

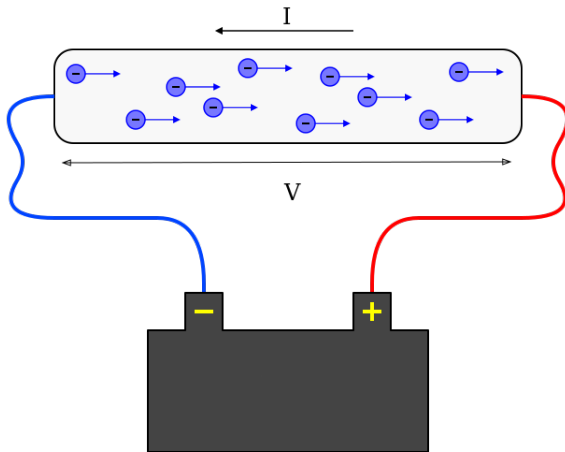
Ohmov zakon

Duje Jerić- Miloš

18. ožujka 2025.

Otpor

- ▶ Na krajeve vodiča održavamo voltažu V , a kroz vodič mjerimo struju I .



Otpor

► Veća voltaža \Rightarrow

Otpor

- ▶ Veća voltaža \implies veća struja

Otpor

- ▶ Veća voltaža \implies veća struja
- ▶ **Otpor** (eng. *resistance*) na danoj voltaži mjeri koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

Otpor

- ▶ Veća voltaža \implies veća struja
- ▶ **Otpor** (eng. *resistance*) na danoj voltaži mjeri koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

- ▶ Na danoj voltaži: veća struja (naboj se lakše giba) \implies manji otpor

Otpor

- ▶ Veća voltaža \implies veća struja
- ▶ **Otpor** (eng. *resistance*) na danoj voltaži mjeri koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

- ▶ Na danoj voltaži: veća struja (naboj se lakše giba) \implies manji otpor
- ▶ Vodiči imaju otpor, izolatori imaju otpor

Otpor

- ▶ Veća voltaža \implies veća struja
- ▶ **Otpor** (eng. *resistance*) na danoj voltaži mjeri koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

- ▶ Na danoj voltaži: veća struja (naboj se lakše giba) \implies manji otpor
- ▶ Vodiči imaju manji otpor, izolatori imaju otpor

Otpor

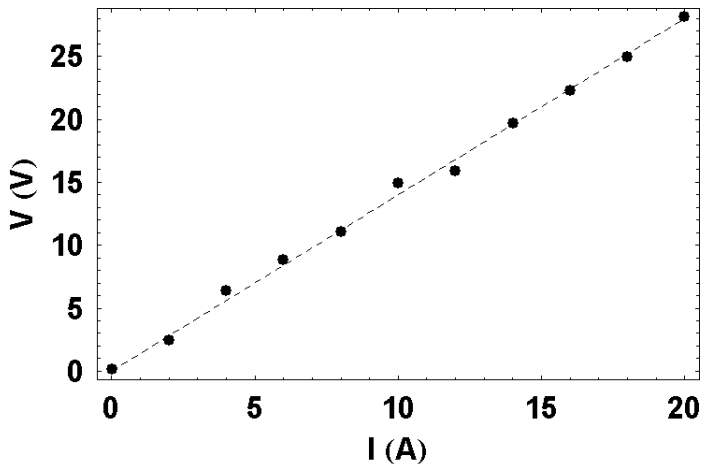
- ▶ Veća voltaža \implies veća struja
- ▶ **Otpor** (eng. *resistance*) na danoj voltaži mjeri koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

- ▶ Na danoj voltaži: veća struja (naboj se lakše giba) \implies manji otpor
- ▶ Vodiči imaju manji otpor, izolatori imaju veći otpor

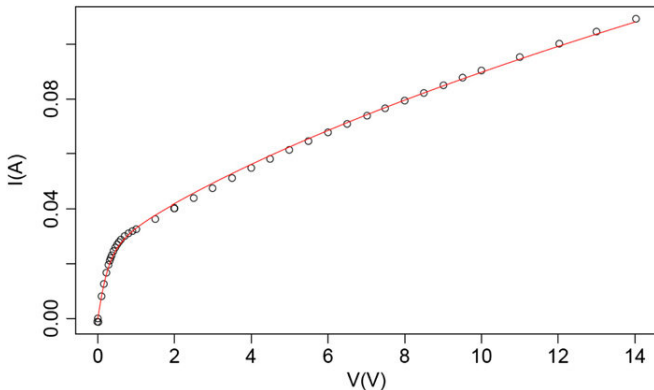
Ohmov zakon

- ▶ Ohmov zakon: nekim materijalima je otpor isti za veći raspon voltaža $\Rightarrow V$ i I su proporcionalni (graf je pravac):



Ohmov zakon

- ▶ Otpor obično ima ovisnost o temperaturi \Rightarrow žarulje ne poštuju Ohmov zakon (kada sjaje im je otpor veći nego kada nisu užarene):



Mikroskopska slika

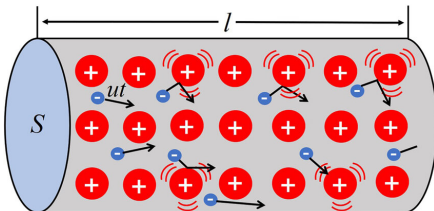
- ▶ Baterija održava voltažu \implies stvara električno polje unutar žice \implies električna sila gura naboje unutar žice

Mikroskopska slika

- ▶ Baterija održava voltažu \implies stvara električno polje unutar žice \implies električna sila gura naboje unutar žice
- ▶ Sila tijela *ubrzava*. Dakle, struja stalno raste?

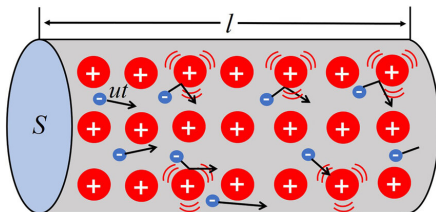
Mikroskopska slika

- ▶ Baterija održava voltažu \implies stvara električno polje unutar žice \implies električna sila gura naboje unutar žice
- ▶ Sila tijela *ubrzava*. Dakle, struja stalno raste?
- ▶ NE! Električno polje ubrzava naboje (slobodne elektrone), ali oni kroz sudare s atomima u žici usporavaju:



Mikroskopska slika

- ▶ Baterija održava voltažu \implies stvara električno polje unutar žice \implies električna sila gura naboje unutar žice
- ▶ Sila tijela *ubrzava*. Dakle, struja stalno raste?
- ▶ NE! Električno polje ubrzava naboje (slobodne elektrone), ali oni kroz sudare s atomima u žici usporavaju:



- ▶ Električna sila koja ubrzava naboje u prosjeku je jednaka sili koja ih usporava \implies stalna brzina i stalna struja

Zagrijavanje žice

- ▶ Rad koji se prenese na žicu sudarima (do na predznak) jednak je radu električne sile

Zagrijavanje žice

- ▶ Rad koji se prenese na žicu sudarima (do na predznak) jednak je radu električne sile
- ▶ Dakle, snaga kojom naboji djeluju na žicu kroz sudare jednaka je snazi električne sile

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Vq}{t} = V\frac{q}{t} = VI = IR \cdot I = RI^2$$

Zagrijavanje žice

- ▶ Rad koji se prenese na žicu sudarima (do na predznak) jednak je radu električne sile
- ▶ Dakle, snaga kojom naboji djeluju na žicu kroz sudare jednaka je snazi električne sile

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Vq}{t} = V\frac{q}{t} = VI = IR \cdot I = RI^2$$

- ▶ Ovaj obavljeni rad se očituje kao zagrijavanje žice.

Otpornost

- ▶ Otpor ovisi o prostornim dimenzijama žice: o njenoj duljini i veličini poprečnog presjeka.

Otpornost

- ▶ Otpor ovisi o prostornim dimenzijama žice: o njenoj duljini i veličini poprečnog presjeka.
- ▶ Veća duljina \implies više sudara \implies veći otpor

Otpornost

- ▶ Otpor ovisi o prostornim dimenzijama žice: o njenoj duljini i veličini poprečnog presjeka.
- ▶ Veća duljina \implies više sudara \implies veći otpor
- ▶ Veći presjek \implies više naboja možemo progurati \implies manji otpor.

Otpornost

- ▶ Otpor ovisi o prostornim dimenzijama žice: o njenoj duljini i veličini poprečnog presjeka.
- ▶ Veća duljina \implies više sudara \implies veći otpor
- ▶ Veći presjek \implies više naboja možemo progurati \implies manji otpor.
- ▶ Za žicu duljine l i poprečnog presjeka A , definiramo **otpornost** ρ :

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Vodiči vs izolatori

- ▶ Više slobodnih naboja \implies manja otpornost.

Vodiči vs izolatori

- ▶ Više slobodnih naboja \implies manja otpornost.
- ▶ Nekoliko stvari o elektronu u jednom atomu:

Vodiči vs izolatori

- ▶ Više slobodnih naboja \implies manja otpornost.
- ▶ Nekoliko stvari o elektronu u jednom atomu:
 1. Zbog kvantne mehanike, elektroni u atomu ne mogu imati bilo koju energiju - postoje samo na predodređenim energijama.

Vodiči vs izolatori

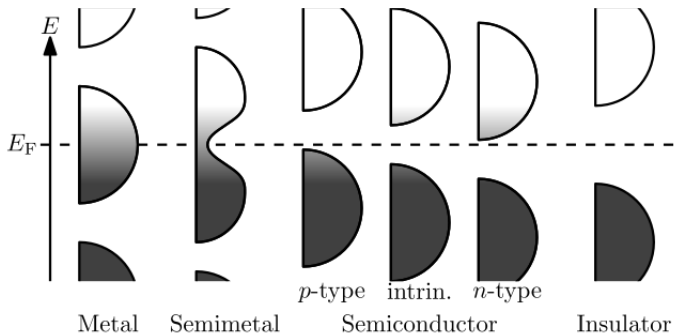
- ▶ Više slobodnih naboja \implies manja otpornost.
- ▶ Nekoliko stvari o elektronu u jednom atomu:
 1. Zbog kvantne mehanike, elektroni u atomu ne mogu imati bilo koju energiju - postoje samo na predodređenim energijama.
 2. Ne možemo imati dva elektrona na istom mjestu s istom energijom (Paulijev princip).

Vodiči vs izolatori

- ▶ Više slobodnih naboja \implies manja otpornost.
- ▶ Nekoliko stvari o elektronu u jednom atomu:
 1. Zbog kvantne mehanike, elektroni u atomu ne mogu imati bilo koju energiju - postoje samo na predodređenim energijama.
 2. Ne možemo imati dva elektrona na istom mjestu s istom energijom (Paulijev princip).
 3. Kako atom punimo elektronima, popunjavaju se prvo najniže energije (elektroni su bliže jezgri), potom više energije (ti elektroni su dalje od jezgre).

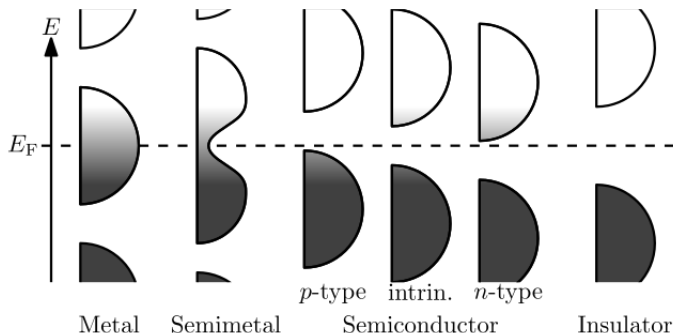
Vodiči vs izolatori

- ▶ Kada imamo puno atoma na okupu, vanjski elektroni obuhvaćaju veći broj susjednih atoma i moguće energije elektrona tvore vrpce:



Vodiči vs izolatori

- ▶ Kada imamo puno atoma na okupu, vanjski elektroni obuhvaćaju veći broj susjednih atoma i moguće energije elektrona tvore vrpce:



- ▶ Vodičima najviša vrpca u kojoj ima elektrona (valentna vrpca) nije popunjena \Rightarrow lagano je pokrenuti elektron u nekom smjeru (dati mu malo više energije).

Zaključimo (prepišite)

- ▶ Kada održavamo voltažu V između krajeva žice, kroz žicu će poteći struja I .

Zaključimo (prepišite)

- ▶ Kada održavamo voltažu V između krajeva žice, kroz žicu će poteći struja I .
- ▶ Otpor (eng. *resistance*) nam govori koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

Zaključimo (prepišite)

- ▶ Kada održavamo voltažu V između krajeva žice, kroz žicu će poteći struja I .
- ▶ Otpor (eng. *resistance*) nam govori koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

- ▶ Izolatori \implies veliki otpor, vodiči \implies mali otpor.

Zaključimo (prepišite)

- ▶ Kada održavamo voltažu V između krajeva žice, kroz žicu će poteći struja I .
- ▶ Otpor (eng. *resistance*) nam govori koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

- ▶ Izolatori \implies veliki otpor, vodiči \implies mali otpor.
- ▶ Električno polje unutar žice ubrzava naboje, usporavaju ih sudari s atomima žice \implies naboji se gibaju stalnom brzinom.

Zaključimo (prepišite)

- ▶ Kada održavamo voltažu V između krajeva žice, kroz žicu će poteći struja I .
- ▶ Otpor (eng. *resistance*) nam govori koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

- ▶ Izolatori \implies veliki otpor, vodiči \implies mali otpor.
- ▶ Električno polje unutar žice ubrzava naboje, usporavaju ih sudari s atomima žice \implies naboji se gibaju stalnom brzinom.
- ▶ Sudari zarijavaju žicu snagom $P = VI = RI^2$.
- ▶ **Ohmov zakon:** za mnoge materijale otpor R je konstantan na (razumno) širokom rasponu voltaža $\implies V$ i I su proporcionalni.

Zaključimo (prepišite)

- ▶ Kada održavamo voltažu V između krajeva žice, kroz žicu će poteći struja I .
- ▶ Otpor (eng. *resistance*) nam govori koliko se materijal odupire gibanju naboja:

$$R = \frac{V}{I}$$

- ▶ Izolatori \implies veliki otpor, vodiči \implies mali otpor.
- ▶ Električno polje unutar žice ubrzava naboje, usporavaju ih sudari s atomima žice \implies naboji se gibaju stalnom brzinom.
- ▶ Sudari zarijavaju žicu snagom $P = VI = RI^2$.
- ▶ **Ohmov zakon:** za mnoge materijale otpor R je konstantan na (razumno) širokom rasponu voltaža $\implies V$ i I su proporcionalni.
- ▶ Otpor ovisi o duljini žice l , njenom poprečnom presjeku A i otpornosti ρ (karakteristici materijala):

$$R = \rho \frac{l}{A}$$