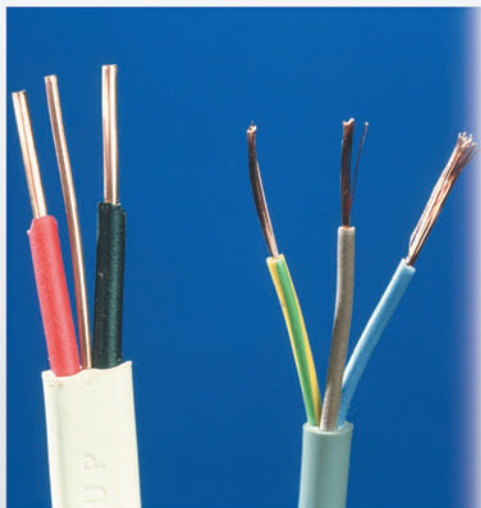


Resistività dei materiali



■ Ti è mai capitato di effettuare un collegamento tra cavi elettrici? Se la risposta è affermativa, per fare che cosa?

.....

.....

■ Di quale materiale conduttore è normalmente fatto il filo che si trova all'interno della guaina plastificata?

.....

.....

■ Si potrebbe utilizzare un materiale diverso?

.....

.....

■ Che cosa cambierebbe nelle caratteristiche elettriche, se per il cavo si usasse un altro materiale?

.....

.....

■ Da che cosa dipende, secondo te, la scelta di utilizzare normalmente un certo tipo di materiale?

.....

.....

■ Se cambia la temperatura alla quale viene adoperato il filo conduttore, dal punto di vista del passaggio della corrente elettrica cambia qualcosa?

.....

.....

1 La seconda legge di Ohm

Nella prima legge di Ohm ($\Delta V = R \cdot I$) la resistenza R rappresenta una caratteristica intrinseca del conduttore, che riflette a livello macroscopico la sua predisposizione a lasciarsi attraversare dalla corrente elettrica oppure a ostacolarla in seguito agli urti degli elettroni contro gli ioni del reticolo cristallino. Quali sono i fattori che la influenzano?

Una prima ipotesi è che la lunghezza del conduttore possa incidere sulla resistenza.

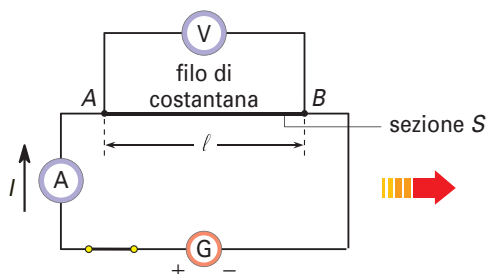
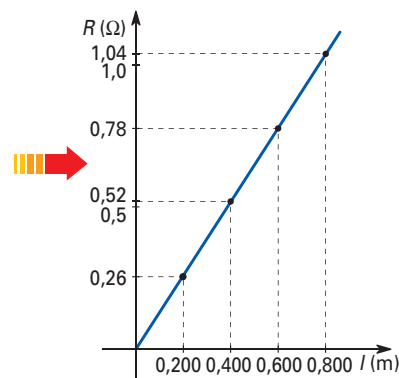


Tabella 1

l (m)	ΔV (V)	I (A)	$R = \Delta V / I$ (Ω)
0,200	0,25	0,98	0,26
0,400	0,25	0,48	0,52
0,600	0,25	0,32	0,78
0,800	0,25	0,24	1,04



Per verificarlo effettuiamo una serie di misure variando la lunghezza l del filo di costantana e lasciando invariate la sezione S e la differenza di potenziale ΔV tra A e B . Ogni volta leggiamo sull'amperometro l'intensità di corrente I e calcoliamo con la prima legge Ohm la resistenza R . I risultati sono come quelli riportati nella tabella.

Confrontando la prima e l'ultima colonna, è facile ricavare che fra la lunghezza e la resistenza vi è una proporzionalità diretta. La prima grandezza raddoppia, triplica... anche la seconda raddoppia, triplica...

La rappresentazione grafica della relazione tra R ed l dà luogo necessariamente a una retta.

- Quale può essere, a livello microscopico, la spiegazione di quanto osservato?

.....

.....

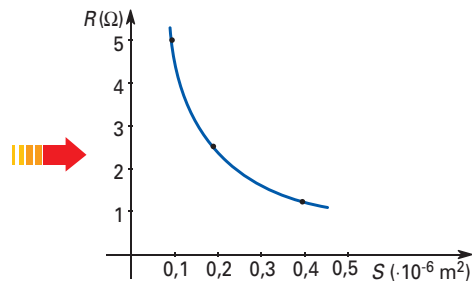
.....

.....

Sorge spontaneo pensare che, aumentando la lunghezza del filo, il percorso degli elettroni diventi maggiore e di conseguenza cresca anche il numero degli urti che si ripercuote sulla resistenza.

Tabella 2

$S \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$	$\Delta V \text{ (V)}$	$I \text{ (A)}$	$R = \Delta V / I \text{ (\Omega)}$
0,096	0,80	0,16	5,00
0,192	0,80	0,32	2,50
0,384	0,80	0,64	1,25



Un altro fattore che può influenzare la resistenza è la sezione S del conduttore. Consideriamo vari fili di costantana di uguale lunghezza l , che presentano sezioni diverse. Immaginiamo di applicare più volte agli estremi la stessa differenza di potenziale, ottenendo i risultati della tabella 2. Osservando la prima e la quarta colonna si rileva che la sezione e la resistenza sono grandezze inversamente proporzionali. Vale a dire, se la prima raddoppia, triplica, ..., la seconda diventa la metà, 1/3...

Rappresentando graficamente la relazione tra la resistenza elettrica e la sezione del conduttore, otteniamo un ramo di iperbole.

- Quale può essere la spiegazione di questo andamento dal punto di vista microscopico?

.....

.....

.....

.....

Si intuisce che all'aumentare della sezione, aumenta lo spazio per il passaggio degli elettroni attraverso il filo e, dunque, diventa più grande l'intensità di corrente.

Ma per la prima legge di Ohm ciò vuol dire che la resistenza, essendo inversamente proporzionale all'intensità, diminuisce.

Ciò che abbiamo detto in merito all'andamento della resistenza in funzione della lunghezza e della sezione del conduttore, viene sintetizzato dalla **seconda legge di Ohm**.

Ricorda!...

La resistenza è:

- direttamente proporzionale alla lunghezza del filo;
- inversamente proporzionale alla sezione.

SECONDA LEGGE DI OHM

La resistenza di un conduttore è direttamente proporzionale alla lunghezza l , inversamente proporzionale alla sezione S e dipende dalle caratteristiche della sostanza:

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

La ρ (che si legge «ro») è una costante e viene chiamata **resistività**. Il suo valore cambia al cambiare del tipo di materiale.

Cerchiamo di capirne il significato fisico.

RESISTIVITÀ

informazione

La **resistività** ci dice come si comporta una determinata sostanza rispetto alla conduzione della corrente elettrica.

definizione

La **resistività** è definita come segue:

$$\text{resistività} = \text{resistenza} \cdot \frac{\text{sezione}}{\text{lunghezza}}$$

In termini matematici diventa:

formula

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

Per individuare la sua unità di misura, possiamo scrivere:

$$\begin{aligned} \rho = R \cdot \frac{S}{l} &\Rightarrow \text{resistenza (in ohm)} \cdot \frac{\text{sezione (in metri al quadrato)}}{\text{lunghezza (in metri)}} \\ &\Rightarrow \frac{\Omega \cdot \text{m}^2}{\text{m}} = \Omega \cdot \text{m} \end{aligned}$$

UNITÀ DI MISURA DI ρ

La resistività si misura in $\Omega \cdot \text{m}$ («ohm per metro»).

Un conduttore ha una resistività pari a $1 \Omega \cdot \text{m}$ se, avendo una sezione di 1 m^2 , la sua resistenza vale 1Ω per ogni metro di lunghezza.

Nella tabella che segue riportiamo la resistività di alcuni metalli alla temperatura di 0°C .

Tabella 3

metallo	$\rho (\cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m})$	metallo	$\rho (\cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m})$
alluminio	2,6	rame	1,6
argento	1,5	mercurio	94,0
costantana	45,0	oro	2,3
ferro	8,9	tungsteno	5,0

Ricorda!...

Il valore della resistività cambia al variare della sostanza, in quanto ogni sostanza, a seconda della struttura del proprio reticolo cristallino, si oppone di più o di meno al passaggio degli elettroni.

esempio

Supponiamo di voler trovare la resistività di un filo di costantana lungo 0,200 m con diametro 0,7 mm che, sottoposto a una tensione di 0,25 V, viene attraversato da una corrente di intensità 0,98 A.

La formula che dà la resistività è:

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

determiniamo la superficie S della sezione del filo

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 = \frac{\pi}{4} \cdot (0,7 \cdot 10^{-3})^2 = \\ = \frac{3,14159}{4} \cdot 0,49 \cdot 10^{-6} \cong 0,38 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

inoltre, in base alla prima legge di Ohm abbiamo

$$R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{0,25}{0,98} \cong 0,26 \Omega$$

sostituendo i valori trovati nell'espressione della ρ , otteniamo

$$\rho = R \cdot \frac{S}{l} = 0,26 \cdot \frac{0,38 \cdot 10^{-6}}{0,200} = \\ \cong 0,49 \cdot 10^{-6} = 49 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

che è abbastanza vicino al dato riscontrabile nella tabella 3.

2 La relazione tra resistività e temperatura

Parlando della resistività, abbiamo rilevato che i valori di tale grandezza sono validi per una temperatura ben precisa, intendendo che se la temperatura si modifica, cambia anche la resistività. Per quale motivo?

In un conduttore all'aumentare della temperatura il moto di vibrazione degli atomi nelle loro posizioni reticolari diviene più frenetico. Ciò comporta di conseguenza un aumento degli urti degli elettroni e, quindi, una resistenza e una resistività più elevate.

Se devi attraversare la pista di una discoteca piena di gente, puoi immaginare che sia più facile farlo se le persone ballano un lento, piuttosto che nel caso in cui siano impegnate in un ballo scatenato!

In definitiva, a parità di lunghezza, sezione e materiale, al crescere della temperatura aumenta la resistività del conduttore.

La legge che tiene conto del variare della resistività in seguito al modificarsi della temperatura è la seguente:

$$\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

RELAZIONE TRA RESISTIVITÀ E TEMPERATURA

Nella relazione appena vista, ρ è la resistività del conduttore alla temperatura generica t (in $^{\circ}\text{C}$), ρ_0 è la resistività alla temperatura di riferimento $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$, Δt è la variazione di temperatura rispetto al valore $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ e α è un *coefficiente di temperatura* (misurato in $^{\circ}\text{C}^{-1}$) dipendente dal tipo di sostanza.

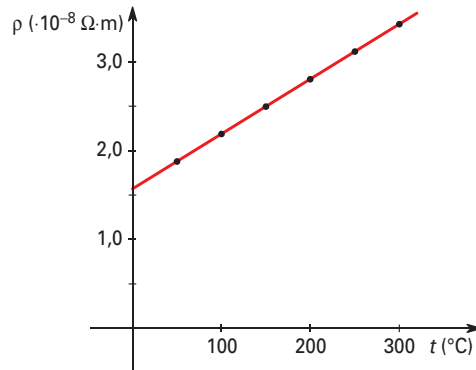


Tabella 4

metallo	$\alpha \cdot 10^{-3} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
alluminio	3,9
argento	3,8
costantana	0,05
ferro	5,0
rame	3,9
mercurio	0,9
oro	3,4
tungsteno	4,5

Qui vediamo la resistività del rame in funzione della temperatura. Per un'ampia gamma di temperature che va da valori molto bassi sino a valori un po' inferiori a quello di fusione del metallo, la rappresentazione è una retta. Dato che però la retta non passa per l'origine, al raddoppiare di t la ρ non raddoppia: non si può parlare di diretta proporzionalità fra ρ e t , bensì di **dipendenza lineare**.

Quanto più α è piccolo (vedi costantana), tanto meno la resistività cambia al variare della temperatura. Nel grafico resistività-temperatura questo si traduce in una minore inclinazione della retta.

Contrariamente a quanto accade tra ρ e t , è corretto invece affermare che la variazione di resistività $\Delta\rho$, cioè $\rho - \rho_0$, è direttamente proporzionale alla variazione di temperatura Δt .

Infatti, dalla relazione $\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ si trova, sviluppando il prodotto al secondo membro:

Ricorda!...

La legge della relazione tra la resistività di un conduttore e la variazione di temperatura è valida solo per un opportuno intervallo di temperature. In particolare non vale per temperature prossime allo zero assoluto e alla temperatura di fusione della sostanza.

$$\rho = \rho_0 + \rho_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

portando poi ρ_0 al primo membro

$$\rho - \rho_0 = \rho_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

ed essendo $\rho - \rho_0 = \Delta\rho$

$$\Delta\rho = \rho_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

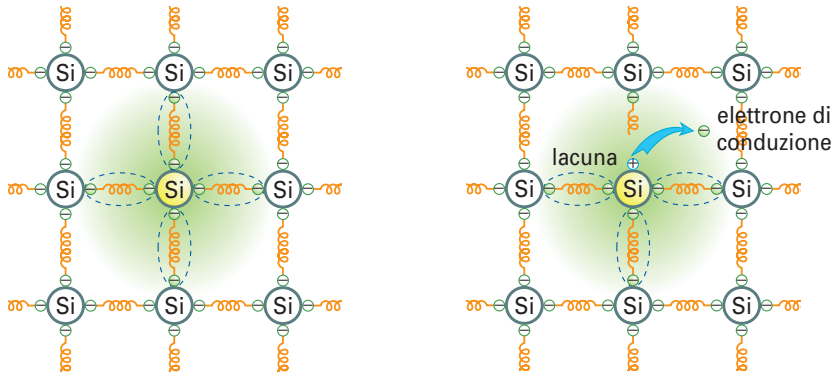
Da qui si vede che se Δt raddoppia, triplica ecc., la stessa cosa fa $\Delta\rho$.

3 I semiconduttori



Esistono dei materiali, come il silicio, intermedi fra i conduttori e gli isolanti, detti **semiconduttori**, caratterizzati da una resistività variabile da 10^{-5} a $10^3 \Omega \cdot m$ che diminuisce all'aumentare della temperatura. I semiconduttori sono la base dell'elettronica.

Per spiegare il comportamento anomalo dei semiconduttori, occorre fare ricorso al concetto di modello atomico.



Gli atomi dei semiconduttori possiedono quattro elettroni nell'orbita più esterna. A temperature normali, ogni atomo si unisce agli atomi vicini tramite un particolare legame, chiamato **covalente**, per il quale è come se i quattro elettroni periferici venissero messi *in comune*. Questa condivisione fa sì che ogni atomo di silicio raggiunga nell'orbita più esterna otto elettroni (quattro propri e quattro degli atomi adiacenti), che garantiscono la stabilità chimica.

Quando la temperatura cresce, aumenta l'energia cinetica media, per cui qualche elettrone riesce a staccarsi, diventando libero di muoversi nel reticolo cristallino del silicio.

Se la temperatura cresce ulteriormente, l'incremento di elettroni liberi prosegue e, parallelamente a tale processo, si generano altrettanti ioni positivi, ovvero altrettante **lacune**.

Le posizioni lasciate libere dagli elettroni di valenza che, avendo energia sufficiente, si sono sottratti all'*impegno* nell'ambito del legame covalente, vengono chiamate **lacune**.

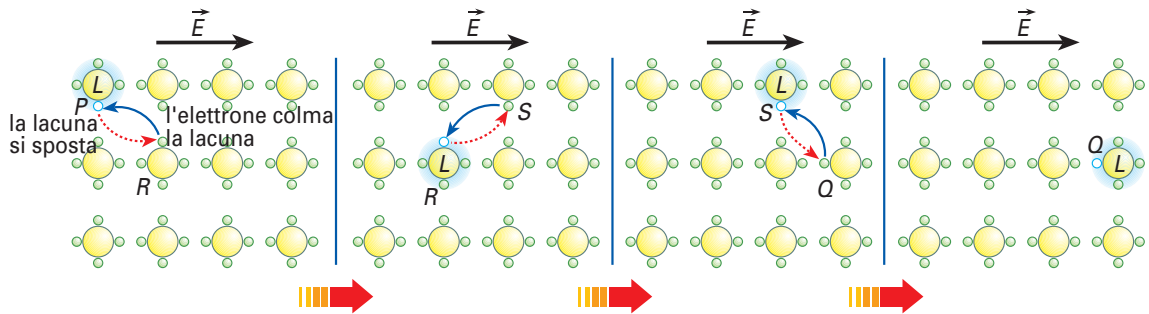
LACUNE

Ricorda...

Le lacune, essendo legate alla perdita di elettroni, carichi negativamente, sono di conseguenza portatrici di carica positiva.

Gli elettroni, pur liberi di spostarsi entro il materiale di appartenenza, non ne possono comunque uscire. Pertanto il loro numero è uguale a quello delle lacune e il semiconduttore nel suo insieme si mantiene neutro. Sino a quando i movimenti sono disordinati e caotici, la corrente non è significativa.

Tuttavia, se si applica una differenza di potenziale agli estremi del semiconduttore, si produce una corrente elettrica dovuta al movimento ordinato degli elettroni liberi in verso opposto rispetto al campo elettrico e allo spostamento delle lacune nella stessa direzione del campo.

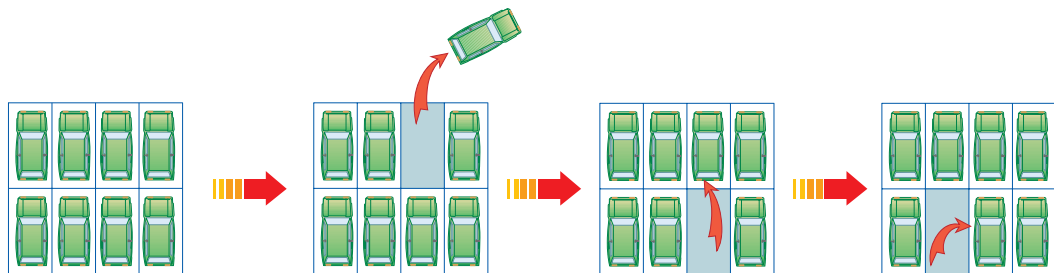


Vediamo con quale meccanismo si spostano le lacune. Supponiamo che l'atomo di silicio P abbia perso un elettrone, formando così una lacuna. Uno degli elettroni dell'atomo di silicio R vicino alla lacuna viene attratto dalla carica positiva e va a colmarla.

Perciò nell'atomo R , che si ritrova con un elettrone in meno, si crea una lacuna. In termini fisici, è stato l'elettrone a spostarsi da R a P , ma si può vedere ciò che è accaduto come lo spostamento della lacuna, cioè la portatrice della carica positiva, da P a R .

Il fenomeno si ripete a catena, producendo una vera e propria corrente di lacune che avanza attraverso le posizioni S e Q nella stessa direzione di \vec{E} .

In Elettronica, per comprendere meglio come si muovono le lacune, si ricorre all'**analogia di Shockley** (dal cognome del fisico americano William Shockley, scopritore del transistor, un importantissimo componente elettronico). Pensiamo di osservare dall'alto il parcheggio di un grande supermercato.



Quando tutti i posti sono occupati, non è possibile alcun movimento delle automobili: la situazione corrisponde a quella nella quale gli elettroni periferici sono completamente impegnati nei legami covalenti.

Quando però un'auto va via, cioè un elettrone diventa libero, ecco che rimane un posto vuoto, cioè si crea una lacuna.

I mezzi restanti possono scambiarsi fra loro la posizione.

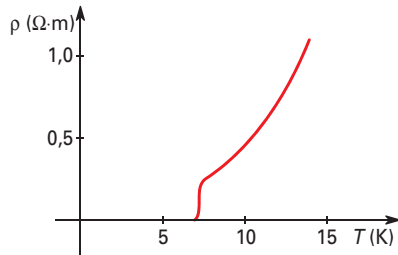
Se le automobili sono identiche, noi dall'alto avremmo la sensazione visiva che sia il posto vuoto (la lacuna) a muoversi, anziché le singole auto (gli elettroni)...

Ricorda!...

- In un semiconduttore la resistività diminuisce al crescere della temperatura, perché aumentano i portatori di carica (elettroni e lacune, chiamati **cariche minoritarie**).
- In un semiconduttore sottoposto a una d.d.p., la corrente elettrica è dovuta al movimento sia degli elettroni di conduzione sia delle lacune: il fenomeno è detto **conduzione intrinseca** e dipende fondamentalmente dalla temperatura.

4 I superconduttori

Nel 1911 il fisico olandese Onnes (1853-1926) scoprì che in alcuni metalli (alluminio, titanio, mercurio, piombo, ...), quando la temperatura si avvicina allo zero assoluto, la resistività improvvisamente diventa nulla.



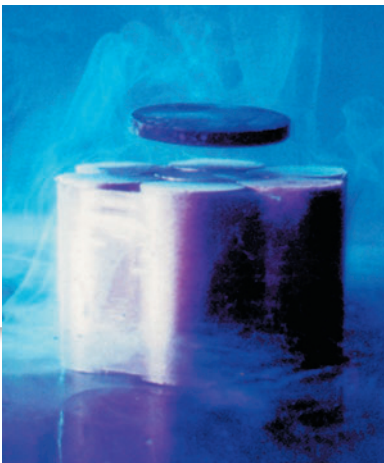
Nel grafico riguardante il piombo si osserva che, per temperature inferiori a 7 K (che è detta **temperatura critica** T_c), valore molto vicino allo zero assoluto (-273 °C), la resistività diventa nulla: la corrente elettrica non incontra nessuna resistenza e, quindi, a differenza di ciò che accade a temperatura ambiente, la sua intensità rimane costante per tempi lunghissimi. In queste situazioni si parla di **superconduttività** (o *superconduzione*).

La **superconduttività** è un fenomeno per il quale, a temperature molto basse (dell'ordine di poche decine di kelvin, cioè molto al di sotto di 0 °C), un conduttore presenta resistività e resistenza elettrica nulle.

SUPERCONDUTTIVITÀ

Le ricerche in tale campo mirano a ottenere materiali superconduttori a temperature sempre più elevate. Nel 1987 Bednorz e Müller sono stati insigniti del premio Nobel per aver individuato un nuovo composto che diventa superconduttore a 35 K.

Negli ultimi anni, utilizzando ossidi di ittrio, bario e rame, la temperatura critica è stata portata a 90 K (circa -180 °C), mentre alcuni ricercatori sostengono di aver sperimentato la superconduzione addirittura a -30 °C !



Nella foto il disco superconduttore *levita* sul campo magnetico prodotto da un magnete permanente (Laboratorio di Superconduttività – Università di Genova).

STRUMENTI DI **CONSOLIDAMENTO** E **VERIFICA**

Studiando la teoria...

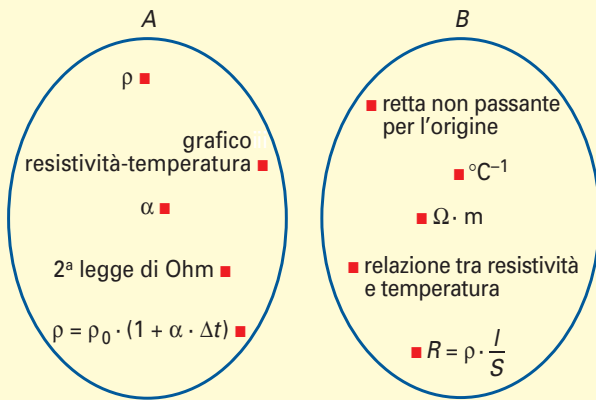
Costruisci il tuo riepilogo

Completa a matita le parti con i puntini. Concluso il riepilogo, verifica la correttezza dei tuoi interventi, consultando le pagine di questa Unità.

- 1 La **seconda legge di Ohm** afferma che la resistenza:
 - è direttamente proporzionale alla
 - è inversamente proporzionale alla
 - dipende dal tipo di
- 2 La seconda legge di Ohm si esprime tramite la formula: $R =$
- 3 La resistività si misura in
- 4 La resistività varia al variare della
- 5 La legge che esprime la resistività in funzione della temperatura è:
- 6 La variazione della resistività è proporzionale rispetto alla variazione di
- 7 Il *coefficiente di temperatura* dipende dal tipo di e la sua unità di misura è
- 8 Se si rappresenta l'andamento della resistività in funzione della temperatura, si ottiene una che non
- 9 I **semiconduttori** sono caratterizzati da una resistività che all'aumentare della temperatura.
- 10 In un semiconduttore alla conduzione elettrica contribuiscono sia gli sia le
- 11 I **superconduttori** hanno la caratteristica di avere una resistività praticamente quando le temperature sono
- 12 La temperatura al di sotto della quale un materiale diventa superconduttore è chiamata

Relazioni fondamentali

Associa a ogni elemento dell'insieme A uno o più elementi di B che siano a esso logicamente collegati.



Vero-falso

- Per aumentare la resistenza di un conduttore si può incrementare la sua lunghezza. V F
- Per diminuire la resistenza di un conduttore si può aumentare la sua sezione. V F
- Raddoppiando la sezione di un conduttore la sua resistenza si dimezza. V F
- TriPLICANDO la lunghezza di un conduttore triPLICA anche la sua resistività. V F
- La resistività si misura in ohm. V F
- La resistività è sinonimo di resistenza. V F
- La resistività e la temperatura sono grandezze direttamente proporzionali. V F
- Un filo d'oro a parità di lunghezza, sezione e temperatura presenta maggior resistenza di un filo di rame. V F
- Nei semiconduttori le lacune trasportano una carica negativa. V F
- La superconduttività è un fenomeno che si verifica solo per temperature prossime a 0 °C. V F

Test a scelta multipla

- Per quale ragione la resistenza è direttamente proporzionale alla lunghezza del conduttore?
 - Perché aumentando lo spazio percorso aumenta di conseguenza il numero degli elettroni di conduzione
 - Perché aumenta lo spazio percorso dagli elettroni e quindi anche la loro velocità
 - Perché aumenta lo spazio percorso dagli elettroni e quindi anche il numero degli urti
 - Perché aumentando lo spazio percorso aumenta l'energia potenziale posseduta dagli elettroni
- Quale delle seguenti affermazioni è errata?
 - La resistenza dipende dalla temperatura del conduttore
 - La resistenza dipende dalle caratteristiche del materiale
 - La resistenza si misura in ohm
 - La resistenza è direttamente proporzionale alla sezione del conduttore
- Quale delle seguenti affermazioni è vera?
 - La resistività è la resistenza di un conduttore lungo 1 metro
 - La resistività coincide con la resistenza se il conduttore ha sezione 1 m² e lunghezza 1 m
 - La resistività è sinonimo di resistenza
 - I conduttori hanno tutti lo stesso valore di resistività
- La resistività si misura in:
 - A/Ω
 - V/m
 - Ω/C
 - Ω · m
- Quale fra i seguenti enunciati è ricavabile dalla seconda legge di Ohm?
 - La resistenza è direttamente proporzionale al rapporto fra lunghezza e sezione
 - La resistenza è inversamente proporzionale al prodotto fra resistività e lunghezza
 - La resistività è direttamente proporzionale al prodotto fra resistenza e lunghezza
 - La resistività è inversamente proporzionale al rapporto fra sezione e lunghezza

6 La relazione fra resistività e temperatura indica che all'aumentare della temperatura:

- A** aumenta l'energia cinetica degli elettroni e di conseguenza la loro velocità
- B** aumenta lo spazio tra gli ioni del reticolo cristallino e di conseguenza diminuiscono gli urti degli elettroni
- C** diminuisce l'energia cinetica media degli elettroni che decelerano
- D** aumentano le vibrazioni degli ioni del reticolo cristallino e di conseguenza gli urti degli elettroni

7 Un semiconduttore è caratterizzato dalla presenza:

- A** di quattro elettroni nell'orbita più interna
- B** di più di quattro elettroni nell'orbita più esterna
- C** di quattro elettroni nell'orbita più esterna
- D** di meno di quattro elettroni nell'orbita più esterna

8 La corrente in un semiconduttore è dovuta al movimento:

- A** degli elettroni di conduzione positivi e contemporaneamente nello stesso verso delle lacune negative
- B** degli elettroni di conduzione negativi e contemporaneamente in verso opposto delle lacune negative
- C** degli elettroni di conduzione negativi e contemporaneamente in verso opposto delle lacune positive
- D** degli elettroni di conduzione negativi e contemporaneamente nello stesso verso delle lacune positive

9 Con riferimento a un grafico temperatura-resistività di un conduttore possiamo affermare che:

- A** si ha una retta per qualsiasi intervallo di temperatura
- B** si ha un andamento rettilineo per un opportuno intervallo di temperatura, lontano dallo zero assoluto e dal punto di fusione
- C** avvicinandosi allo zero assoluto la resistività aumenta improvvisamente
- D** diminuendo la temperatura da un valore qualunque sino a 0 °C la resistività resta costante

10 Che cosa sono i superconduttori?

- A** Leghe di metalli che, a temperature vicine allo zero assoluto, non permettono il passaggio di corrente elettrica
- B** Materiali che, a opportune temperature, permettono il passaggio di corrente elettrica con resistenza nulla
- C** Isolanti che, a temperature vicine a quella di fusione, permettono il passaggio di corrente elettrica con resistenza nulla
- D** Conduttori che, a qualunque temperatura, permettono il passaggio di corrente con resistenza nulla

Applichiamo le conoscenze

Esercizi

1 La seconda legge di Ohm

Quando la temperatura non è specificata, fai riferimento ai dati della tabella 3 relativi a 0 °C.

1 Osserva la tabella 3 di questa Unità.

- a) Quale metallo ha la resistenza maggiore a parità di sezione e di lunghezza?
- b) E quale ha la resistenza minore?
- c) Quanto vale la resistenza di un filo d'oro lungo 1 m avente una sezione di 1 mm²?

[c] $2,3 \cdot 10^{-2} \Omega$

2 Una sbarra di ferro di sezione 0,25 cm² è lunga 3 m. Determina la sua resistenza elettrica.

[0,01 Ω]

Per lo svolgimento dell'esercizio, completa il percorso guidato, inserendo gli elementi mancanti dove compaiono i puntini.

1 I dati sono:

2 Dalla tabella 3 ricavi la resistività del ferro:

$\rho =$

3 La formula da usare, dato che ti viene richiesta la resistenza, è la seconda legge di Ohm: $R =$

4 Sostituisci nella formula i dati, trovando perciò:

$R =$ =

3 Sapendo che un filo d'oro è lungo 25 cm e ha un diametro di 2,4 mm, determina la resistenza. Ripeti l'esercizio nell'ipotesi in cui la lunghezza prima raddoppi e poi triplichi. Rappresenta in un grafico lunghezza-resistenza i risultati ottenuti.

[$1,27 \cdot 10^{-3} \Omega$; ...]

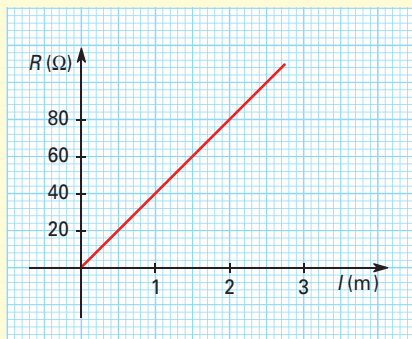
4 Completa la seguente tabella relativa a un filo di rame avente una sezione di 1 mm^2 .

$\rho_{\text{rame}} = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$				
$\ell \text{ (m)}$	0,5	1	1,5	2
$R \text{ (}\Omega\text{)}$	...	...	...	...

5 Completa la seguente tabella relativa a un filo di argento di lunghezza 5 m.

$\rho_{\text{argento}} = 1,5 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$				
$S \text{ (mm}^2\text{)}$	0,5	1	1,5	2
$R \text{ (}\Omega\text{)}$	...	...	...	...

6 Osserva il seguente grafico.



- Qual è il tipo di proporzionalità che intercorre fra lunghezza del conduttore e resistenza elettrica?
- Se la lunghezza quadruplica, come varia la resistenza?
- Qual è la resistenza, se la lunghezza è $1,75 \text{ m}$? [70 Ω]

7 Un filo di rame di sezione circolare lungo 12 metri ha una resistenza di $0,72 \Omega$. Calcola il diametro del filo.

Suggerimenti Dalla tabella 3 devi ricavare il valore della resistività del rame. Quindi, dalla definizione di resistività puoi scrivere la formula inversa per...

[0,58 mm]

8 Una sbarra di argento è lunga 28 cm. Determina il raggio della sbarra, sapendo che presenta una resistenza di $1,9 \cdot 10^{-6} \Omega$. [2,65 cm]

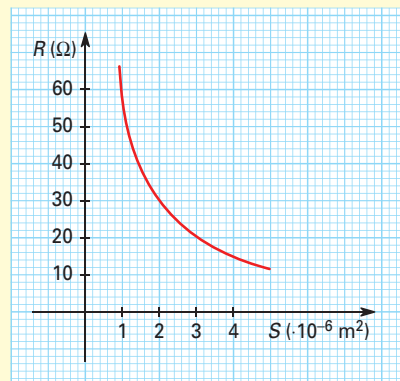
9 Un filo lungo 5 m, la cui sezione è di $0,4 \text{ mm}^2$, ha una resistenza di $0,325 \Omega$. Utilizzando la tabella 3, individua il materiale con cui è fatto il filo.

Suggerimenti Evidentemente, è necessario che ricavi, prima di consultare la tabella, il valore della...

[alluminio]

10 Una sbarra lunga 1,80 metri, avente una sezione di $0,96 \text{ cm}^2$, presenta una resistenza di $8,45 \cdot 10^{-3} \Omega$. Stabilisci con quale materiale è costruita la sbarra, ricorrendo alla tabella 3. [costantana]

11 Osserva il seguente grafico relativo a un filo lungo 5 m.



a) Utilizzando le informazioni ricavabili dal grafico completa la seguente tabella.

$S \text{ (}\cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{)}$	1	2	...	...
$R \text{ (}\Omega\text{)}$	...	...	20	15

- Quale tipo di relazione intercorre fra sezione del conduttore e resistenza elettrica?
- Con le informazioni in tuo possesso è possibile ricavare ρ ? Se la risposta è affermativa, determinalo.

12 Sapendo che un filo di tungsteno di raggio $0,1 \text{ mm}$ possiede una resistenza di 6Ω : calcola la sua lunghezza.

Suggerimenti Individua la resistività del..., puoi passare al calcolo della lunghezza con la formula inversa...

[3,8 m]

13 Un'asta cilindrica di ferro, il cui raggio vale $2,5 \text{ cm}$, ha una resistenza di $0,8 \cdot 10^{-4} \Omega$. Determinane la lunghezza. [1,76 m]

2 La relazione tra resistività e temperatura

14 Osserva la tabella 4 di questa Unità.

- Quale metallo a parità di variazione di temperatura presenta la variazione di resistività maggiore?
- E quale presenta la variazione di resistività minore?
- Di quanto cambia la resistività di un materiale avente $\rho_0 = 1 \Omega \cdot \text{m}$, $\Delta t = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ e $\alpha = 2 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$? [c) $2 \Omega \cdot \text{m}$]

15 Trova la resistività dell'alluminio alla temperatura di 20 °C, sapendo (come si può desumere dalla tabella 3) che la sua resistività a 0 °C è pari a $2,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$. [$2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$]

Per lo svolgimento dell'esercizio, completa il percorso guidato, inserendo gli elementi mancanti dove compaiono i puntini.

1 I dati sono:

2 Dalla tabella 4 ricavi il coefficiente di temperatura dell'alluminio:

$\alpha =$

3 La formula da usare, dato che ti viene richiesta la resistività a 20 °C, è:

$\rho =$

4 Sostituisci nella formula i dati, trovando perciò:

$\rho =$ =

16 Calcola la resistività della costantana alla temperatura di 200 °C. [$45,5 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$]

17 Determina la variazione di resistività dell'argento nel caso in cui la sua temperatura passi da 0 °C a 400 K.

Suggerimenti La variazione di temperatura da considerare è $\Delta t = \dots$

[$0,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$]

18 L'alluminio, alla temperatura di 0 °C, ha una resistività di $2,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.

a) Spiega il significato fisico di questa affermazione completando la seguente frase: 1 metro di alluminio di sezione pari a presenta una resistenza di

b) In relazione a un filo di alluminio completa la seguente tabella.

$\alpha_{\text{alluminio}} = 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot \text{C}^{-1}$			
Δt (°C)	100	200	300
ρ ($\Omega \cdot m$)	...	...	...

19 Il tungsteno, alla temperatura di 0 °C, ha una resistività di $5,0 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.

a) Possiamo affermare che quando la sua temperatura raddoppia anche la resistività raddoppia? Motiva la risposta.

b) Completa la seguente tabella.

$\alpha_{\text{tungsteno}} = 4,5 \cdot 10^{-3} \cdot \text{C}^{-1}$				
Δt (°C)	150	300	450	600
ρ ($\Omega \cdot m$)	...	...	...	...

c) Rappresenta in un sistema di assi cartesiani ortogonali (temperatura sull'asse X e resistività sull'asse Y) i valori ottenuti nella tabella.

20 La temperatura dell'oro aumenta da 293 K a 357 K. Calcola la variazione di resistività. [$0,5 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$]

21 Un certo materiale alla temperatura di 0 °C ha una resistività di $5,0 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$. Quando la temperatura sale a 125 °C la sua resistività diventa pari a $7,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$. Calcola il coefficiente di temperatura.

Suggerimenti Dopo aver determinato la variazione della resistività, puoi ricavare α tramite la formula inversa...

[$4,5 \cdot 10^{-3} \text{C}^{-1}$]

22 La resistività di una sostanza aumenta di $4,2 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ al crescere della temperatura da 0 °C a 45 °C. Trova il coefficiente di temperatura della sostanza, sapendo che la resistività alla temperatura iniziale vale $94,0 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.

[$1,0 \cdot 10^{-3} \text{C}^{-1}$]

23 Un conduttore a 0 °C ha una resistività di $8,9 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ ed è caratterizzato da un coefficiente di temperatura di $6,6 \cdot 10^{-3} \text{C}^{-1}$. Se la sua resistività è diventata $13,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$, qual è la temperatura finale?

Suggerimenti Essendo $t_0 = 0$ °C, devi in sostanza calcolare Δt ...

[80 °C]

24 Un metallo a 0 °C ha una resistività di $6,9 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$, mentre il coefficiente di temperatura è pari a $6,5 \cdot 10^{-3} \text{C}^{-1}$. Trova la temperatura alla quale si trova tale conduttore, nel caso in cui la sua resistività sia divenuta $8,0 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.

[24,5 °C]