

Virta ja resistanssi

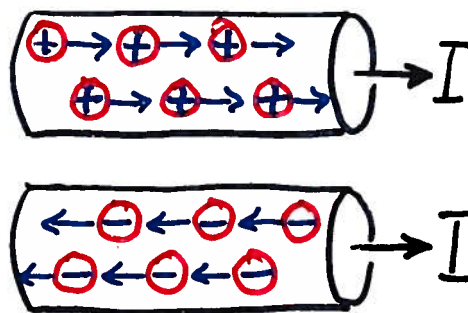
- sähkövirta syntyy sähkövarausten liikkeestä
- johtimessa kulkee sähkövirta, jos johtimen poikkileikkauksen läpi siirtyy varaus
- virran I suuruus

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

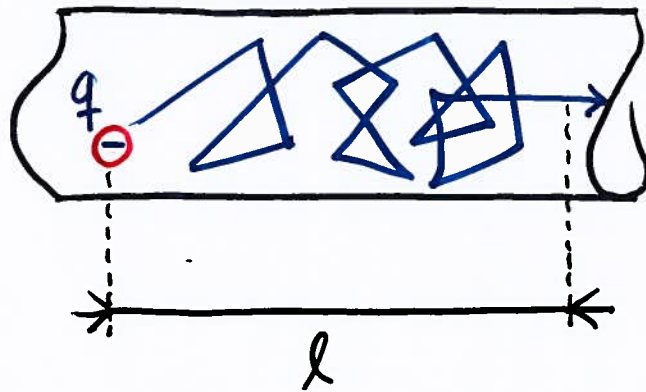
$$[I] = 1 \frac{C}{s} = 1A$$

= Ampeeri

- virran kulkusuunta on positiivisen varauksen kulkusuunta



- varaukset kulkevat johtimessa "siksak" rataa

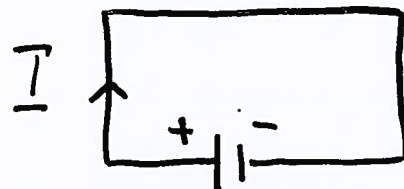


drift (vaellus) - nopeus $v_d = \frac{l}{t}$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{n l A q}{l/v_d} = n A q v_d$$

n = varauksen kuljettajien tiheys; $[n] = \frac{1}{m^3}$
 A = johtimen poikkileikkauksen pinta-ala
 q = varauksen suuruus
 v_d = vaellusnopeus

- virta voi kulkea johtimessa ainoastaan silloin, kun johtimen päiden välillä on potentiaali-ero. Kulkusuunta korkeammasta potentiaalista matalampaan



- virran suuruuden rajoittaa johtimen oma vastus tai ulkoinen vastus R

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

yhtälössä R = vastus / resistanssi

$$[R] = 1 \frac{V}{A} = 1 \Omega = 1 \text{ ohmi}$$

U = potentiaaliero eli jännite vastuksen yli

- jos johtimen poikkipinta-ala on A ja pituus l

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

ρ = resistiivisyys

- resistiivisyys riippuu lämpötilasta

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha (\pi - \pi_0)]$$

α = resistiivisyyden lämpötila kerrain

$$\frac{1}{\rho} = \sigma = \text{johtavuus}$$

TABLE 27.1 RESISTIVITIES AT 20°C

Material	Resistivity ($\Omega \cdot \text{m}$)	Temperature Coefficient ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Mica	2×10^{15}	-50×10^{-3}
Glass	$10^{12} - 10^{13}$	-70×10^{-3}
Hard rubber	10^{13}	
Silicon	2200	-0.7
Germanium	0.45	-0.05
Carbon (graphite)	3.5×10^{-5}	-0.5×10^{-3}
Nichrome	1.2×10^{-6}	0.4×10^{-3}
Manganin	44×10^{-8}	5×10^{-7}
Steel	40×10^{-8}	8×10^{-4}
Platinum	11×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Aluminum	2.8×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Copper	1.7×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Silver	1.5×10^{-8}	3.8×10^{-3}

Johteet ja eristeet

- kiinteät aineet jaotellaan sähkönjohtavuutensa perusteella luokkiin

JOHTEET

- metallit

paljon vapaita elektroneita

- resistiivisyys pieni

PUOLIJOHTEET

- Si, Ge, GaAs

- resistiivisyys muunneltavissa

ERISTEET

- keraamit

- ei-vapaita elektroneita

- resistiivisyys suuri

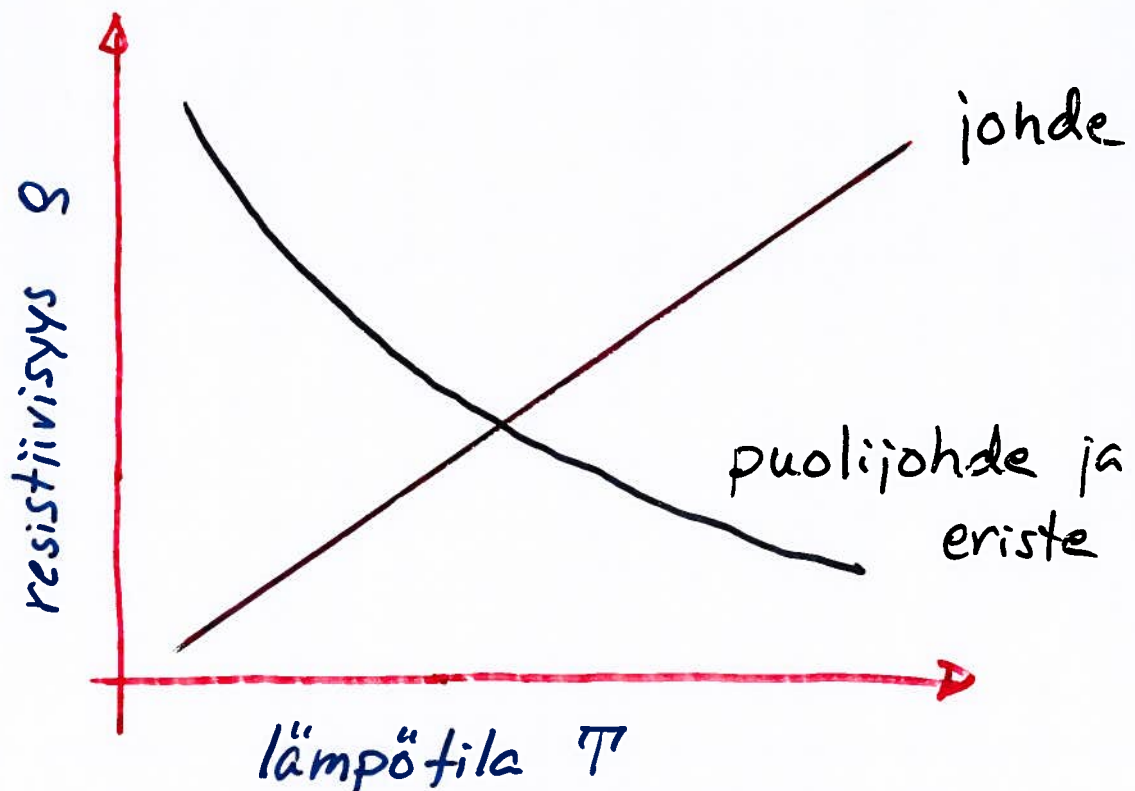


Table 4.1: Electrical Classification

Classification	Electrons	Examples	Conductivity
1. Conductor	Free to Move	Gold Copper Silver	$10^4 - 10^6$ /ohm-cm
2. Insulator (Dielectric)	Bound	Glass Plastic	$10^{-22} - 10^{-10}$ /ohm-cm
3. Semiconductor			
a. Intrinsic	Some Available	Germanium Silicon III-IV	$10^{-9} - 10^3$ /ohm-cm
b. Doped	Controlled Amount Available	N-type Semiconductor P-type Semiconductor	

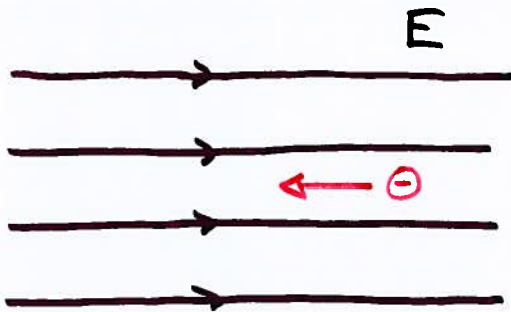
Table 4.2: Characteristics of Doped Semiconductors

	N-TYPE	P-TYPE
1. Conduction	Electrons	Holes
2. Polarity	Negative	Positive
3. Dopant Term	Donor	Acceptor
4. Doping Elements in Silicon	Arsenic Phosphorus Antimony	Boron

- resistanssi R riippuu myös vastaavasti lämpötilasta

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

Sähkövirran teho



- sähkökenttä tekee työtä ja elektronin liike-energia kasvaa
- sähkökentän tekemä työ $W = QU$
- teho $P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = U \frac{\Delta Q}{\Delta t} = UI$

- materiaalin sisällä (metalleissa) sähkökentän tekemä työ muuttuu lämpöenergiaksi

$\Rightarrow$ sähkövirran teho, sähköteho

$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

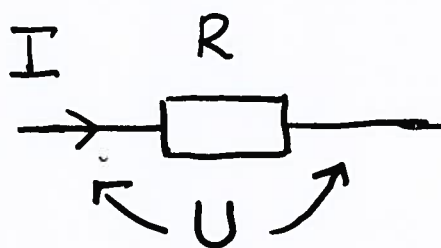
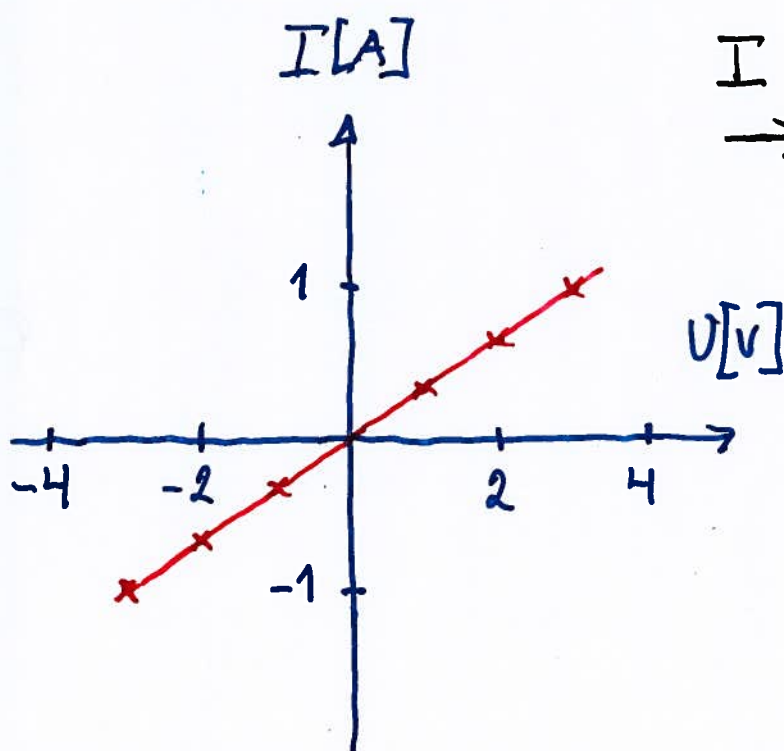
Ohmin laki

- yhtälö $I = \frac{U}{R}$ voidaan kirjoittaa muotoon

$$U = RI$$

- kun R on vakio, riippumaton virrasta ja jännitteestä, tunnetaan yo. yhtälö

Ohmin lakina

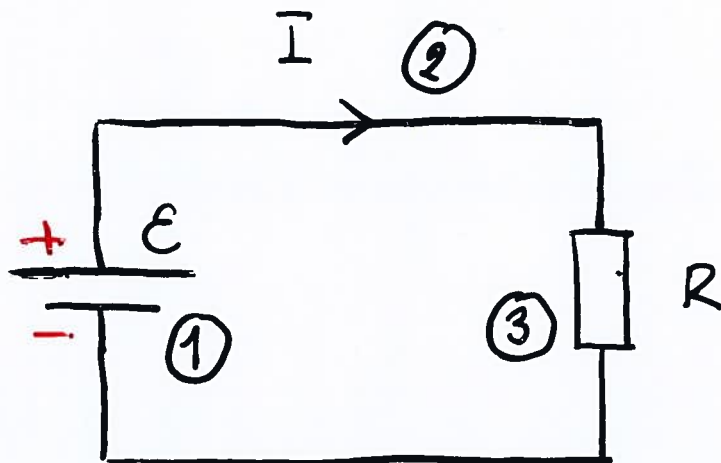


$U[V]$	$I[A]$
1	$1/3$
2	$2/3$
3	1
4	$4/3$
5	$5/3$
-1	$-1/3$
-2	$-2/3$
-3	-1

$$R = 3\Omega$$

Tasavirtapiirit

- yksinkertainen tasavirtapiiri sisältää virtalähteen / jännitelähteen, vastuksen ja itse virtajohtimen



- ① virtalähteessä / jännitelähteessä varauksen-kuljettajat nostetaan korkeampaan poten-tiaaliin teholla

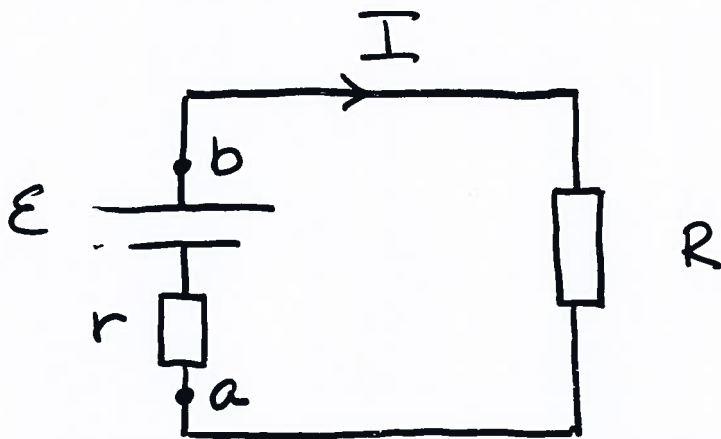
$$P = \mathcal{E} I \quad \mathcal{E} = \text{lähdejännite} \\ = \text{sähkömotorinen voima}$$

- ② "vastuksettomissa" johtimissa varauksen-kuljettajien potentiaali ^{energia} ei muutu

- ③ vastuksessa R varauksen kuljettajien potentiaalienergia pienenee ja muut-tuu lämmöksi teholla

$$P = RI^2$$

- todellisissa virta- ja jännitelähteissä on sisäinen vastus r

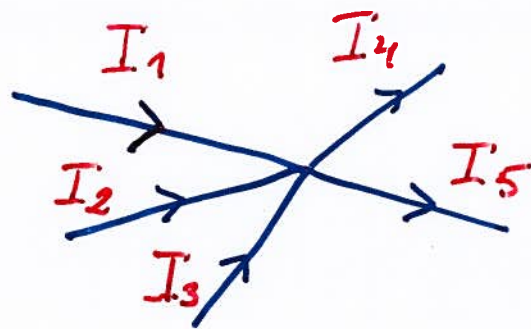


$$U_{ba} = \mathcal{E} - rI = \text{napajännite}$$

Kirchoffin lait

1. laki

Solmupisteeseen tulevien virtojen summa on yhtäsuuri kuin solmupisteestä lähtevien virtojen summana



$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

2. laki

suljetussa virtapiirinkierroksessa potentiaalimuutosten summa on nolla

