

TFY4115 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2013.
Løsningsforslag til øving 8.

Oppgave 1.

Hvis du vet, eller finner ut, at luft har massetetthet ca $1.2 - 1.3 \text{ kg/m}^3$, er det bare å gange med volumet på ca $10 \text{ m}^2 \times 2.4 \text{ m}$, dvs ca 24 m^3 . Dette gir en masse omkring 30 kg .

Med ideell gass: $pV = Nk_B T$ gir antall molekyler pr volumenhet,

$$\rho = N/V = p/k_B T \simeq 10^5 / (1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 300) \simeq 2.4 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}.$$

Vi trenger midlere masse pr molekyl. Med ca 20 prosent oksygen og resten nitrogen blir dette ca 29 g/mol , som er ca $4.8 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ pr molekyl. Dermed

$$\mu = \langle m \rangle \rho \simeq 1.2 \text{ kg/m}^3.$$

Oppgave 2.

For å ha en synlig spritsøyle bør vel diameteren være f.eks ca 0.4 mm . En høydeendring på 1 cm , som gir en temperaturendring på 1 grad , krever da en volumendring

$$\Delta V = A \cdot h = \pi r^2 \cdot h \simeq 0.4\pi \text{ mm}^3.$$

Totalt volum sprit må da være

$$V = \frac{\Delta V}{\beta \Delta T} = 400\pi \text{ mm}^3 \simeq 1.3 \text{ mL}.$$

Oppgave 3.

Tyngden av en luftsøyle med tverrsnitt A og høyde z er $\mu g z$. Dermed:

$$p(0)A = p(z)A + \mu g z A,$$

dvs

$$p(z) = p(0) - \mu g z.$$

Differensielt:

$$dp = -\mu g dz.$$

Oppgave 4.

a) Trykket i 1 mol ideell gass ved 20°C og volum 24.0 L :

$$p = \frac{RT}{V} = \frac{8.314 \cdot 293}{24.0 \cdot 10^{-3}} \text{ Pa} = 1.015 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}.$$

Ved samme temperatur men med volum 0.24 L blir trykket

$$p = \frac{RT}{V} = \frac{8.314 \cdot 293}{0.24 \cdot 10^{-3}} \text{ Pa} = 1.015 \cdot 10^7 \text{ Pa} = 100 \text{ atm}.$$

b) Med van der Waals tilstandsligning ved 20°C og 1 mol luft i et volum 24.0 L :

$$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2} = \frac{8.314 \cdot 293}{(24.0 - 0.0367) \cdot 10^{-3}} \text{ Pa} - \frac{1.368 \cdot 10^{5-6}}{(24.0 \cdot 10^{-3})^2} \text{ Pa} = 1.014 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}.$$

Med volum 0.24 L finner vi tilsvarende

$$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2} = \frac{8.314 \cdot 293}{(0.24 - 0.0367) \cdot 10^{-3}} \text{ Pa} - \frac{1.368 \cdot 10^{5-6}}{(0.24 \cdot 10^{-3})^2} \text{ Pa} = 0.961 \cdot 10^7 \text{ Pa} = 96 \text{ atm.}$$

(Sammenheng mellom noen ulike enheter for trykk: $1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$.)

Oppgave 5

Multiplikasjon med V^2 gir ligningen

$$pV^3 - N(pb + kT)V^2 + aN^2V - abN^3 = 0.$$