

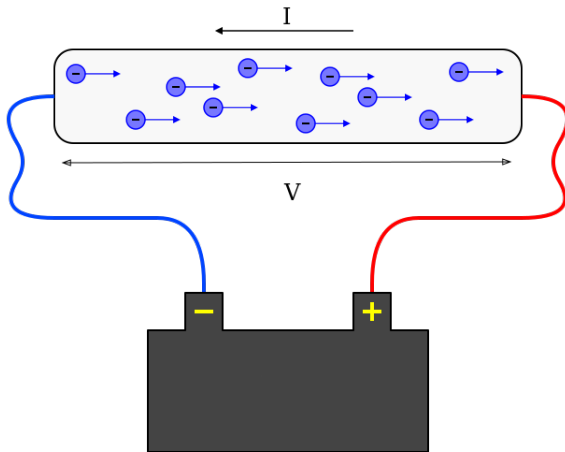
# Ohmov zakon

Duje Jerić- Miloš

9. siječnja 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

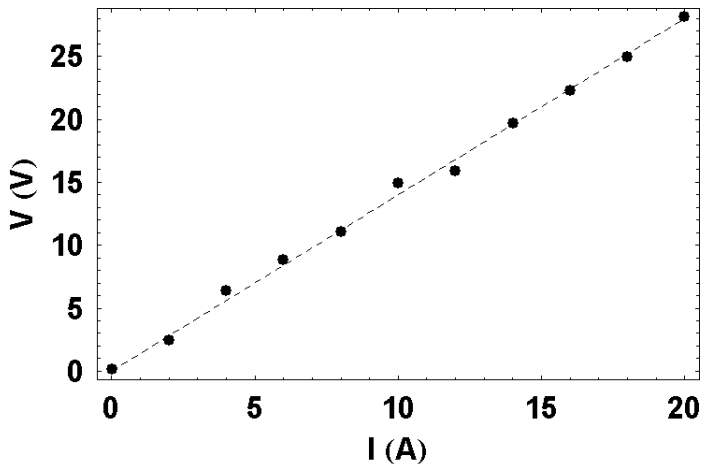
- ▶ Veća voltaža  $\implies$  veća struja
- ▶ **Otpor** (eng. *resistance*) na danoj voltaži mjeri koliko se materijal odupire gibanju naboja:

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

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

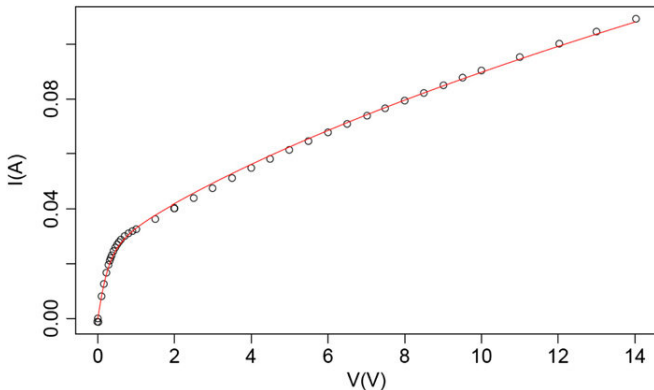
# Ohmov zakon

- ▶ 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

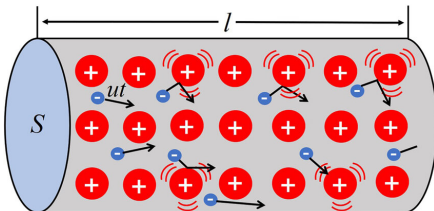
- ▶ Baterija održava voltažu  $\implies$  stvara električno polje unutar žice  $\implies$  električna sila gura naboje unutar žice

# 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?

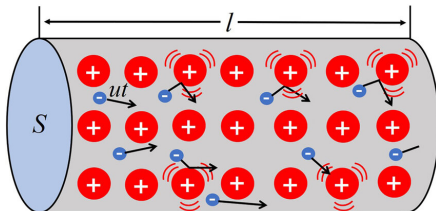
# Mikroskopska slika

- ▶ 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

# 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**  $\rho$ :

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

# 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).

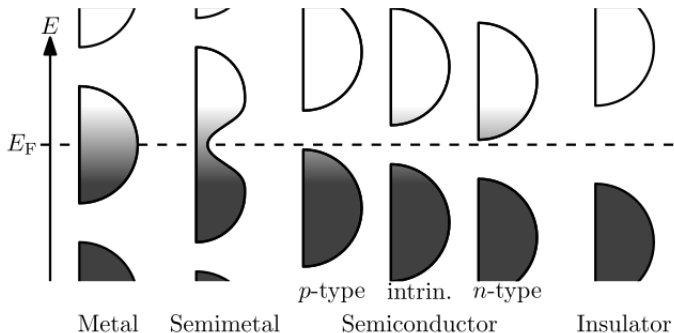
# Vodiči vs izolatori

- ▶ 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).



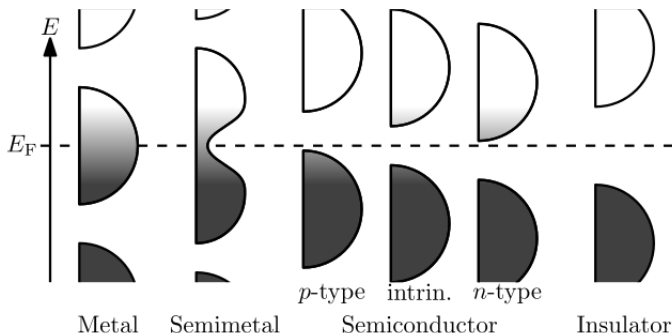
# Vodiči vs izolatori

- ▶ 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.
- ▶ **Ohmov zakon:** za mnoge materijale otpor  $R$  je konstantan na (razumno) širokom rasponu voltaža  $\implies V$  i  $I$  su proporcionalni  $V = IR$ .

## 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.
- ▶ **Ohmov zakon:** za mnoge materijale otpor  $R$  je konstantan na (razumno) širokom rasponu voltaža  $\implies V$  i  $I$  su proporcionalni  $V = IR$ .
- ▶ Otpor ovisi o duljini žice  $l$  i njenom poprečnom presjeku  $A$ :

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

## 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.
- ▶ **Ohmov zakon:** za mnoge materijale otpor  $R$  je konstantan na (razumno) širokom rasponu voltaža  $\implies V$  i  $I$  su proporcionalni  $V = IR$ .
- ▶ Otpor ovisi o duljini žice  $l$  i njenom poprečnom presjeku  $A$ :

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

- ▶ Otpornost  $\rho$  ne ovisi o prostornim dimenzijama žice, već samo o tome koliko materijal ima slobodnih elektrona (elektrona koje je lagano pokrenuti u nekom smjeru).