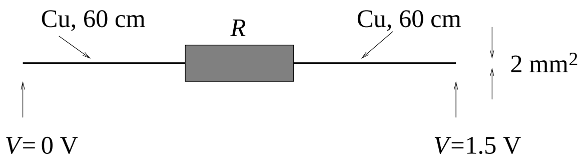
Institutt for fysikk, NTNU
TFY4155/FY1003: Elektrisitet og magnetisme
Vår 2007

Øving 11

Veiledning: Uke 12
Innleveringsfrist: Mandag 26. mars

Oppgave 1

En spenningskilde $V = 1.5$ V er koblet til en motstand med resistans $R = 20\ \Omega$ ved hjelp av to 60 cm lange kobberledninger med tverrsnitt 2 mm^2.



a) Hvor stort blir spenningsfallet over henholdsvis Cu–trådene og motstanden? [Svar: 0.75 mV og 1.5 V]

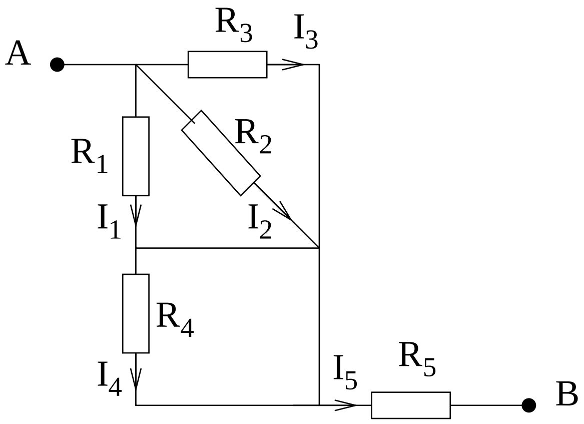
b) Bestem strømstyrken og utviklet effekt i motstanden. [Svar: ca 0.075 A og 0.11 W]

c) Hva blir de frie elektronenes midlere driftshastighet gjennom Cu–trådene? Anta her ett fritt elektron fra hvert Cu–atom. Sammenlign med midlere termiske hastighet for et elektron ved romtemperatur. (Midlere kinetisk energi pr elektron ved temperatur T er $3k_BT/2$, der k_B er Boltzmanns konstant.)
[Svar: 2.76 μm/s og ca 10^5 m/s.]

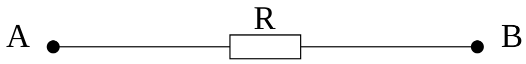
Oppgitt: Tetthet for Cu: 8960 kg/m^3. Molar masse for Cu: 63.54 g/mol. Elektrisk ledningsevne for Cu ved romtemperatur: $5.8 \cdot 10^7\ \Omega^{-1}\mathrm{m}^{-1}$. Boltzmanns konstant: $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K.

Oppgave 2

Figuren nedenfor viser en elektrisk krets med 5 motstander R_j, $j = 1, .., 5$.



a) Bestem total motstand R mellom punktene A og B, dvs: Bestem motstanden R i den ekvivalente kretsen i følgende figur:

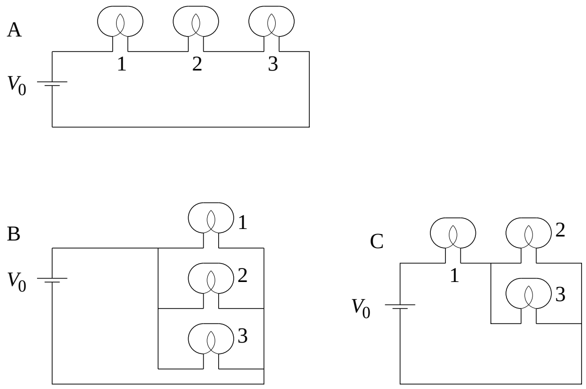


b) En ideell spenningskilde med elektromotorisk spenning $\mathcal{E}$ kobles til kretsen slik at $\Delta V = V_A - V_B = \mathcal{E}$. Bestem hvor stor strøm I_j som da passerer gjennom hver av motstandene R_j. (Med mindre noe annet er spesifisert, regner vi alltid i slike oppgaver med at ledningene mellom de ulike motstandene er *perfekte ledere*, dvs med null motstand.)

c) Bestem tallverdier for I_j når $\mathcal{E} = 9$ V og $R_j = j\ \Omega$.
[Et par tallsvar: $I_1 = 0.89$ A, $I_5 = 1.62$ A]

Oppgave 3

Tre like lyspærer 1, 2 og 3 er satt sammen i tre forskjellige kretser A, B og C som vist i figuren. Lyspærene kan betraktes som identiske ohmske motstander. Økt strømstyrke betyr økt effekt, og dermed økt lysstyrke. Spenningskilden har like stor ems V_0 i hver av de tre kretsene.



a) Sammenlign lysstyrken i pære 1 i de tre kretsene. Hvor lyser den sterkest og hvor lyser den svakest?

b) Hva skjer med lyset i pære 1 i hver av de tre kretsene dersom pære 3 skrus ut?

Begrunn svarene.

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 $I = \int \boldsymbol{j} \cdot d\boldsymbol{A} = \rho^{-1} \int \boldsymbol{E} \cdot d\boldsymbol{A}$.