

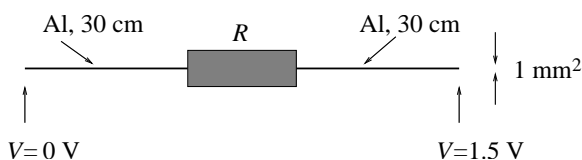
Øving 10

Veiledning: Torsdag 17. og fredag 18. mars

Innleveringsfrist: Onsdag 30. mars

Oppgave 1

En spenningskilde $V = 1.5 \text{ V}$ er koblet til en motstand med resistans $R = 10 \Omega$ ved hjelp av to 30 cm lange aluminiumsledninger med tverrsnitt 1 mm^2 .



a) Hvor stort blir spenningsfallet over henholdsvis Al-trådene og motstanden? [Svar: 2.5 mV og 1.497 V]

b) Bestem strømstyrken og utviklet effekt i motstanden. [Svar: ca 0.15 A og 0.23 W]

c) Hva blir de frie elektronenes midlere driftshastighet gjennom Al-trådene? Anta her ett fritt elektron fra hvert Al-atom. Sammenlign med midlere termisk hastighet for et elektron ved romtemperatur. (Midlere kinetisk energi pr elektron ved temperatur T er $3k_B T/2$, der k_B er Boltzmanns konstant.)

[Svar: $15.6 \mu\text{m/s}$ og ca 10^5 m/s .]

Oppgitt: Tetthet for Al: 2700 kg/m^3 . Molar masse for Al: 26.98 g/mol . Elektrisk ledningsevne for Al ved romtemperatur: $3.54 \cdot 10^7 \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$. Boltzmanns konstant: $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$.

Oppgave 2

Elektroniske blitser inneholder en kondensator for lagring av energi til lysblinket. Når blitzen "trigges", lades denne energien fort ut til elektrisk overslag i et gassfylt rør. Anta at vi har en blitz der blinket varer i 5 ms med en gjennomsnittlig lyseffekt på 700 W.

a) Hvis effektiviteten er 90% ved omforming av elektrisk energi til lysenergi (resten går over til varme), hvor mye energi må da lagres i kondensatoren for et blink? [Svar: 3.89 J]

b) Hvis kondensatoren har en kapasitans 0.80 mF, hva er da spenningen som må påføres platene for å lagre denne energien? [Svar: 98.6 V]

Oppgave 3

En rett, sylinderformet leder med sirkulært tverrsnitt (radius R) fører en elektrisk strøm. Strømtettheten er størst i sentrum av lederen og avtar med avstanden r fra sentrum på følgende måte:

$$j(r) = j_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right)$$

Ved lederens overflate ($r = R$) har vi med andre ord null strømtetthet. (Retningen på $\mathbf{j}(r)$ er langs lederen.)

Vis at total strøm i lederen er

$$I = \int \mathbf{j} \cdot d\mathbf{A} = \int j \cdot dA = \frac{1}{2} j_0 \pi R^2$$

Hint: Ta utgangspunkt i strømmen dI som går i et sylinderformet ”rør” med indre radius r , ytre radius $r + dr$ og dermed tverrsnitt med areal $dA = 2\pi r dr$.

Oppgave 4

Figuren viser to kuleformede ledere med radius hhv a (innerst) og b (ytterst). Området i mellom disse er fylt med et materiale med resistivitet ρ .

(Oops: Merk at symbolet ρ her står for resistivitet, eller invers konduktivitet, ettersom $\rho = 1/\sigma$. Her betyr altså ikke ρ ladning pr volumenhet...!)

En tynn, isolert tilførselsledning går gjennom et lite hull i den ytterste lederen og inn til innerste leder. En stasjonær (dvs tidsuavhengig) elektrisk strøm går ”gjennom systemet” som vist i figuren, og da er potensialforskjellen mellom indre og ytre leder $\Delta V = V_a - V_b$, med størst potensial innerst. Anta at tilførselsledningene har neglisjerbar motstand i forhold til materialet mellom indre og ytre leder og vis at systemets resistans er $R = \rho(a^{-1} - b^{-1})/4\pi$. Du kan gjøre dette på en av to måter (eller begge!):

1. Med utgangspunkt i at motstanden til et kuleskall med radius r og tykkelse dr er $dR = \rho dr / 4\pi r^2$.
2. Ved å anta at den innerste kula har ladning Q og bestemme både ΔV og strømstyrken $I = \int \mathbf{j} \cdot d\mathbf{A} = \rho^{-1} \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A}$.

