

## Corso di Laurea Ing. EA – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 18, 16/5/2005

1. Un filo di lega di rame, di lunghezza  $l = 2.0$  m e sezione  $S = 0.10$  mm<sup>2</sup>, 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  $\rho$  della lega che costituisce il filo? [Esprimete il risultato in ohm m]

$\rho = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  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?

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

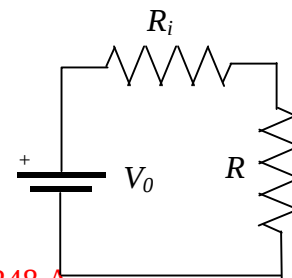
- c) Supponendo che la corrente interessi in modo **omogeneo ed uniforme** l'intera sezione del filo, quanto vale in modulo la densità di corrente elettrica  $J$ ?

$J = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  A/m<sup>2</sup>      $I / S = 1.0 \times 10^8$  A/m<sup>2</sup>

- 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/m<sup>3</sup> all'interno del filo, quanto vale il tempo  $\tau$  che intercorre tra due “urti” successivi degli elettroni con il reticolo cristallino della lega?

$\tau = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$  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?

$I = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  A      $V_0 / (R + R_i) = 0.0248$  A

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

$V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  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?

$W_i = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  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?

$R = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  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,  $R_P$ ?

$R_S = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  ohm      $2R = 968$  ohm

$R_P = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  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?

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

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

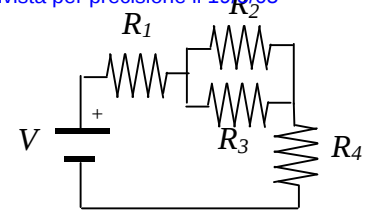
Collegamento preferito: ..... **parallelo**

- 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?

$$\langle W \rangle = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots W \quad \int V(t)^2 / (2RT) dt = \int_{-T}^T V_0^2 \cos^2(\omega t) / (2RT) dt = V_0^2 / (2R) = 50 W \quad [\text{ricordate che } \omega = 2\pi/T \text{ e che } \int_{-2\pi}^{2\pi} \cos^2(\alpha) d\alpha = 2\pi]$$

versione leggermente rivista per precisione il 19/5/05

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?

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

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

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

5. Un resistore elettrico è costituito da un cilindro omogeneo di grafite di sezione di base  $S = 2.0$  mm<sup>2</sup> 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]

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

- 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”]

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

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

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

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

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

- 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]

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