

**Lösningar till tentamen i fysik för C och D – termodynamik  
100113**

1. Allmänna gaslagen:  $pV = nRT$ .

$$n_{\text{O}_2} = \frac{p_{\text{O}_2} \cdot V_{\text{O}_2}}{RT}, n_{\text{N}_2} = \frac{p_{\text{N}_2} \cdot V_{\text{N}_2}}{RT}.$$

Efter blandningen fylls den nya volymen av det totala antalet mol gas. Tycket blir då:

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{(n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2})RT}{V} = \frac{RT}{V} \left( \frac{p_{\text{O}_2} \cdot V_{\text{O}_2}}{RT} + \frac{p_{\text{N}_2} \cdot V_{\text{N}_2}}{RT} \right) = p_{\text{O}_2} \frac{V_{\text{O}_2}}{V} + p_{\text{N}_2} \frac{V_{\text{N}_2}}{V} =$$

$$0,3 \cdot \frac{20}{40} + 0,6 \cdot \frac{30}{40} = 0,6 \text{ atm.}$$

---

2. Beteckningar:

Massan för testkroppen =  $m = 0,1$  kg, okänd specifik värmekapacitet =  $c$ .

Massan för kopparkalorimetern =  $m_{\text{Cu}} = 0,025$  kg, massa 20-gradigt vatten =

$m_{v1} = 0,060$  kg, massa 80-gradigt vatten =  $m_{v2} = 0,125$  kg. Specifik värmekapacitet för

koppar =  $c_{\text{Cu}} = 390$  J/kgK, för vatten =  $c_v = 4180$  J/kgK. Starttemperatur  $T_1 = 20$  °C,

$T_2 = 80$  °C och sluttemperatur  $T_f = 54$  °C.

Avgivet värme:  $Q_{\text{ut}} = m_{v2} \cdot c_v \cdot (T_2 - T_f)$

Upptaget värme:  $Q_{\text{in}} = (m_{v1} \cdot c_v + m_{\text{Cu}} \cdot c_{\text{Cu}} + m \cdot c) \cdot (T_f - T_1)$

$$Q_{\text{in}} = Q_{\text{ut}} \Rightarrow c = 1390 \text{ J/kgK}$$

---

3. Stefan Boltzmanns lag:  $P = \varepsilon A \sigma (T^4 - T_0^4)$ . I förhållande till glödtrådens temperatur kan vi försumma rumstemperaturen  $T_0$ .  $P_2 = 2 \cdot P_1 \Rightarrow T_2 = \sqrt[4]{2} \cdot T_1 = 1,189 \cdot 1573 \text{ K} = 1597$  °C.
- 

- 4a. Värm så snabbt som möjligt. Värmer man tillräckligt långsamt kommer värmeöverföringen till omgivningen att göra att man inte ens kommer upp till 100 °C.
- 4b. Nu ska man värma försiktigt, så att det precis fortsätter att koka. Tillför man mer värme kommer bara mer vatten att koka bort utan att temperaturen kan höjas.

5a. Enlig TeFyMa är mättnadskoncentrationen av vattenånga i luften vid 30 °C 30,37 g/m<sup>3</sup> och alltså har vi koncentrationen  $\rho = 0,54 \cdot 30,37 = 16,4 \text{ g/m}^3$ . Från samma tabell ser vi att detta är mättnadskoncentrationen vid ca 19 °C. Alltså börjar molnbildningen vid ca 19 °C

5b. För en adiabat gäller Poissons ekvationer.

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \Rightarrow \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \left( \frac{292}{303} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = 0,964^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma = p_1 \cdot 0,964^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$$

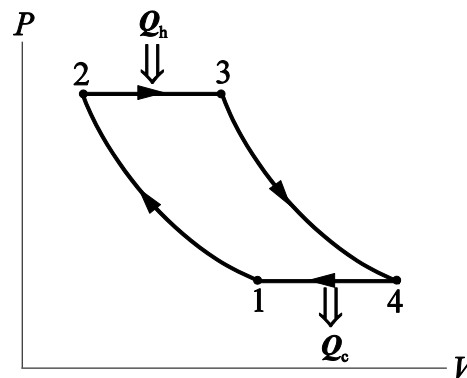
$$f = 6,11 \Rightarrow \gamma = \frac{f+2}{f} = 1,33 \text{ och } p_2 = 0,86 \text{ atm.}$$

5c. Lufttrycket som funktion av höjden ges av barometriska höjdförmeln:

$$p = p(0) \cdot e^{-\frac{Mg}{RT}h} \Rightarrow h = -\frac{RT}{Mg} \ln\left(\frac{p}{p(0)}\right) = -\frac{8,31 \text{ J/molK} \cdot 298 \text{ K}}{0,029 \text{ kg/mol} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \ln(0,86) = 1,3 \text{ km}$$

där vi använt medeltemperaturen 25 °C.

6a. Brayton cykeln:



6b. 1→2: Adiabat  $\Rightarrow Q = 0 \Rightarrow W = -\Delta E_{\text{int}} = -n \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1)$

2→3: Isobar  $\Rightarrow Q_h = n \cdot c_v \cdot (T_3 - T_2) + p_2 \cdot (V_3 - V_2) = n \cdot c_p \cdot (T_3 - T_2)$

3→4: Adiabat  $\Rightarrow Q = 0 \Rightarrow W = -\Delta E_{\text{int}} = -n \cdot c_v \cdot (T_4 - T_3)$

4→1: Isobar  $\Rightarrow Q_c = n \cdot c_v \cdot (T_1 - T_4) + p_1 \cdot (V_1 - V_4) = n \cdot c_p \cdot (T_1 - T_4)$

$$\varepsilon = \frac{W_{\text{netto}}}{Q_h} = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h} = 1 - \frac{n \cdot c_p \cdot |T_1 - T_4|}{n \cdot c_p \cdot (T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2}$$