

Corso di Laurea Ing. EA – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 18

1. Un filo di lega di rame, di lunghezza $l = 2.0$ m e sezione $S = 0.10$ mm², è collegato ad un generatore di differenza di potenziale **ideale** $V = 4.0$ V.

a) Sapendo che la corrente che attraversa il filo vale $I = 10$ A, quanto vale la resistività ρ della lega che costituisce il filo? [Esprimate il risultato in ohm m]

$\rho = \dots\dots\dots = \dots\dots$ ohm m $R S / l = V S / I l = 2.0 \times 10^{-8}$ ohm m [dalla definizione di resistività]

b) Quanto vale la potenza W dissipata dal filo?

$W = \dots\dots\dots = \dots\dots$ W $V I = 40$ W

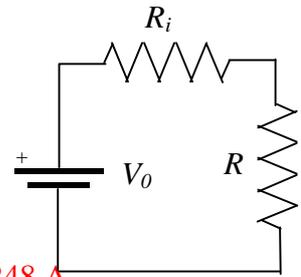
c) Supponendo che la corrente interessi in modo **omogeneo ed uniforme** l'intera sezione del filo, quanto vale in modulo la densità di corrente elettrica J ?

$J = \dots\dots\dots = \dots\dots$ A/m² $I / S = 1.0 \times 10^8$ A/m²

d) Riferendosi al “modello di Drude” per la conducibilità (classica) in un conduttore, supponendo che la corrente sia dovuta al movimento di elettroni di massa $m = 9.0 \times 10^{-31}$ Kg e carica $e = -1.6 \times 10^{-19}$ C che sono presenti con una densità $n = 9.0 \times 10^{28}$ elettroni/m³ all'interno del filo, quanto vale il tempo τ che intercorre tra due “urti” successivi degli elettroni con il reticolo cristallino della lega?

$\tau = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$ s $m / (\rho n e^2) \sim 2.0 \times 10^{-14}$ s [dal modello di Drude]

2. Un generatore di differenza di potenziale **reale** può essere schematizzato come un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 5.00$ V dotato di una (piccola, ma non nulla) resistenza **interna** in serie $R_i = 2.00$ ohm, come rappresentato in figura. Al generatore viene collegato un carico resistivo, costituito da un resistore $R = 200$ ohm.



a) Quanto vale la corrente I che scorre nel circuito?

$I = \dots\dots\dots = \dots\dots$ A $V_0 / (R + R_i) = 0.248$ A

b) Quanto vale la differenza di potenziale V ai capi del carico (cioè del resistore R)?

$V = \dots\dots\dots = \dots\dots$ V $R I = R V_0 / (R + R_i) = 4.95$ V
 [questa differenza di potenziale, minore di V_0 , è quella che di fatto il generatore reale mette a disposizione del carico]

c) Quanto vale la potenza W_i dissipata “internamente” dal generatore, cioè a causa della presenza della resistenza interna?

$W_i = \dots\dots\dots = \dots\dots$ W $R_i I^2 = 1.23 \times 10^{-3}$ W

3. Avete a disposizione un generatore di differenza di potenziale continua $V_0 = 220$ V e due lampadine ad incandescenza di potenza nominale $W_0 = 100$ W (questa potenza è quella dissipata da una lampadina quando essa viene alimentata alla tensione V_0).

a) Quanto vale la resistenza R di ogni lampadina?

$R = \dots\dots\dots = \dots\dots$ ohm $V_0^2 / W = 484$ ohm

b) Quanto vale la resistenza totale delle due lampadine se queste vengono collegate in serie, R_S , o in parallelo, R_P ?

$R_S = \dots\dots\dots = \dots\dots$ ohm $2R = 968$ ohm
 $R_P = \dots\dots\dots = \dots\dots$ ohm $R/2 = 242$ ohm

c) Supponendo che il generatore sia **ideale**, cioè che fornisca la differenza di potenziale V_0 a prescindere dal carico applicato, quanto vale la potenza totale dissipata nei due casi (serie e parallelo)? Supponendo che, ragionevolmente, la potenza di irraggiamento luminoso sia proporzionale alla potenza elettrica dissipata, come colleghereste le lampadine per avere più luce?

$W_S = \dots\dots\dots = \dots\dots$ W $V_0^2 / R_S = W/2 = 50$ W
 $W_P = \dots\dots\dots = \dots\dots$ W $V_0^2 / R_P = 2W = 100$ W

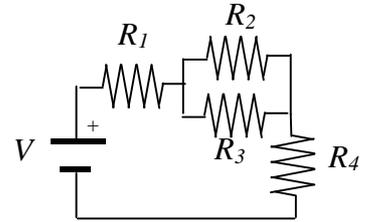
Collegamento preferito: **parallelo**

- d) Considerate ora che il generatore produca tensione **alternata**, cioè tale che la differenza di potenziale $V(t)$ da esso fornita sia funzione periodica del tempo t secondo la legge $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$, con $\omega = 2\pi/50$ rad/s (è la corrente elettrica distribuita dall'anel). Sapendo che il **valore medio** di una funzione periodica generica $f(t)$ è, per definizione, $\langle f \rangle = (1/2T) \int f(t) dt$, dove l'integrale è calcolato su un periodo $2T$, quanto vale la potenza media $\langle W \rangle$ dissipata da una singola lampadina?

$\langle W \rangle = \dots\dots\dots = \dots\dots W \quad \int V(t)^2 / (2RT) dt = \int_{-T}^T V_0^2 \cos^2(\omega t) / (2RT) dt = V_0^2 / (2R) \int_{-2\pi}^{2\pi} \cos^2(\alpha) d\alpha = 2\pi$

[ricordate che $\omega = 2\pi/T$ e che $\int_{-2\pi}^{2\pi} \cos^2(\alpha) d\alpha = 2\pi$]

4. La figura rappresenta un circuito elettrico composto da un generatore di differenza di potenziale $V = 10.0$ V e quattro resistori (di resistenza $R_1 = 100$ ohm, $R_2 = 1.00$ Kohm, $R_3 = 500$ ohm, $R_4 = 600$ ohm), collegati tra loro come da schema.



- a) Quanto vale la corrente I che scorre nel circuito?

$I = \dots\dots\dots A \quad V/R_{TOT} = V / (R_1 + R_2 R_3 / (R_2 + R_3) + R_4) = 9.68 \text{ mA}$

- b) Quanto vale la “caduta di tensione” V_1 sulla resistenza R_1 (cioè la differenza di potenziale ai suoi capi)?

$V_1 = \dots\dots\dots V \quad R_1 I = 968 \text{ mV}$

5. Un resistore elettrico è costituito da un cilindro omogeneo di grafite di sezione di base $S = 2.0$ mm² e lunghezza $l = 1.0$ cm, al cui interno è presente, nelle condizioni di funzionamento del resistore, un campo elettrico uniforme E diretto lungo l’asse.

- a) Sapendo che la corrente che attraversa il resistore vale $I = 100$ mA e che la conducibilità della grafite vale $\sigma = 2.5 \times 10^4$ 1/(ohm m), quanto vale il modulo del campo elettrico E ? [Esprimete il campo in V/m, che costituiscono una buona unità di misura nel sistema mKs]

$E = \dots\dots\dots \text{ V/m} \quad I / (S \sigma) = 2.0 \text{ V/m} \quad [\text{dalla } J = \sigma E, \text{ ponendo } J = I/S]$

- b) Quanto vale il lavoro L_e fatto dalle forze del campo elettrico per spostare **un singolo elettrone** attraverso il resistore? [Prendete $e = -1.6 \times 10^{-19}$ C per la carica dell’elettrone, e aggiustate i segni considerando cosa succede “fisicamente”]

$L_e = \dots\dots\dots \text{ J} \quad e E l = 3.2 \times 10^{-21} \text{ J} \quad [\text{dalla definizione di lavoro come forza } \times \text{ spostamento, tenendo conto che la forza è uniforme, costante e } \textbf{parallela} \text{ allo spostamento, circostanza che lo rende sicuramente positivo}]$

- c) Quanto vale il numero N di elettroni che attraversano la sezione del cilindro in un secondo?

$N = \dots\dots\dots \text{ elettroni/s} \quad I / |e| = 6.2 \times 10^{17} \text{ elettroni/s} \quad [\text{dalla definizione di corrente } I = Q/T, \text{ valida per correnti stazionarie (costanti), in cui } Q \text{ è la carica che attraversa il conduttore nel tempo } T=1 \text{ s}]$

- d) Quanto vale la potenza W associata al lavoro delle forze elettriche?

$W = \dots\dots\dots \text{ W} \quad N L_e = 2.0 \text{ mW} \quad [\text{si noti che, in modulo, questa potenza è ovviamente uguale alla potenza dissipata per effetto Joule, } W = R I^2, \text{ essendo } R = l / (S \sigma)]$

- e) Quanto vale la **densità di potenza** w dissipata nell’unità di volume del resistore? Dimostrate che la sua espressione può essere data dal prodotto $w = \sigma E^2$. [Densità di potenza significa potenza diviso per volume occupato dal mezzo resistivo]

$w = \dots\dots\dots \text{ W/m}^3 \quad W / (l S) = N L_e / (l S) = (I / |e|) e E l / (l S) = (I / S) E = J E = \sigma E^2 = 1.0 \times 10^5 \text{ W/m}^3 \quad [\text{questo risultato è valido a prescindere dalla geometria considerata ed esprime “microscopicamente” la potenza dissipata per effetto Joule}]$