

Obligatorisk øvelse 18 - Uke 10

FYS009-G 21H - Fysikk realfagskurs

Løsningsforslag

Oppgave 18.1

(a) Strøm er ladning per tidsenhet

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

En strøm på $I = 10 \text{ A}$ gir da en ladningstransport på 10 C per sekund. På et minutt får vi da $Q = 10 \cdot 60 \text{ C} = 600 \text{ C}$.

Et elektron har ladning $e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ så antallet elektroner blir

$$N = \frac{600 \text{ C}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \simeq 3.76 \cdot 10^{21}$$

(b) Her bruker vi $U = W/Q$ slik at

$$U = \frac{810 \text{ J}}{300 \text{ C}} = 1.35 \text{ V}$$

(c) Vi bruker Ohms lov

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1.35 \text{ V}}{10 \text{ A}} = 0.135 \Omega$$

(d) I tabellen er dataene basert på en tråd med tverrsnitt 1 mm^2 , som er det samme som vår tråd. Siden vår tråd er 5 meter lang, og dataene i tabellen er basert på 10 cm, må vi dele vår resistans R på 50.

Vi får da ta

$$\frac{R}{50} = 2.7 \cdot 10^{-3} \Omega$$

Utfra tabellen har vi da med en tråd av aluminium å gjøre.

Oppgave 18.2

(a) Energien som elektronet får tilført finnes fra

$$U = \frac{W}{q} \quad \Rightarrow \quad W = Ue = (2500\text{V})(1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}) = \underline{4 \cdot 10^{-16} \text{ J}}$$

(b) Denne energien vil da manifestere seg som kinetisk energi for elektronet, og vi får da

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \underline{2.97 \cdot 10^7 \text{ m/s}}$$

Siden $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ vil altså hastigheten til elektronet være svært nære en tidel av lyshastigheten, eller $v = 0.1c$.

(c) Vi vet at startfarten v_0 er lik null, og fra punkt (b) vet vi at slutfarten v er lik $2.97 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. Strekingen som elektronet har beveget seg er $s = 0.1 \text{ m}$. Da blir

$$s = \left(\frac{v_0 + v}{2} \right) t \quad \Rightarrow \quad t = \left(\frac{2}{v_0 + v} \right) s = 6.73 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 6.73 \text{ ns}$$

(d) For å finne kraften på elektroner setter vi

$$W = Fs \quad \Rightarrow \quad F = \frac{W}{s} = \frac{4 \cdot 10^{-16} \text{ J}}{0.1 \text{ m}} = \underline{4 \cdot 10^{-15} \text{ N}}$$

Akselerasjonen blir da

$$F = ma \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m} = \frac{4 \cdot 10^{-15} \text{ N}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = \underline{4.4 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2}$$

Altså av størrelsesorden $10^{15}g$.

Oppgave 18.3

(a) Med bryteren åpen blir det hele en seriekobling mellom en motstand R_1 og to lyspærer L_1 og L_2 .

(i) Med $R_1 = 20 \Omega$ og $R_{L_1} = R_{L_2} = 20 \Omega$ får vi at

$$R = 60 \Omega$$

(ii) Da blir hovedstrømmen

$$I = I_1 = \frac{U}{R} = \frac{120 \text{ V}}{60 \Omega} = 2 \text{ A}$$

og dette er da strømmen gjennom R_1 og de to lyspærene L_1 og L_2 .

Siden bryteren er åpen vil det ikke gå strøm gjennom R_2 , og da blir $I_2 = 0$.

(iii) Ohms lov over resistansene gir

$$\left. \begin{array}{l} U_{R_1} = R_1 I = 40 \text{ V} \\ U_{L_1} = R_{L_1} I = 40 \text{ V} \\ U_{L_2} = R_{L_2} I = 40 \text{ V} \end{array} \right\} 120 \text{ V}$$

Spenningen U_{R_2} over R_2 er null. Alle delspenningene oppfyller altså Kirchoffs 2. lov.

(b) Når bryteren er lukket får vi en parallellkobling.

(i) Vi har resistansen R_1 og lyspæren L_1 som er koblet sammen i serie, og disse er koblet med en parallellkobling mellom R_2 og lyspære L_2 . Resistansen av parallellkoblingen er da:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{R_2+L_2}} &= \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{L_2}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} = \frac{5}{60} \Omega^{-1} \\ \Rightarrow R_{R_2+L_2} &= \frac{60}{5} \Omega = 12 \Omega \end{aligned}$$

slik at den totale resistansen i kretsen da blir $R = 12 \Omega + 20 \Omega + 20 \Omega = 52 \Omega$.

(ii) Hovedstrømmen (gjennom R_1 og L_1) er da

$$I_1 = \frac{120 \text{ V}}{52 \Omega} = 2.31 \text{ A}$$

Vi setter den øverste grenen i parallellkoblingen (med motstanden) lik gren 2, og den nederste grenen (med lyspæren) lik gren 3.

Vi vet at grenstrømmene i parallellkoblingen I_2 og I_3 oppfyller $I_1 = I_2 + I_3$ slik at

$$I_2 + I_3 = 2.31 \quad (1)$$

Videre ved vi at spenningen over begge de to grenene i parallellkoblingen er like stor. Så

$$U_2 = U_3 \quad \Rightarrow \quad I_2 R_2 = I_3 R_{L_2}$$

som gir

$$30I_2 - 20I_3 = 0 \quad (2)$$

Likningene (1) og (2) gir to likninger med to ukjente, og disse har løsningen $I_2 = 0.93 \text{ A}$ og $I_3 = 1.38 \text{ A}$.

(iii) Videre får vi at

$$\left. \begin{array}{l} U_{L_1} = R_{L_1} I_1 = 46.2 \text{ V} \\ U_{R_1} = R_1 I_1 = 46.2 \text{ V} \\ U_2 = U_3 = R_2 I_2 = R_{L_1} I_3 = 27.6 \text{ V} \end{array} \right\} 120 \text{ V}$$

Alle delspenningene oppfyller altså Kirchoffs 2. lov.

- (c) Når bryteren er åpen lyser begge lyspærene like mye, siden det går like mye strøm $I = 2 \text{ A}$ gjennom begge, og da lyspærene er identiske.
- (d) Straks bryteren lukkes vil det gå en strøm $I_3 = 1.38 \text{ A}$ gjennom lyspære 2, så den vil lyse *svakere*. Strømmen gjennom lyspære 1 *øker* fra $I_1 = 2 \text{ A}$ til $I_1 = 2.31 \text{ A}$, så den vil lyse *sterkere*.