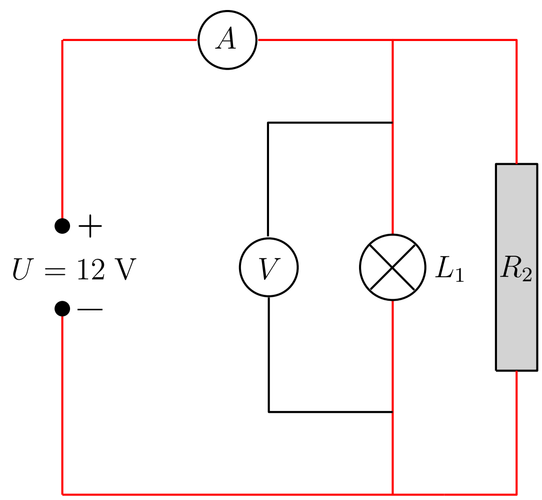
Obligatorisk øvelse 19 - Uke 12

FYS009-G 21H - Fysikk realfagskurs

Løsningsforslag:

Oppgave 19.1

(a) Kretsen kan se slik ut:



(b) Siden spenningen over hele kretsen er $U = 12$ V vil også spenningen over begge de to grenene i parallellkoblingen hver for seg være $U = 12$ V. Spenningen som måles av voltmeteret vil derfor være $U = 12$ V.

(c) Hvis hovedstrømmen er $I = 3$ A så må resistansen R for hele kretsen bli

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12 \text{ V}}{3 \text{ A}} = 4\ \Omega$$

Vi får da at

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{1}{4\ \Omega} = \frac{1}{6\ \Omega} + \frac{1}{R_2} \qquad \Rightarrow \qquad R_2 = 12\ \Omega$$

(d) Vi får for grein 1 at

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12 \text{ V}}{6\ \Omega} = 2 \text{ A}$$

Siden $I = I_1 + I_2$ fra Kirchhoffs lover får vi at $I_2 = 1$ A.

Oppgave 19.2

(a) For stor resistans R vil det generellt utvikles mer varme (på grunn av mer motstand), og for mindre resistans R vil det tilsvarende utvikles mindre varme (på grunn av mindre motstand).

Det er imidlertid også slik at økt strømmengde I gir økt varmeutvikling. Hvis man senker resistansen R vil strømmen I øke, og omvendt. Det er altså to konkurrerende effekter med hensyn på varmeutvikling. Fra utrykket

$$P = I^2 R$$

ser vi at varmeutviklingen er kvadratisk i strømmen I, men bare lineær i resistansen R. Vi skjønner derfor at lav resistans og dermed høy strøm gir størst varmeutvikling.

(b) Her bruker vi

$$P = UI \qquad \Rightarrow \qquad I = \frac{P}{U} = \frac{330\ \mathrm{W}}{230\ \mathrm{V}} \simeq 1.43\ \mathrm{A}$$

(c) Siden trinn 1 er trinnet med lavest effekt må det være det trinnet hvor alle resistansene er i bruk. Så med seriekobling får vi $R = 3\,R_0$, hvilket gir

$$R = 3\,R_0 = \frac{U}{I} = \frac{230\ \mathrm{V}}{1.43\ \mathrm{A}} \simeq 160\ \Omega \qquad \Rightarrow \qquad R_0 = 53.6\ \Omega$$

(d) Her er $R = R_0$, så vi har

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(230\ \mathrm{V})^2}{53.6\ \Omega} \simeq 990\ \mathrm{W}$$

For å finne strømmengden bruker vi Ohms lov

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230\ \mathrm{V}}{53.6\ \Omega} \simeq 4.29\ \mathrm{A}$$

Oppgave 19.3

(a) Med formelen

$$E_n = -\frac{B}{n^2} \qquad n = 1, 2, \ldots$$

får vi energinivåene.

$$E_1 = -\frac{2.18}{1}\,\mathrm{aJ} = -2.18\,\mathrm{aJ} \qquad E_2 = -\frac{2.18}{4}\,\mathrm{aJ} = -0.55\,\mathrm{aJ}$$

$$E_3 = -\frac{2.18}{9}\,\mathrm{aJ} = -0.24\,\mathrm{aJ} \qquad E_4 = -\frac{2.18}{16}\,\mathrm{aJ} = -0.14\,\mathrm{aJ}$$

$$E_5 = -\frac{2.18}{25}\,\mathrm{aJ} = -0.09\,\mathrm{aJ}$$

(b) Når man sender strøm gjennom gassen vil gassen tilføres energi, og denne energien vil eksitere mange hydrogenatomer fra lavere til høyere energinivåer. Når atomene faller tilbake til de lavere energinivåene vil lys med svært bestemte energier (frekvenser) sendes ut.

(c) Siden vi her har overganger $E_n \to E_2$ vil de *minst* energetiske overgangene være $E_3 \to E_2$ og $E_4 \to E_2$. Begge disse overgangene er markert i figuren lenger nede.

$\underline{E_3 \to E_2} \Rightarrow \Delta E = 0.31\,\mathrm{aJ}$.

Frekvensen er gitt ved at $\Delta E = hf \Rightarrow f = \Delta E/h$. Da blir

$$f = \frac{0.31 \cdot 10^{-18}\,\mathrm{J}}{6.63 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{Js}} = 4.68 \cdot 10^{14}\,\mathrm{Hz}$$

Siden vi for lysbølger har $v = c$ får vi $c = f\lambda \Rightarrow \lambda = c/f$, så for $E_3 \to E_2$ får vi at

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8\,\mathrm{m/s}}{4.68 \cdot 10^{14}\,\mathrm{s^{-1}}} = 6.41 \cdot 10^7\,\mathrm{m} = 641\,\mathrm{nm}$$

$\underline{E_4 \to E_2} \Rightarrow \Delta E = 0.41\,\mathrm{aJ}$.

Da blir

$$f = \frac{0.41 \cdot 10^{-18}\,\mathrm{J}}{6.63 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{Js}} = 6.19 \cdot 10^{14}\,\mathrm{Hz}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8\,\mathrm{m/s}}{6.19 \cdot 10^{14}\,\mathrm{s^{-1}}} = 4.85 \cdot 10^7\,\mathrm{m} = 485\,\mathrm{nm}$$

Man kan sjekke i tabeller at $\lambda = 641\,\mathrm{nm}$ er *rødt* lys, mens $\lambda = 485\,\mathrm{nm}$ er *blått* lys.

(d) Siden vi her har overganger $E_n \to E_1$ vil de *minst* energetiske overgangene være $E_3 \to E_1$ og $E_2 \to E_1$. Begge disse overgangene er markert i figuren lenger nede.

$\underline{E_3 \to E_1} \Rightarrow \Delta E = 1.94\,\text{aJ}$.

Frekvensen er gitt ved at $\Delta E = hf \Rightarrow f = \Delta E/h$. Da blir

$$f = \frac{1.94 \cdot 10^{-18}\ \text{J}}{6.63 \cdot 10^{-34}\ \text{Js}} = \underline{2.93 \cdot 10^{15}\ \text{Hz}}$$

Siden vi for lysbølger har $v = c$ får vi $c = f\lambda \Rightarrow \lambda = c/f$, så for $E_3 \to E_1$ får vi at

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^{8}\ \text{m/s}}{2.93 \cdot 10^{15}\ \text{s}^{-1}} = 1.02 \cdot 10^{-7}\ \text{m} = \underline{102\ \text{nm}}$$

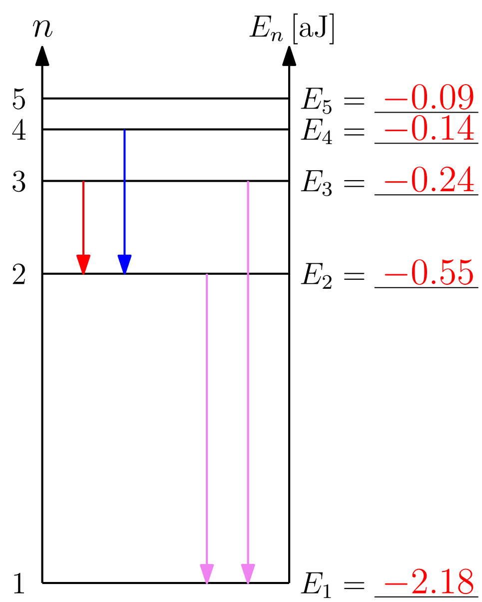
$\underline{E_2 \to E_1} \Rightarrow \Delta E = 1.63\,\text{aJ}$.

Da blir

$$f = \frac{1.63 \cdot 10^{-18}\ \text{J}}{6.63 \cdot 10^{-34}\ \text{Js}} = \underline{2.46 \cdot 10^{15}\ \text{Hz}}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^{8}\ \text{m/s}}{2.46 \cdot 10^{15}\ \text{s}^{-1}} = 1.22 \cdot 10^{-7}\ \text{m} = \underline{122\ \text{nm}}$$

Man kan sjekke i tabeller at begge disse bølgenlengdene tilsvarer *ultrafiolett* lys.



(e) Ingen energiforskjeller $E_m \to E_n$ i hydrogenatomet er store nok til at Röntgenstråling kan produseres. Det største mulige energispranget er $E_\infty \to E_1$ som gir $\Delta E = 2.18\ \mathrm{aJ}$, som kun produserer UV-stråling. Det finnes derimot mange muligheter for å produsere radiobølger, bare energiforskjellen $E_m \to E_n$ er liten nok. F.eks vil $E_{80} \to E_{79}$ produsere et foton i radiobølgeområdet.

(f) Ioniseringsenergien for et atom er den minste energien man må tilføre for å fjerne et elektron. Det vanlig å velge referansenivået for energi på en slik måte at et elektron som er *bundet* til atomet alltid har negativ energi. For å løfte et elektron ut av atomet må man altså tilføre nok energi til at elektronets energi blir positiv.

For et hydrogenatom i tilstanden $n = 2$ er $E_2 = -0.55\ \mathrm{aJ}$. Vi må da tilføre minst $0.55\ \mathrm{aJ}$ for at energien skal bli positiv. Ioniseringsenergien her er derfor $\underline{0.55\ \mathrm{aJ}}$.