

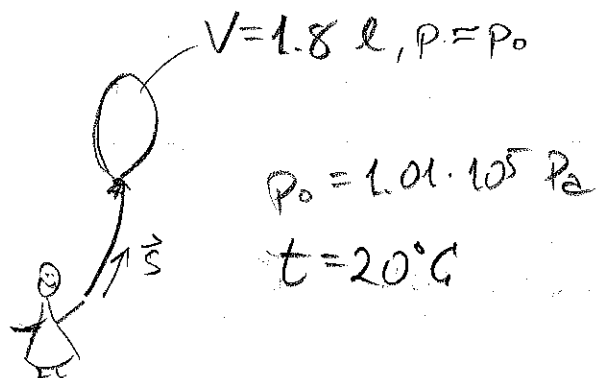
Innlevering nr. 4

Fysikk, 3-termin høsten 2015

Løysingsforslag

Oppgave 1

a)



Den ideelle gassloven: $pV = NkT$ der N er talet på molekyl. Siden helium er ein einatomisk gass, er N også talet på atom. T er temperaturen målt i absolutt skala.

$$N = \frac{pV}{kT} = \frac{1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot (20 + 273.15) \text{ K}}$$
$$= 4.494 \cdot 10^{22} \approx \underline{\underline{4.5 \cdot 10^{22}}}$$

Kvar atom veg 4.00 u . Massen av gassen blir

$$m_g = 4.494 \cdot 10^{22} \cdot 4.00 \text{ u} = 4.494 \cdot 10^{22} \cdot 4.00 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$
$$= 2.984 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

Tyngde av gassen blir

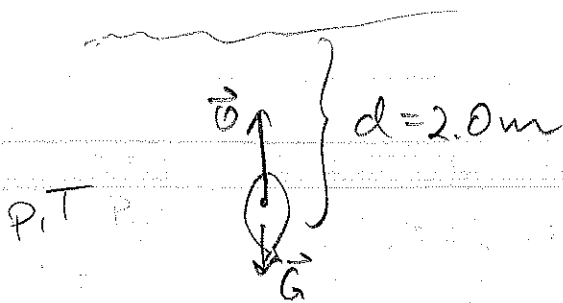
$$G_g = m_g \cdot g = 2.984 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 2.927 \cdot 10^{-3} \text{ N} \approx \underline{2.9 \text{ mN}}$$

Snordraget $S = 23 \text{ mN}$. Vi ser at tyngde av gassen spelar ei rolle her;

$$\frac{G_g}{S} = \frac{2.9}{23} = 0.126 \approx \underline{13\%},$$

snordraget ville ha vore større om ikkje det var for massen av gassen (og sjølve ballongen).

b)



Derksom temperaturen i ballongen er høgare enn i vatnet, vil det gå varme frå ballongen til vatnen - heilt til temperaturane er like.

Derksom trykket i ballongen hadde vore mindre enn i vatnet, ville kreftene mot innsida av ballongskallet ha vore mindre enn dei mot utsida. Dette ville ha ført at ballongen krympa - noko som

igjen ville ha ført til at trykket i ballongen auker. Dette ville ha skjedde heilt til kreftene på ballongskalet var like store på begge sider. - altså til trykket var det like på innside og utside.

Derfor kan vi gå ut ifrå at trykk og temperatur i vatn og ballong er like etter ei viss tid.

c) Gitt: $T = (12 + 273.15) K = 285.15 K$

- Vi skal finne oppdriften O , som igjen er gitt ved $O = \rho V g$, der

$\rho = 1.0 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ er tettheten [tettheten] av vatn. Vi må altså først bestemme volumet V . Tilstandsligninga gir at

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (\Rightarrow) \quad V_2 = \frac{T_2 P_1}{T_1 P_2} V_1$$

der vi her let situasjon 1 vere situasjonen i a).

Vi treng ò ò bestemme P_2 , som er gitt ved ligninga $P_2 = P_0 + \rho g d$ d er djupna (sjå figur).

$$P_2 = P_0 + \rho g d = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} + 1.0 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2.0 \text{ m} =$$

$$1.206 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Nytt volum:

$$V_2 = \frac{T_2 P_1}{T_1 P_2} V_1 = \frac{285.15 \text{ K} \cdot 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{293.15 \text{ K} \cdot 1.206 \cdot 10^5 \text{ Pa}} \cdot 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$= \underline{1.466 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$$

Oppdrift:

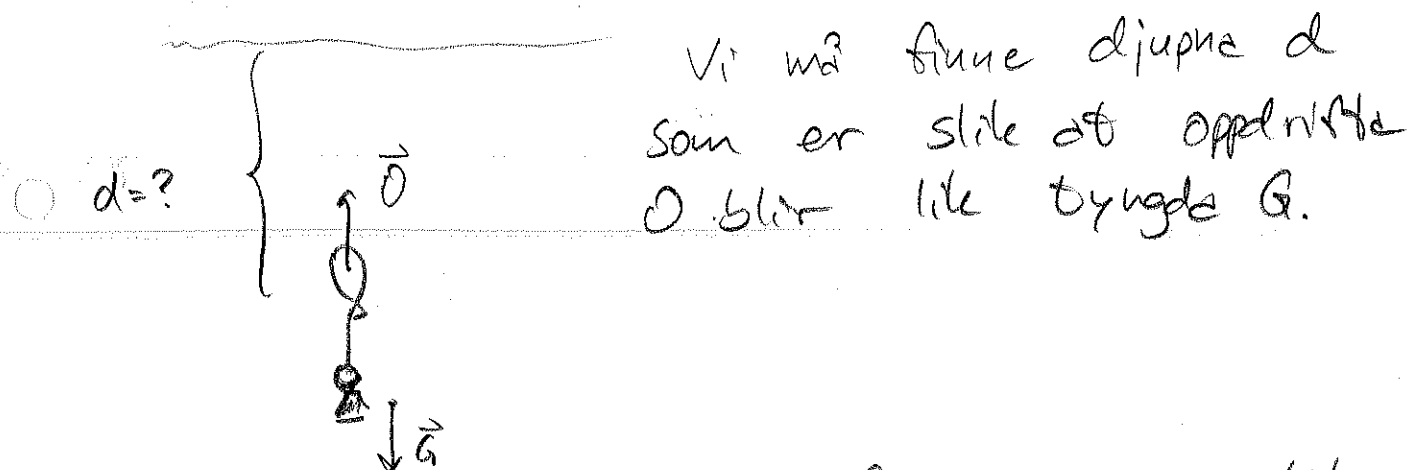
$$O = \rho_v V_2 g = 1.0 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1.466 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 =$$

$$14.38 \text{ N} \approx \underline{14 \text{ N}}$$

d) Tyngde av boblen: $G = 0.50 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 =$

$$4.905 \text{ N} \approx 4.9 \text{ N} < O$$

Tyngde G er mindre enn oppdrifta O . Ballongen vil ikke synke



Vi kombinerer det vi fant i c) til en formel:

$$O = \rho_v V_2 g = \rho_v \frac{T_2 P_1}{T_1 P_2} V_1 g = \rho_v \frac{T_2 P_1}{T_1 (P_0 + \rho_v g d)} V_1 g$$

$$= \rho_v \frac{T_2 P_0}{T_1 (P_0 + \rho_v g d)} V_1 g$$

Vi set $0 = G$ og løser for d :

$$P_v \frac{T_2 P_0}{T_1 (P_0 + P_v g d)} V_1 g = G$$

$$P_0 + P_v g d = \frac{P_v T_2 P_0 V_1 g}{T_1 G}$$

$$P_v g d = \frac{P_v T_2 P_0 V_1 g}{T_1 G} - P_0$$

$$d = \frac{P_v T_2 P_0 V_1 g}{T_1 G P_v g} - \frac{P_0}{P_v g} =$$

$$\frac{T_2 P_0 V_1}{T_1 G} - \frac{P_0}{P_v g} = 2 \dots \dots$$

$$\frac{285.15 \cdot 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{293.15 \cdot 4.905 \text{ N}} - \frac{1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1.0 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 25.76 \text{ m} \approx \underline{\underline{26 \text{ m}}}$$

○ Det kan jo være at det ikke er helt rimelig å gå ut fra at temperaturen er 12°C også på denne dybde.

Oppgave 2

a) Siden gassen ikke kan gjøre noe arbeid med løst stempel, vil all varmen Q gå med til å øke den indre energien U . For ideelle einatomiske gasser gjelder

$$U = \frac{3}{2} NkT \quad \text{der } N \text{ er talet på atom og } T \text{ er temperatur.}$$

Vi har 2.65 g argon. Massen av hvert atom er 39.9 u.

$$N = \frac{2.65 \text{ g}}{39.9 \text{ u}} = \frac{2.65 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{39.9 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 4.001 \cdot 10^{22}$$

Siden $U = \frac{3}{2} NkT$ er også endringa i U , ΔU , proporsjonal med temperaturauken, ΔT : $\Delta U = \frac{3}{2} Nk\Delta T$. Med $\Delta U = Q$ får vi

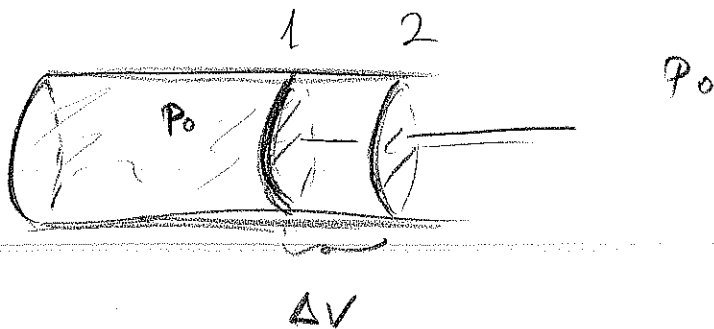
$$Q = \frac{3}{2} Nk\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{2Q}{3Nk} = \frac{2 \cdot 5.79 \text{ J}}{3 \cdot 4.001 \cdot 10^{22} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}} \\ = 6.991 \text{ K} \approx \underline{\underline{6.99^\circ \text{C}}}$$

(Her spiller det inge rolle om vi bruker K eller $^\circ\text{C}$ som enhet siden det er snakk om en temperatur-differanse.)

b) Med fritt stempel vil trykket i gassen holde seg konstant. Siden gassen kan slyve stempelet utover, vil nokk av den tilførte varmen gå med til å gjøre dette arbeidet:

$\Delta U = Q + W$, der W er arbeidet utført på systemet. Siden det her er systemet som gjør eit arbeid på omgivenden [omgivelsene], er W negativ i dette tilfellet. Siden trykket er konstant, gjelder

$-W = p\Delta V$, der ΔV er volum-endringa.



Altså: $\Delta U = Q - p_0\Delta V$

$$\frac{3}{2} Nk\Delta T = Q - p_0\Delta V$$

ΔV er også avhengig av ΔT siden

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$p_1 = p_2 = p_0$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Leftrightarrow V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{T_2}{T_1} V_1 - V_1 = \frac{V_1}{T_1} (T_2 - T_1) = \frac{V_1}{T_1} \Delta T$$

Vi får:

$$\frac{3}{2} Nk \Delta T = Q - P_0 \frac{V_1}{T_1} \Delta T$$

$$\frac{3}{2} Nk \Delta T + P_0 \frac{V_1}{T_1} \Delta T = Q$$

$$\Delta T = \frac{Q}{\frac{3}{2} Nk + P_0 \frac{V_1}{T_1}} =$$

$$5.79 \text{ J}$$

$$\frac{\frac{3}{2} \cdot 4.001 \cdot 10^{22} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} + 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \frac{1.60 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{300 \text{ K}}}{}$$

$$= 4.236 \text{ K} \approx \underline{\underline{4.24^\circ \text{C}}}$$

c) Ved fiksert volum:

$$\Delta U = Q, \quad \Delta U = \frac{3}{2} Nk \Delta T$$

$$\text{Altså: } \frac{3}{2} Nk \Delta T = Q, \quad \frac{Q}{\Delta T} = \frac{3}{2} Nk$$

Men $\frac{Q}{\Delta T}$ er definitionen av varmekapasitet. Dermed vi deler på massen m , får vi spesifikk varmekapasitet, c .
Siden $m = N m_e$, der m_e er massen av ett atom, gjelder

$$c = \frac{\frac{Q}{\Delta T}}{m} = \frac{\frac{3}{2} Nk}{N m_e} = \frac{3k}{2 m_e} = \frac{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}}{2 \cdot 39.9 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} =$$

$$312.5 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \approx \underline{\underline{313 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}}$$

Dette stemmer veldig bra med den målte verdien

- d) Vi såg at for den samme tilførte varmen, økte temperaturen med 6.99°C da volumet var konstant medan det berre økte med 4.24°C da trykket var konstant. Grunnen er at i det første tilfellet går all varmen med til å øke temperaturen medan [mens] nokk av varmen går til å gjøre eit arbeid i det andre tilfellet.

For spesielt interesserte:

Ved konstant trykk har vi at

$$\frac{3}{2} Nk \Delta T = Q - P_1 \frac{V_1}{T_1} \Delta T \quad \text{slik at}$$

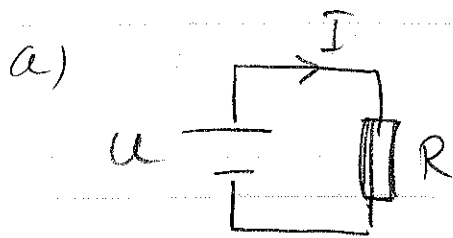
$$\frac{Q}{\Delta T} = \frac{3}{2} Nk + P_1 \frac{V_1}{T_1} = \frac{3}{2} Nk + Nk = \frac{5}{2} Nk$$

$$(P_1 \frac{V_1}{T_1} = NkT)$$

Det gir

$$C = \frac{1}{m} \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\frac{5}{2} Nk}{N \cdot m_e} = \frac{5k}{2m_e} = \frac{5 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}}{2 \cdot 39.9 \cdot 1.66 \cdot 10^{-22} \text{kg}} = \underline{\underline{521 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}}$$

Oppgave 3



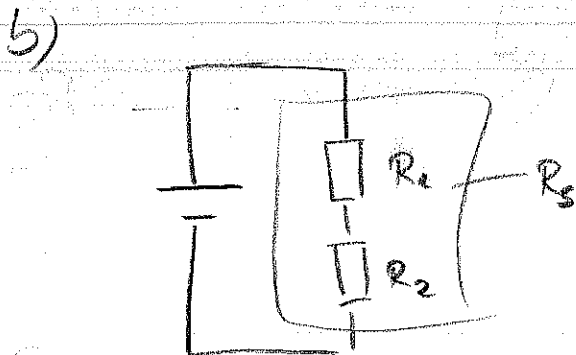
Ohms lov: $U = RI$

Strøm gjennom R_1 :

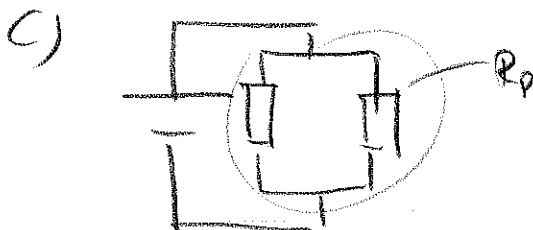
$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220 \text{ V}}{75 \Omega} = 2.933 \frac{\text{V}}{\Omega} \approx \underline{\underline{2.9 \text{ A}}}$$

Gjennom R_2 :

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{220 \text{ V}}{93 \Omega} = 2.366 \text{ A} \approx \underline{\underline{2.4 \text{ A}}}$$



Serieskopling: $R_5 = R_1 + R_2 = (75 + 93) \Omega = \underline{\underline{168 \Omega}}$



Parallelkopling: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$R_p = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{75 \cdot 93 \Omega^2}{(75 + 93) \Omega} = \underline{\underline{41.5 \Omega}}$$

d) Effekt ved seriekopling:

$$P_s = U I_s = U \cdot \frac{U}{R_s} = \frac{U^2}{R_s} = \frac{(220\text{ V})^2}{168\text{ }\Omega} = 288.1 \frac{\text{V}^2}{\Omega} \approx \underline{288\text{ W}}$$

Ved parallelkopling:

$$P_p = \frac{U^2}{R_p} = \frac{(220\text{ V})^2}{41.5\text{ }\Omega} = 1166\text{ W} \approx \underline{1.17\text{ kW}} > P_s$$

Effekten er størst ved parallelkopling. Dette skyldes at resultantmodstanden er mindst ved parallelkopling ($R_p < R_s$).

e) Energi er effekt gange tid:

$$\text{Vormen } Q = P t = 0.70\text{ kW} \cdot 3.0\text{ h} =$$

$$0.70 \cdot 10^3\text{ W} \cdot 3.0 \cdot 60 \cdot 60\text{ s} = 7.56 \cdot 10^6\text{ J} = \underline{7.56\text{ MJ}} \\ = \underline{2.1\text{ kWh}}$$