

## Prova scritta di Fisica II - 2 Luglio 2024

Nome \_\_\_\_\_ Cognome \_\_\_\_\_ Canale \_\_\_\_\_

Matricola \_\_\_\_\_ Ritirato/a

**Nota Bene:** Il formulario vuole essere un supporto qualora non ricordate alcune formule e non abbiate tempo per ricavarle. Tenete presente che il solo scrivere la formula giusta trovata nel formulario per rispondere ad una domanda **non** porta ad avere alcun punteggio in quella domanda. Si ricorda anche che tutte le risposte vanno correttamente motivate, la sola risposta numerica non è sufficiente per avere punti relativi alla domanda in questione.

### Primo Esercizio

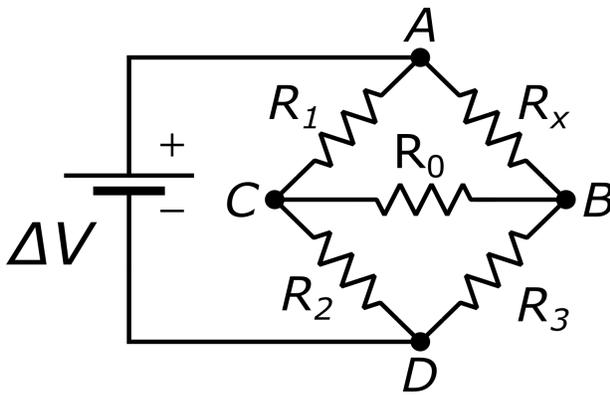


Figura 1

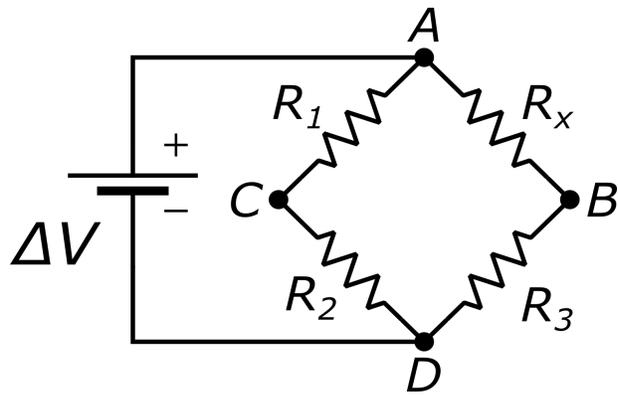


Figura 2

Nel circuito in Fig. 1, un generatore di forza elettromotrice fornisce una d.d.p.  $\Delta V = 21 \text{ V}$  al sistema di resistenze  $R_0$ ,  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $R_2 = 6 \Omega$  ed  $R_3 = 3 \Omega$ . **Nota Bene:** non è necessario conoscere il valore di  $R_0$ . Rispondere ai seguenti quesiti:

1. trovare il valore della resistenza  $R_x$  in modo tale che nella resistenza  $R_0$  non scorra corrente (**6 punti**);
2. calcolare le differenze di potenziale  $V_A - V_B$ ,  $V_B - V_C$  e  $V_C - V_D$  utilizzando il valore di  $R_x$  trovato in precedenza (**5 punti**);
3. disegnare e calcolare i parametri del circuito equivalente se si rimuove dal circuito  $R_0$ , vedi Fig. 3. (**5 punti**).

## Secondo Esercizio

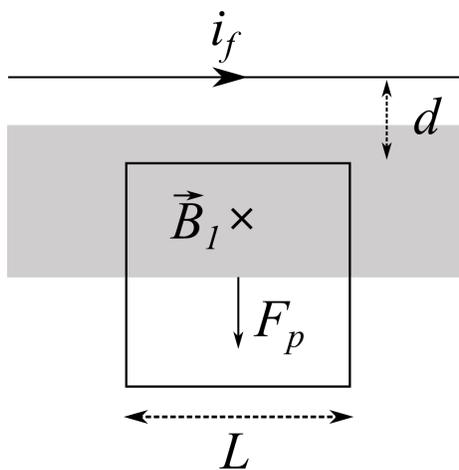


Figura 3

Una spira quadrata di lato  $L = 1$  m, in equilibrio, ha un lato parallelo a un filo indefinito in cui scorre una corrente  $i_f = 50$  A nel verso indicato in Fig. 3. Tra il filo e il lato più vicino vi è una distanza di  $d = 0.1$  cm, e nella spira scorre una corrente  $i$ . Oltre al campo magnetico generato dal filo, la parte superiore della spira risente anche di un ulteriore campo  $B_1 = 1 \times 10^{-2}$  T, entrante nel disegno. La spira risente anche della forza peso, che vale  $F_p = mg = 1$  N.

1. Determinare il verso e l'intensità di  $i$  che scorre nella spira quadrata (**6 punti**);
2.  $i_f$  viene spenta: è possibile aggiungere un ulteriore campo magnetico  $\vec{B}_2$  nella zona inferiore della spira. Determinare quali devono essere la direzione e il modulo di  $\vec{B}_2$  affinché il sistema rimanga in equilibrio (**6 punti**);
3. Successivamente, anche  $i$  viene spenta, lasciando  $\vec{B}_1$  e  $\vec{B}_2$  invariati: descrivere qualitativamente l'effetto dell'induzione elettromagnetica in termini di direzione del moto e verso della corrente indotta (**4 punti**).

### Soluzione del primo esercizio

1. La corrente in  $R_0$  è nulla se  $V_B = V_C$ , cioè se le cadute di tensione su  $R_2$  e  $R_3$  sono uguali rispettivamente a quelle su  $R_1$  ed  $R_x$ .

$$\begin{cases} i_1 R_1 = i_x R_x \\ i_2 R_2 = i_3 R_3 \end{cases}$$

Nei nodi  $B$  e  $C$  si avrà rispettivamente  $i_x = i_0 + i_3$  e  $i_1 + i_0 = i_2$ . Se, come richiesto dall'esercizio,  $i_0 = 0$  allora  $i_x = i_3$  e  $i_1 = i_2$ . Sostituendo nel sistema precedente:

$$\begin{cases} i_1 R_1 = i_3 R_x \\ i_1 R_2 = i_3 R_3 \end{cases}$$

Facendo il rapporto tra primi e i secondi membri, si ottiene:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_3}$$

Quindi:

$$R_x = R_3 \frac{R_1}{R_2} = 0.5 \Omega$$

2. Il sistema, senza corrente nella resistenza  $R_0$ , è un circuito a due maglie. La corrente che scorre nel ramo delle resistenze  $R_1$  ed  $R_2$  si calcola dalla legge di Ohm come:

$$i_{12} = \frac{\Delta V}{(R_1 + R_2)} = 3 \text{ A}$$

$$i_{x3} = \frac{\Delta V}{R_x + R_3} = 6 \text{ A}$$

Le cadute di potenziale richieste sono:

$$V_A - V_B = R_x i_{x3} = 3 \text{ V}$$

$$V_C - V_D = R_2 i_{12} = R_2 i_{12} = 18 \text{ V}$$

La differenza di potenziale tra  $V_B$  e  $V_C$  è nulla poiché non c'è corrente che attraversa  $R_0$ .

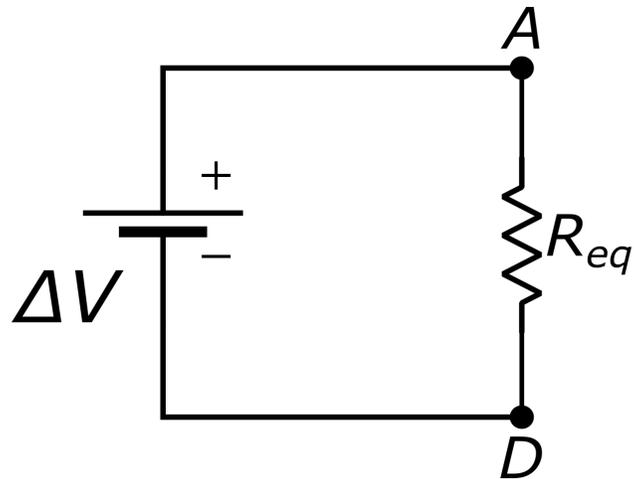


Figura 4

3. Il circuito equivalente è un circuito a una maglia descritto in Fig.4. La resistenza equivalente si ottiene dal parallelo tra le resistenze in serie nei due rami:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 7 \Omega$$

$$R_{x3} = R_x + R_3 = 3.5 \Omega$$

e quindi:

$$R_{eq} = \frac{R_{12}R_{x3}}{R_{12} + R_{x3}} = 2.33 \Omega$$

La corrente che scorre nel circuito è:

$$i_{eq} = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = i_{x3} + i_{12} = 9 \text{ A}$$

### Soluzione del secondo esercizio

1. Affinché il filo e il campo  $B_1$  generino una forza risultante che contrasti quella peso, la corrente deve scorrere nel lato più in alto verso destra, e quindi la corrente  $i$  deve scorrere in verso orario. Poiché la spira è in equilibrio, le forze su di essa si annullano, quindi si deve avere

$$F_p = iLB_1 + \frac{iL\mu_0 i_f}{2\pi} \left( \frac{1}{d} - \frac{1}{d+L} \right),$$

dove a destra il primo contributo è dovuto a  $B_1$  e il secondo al filo, che fornisce a sua volta due contributi distinti, uno per ogni lato ad esso parallelo. Risolvendo per  $i$  si trova

$$i = F_p \left( LB_1 + \frac{L\mu_0 i_f}{2\pi} \left( \frac{1}{d} - \frac{1}{d+L} \right) \right)^{-1} = 50 \text{ A}$$

2. Se  $i_f$  viene spenta, la spira avrà bisogno di un campo magnetico il cui contributo netto sia uguale a quello che era fornito dal filo, cioè

$$iB_2L = \frac{iL\mu_0 i_f}{2\pi} \left( \frac{1}{d} - \frac{1}{d+L} \right),$$

da cui si trova

$$B_2 = \frac{\mu_0 i_f}{2\pi} \left( \frac{1}{d} - \frac{1}{d+L} \right) = 0.01 \text{ T}$$

3. In assenza della corrente  $i$  che reagisce ai campi magnetici presenti, la spira comincia a muoversi verso il basso per via della forza peso. Questo fa sì che il flusso di  $B_1$  e  $B_2$  attraverso la spira varii, generando una f.e.m. indotta che, poiché ci troviamo in presenza di un circuito, farà scorrere una corrente indotta. Per capire il verso della corrente indotta utilizziamo il principio per cui gli effetti dovuti all'induzione elettromagnetica si oppongono sempre alla causa che li genera. Dunque, la corrente risultante dovrà scorrere in senso orario affinché la forza magnetica dovuta ai campi  $B_1$  e  $B_2$  si opponga alla forza peso.