

Termisk fysikk, 2011

Løsning øving 1.

①

Oppgave 1.

- a) Endring av trykhet Δp ved en liten endring av temperaturen ΔT er ved konstant volum gitt ved

$$\Delta p = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \Delta T$$

For å bestemme den deriverte lengtes relasjonen

$$-1 = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \left(-V \kappa_T \right) \left(\frac{1}{V \alpha} \right)$$

$$\text{der } \kappa_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T \quad \text{og} \quad \alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_p^{-1}$$

For hver grad temperaturøkning blir dermed

$$\Delta p = \frac{\alpha}{\kappa_T} \Delta T = \frac{48,5 \cdot 10^{-6}}{7,7 \cdot 10^{-12}} \cdot 1 \text{ Pa} = \underline{\underline{6,3 \cdot 10^6 \text{ Pa} \approx 62 \text{ atm}}}$$

b) Ved derivering på begge sider finner en

$$\left(\frac{\partial \alpha}{\partial p} \right)_T = \frac{\partial}{\partial p} \left(\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial T} \right) = \frac{1}{V} \frac{\partial^2 V}{\partial p \partial T} - \frac{1}{V^2} \frac{\partial V}{\partial p} \frac{\partial V}{\partial T}$$

$$-\left(\frac{\partial \kappa_T}{\partial T} \right)_p = \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial p} \right) = \frac{1}{V} \frac{\partial^2 V}{\partial T \partial p} - \frac{1}{V^2} \frac{\partial V}{\partial T} \frac{\partial V}{\partial p}$$

Ved sammenlikning ser en følgende at

$$\underline{\underline{\left(\frac{\partial \alpha}{\partial p} \right)_T = - \left(\frac{\partial \kappa_T}{\partial T} \right)_p}}$$

Oppgave 2.

②

- a) Trykhet i 1 mol ideell gass ved 200°C og volum 24,0 l

$$p = \frac{RT}{V} = \frac{8,314 \text{ J/K} \cdot 293 \text{ K}}{24,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = \underline{\underline{1,015 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}}}$$

Med volumet 0,24 l og samme temperatur

blir trykhet

$$p = \frac{RT}{V} = \frac{8,314 \cdot 293}{0,24 \cdot 10^{-3}} \text{ Pa} = \underline{\underline{1,015 \cdot 10^7 \text{ Pa} = 100 \text{ atm}}}$$

b) Med Van der Waals Tilstandslikning blir

trykhet for 1 mol luft ved 200°C og volum 24,0 l

$$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2} = \frac{8,314 \cdot 293}{(24,0 - 0,0367) \cdot 10^{-3}} \text{ Pa} - \frac{1,368 \cdot 10^{-5}}{(24,0 \cdot 10^{-3})^2} \text{ Pa}$$

$$= \underline{\underline{1,014 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}}}$$

Med volum 0,24 l blir tilsvarende

$$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2} = \frac{8,314 \cdot 293}{(0,240 - 0,0367) \cdot 10^{-3}} - \frac{1,368 \cdot 10^{-5}}{(0,24 \cdot 10^{-3})^2} \text{ Pa}$$

$$= \underline{\underline{0,961 \cdot 10^7 \text{ Pa} = 96 \text{ atm}}}$$

$$(1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mm Hg})$$