

# Fy1 - Kosmologi og elektrisitet - 15.04.2016

## Løsningsskisser

### Oppgave 1

Trekk forbindelseslinjer som viser sammenhenger mellom det som står på venstre og høyre side: (Bare enkelt-linjer, ikke flere linjer fra/til samme punkt på noen av sidene. Hvis flere muligheter, velg det som totalt sett blir mest riktig.)

Venstre side:		Høyre side:
Ladning	_____	Coulomb
Strøm	_____	Ampere
Spenning	_____	Volt
Resistans	_____	Ohm
Hubble	_____	$v = hr$
Effekt	_____	$RI^2$
Energi	_____	$UIt$
Avstand	_____	parsec
Rødforskyvning	_____	Doppler

(Jeg har ommøblert for å vise riktige svar.)

### Oppgave 2

Innstrålingstettheten  $E$  på jorden fra en kefeide varierer periodisk og er omtrent  $E = 9.5 \cdot 10^{-10} \text{ W/m}^2$ . Perioden er  $T = 5.5$  døgn og sammenhengen mellom perioden og kefeidens totalt utstrålte effekt  $L$  er gitt av:

$$L = 12T + 10, \text{ hvis } L \text{ måles i } 10^{28} \text{ Watt og } T \text{ i døgn.}$$

Finn avstanden fra jorden til kefeiden.

$$\text{Totalt utstrålt effekt: } L = (12 \cdot 5.5 + 10) = 76 [10^{28} \text{W}]$$

$$\text{Avstand } s \text{ gitt av: } E = \frac{L}{4\pi s^2} \Rightarrow s = \sqrt{\frac{L}{4\pi E}} = \sqrt{\frac{76 \cdot 10^{28}}{4\pi \cdot 9.5 \cdot 10^{-10}}} \approx 8.0 \cdot 10^{18} \text{ [m]}$$

$$\text{I lysår: } s = \frac{8.00 \cdot 10^{18}}{3 \cdot 10^8 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365} \approx 850 \text{ [ly]}$$

### Oppgave 3

Parallakseverdien til stjernen Procyon er  $0.794 \cdot 10^{-4}$  grader.

Finn avstanden til Procyon i lysår hvis jordbanens radius er  $R = 1.5 \cdot 10^{11}$  meter.

Se figur side 269 i lærebok:

$$\begin{aligned} \text{Avstand: } d &= \frac{R}{\sin p} = \frac{1.5 \cdot 10^{11}}{\sin(0.0000794^\circ)} \approx 1.1 \cdot 10^{17} [\text{m}] \\ &= \frac{1.1 \cdot 10^{17}}{3 \cdot 10^8 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365} \approx 12 [\text{ly}] \end{aligned}$$

#### Oppgave 4

Bruk Hubbles lov,  $v = Hr$ , der  $H = 23 \frac{\text{km/s}}{10^6 \text{lysår}}$ , til å beregne et anslag for universets alder.

Se side 276:

Tilnærmer med konstant ekspansjon:

$$r = vt \Rightarrow t = \frac{r}{v}$$

$$\begin{aligned} \text{Hubble: } r &= \frac{H}{v} \quad \text{gir innsatt: } t = \frac{v}{H} = \frac{1}{H} = \\ \frac{1}{23 \frac{\text{km/s}}{10^6 \text{lysår}}} &= \frac{10^6 (3 \cdot 10^8 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365)}{23 \cdot 1000} = 4.113 \cdot 10^{17} [\text{s}] = \frac{4.113 \cdot 10^{17}}{60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365} [\text{år}] \\ &\approx 1.3 \cdot 10^{10} [\text{år}] = 13 \text{ mrd. år} \end{aligned}$$

#### Oppgave 5

I forsøket med et 12 Volts batteri var batteriet koblet til en variabel ytre motstand  $R$ .

Vi målte polspenningen,  $U$ , og strømmen,  $I$ , gjennom batteriet med universalinstrumenter.

a) Tegn en kretstegning og forklar kort hvorfor:

$$U = \epsilon - rI, \quad \text{der } \epsilon \text{ er såkalt elektromotorisk spenning (batteriets egentlige spenning)} \\ \text{og } r \text{ er indre motstand i batteriet.}$$

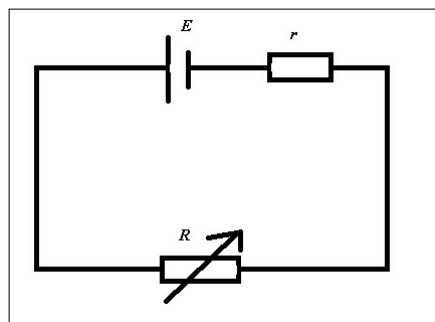
b) Vi målte blant annet følgende verdier:

$U$ [V]	12.4	12.0
$I$ [Ampere]	0.077	0.34

Bruk den såkalte to-punkts formelen

(eksempelvis  $y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1)$  for linje gjennom punktene  $(x_1, y_1)$  og  $(x_2, y_2)$ ) til å finne sammenhengen mellom  $U$  og  $I$ , og bruk dette til å bestemme elektromotorisk spenning og indre motstand.

a)



(I figuren er  $E = \epsilon$ )

Polspenningen er over  $R$ , slik at  $U = RI$ .

$$\text{Kirchoffs spenningslov gir: } \epsilon = rI + RI = rI + U \Rightarrow U = \epsilon - rI$$

b) To-punktsformelenn gir:

$$U - 12.4 = \frac{12.0 - 12.4}{0.34 - 0.077} (I - 0.077) \Leftrightarrow 12.5 - 1.52I$$

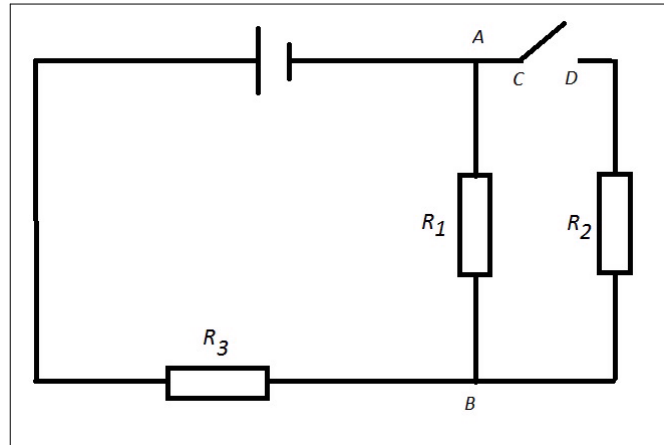
Sammenligning med  $U = \epsilon - rI$  viser at:

Elektromotorisk spenning:  $\epsilon = 12.5$  Volt

Indre motstand:  $r = 1.5 \Omega$

### Oppgave 6

Vi har en strømkrets som vist i figuren:



Her er spenningen  $U = 10$  Volt, og vi har resistansene  $R_1 = 4 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$  og  $R_3 = 8 \Omega$ .

- Hva blir strømmen i kretsen og spenningen mellom  $A$  og  $B$  når bryteren  $CD$  er åpen?
- Hva blir strømmen gjennom  $R_3$  hvis bryteren  $CD$  er lukket?
- Hva blir spenningen mellom  $A$  og  $B$  når bryteren  $CD$  er lukket?
- Hva blir strømmen gjennom  $R_1$  og strømmen gjennom  $R_2$  når bryteren  $CD$  er lukket?

a) Erstatningsmotstand for ytre krets, seriekobling:

$$R_{13} = R_1 + R_3 = 4 + 8 = 12 [\Omega]$$

Ohms definisjon gir:

$$U = R_{13}I \Rightarrow \text{Strøm: } I = \frac{U}{R_{13}} = \frac{10}{12} = 0.83 [\text{A}]$$

$$\text{Spenning over parallellkobling: } U_{AB} = R_1 I = 4 \cdot 0.83 = 3.3 [\text{V}]$$

b) Parallellkobling:  $\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_{12} = 2 [\Omega]$

$$\text{Erstatningsmotstand for ytre krets: } R_{123} = R_3 + R_{12} = 8 + 2 = 10 [\Omega]$$

$$\text{Ohms definisjon gir strøm: } I = \frac{U}{R_{123}} = \frac{10}{10} = 1.0 [\text{A}]$$

Dette er også strømmen gjennom  $R_3$ .

c) Kirchhoffs spenningslov:

$$U_{AB} = U - U_3 = U - R_3 I = 10 - 8 \cdot 1 = 2 \text{ [V]}$$

d) Ohms definisjon:

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{2}{4} = 0.5 \text{ [A]}, \quad I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = \frac{2}{4} = 0.5 \text{ [A]}$$

### Oppgave 7

Vi har en lyspære merket 60 Watt/230 Volt.

- a) Hva blir strømmen gjennom lyspæren og resistansen i lyspæren hvis vi setter den i en lampe tilkoblet strømmettet?
- b) Hva blir det årlige energiforbruket hvis lampen står på hele året?
- c) Hvor mye koster dette energiforbruket hvis vi regner med en pris på 1 krone/kWh ?

a) Effekt:  $P = UI \Rightarrow$  Strøm:  $I = \frac{P}{U} = \frac{60}{230} \approx 0.26 \text{ [A]}$

$$U = RI \Rightarrow \text{Resistans: } R = \frac{U}{I} = \frac{230}{0.26} \approx 890 \text{ [\Omega]}$$

b) Energi i et år:  $E = Pt = 60 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \approx 1.9 \cdot 10^9 \text{ [Joule]}$

c) Energi i kWh:  $E = Pt = \frac{60}{1000} \cdot 24 \cdot 365 \approx 530 \text{ [kWh]}$

Kostnad: 530 kroner

---