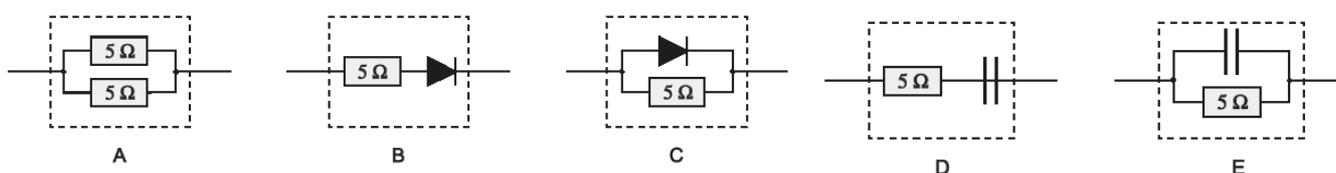
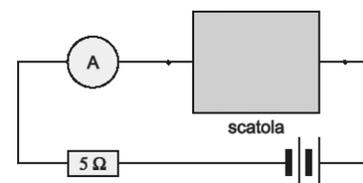
12. La figura a sinistra mostra due resistori uguali collegati in serie ad una batteria di resistenza interna trascurabile. I terminali dei resistori, costituiti da conduttori omogenei a sezione costante, sono indicati con L, M, P e Q. I grafici a destra mostrano, nell'ordine, l'andamento del potenziale elettrico, dell'intensità del campo elettrico in direzione LQ e della corrente erogata dal generatore. Quali grafici sono corretti?



- A ... Tutti e tre B ... solo 1 e 2 C ... solo 2 e 3 D ...solo 1 E ... solo 3

13. Nel circuito rappresentato in figura, l'amperometro è ideale e indica una corrente di 2A. Invertendo le connessioni della scatola, l'amperometro segna 1A.

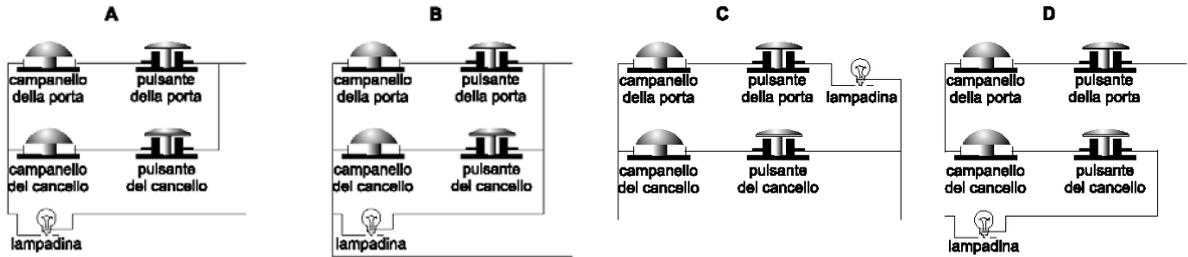
Lo schema del circuito contenuto nella scatola è:



14. Due resistori R_1 e R_2 sono collegati in parallelo, R_1 ha un valore fisso, mentre R_2 è variabile, ma sempre maggiore di R_1 . La resistenza complessiva è:
- A ...maggiore di R_1 e aumenta se R_2 aumenta B ...maggiore di R_1 e diminuisce se R_2 aumenta
 C ...sempre intermedia fra R_1 e R_2 D ...minore di R_1 e diminuisce se R_2 aumenta

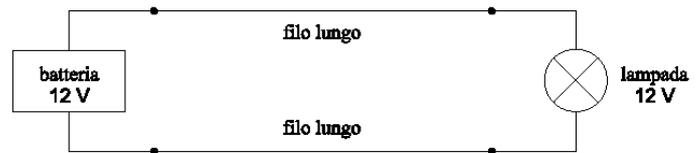
E ... minore di R_1 e diminuisce se R_1 diminuisce

15. Il proprietario di una villetta è debole d'udito e perciò vuole collegare una lampadina in modo che si accenda quando suona il campanello dal cancello oppure dalla porta di casa. Quale dei seguenti circuiti risolve il suo problema?



E nessuno di quelli indicati

16. Una lampada da 12 V è connessa ad una batteria da 12 V tramite due lunghi fili. Perché la lampada si accende solo debolmente?



A ... Perché la batteria eroga corrente continua piuttosto che corrente alternata.

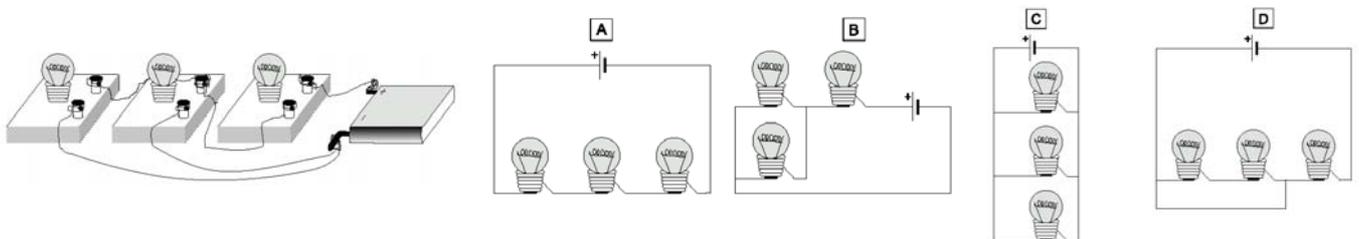
B ... Perché l'energia elettrica si dissipa in calore nei fili.

C ... Perché la corrente che attraversa la lampada è minore di quella che la batteria eroga.

D ... Perché la caduta di potenziale lungo ogni filo è metà della differenza di potenziale erogata dalla batteria.

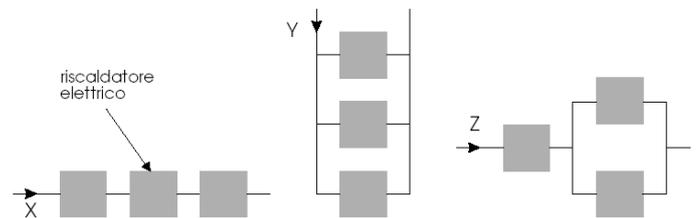
E ... A causa della resistenza interna della batteria

17. Nella seguente figura si vede lo schizzo di un circuito montato in laboratorio in cui tre lampadine uguali sono collegate ad una pila da 9 V. Quale dei quattro circuiti schematizzati qui sotto rappresenta correttamente il circuito montato in laboratorio?



E ... il circuito A a condizione di invertire i contatti sulla lampadina centrale

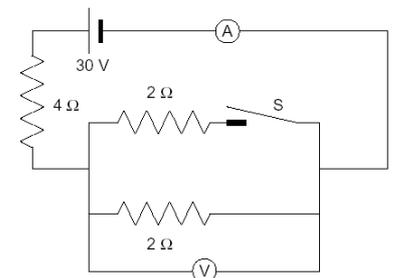
18. I riquadri in figura rappresentano dei riscaldatori elettrici identici collegati fra loro a gruppi di tre in maniere diverse, X, Y e Z. Quando X, Y e Z vengono collegati alla rete di alimentazione questa fornisce loro le correnti di intensità, rispettivamente, i_x , i_y , i_z . Se si vogliono ordinare i valori delle intensità di corrente dalla minore alla maggiore, qual è l'ordine corretto?



- A ... $i_x < i_y < i_z$ B ... $i_x < i_z < i_y$
 C ... $i_y < i_z < i_x$ D ... $i_y < i_x < i_z$

E ... Per rispondere occorre il valore delle resistenze

19. Nel circuito elettrico in figura l'interruttore S è inizialmente chiuso. Cosa succede ai valori indicati da amperometro e voltmetro quando l'interruttore viene aperto?

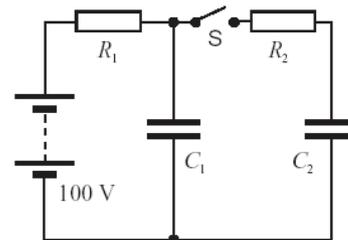


- A ... L'amperometro indica che passa più corrente e il voltmetro indica una diminuzione della tensione.
 B ... L'amperometro indica che passa meno corrente e il voltmetro indica un aumento della tensione.
 C ... L'amperometro indica che passa più corrente e il voltmetro indica un aumento della tensione.

D ... L'ampmetro indica che passa meno corrente e il voltmetro indica una diminuzione della tensione.

E ... Le indicazioni dell'ampmetro e del voltmetro rimangono le stesse.

20. Nel circuito mostrato in figura $R_1 = R_2 = 1\text{M}\Omega$ e $C_1 = C_2 = 1\ \mu\text{F}$. L'interruttore S è inizialmente aperto e il condensatore C_2 è scarico. Quando S viene chiuso 1) la corrente attraverso R_2 assume inizialmente il valore di 0.1 mA e diminuisce gradualmente sino a zero 2) la carica su C_1 diminuisce inizialmente, ma poi ritorna al suo valore originario 3) la carica finale su C_2 sarà la metà di quella su C_1 . Quale delle precedenti affermazioni è corretta?



A ...Sono tutte corrette

B ...Solamente la 1 e la 2 sono corrette

C ...Solamente la 2 e la 3 sono corrette

D ...Solamente la 1 è corretta

E ...Solamente la 3 è corretta

Trascrivere nella griglia alla fine la lettera scelta. Non sono ammesse cancellature.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Esatte				Errate				Mancanti				Punti ___/100				Voto			

tip. D 4F PNI circuiti 17 aprile 2007

(maturità sperimentale 1982 rielaborato) Un generatore di fem \mathcal{G} e resistenza interna r alimenta un carico di resistenza r_1 . Ai capi del carico viene collegata una resistenza r_2 e la corrente che la attraversa viene misurata da un amperometro di resistenza interna r_a .

1. disegnare il circuito e determinare la corrente I erogata dal generatore.
2. attraverso la I trovata determinare la corrente I_a indicata dall'amperometro.
3. disegnare il nuovo circuito che si ottiene scambiando tra loro l'amperometro e il generatore e determinare la nuova corrente I' erogata dal generatore
4. attraverso la I' trovata determinare la corrente I'_a indicata dall'amperometro
5. attraverso l'esame dei due circuiti discutere fisicamente cosa accade alla indicazione amperometrica quando $r_2 \rightarrow 0$ e quando $r_2 \rightarrow \infty$
6. dal confronto tra I_a e I'_a determinare la condizione per la quale si ha $I_a = I'_a$ (risolvere la relativa equazione)

Per agevolare il controllo si forniscono alcune risposte intermedie

$$R2) I_a = \frac{\mathcal{G}}{r + r_2 + r_a + r \frac{r_2}{r_1} + r \frac{r_a}{r_1}} \quad R4) I'_a = \frac{\mathcal{G}}{r + r_2 + r_a + r_a \frac{r_2}{r_1} + r \frac{r}{r_1}} \quad R6) r = r_a$$

voto base 3

1 → 1.5	2 → 1.5	3 → 1	4 → 1	5 → 1	6 → 1