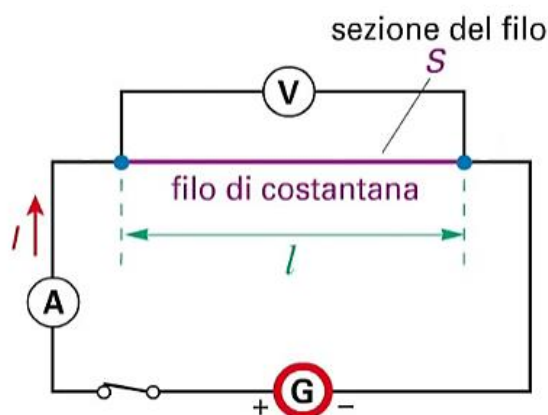


RELAZIONE LABORATORIO

LA SECONDA LEGGE DI OHM**MATERIALI E STRUMENTI**

- Filo di costantana (lega di rame e nichel)
- Filo di rame
- Fili di collegamento
- Generatore
- Amperometro la cui sensibilità è 0,01A
- Voltmetro la cui sensibilità è 0,01V
- Metro la cui sensibilità è 0,001m

DESCRIZIONE DELL'ESPERIMENTO

In questo esperimento si svolge un'indagine sulle caratteristiche fisiche di conduttore metallico per verificare quali di queste ne influenzano la resistenza.

È dunque necessario realizzare un circuito elettrico composto da un filo metallico di costantana, da fili di collegamento e da un generatore. Il circuito elettrico deve inoltre presentare sia un amperometro, in serie, che permetta di misurare l'intensità di corrente, sia un voltmetro, in parallelo, che consenta di misurare la differenza di potenziale.

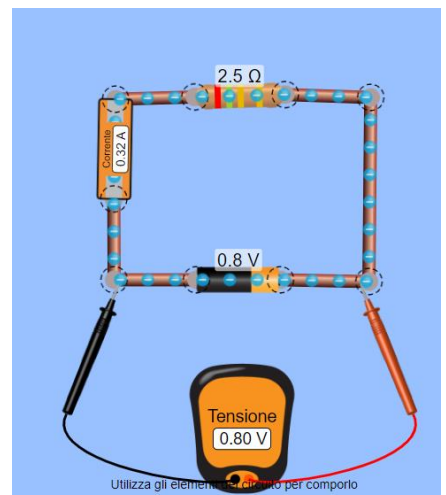
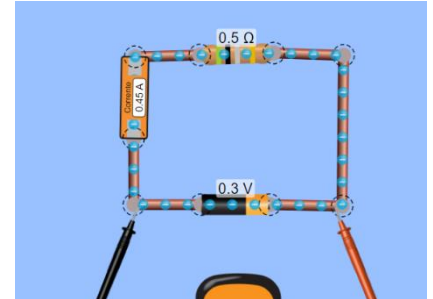
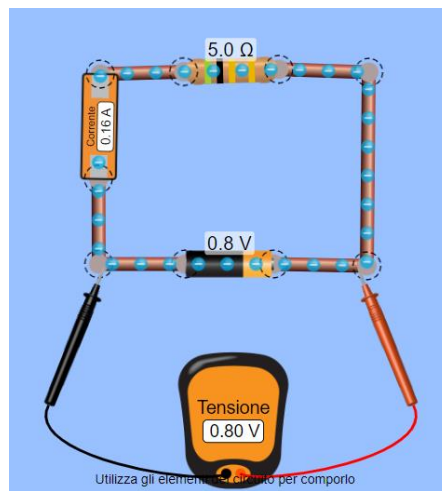
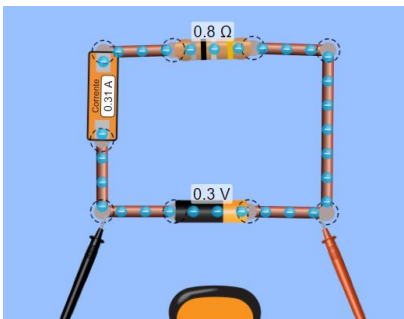
Successivamente l'esperienza si sviluppa in due fasi:

- In un primo momento viene presa in esame la lunghezza (l) del conduttore per verificare se questa incida sulla resistenza. Occorre, dunque, fare una serie di misurazioni dell'intensità (I) di corrente, variando la lunghezza (l) del filo di costantana e lasciando invariata la differenza di potenziale (ΔV). Successivamente, con i dati ottenuti è possibile ricavare il valore della resistenza (R), sfruttando la prima legge di Ohm. Dopodiché, per giungere alle dovute conclusioni, è necessario raccogliere i dati in una tabella e riportare i valori di R e di l in un sistema di assi cartesiani.

- Nella seconda fase dell'esperimento viene presa in esame un'altra caratteristica del conduttore: la sezione (S). L'esperimento si svolge, dunque, considerando vari fili di costantana di uguale lunghezza (ℓ), che presentano sezioni differenti. Al variare della sezione (S), occorre misurare il valore dell'intensità di corrente (I). Successivamente, con i dati ottenuti è possibile ricavare il valore della resistenza (R), sfruttando la prima legge di Ohm. Dopodiché, per giungere alle dovute conclusioni, è necessario raccogliere i dati in una tabella e riportare i valori di R e di S in un sistema di assi cartesiani.

L'esperimento può essere svolto utilizzando l'applicazione PHET (Kit creazione circuiti) e dunque svolgendo una simulazione di quanto dimostrato.

Si creano perciò due circuiti in cui in entrambi occorre porre una batteria dalla differenza di potenziale (ΔV) nel primo pari a 0,25 V, mentre nel secondo pari a 0,80 V.



RACCOLTA DEI DATI E TABELLE

Tabella 1: LUNGHEZZA DEL FILO DI COSTANTANA

	ℓ (m)	$e(\ell)$ (m)	ΔV (V)	$e(\Delta V)$ (V)	I (A)	$e(I)$ (A)	R (Ω)	$e(R)$ (Ω)
I	0,200	0,001	0,25	0,01	0,98	0,01	0,26	0,01
II	0,400	0,001	0,25	0,01	0,48	0,01	0,52	0,03
III	0,600	0,001	0,25	0,01	0,32	0,01	0,78	0,05
IV	0,800	0,001	0,25	0,01	0,24	0,01	1,04	0,08

Calcolo errore assoluto di R

formule generali:

$$e(\Delta V/I) = [\varepsilon(\Delta V) + \varepsilon(I)] \cdot (\Delta V/I)$$

$$\varepsilon(\Delta V) = \frac{e(\Delta V)}{\Delta V} \quad \varepsilon(I) = \frac{e(I)}{I}$$

ε = errore relativo e = errore assoluto

I.	$\varepsilon(\Delta V) = \frac{0,01 V}{0,25 V} = 0,04$	$\varepsilon(I) = \frac{0,01 A}{0,98 A} \cong 0,01$	$e(\Delta V/l) = [\varepsilon(\Delta V) + \varepsilon(I)] \cdot (R) \cong 0,01\Omega$
II.	$\varepsilon(\Delta V) = \frac{0,01 V}{0,25 V} = 0,04$	$\varepsilon(I) = \frac{0,01 A}{0,48 A} \cong 0,02$	$e(\Delta V/l) = [\varepsilon(\Delta V) + \varepsilon(I)] \cdot (R) \cong 0,03\Omega$
III.	$\varepsilon(\Delta V) = \frac{0,01 V}{0,25 V} = 0,04$	$\varepsilon(I) = \frac{0,01 A}{0,32 A} \cong 0,03$	$e(\Delta V/l) = [\varepsilon(\Delta V) + \varepsilon(I)] \cdot (R) \cong 0,05 \Omega$
IV.	$\varepsilon(\Delta V) = \frac{0,01 V}{0,25 V} = 0,04$	$\varepsilon(I) = \frac{0,01 A}{0,24 A} \cong 0,04$	$e(\Delta V/l) = [\varepsilon(\Delta V) + \varepsilon(I)] \cdot (R) \cong 0,08\Omega$

Per dimostrare la diretta proporzionalità fra R ed l , possiamo calcolare il rapporto R/l e verificare che resti costante:

I.	$\frac{R}{l} = \frac{0,26}{0,200} \cong 1,3\Omega/m$	$e\left(\frac{R}{l}\right) = \left[\frac{e(R)}{R} + \frac{e(l)}{l}\right] \cdot \frac{R}{l} \cong 0,1 \Omega/m$
II.	$\frac{R}{l} = \frac{0,52}{0,400} \cong 1,3\Omega/m$	$e\left(\frac{R}{l}\right) = \left[\frac{e(R)}{R} + \frac{e(l)}{l}\right] \cdot \frac{R}{l} \cong 0,1 \Omega/m$
III.	$\frac{R}{l} = \frac{0,78}{0,600} \cong 1,3\Omega/m$	$e\left(\frac{R}{l}\right) = \left[\frac{e(R)}{R} + \frac{e(l)}{l}\right] \cdot \frac{R}{l} \cong 0,1\Omega/m$
IV.	$\frac{R}{l} = \frac{1,04}{0,800} \cong 1,3\Omega/m$	$e\left(\frac{R}{l}\right) = \left[\frac{e(R)}{R} + \frac{e(l)}{l}\right] \cdot \frac{R}{l} \cong 0,1 \Omega/m$

Tabella 2: SEZIONE DEL FILO DI COSTANTANA

	S ($\cdot 10^{-6}m^2$)	e(S) ($\cdot 10^{-6}m^2$)	ΔV (V)	e(ΔV) (V)	I (A)	e(I) (A)	R (Ω)	e(R) (Ω)
I	0,096	0,002	0,80	0,01	0,16	0,01	5,00	0,38
II	0,192	0,002	0,80	0,01	0,32	0,01	2,50	0,11
III	0,384	0,002	0,80	0,01	0,64	0,01	1,25	0,04

Calcolo errore assoluto di R

I.	$\varepsilon(\Delta V) = \frac{0,01 V}{0,80 V} \cong 0,01$	$\varepsilon(I) = \frac{0,01 A}{0,16 A} \cong 0,06$	$e(\Delta V/l) = [\varepsilon(\Delta V) + \varepsilon(I)] \cdot (R) \cong 0,38\Omega$
II.	$\varepsilon(\Delta V) = \frac{0,01 V}{0,80 V} \cong 0,01$	$\varepsilon(I) = \frac{0,01 A}{0,32 A} \cong 0,03$	$e(\Delta V/l) = [\varepsilon(\Delta V) + \varepsilon(I)] \cdot (R) \cong 0,11\Omega$
III.	$\varepsilon(\Delta V) = \frac{0,01 V}{0,80 V} \cong 0,01$	$\varepsilon(I) = \frac{0,01 A}{0,64 A} \cong 0,01$	$e(\Delta V/l) = [\varepsilon(\Delta V) + \varepsilon(I)] \cdot (R) \cong 0,04\Omega$

Per verificare l'inversa proporzionalità fra R ed l , possiamo calcolare il prodotto $R \cdot l$ e verificare che resti costante:

- I. $R \cdot S = 5,00 \cdot 0,096 \cdot 10^{-6} \cong 0,48 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m^2$
 $e(R \cdot S) = \left[\frac{e(R)}{R} + \frac{e(S)}{S} \right] \cdot (R \cdot S) \cong 0,05 \Omega \cdot m^2$
- II. $R \cdot S = 2,50 \cdot 0,192 \cdot 10^{-6} \cong 0,48 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m^2$
 $e(R \cdot S) = \left[\frac{e(R)}{R} + \frac{e(S)}{S} \right] \cdot (R \cdot S) \cong 0,03 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m^2$
- III. $R \cdot S = 1,25 \cdot 0,384 \cdot 10^{-6} \cong 0,48 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m^2$
 $e(R \cdot S) = \left[\frac{e(R)}{R} + \frac{e(S)}{S} \right] \cdot (R \cdot S) \cong 0,02 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m^2$

GRAFICI

GRAFICO TABELLA 1: si può notare la proporzionalità diretta tra la resistività e la lunghezza

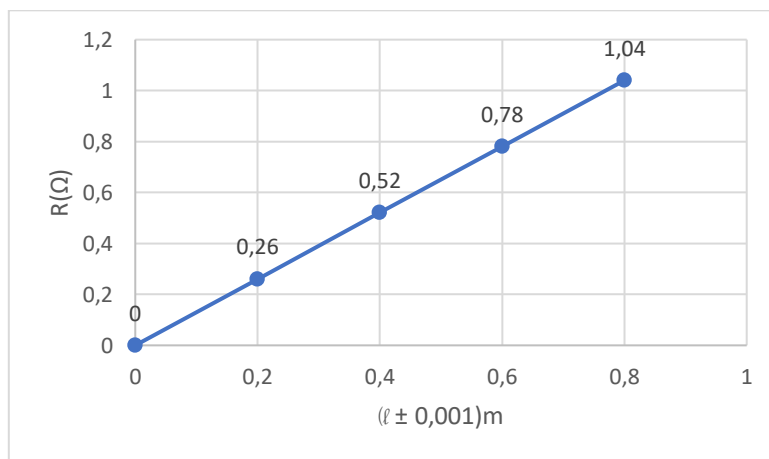
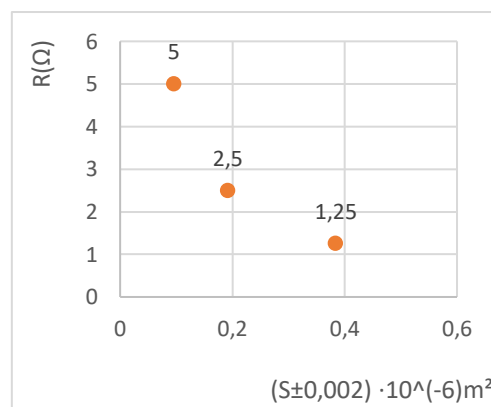


GRAFICO TABELLA 2: si può notare la proporzionalità inversa tra la resistenza e la sezione



ANALISI DEI DATI E CONCLUSIONI

- Confrontando i valori della resistenza (R) al variare della lunghezza (ℓ) si nota come all'aumentare di una grandezza aumenti anche l'altra. Più precisamente, quando la lunghezza del filo raddoppia, raddoppia anche la resistenza; quando la lunghezza triplica, triplica allo stesso modo la resistenza. Data tale relazione si può quindi affermare che le due

grandezze sono **direttamente proporzionali**, il loro rapporto risulta infatti costante. Tale proporzionalità è inoltre confermata dal grafico nel quale, riportando sull'asse delle ascisse la lunghezza (l) e sull'asse delle ordinate la resistenza (R), si ottiene una retta passante per l'origine. A livello microscopico tale proporzionalità diretta può essere spiegata supponendo che all'aumentare della lunghezza del filo e quindi del percorso degli elettroni, aumenti di conseguenza anche il numero degli urti: la resistenza perciò aumenta.

- Considerando invece i valori della resistenza (R) al variare della sezione (S) si nota come all'aumentare della sezione, la resistenza diminuisca. Più precisamente, quando la sezione del filo raddoppia, la resistenza si dimezza; quando la sezione triplica, la resistenza si riduce a $1/3$. Data tale relazione si può quindi affermare che le due grandezze sono **inversamente proporzionali**, il loro prodotto risulta infatti costante. Tale proporzionalità è inoltre confermata dal grafico nel quale, riportando sull'asse delle ascisse la sezione (S) e sull'asse delle ordinate la resistenza (R), si ottiene un ramo di iperbole. A livello microscopico tale proporzionalità può essere spiegata supponendo che all'aumentare della sezione del filo e quindi dello spazio utile per il passaggio degli elettroni, aumenti di conseguenza l'intensità di corrente. Ciò determina la diminuzione della resistenza che per la prima legge di Ohm è definita come il rapporto tra la differenza di potenziale e l'intensità di corrente.

L'esperimento permette, dunque, di verificare la relazione che sussiste tra la lunghezza del cavo resistore e la sua sezione. Inoltre dall'esperienza, svolta precedentemente, sulla prima legge di Ohm siamo in grado di affermare che ad influire sulla resistenza è anche il tipo di conduttore.

Dunque la resistenza di un conduttore è direttamente proporzionale alla lunghezza, inversamente proporzionale alla sezione (S) e dipende dalle caratteristiche del conduttore:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

La ρ è una costante, è definita come **RESISTIVITA'** e si misura in $\Omega \cdot m$. Il valore di questa costante cambia al variare della sostanza, in quanto ogni sostanza, a seconda della sua struttura si oppone in modi diversi al passaggio degli elettroni. Nel caso della costantana ρ vale $45,0 \cdot 10^{-8} \Omega m$.