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 kg/m^3, er det bare å gange med volumet på ca 10 m^2 $\times$ 2.4 m, dvs ca 24 m^3. Dette gir en masse omkring 30 kg.

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

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

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

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

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

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

Totalt volum sprit må da være

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

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:

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

Ved samme temperatur men med volum 0.24 L blir trykket

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

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

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

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 atm = $1.013 \cdot 10^5$ Pa = 760 mmHg.)

Oppgave 5

Multiplikasjon med V^2 gir ligningen

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