

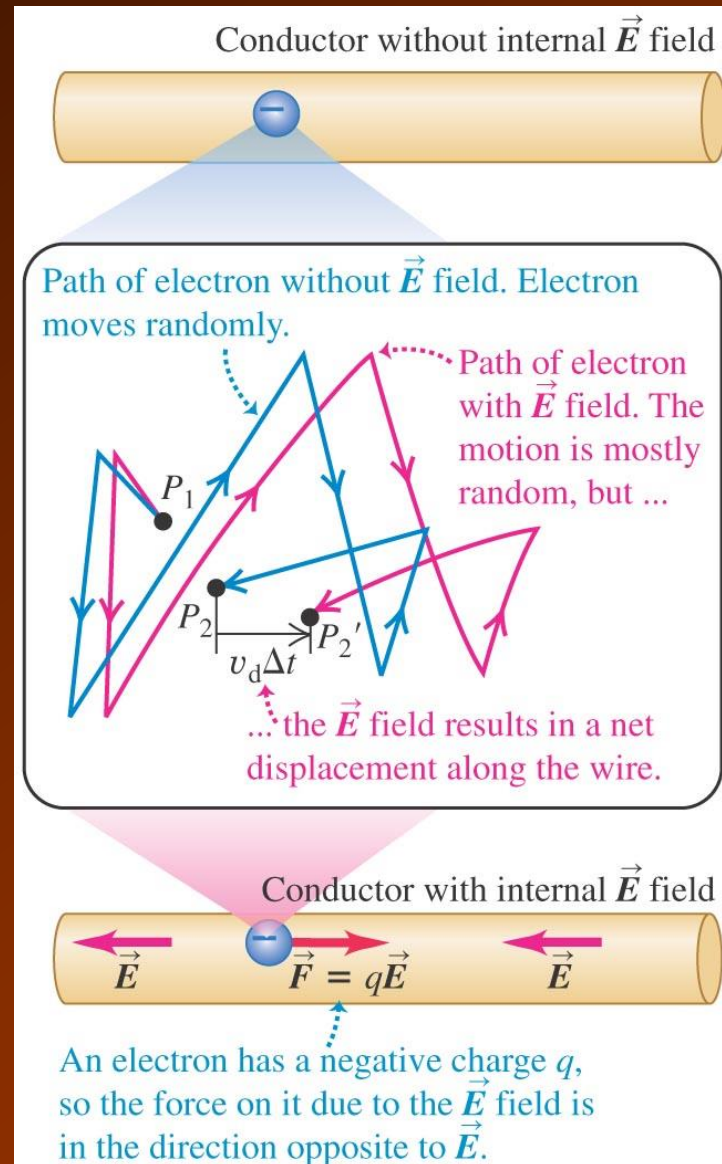
# 761103P Sähkö- ja magnetismioppi

**Virta, resistanssi ja lähdejännite**

# ESIMERKKEJÄ

# Varausten liike johteessa

- Esim. Metallissa elektronit ajautuvat hyvin hitaasti sähkökenttää vastaan.
- Samalla elektronit törmäilevät metalliatomeihin.

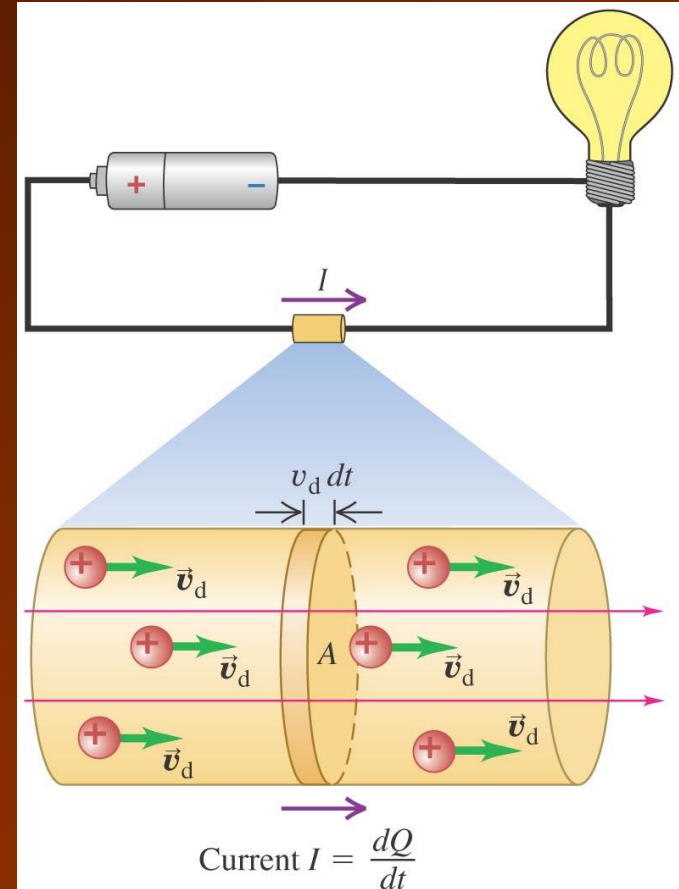


# Sähkövirta

- Sähkövirta on johtimen poikkipinnan läpi siirtynyt varaus aikayksikössä.
- →

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

- Virran yksikkö on  $1 \text{ C/s} = 1 \text{ A}$  (eli ampeeri = coulomb/sekunti)
- Sähkövirran suunnaksi määritellään positiivisten varausten kulkusuunta riippumatta siitä minkä merkkiset varaukset virtaa oikeasti kuljettavat
- → Virta kulkee suuremmasta potentiaalista pienempään potentiaaliin



# Sähkövirtatiheys

- Sähkövirtatiheys = virta / poikkipinta-ala, ts.

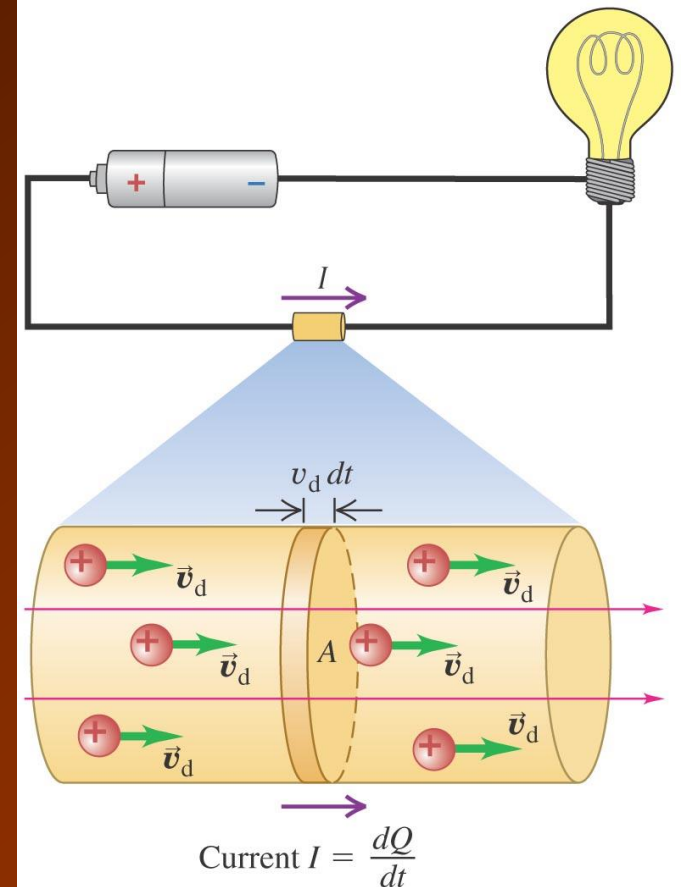
$$J = \frac{I}{A}$$

- Jos  $n$  on varausten tiheys johteessa ja ne liikkuvat nopeudella  $v_d$  sähkövirtatiheys voidaan kirjoittaa muodossa:

$$J = \frac{n|q|Av_d dt}{dt} \frac{1}{A} = n|q|v_d$$

- Yleisesti *virtatiheys on vektori* →

$$\vec{J} = nq\vec{v}_d$$



# ESIMERKKEJÄ

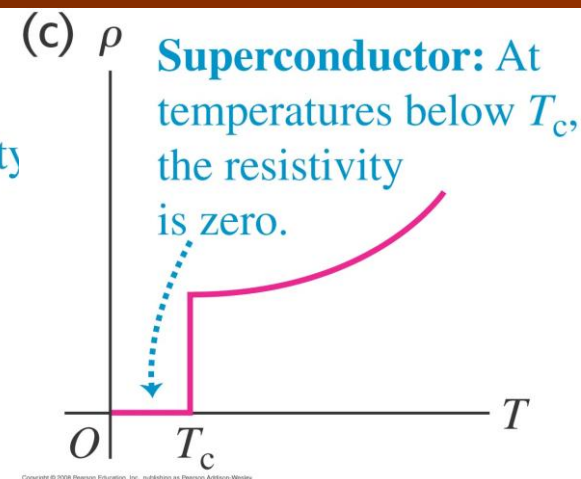
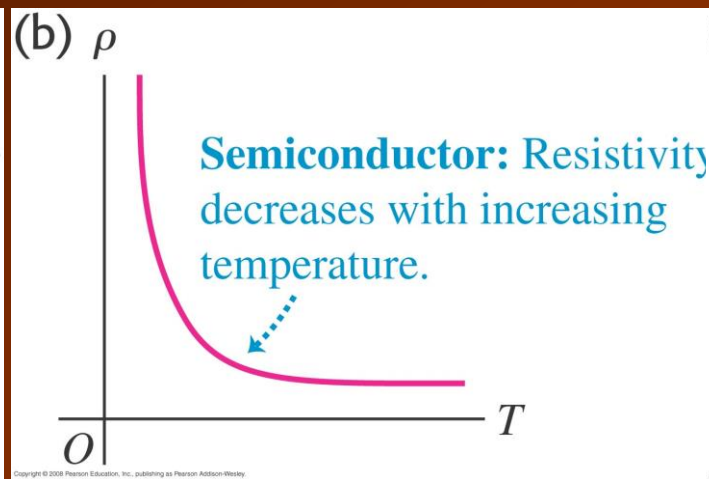
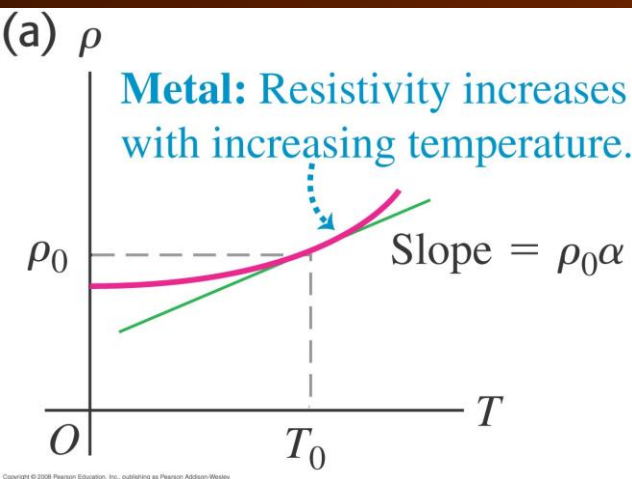
# Ominaisvastus (resistiivisyys)

- Joissakin tavallisimmissa johteissa *sähkövirta on suoraan verrannollinen sähkökenttään*
- → Näiden suhde on vakio, joka *riippuu materiaalista ja lämpötilasta*. Tätä sanotaan *ominaisvastukseksi*

Ohmin laki:

$$\rho = \frac{E}{J}$$

lämpötilariippuvuus:  $\rho = \rho_0(1 + \alpha(T - T_0))$



# Resistanssi

- Ohmin lain mukaan:

$$E = \rho J$$

- Viereisen kuvan johdolle:

- sähkökenttä:  $E = \frac{V}{L}$

- sähkövirtatiheys:  $J = \frac{I}{A}$

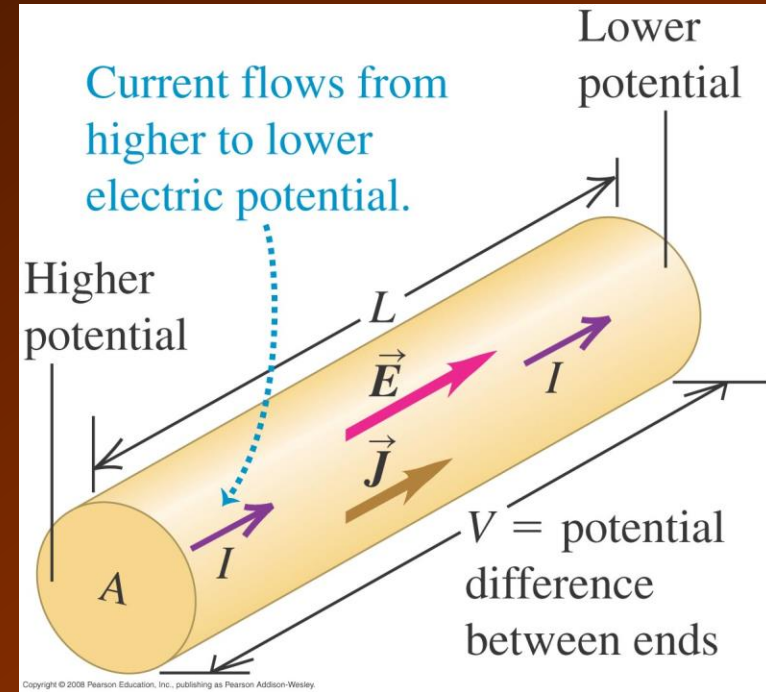
- → Ohmin laki tulee muotoon:

$$V = RI$$

- Tässä jännitteen ja virran suhde on *resistanssi*

(yksikkö 1 ohm = 1  $\Omega$  = V/A)

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

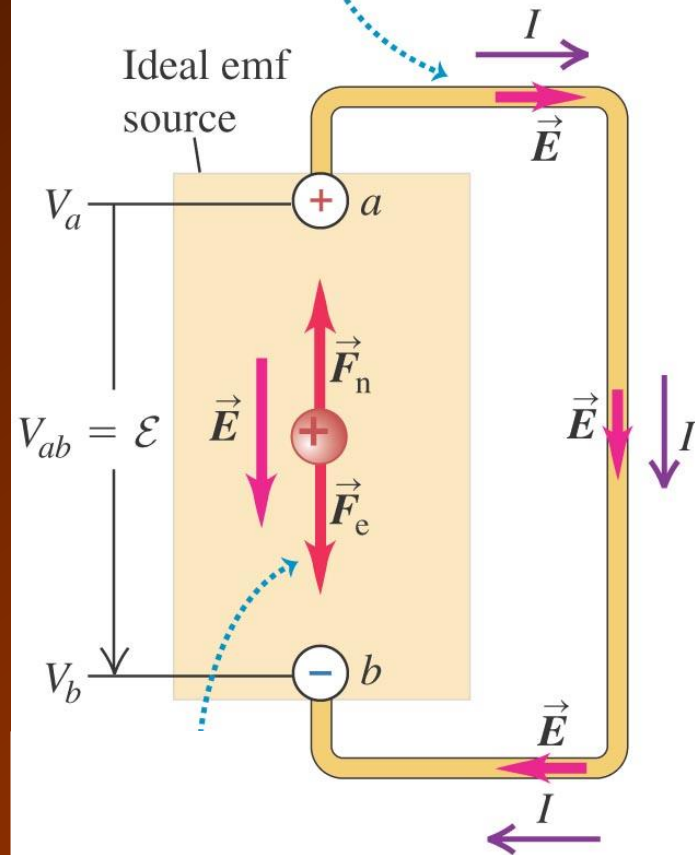




# Virran saa aikaan lähdejännite

- *Lähdejännite* (tai sähkömotorinen voima, eng. electromotive force, emf) siirtää varausta korkeampaan potentiaaliin.
- Jännitelähteitä ovat esim. paristot, generaattorit, aurinkokennot yms.
- Jännitelähde kasvattaa varausten potentiaalia määrällä  $\mathcal{E}$ , joka on siis lähdejännite

Potential across terminals creates electric field in circuit, causing charges to move.



# Sisäinen resistanssi

- Oikeissa jännitelähteissä (paristot yms.) on myös sisäistä resistanssia
- → laitteen napojen välinen jännite (ns. napajännite) on

$$V_{ab} = \mathcal{E} - rI$$

- Tässä yhtälössä  $r$  on jännitelähteen sisäinen resistanssi ja  $I$  on piirissä kulkeva virta.

# ESIMERKKEJÄ

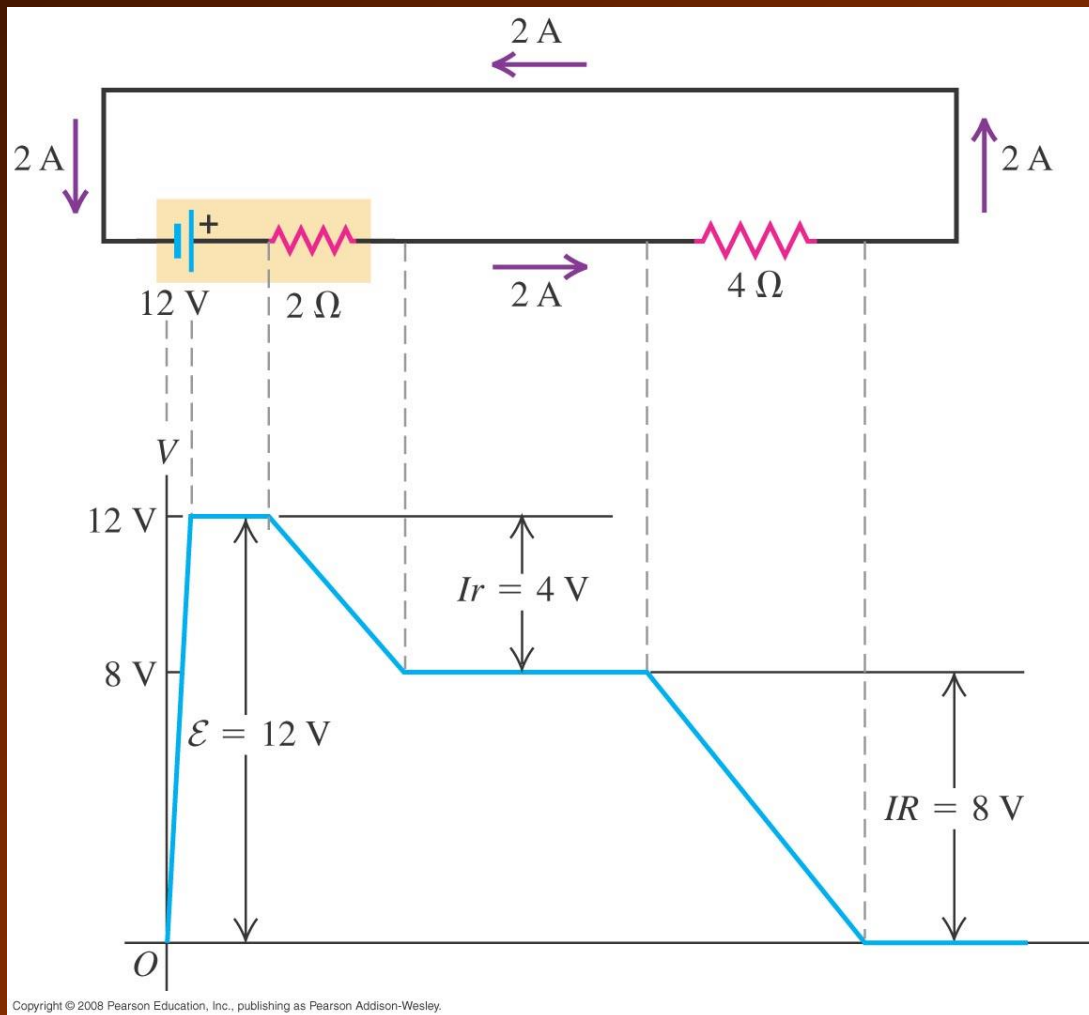
# Potentiaalin muutos piirissä

- Kuljettaessa suljetun piirin läpi takaisin samaan pisteeseen potentiaali on sama kuin alussa

• → Lähdejännitteet +  
jännitehäviöt = 0

- Esim.

$$\mathcal{E} - rI - RI = 0$$



# Energia ja teho sähköpiirissä

- Jännitelähteen teho:
- Siirretään varaus  $dQ$  jännitteen  $\mathcal{E}$  yli  
→ tehty työ on

$$dW = \mathcal{E}dQ$$

- Teho on:

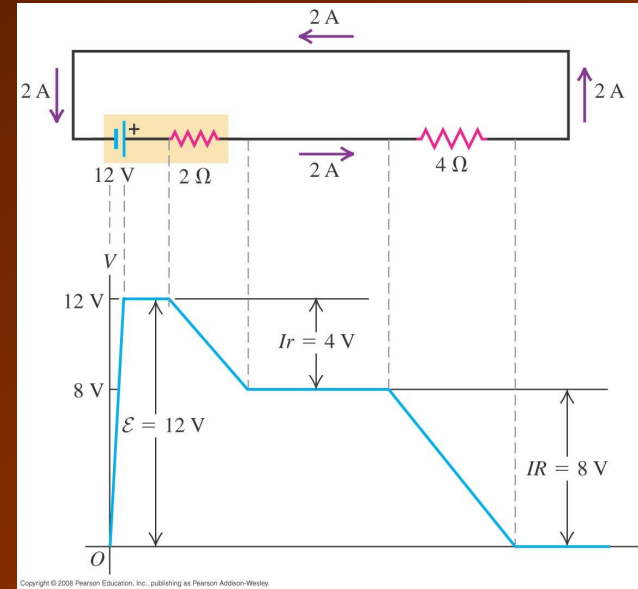
$$P = \frac{dW}{dt} = \mathcal{E} \frac{dQ}{dt} = \mathcal{E}I$$

- Tehohäviö vastuksessa:

- Vastuksessa varaus siirtyy alempaan potentiaaliin → potentiaalienergiaa menetetään teholla

$$P = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

- → menetetty energia menee lämmöksi yms.



# ESIMERKKEJÄ