Elektronerne i en ledning

Opgaven går ud på at finde ud af hvor hurtigt elektronerne bevæger sig i en ledning. Hvor langt bevæger en elektron sig på et sekund? Skal det måles i millimeter, centimeter, meter eller kilometer?

Vi ser på en kobberledning med et tværsnitsareal på 1 kvadratcentimeter. Det er en temmelig tyk ledning, men det gør det en smule nemmere at regne på. Vi klipper et stykke af ledningen som er 1 centimeter langt og stykket har altså et rumfang på 1 cm2  1 cm = 1 cm3.

Massefylden af kobber er 8,93 gram pr. kubikcentimeter og stykket har altså massen 8,93 gram. Et kobberatoms masse er 63,55 u og 1 u er $1,66·10^{-24} g$.

1. Hvor mange kobberatomer er der i stykket?

$$N=\frac{8,93 g}{63,55·1,66·10^{-24} g}=8,465·10^{22}$$

Hvert atom bidrager med én elektron til strømmen, resten sidder fast på atomet. Disse elektroner kaldes også ledningselektroner fordi det er dem, der leder strømmen (og ikke så meget fordi de sidder i en ledning). Hver ledningselektron har ladningen $e=1,602·10^{-19} C$.

1. Hvor stor er ledningselektronernes samlede ladning i stykket?

$$q=8,465·10^{22}⋅1,602·10^{-19} C=13560,93 C≈13561 C$$

1. Hvad bliver strømstyrken hvis alle elektronerne i stykket passerer i løbet af 1 sekund? Hvad er elektronernes hastighed så?

Strømstyrken bliver 13561 A og hastigheden er 1 cm/s.

1. Hvad skal hastigheden være for at strømstyrken er 1 A?

$$v=\frac{1}{13561}\frac{cm}{s}=7,374087·10^{-5}\frac{cm}{s}=7,374087·10^{-5}·60·60\frac{cm}{h}=0,2654671\frac{cm}{h}≈0,27\frac{cm}{h}$$

1. Opstil en formel, der viser hvordan man beregner elektronernes hastighed. Brug følgende symboler:

Tværsnitsarealet: *A*

Længden: *l*

Massefylden: **

Massen af et kobberatom: *matom*

Antal ledningselektroner pr. atom: *z*

En elektrons ladning (elementarladningen): $e$

Strømstyrken: *I*

Hastigheden: *v*

Massen af stykket er $m=ρ·V$

Indsæt $V=l·A$

$$m=ρ·l·A$$

Antal atomer i stykket:

$$N\_{atom}=\frac{m}{m\_{atom}}=\frac{ρ·l·A}{m\_{atom}}$$

Antal elektroner i stykket:

$$N\_{e}=z·N\_{atom}=z·\frac{ρ·l·A}{m\_{atom}}$$

Ladningen i stykket:

$$q=N\_{e}·e=\frac{e·z·ρ·l·A}{m\_{atom}}$$

Strømstyrken: $I=\frac{Q}{Δt}=\frac{\left(e·z·\frac{ρ·A·l}{m\_{atom}}\right)}{\left(\frac{l}{v}\right)}=\frac{e·z·ρ·A·l·v}{m\_{atom}·l}=\frac{e·z·ρ·A·v}{m\_{atom}}$

Farten: $v=\frac{I·m\_{atom}}{ezρA}$