Fysikk forkurs
Utsatt eksamen 2018
Løsningsforslag

Alle deloppgaver teller likt.

Oppgave 1

a: Rettlinja bevegelse, konstant akselerasjon:

$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ &\Downarrow \\ a &= \frac{v - v_0}{t} \\ &\Downarrow \\ a &= \frac{41.7\,\mathrm{m/s} - 0}{20\,\mathrm{s}} \\ &\Downarrow \\ a &= \underline{\underline{2.1\,\mathrm{m/s^2}}} \end{aligned}$$

b:

$$\begin{aligned} s &= v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ &\Downarrow \\ s &= 0 + \frac{1}{2} \cdot 2.08\,\mathrm{m/s^2}(20\,\mathrm{s})^2 \\ &\Downarrow \\ s &= \underline{\underline{4.2 \cdot 10^2\,\mathrm{m}}} \end{aligned}$$

c: Fra forrige deloppgave ser vi at posisjonen er en annengradsfunksjon av tiden. Det betyr at grafen vil være en parabel. Kjenner allerede to punkter (ved $t = 0$ og $t = 20$) regner ut et ekstra punkt for å lette skisseringen $s(10) = 0 + \frac{1}{2} \cdot 2.08\,\mathrm{m/s^2}(10\,\mathrm{s})^2 = 104\,\mathrm{m}$. Skisserer så grafen i figur 1.

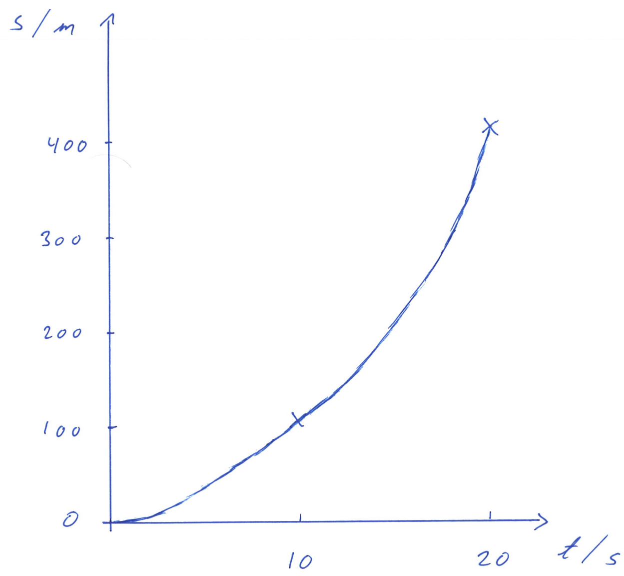
d: Se figur 2 for krefter og dekomponering av disse.

Slik vi har tegnet det må flyets akselerasjon være i positiv x-retning, vi bruker Newtons andre lov:

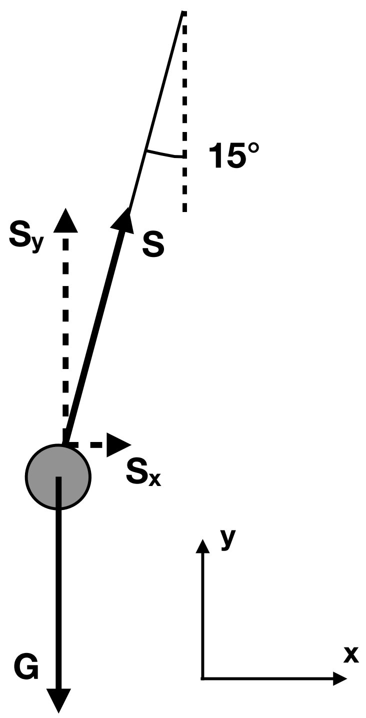
$$\begin{aligned} \Sigma F &= ma \\ &\Downarrow \\ S_x &= ma \end{aligned}$$

Fra figuren ser vi at forholdet mellom komponentene S_x og S_y er lik tangens til vinkelen, $\frac{S_x}{S_y} = \tan 15^\circ$

$$\begin{aligned}
S_y \tan 15^\circ &= ma \\
&\Downarrow \\
G \tan 15^\circ &= ma \\
&\Downarrow \\
mg \tan 15^\circ &= ma \\
&\Downarrow \\
a &= g \tan 15^\circ \\
&\Downarrow \\
a &= \underline{\underline{2.6\,\mathrm{m/s^2}}}
\end{aligned}$$



Figur 1: Skisse av posisjonsgraf til oppgave 1c.



Figur 2: Krefter på lodd som henger i snor, deloppgave 1d.

Oppgave 2

Tetthet er gitt ved $\rho = \frac{m}{V}$. Utfra dette regner vi ut tettheter og setter opp i tabell 1.

Regner ut middelverdien av tetthetene i tabellen:

$$\bar{\rho} = \frac{11.11 + 10.64 + 11.76 + 11.25 + 11.36}{5} = 11.22$$

Med måleenhet blir da $\bar{\rho} = \underline{\underline{11\,\mathrm{g/cm^3}}}$

Finner absolutt usikkerhet: $\rho_{max} - \bar{\rho} = 11.76 - 11.22 = 0.54$, $\bar{\rho} - \rho_{min} = 11.22 - 10.64 = 0.58$.

$$\rho = \underline{\underline{(11.2 \pm 0.6)\,\mathrm{g/cm^3}}}$$

Og til slutt relativ usikkerhet, $0.58/11.22 = 0.052$

$$\rho = \underline{\underline{11.2\,\mathrm{g/cm^3} \pm 5\%}}$$

Tabell 1: Utregna massetettheter til oppgave 2.

Masse/ g	20	50	100	180	250
Volum/ $\mathrm{cm^3}$	1.8	4.7	8.5	16	22
Massetetthet/ $\mathrm{g/cm^3}$	11.11	10.64	11.76	11.25	11.36

Oppgave 3

a:

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(25\,\mathrm{N/m})(0.10\,\mathrm{m})^2 = \underline{\underline{0.13\,\mathrm{J}}}$$

$$F = kx = 25\,\mathrm{N/m} \cdot 0.1\,\mathrm{m} = \underline{\underline{2.5\,\mathrm{N}}}$$

b: All potensiell i fjæra ender opp som arbeid utført av friksjonskrafta:

$$\begin{aligned}
\frac{1}{2}kx^2 &= R \cdot s \\
&\Downarrow \\
R &= \frac{\frac{1}{2}kx^2}{s} \\
&\Downarrow \\
R &= \frac{\frac{1}{2}(25\,\mathrm{N/m})(0.10\,\mathrm{m})^2}{0.225\,\mathrm{m}} \\
&\Downarrow \\
R &= 0.556\,\mathrm{N}
\end{aligned}$$

Friksjonskrafta, om vi antar den er konstant blir $\underline{\underline{0.56\,\mathrm{N}}}$.

c:

$$\begin{aligned}
R &= \mu N \\
&\Downarrow \\
R &= \mu G \\
&\Downarrow \\
\mu &= \frac{R}{mg} \\
&\Downarrow \\
\mu &= \underline{\underline{0.28}}
\end{aligned}$$

Oppgave 4

Betastråling er elektroner som sendes ut.

a:

$$^{214}_{82}\mathrm{Pb} \rightarrow ^{214}_{83}\mathrm{Bi} + ^{0}_{-1}\mathrm{e} + \bar{\nu}_e$$

Grunnstoffet med atomnummer 83 har kjemisk symbol Bi og heter på norsk vismut.

b: Frigjort energi pga massesvinn, $E = mc^2$. Masser finner man i formelsamling. Venstre side av reaksjonslikninga: $m_V = 213.99981\,\mathrm{u}$, høyre side $m_H = 213.99871\,\mathrm{u} + 0.00055\,\mathrm{u}$; endringa blir $0.00055\,\mathrm{u} = 9.13 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg}$.

$$\begin{aligned}
E &= mc^2 \\
&\Downarrow \\
E &= (9.13 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg})(3.00 \cdot 10^{8}\,\mathrm{m/s})^2 \\
&\Downarrow \\
E &= \underline{\underline{8.2 \cdot 10^{-14}\,\mathrm{J}}}
\end{aligned}$$

c: Halveringstid:

$$\begin{aligned}
A &= A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_0}} \\
&\Downarrow \\
t_0 &= \frac{t \ln(1/2)}{\ln(A/A_0)} \\
&\Downarrow \\
t_0 &= \frac{(90\,\mathrm{min}) \ln(1/2)}{\ln(10/100)} \\
&\Downarrow \\
t &= \underline{\underline{27\,\mathrm{min}}}
\end{aligned}$$

Oppgave 5

a: Snells lov $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$, her er det luft og glass

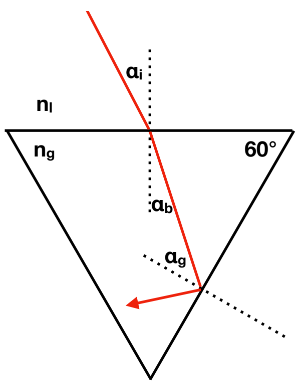
$$n_l \sin\alpha_l = n_g \sin\alpha_g$$

Ved grensevinkelen er $\alpha_l = 90°$. Løser Snells lov mhp brytningsindeksen n_g og setter inn verdier:

$$\begin{aligned} n_l \sin\alpha_l &= n_g \sin\alpha_g \\ &\Downarrow \\ n_g &= \frac{n_l \sin\alpha_l}{sin\alpha_g} \\ &\Downarrow \\ n_g &= \frac{1 \cdot \sin 90°}{\sin 42°} \\ &\Downarrow \\ n_g &= \underline{\underline{1.5}} \end{aligned}$$

b: Bruker at summen av vinkler i en trekant er 180° og finner at brytningsvinkelen (α_b i figur 3) er 18°. Snells lov igjen:

$$\begin{aligned} n_l \sin\alpha_i &= n_g \sin\alpha_b \\ &\Downarrow \\ \alpha_i &= \arcsin\left(\frac{n_g \sin\alpha_b}{n_l}\right) \\ &\Downarrow \\ \alpha_i &= \arcsin\left(\frac{1.5 \sin 18°}{1.00}\right) \\ &\Downarrow \\ \alpha_i &= \underline{\underline{28°}} \end{aligned}$$



Figur 3: Prismet i oppgave 5.

Oppgave 6

a:

$$
\begin{aligned}
P &= \frac{U^2}{R} \\
&\Downarrow \\
R &= \frac{U^2}{P} \\
&\Downarrow \\
R &= \frac{(230\,\mathrm{V})^2}{2.0\,\mathrm{kW}} \\
&\Downarrow \\
R &= \underline{\underline{26\,\Omega}}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
P &= UI \\
&\Downarrow \\
I &= \frac{P}{U} \\
&\Downarrow \\
I &= \frac{2.0\,\mathrm{kW}}{230\,\mathrm{V}} \\
&\Downarrow \\
I &= \underline{\underline{8.7\,\mathrm{A}}}
\end{aligned}
$$

b:

$$
\begin{aligned}
P &= \frac{Q}{t} \\
&\Downarrow \\
t &= \frac{Q}{P}
\end{aligned}
$$

Varme til temperaturendring får vi fra $Q = mc\Delta T$

$$
\begin{aligned}
t &= \frac{mc\Delta T}{P} \\
&\Downarrow \\
t &= \frac{0.700\,\mathrm{kg} \cdot 4.18 \cdot 10^3\,\mathrm{J/kgK} \cdot (90^\circ\,\mathrm{C} - 12^\circ\,\mathrm{C})}{2.0\,\mathrm{kW}} \\
&\Downarrow \\
t &= 114\,\mathrm{s}
\end{aligned}
$$

Oppvarmingen tar (med to siffers nøyaktighet) $\underline{\underline{1.9\,\text{minutter}}}$ eller i dagligtale, cirka 1 min 55 s.

c: Først må isen smelte, da er det 0° C hele tiden; deretter vil temperaturen øke.

Hvor lang tid tar det å smelte isen? Bruker spesifikk smeltevarme for is $Q = lm$ sammen med definisjon av effekt:

$$
\begin{aligned}
P &= \frac{Q}{t} \\
&\Downarrow \\
t &= \frac{Q}{P} \\
&\Downarrow \\
t &= \frac{lm}{P} \\
&\Downarrow \\
t &= \frac{334 \cdot 10^3\,\mathrm{J/kg} \cdot 0.300\,\mathrm{kg}}{2.0\,\mathrm{kW}} \\
&\Downarrow \\
t &= \underline{50.1\,\mathrm{s}}
\end{aligned}
$$

I de resterende $90\,\mathrm{s} - 50.1\,\mathrm{s} = 39.9\,\mathrm{s}$ stiger temperaturen i det opprinnelige vannet *og* smeltevannet:

$$
\begin{aligned}
Q &= mc\Delta T \\
&\Downarrow \\
\Delta T &= \frac{Q}{mc} \\
&\Downarrow \\
\Delta T &= \frac{P \cdot t}{mc} \\
&\Downarrow \\
\Delta T &= \frac{2.0\,\mathrm{kW} \cdot 39.9\,\mathrm{s}}{0.800\,\mathrm{kg} \cdot 4.18 \cdot 10^3\,\mathrm{J/kgK}} \\
&\Downarrow \\
\Delta T &= 23.86K
\end{aligned}
$$

Fordi starttemperaturen i opprinnelig vann og smeltevann var 0° C er temperaturen etter 1.5 minutter $\underline{\underline{24\,^\circ\mathrm{C}}}$.

Oppgave 7

Kretsen blir enklere å forstå om vi tegner den litt annerledes, merk at vi kan flytte R_2 til oversiden av slik som i figur 4. Vi ser da at motstandene R_1 og R_2 er koblet i parallellkobling som så er i serie med motstand R_3.

a: Motstand i parallellkobling:

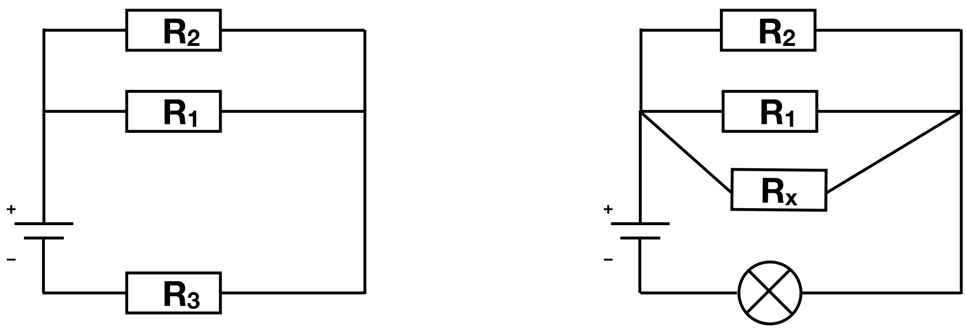
$$\begin{aligned}
\frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\
&\Downarrow \\
R_p &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \\
&\Downarrow \\
R_p &= \frac{1}{\frac{1}{100\,\Omega} + \frac{1}{150\,\Omega}} \\
&\Downarrow \\
R_p &= 60\,\Omega
\end{aligned}$$

Total ytre motstand i kretsen blir da $R = R_p + R_3 = 120\,\Omega$.

Ohms lov gir oss hovedstrømmen i kretsen:

$$\begin{aligned}
U &= RI \\
&\Downarrow \\
I &= \frac{U}{R} \\
&\Downarrow \\
I &= \frac{12\,\mathrm{V}}{120\,\Omega} \\
&\Downarrow \\
I &= 0.10\,\mathrm{A}
\end{aligned}$$

Hele hovedstrømmen går gjennom motstanden R_3 så $I_3 = \underline{\underline{0.10\,\mathrm{A}}}$.



Figur 4: Nytegnet koblingsskjema til oppgave 7. Venstre til deloppgave **a** og høyre til deloppgave **b**.

Spenningsfallet over motstanden R_3 er

$$U_3 = R_3 I_3 = 60\,\Omega \cdot 0.10\,\mathrm{A} = 6.0\,\mathrm{V}$$

Da må spenningsfallet over parallellkoblingen være $12\,\mathrm{V} - 6.0\,\mathrm{V} = 6.0\,\mathrm{V}$.

Nå kan vi finne strømmen gjennom motstand R_1:

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{U_1}{R_1} \\ &\Downarrow \\ I_1 &= \frac{6.0\,\mathrm{V}}{100\,\Omega} \\ &\Downarrow \\ I_1 &= \underline{\underline{0.060\,\mathrm{A}}} \end{aligned}$$

Til slutt kan vi finne I_2 vha. Kirchoffs 1. lov

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 &= I_3 \\ &\Downarrow \\ I_2 &= I_3 - I_1 \\ &\Downarrow \\ I_2 &= \underline{\underline{0.040\,\mathrm{A}}} \end{aligned}$$

b: Ettersom spenningsfallet over lyspæra er $6.0\,\mathrm{V}$ gir Kirchchoffs 2. lov at spenningsfallet over parallellkoblingen blir $6.0\,\mathrm{V}$.

Med strømmen $0.20\,\mathrm{A}$ og spenningsfallet $6.0\,\mathrm{V}$ over parallellkoblingen må motstanden være $R_p = U_p/I_p = 6.0\,\mathrm{V}/0.20\,\mathrm{A} = 30\,\Omega$.

Vi finner R_x:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_x} \\ &\Downarrow \\ \frac{1}{R_x} &= \frac{1}{R_p} - \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \\ &\Downarrow \\ \frac{1}{R_x} &= \frac{1}{30\,\Omega} - \frac{1}{100\,\Omega} - \frac{1}{150\,\Omega} \\ &\Downarrow \\ R_x &= \underline{\underline{60\,\Omega}} \end{aligned}$$

Oppgave 8

$$
\begin{aligned}
\Sigma M &= 0 \\
&\Downarrow \\
(1.3\,\mathrm{m}) \cdot F - (0.53\,\mathrm{m}) \cdot G + 0 \cdot N &= 0 \\
&\Downarrow \\
(1.3\,\mathrm{m}) \cdot F - (0.53\,\mathrm{m}) mg &= 0 \\
&\Downarrow \\
m &= \frac{(1.3\,\mathrm{m})(20\,\mathrm{N})}{(0.53\,\mathrm{m})(9.81\,\mathrm{m/s^2})} \\
&\Downarrow \\
m &= \underline{\underline{5.0\,\mathrm{kg}}}
\end{aligned}
$$

Oppgave 9

a: Sentripetalakselerasjon

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(25\,\mathrm{m/s})^2}{220\,\mathrm{m}} = \underline{\underline{2.8\,\mathrm{m/s^2}}}$$

Retning mot sentrum av sirkelen. Sjøl om banefarten er konstant endrer fartsvektoren hele tiden retning, endring i retning betyr at $\Delta\vec{v} \neq 0$ og følgelig er det en akselerasjon fordi $\vec{a} = \Delta\vec{v}/\Delta t$.

b: Friksjonskraft lik sentripetalkraft

$$\begin{aligned}
\mu N &= \frac{mv^2}{r} \\
&\Downarrow \\
\mu m g &= \frac{mv^2}{r} \\
&\Downarrow \\
\mu &= \frac{v^2}{gr} \\
&\Downarrow \\
\mu &= \underline{\underline{0.29}}
\end{aligned}$$