## Lösningar till C3/D3 Termodynamik 2012-01-11

1. Avläs punkterna 1 och 2 i diagrammet. 1: (11,5 ℓ, 2,0 atm), 2: (22,5 ℓ, 1,0 atm).

$$W=\int_{V_1}^{V_2} p\,dV,\ W_{\mathrm{gas}}=W_{12}+W_{21}.$$

$W_{12}=$ arean av en rektangel + en triangel =

$$1\ \mathrm{atm}\cdot(22{,}5-11{,}5)\ \ell+\frac{1}{2}\cdot 1\ \mathrm{atm}\cdot(22{,}5-11{,}5)\ \ell=1671\ \mathrm{J}$$

$$W_{21}=nRT\ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)=p_1V_1\ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)=2\ \mathrm{atm}\cdot 11{,}5\cdot 10^{-3}\ \mathrm{m}^3\cdot\ln(11{,}5/22{,}5)=-1564\ \mathrm{J}$$

$W_{\mathrm{gas}}=108$ J.

2a. Luftens avger $P=\Delta n/\Delta t\cdot C_p\cdot\Delta T$ och $\Delta n=p\cdot\Delta V/RT$ => $P=(\Delta V/\Delta t)\cdot(p/R\cdot T)\cdot 7/2\cdot R\cdot\Delta T=$ $(150\ \mathrm{m}^3/3600\ \mathrm{s})\cdot(1{,}013\cdot 10^5\ \mathrm{Pa}/(8{,}31\ \mathrm{J/(mol\cdot K)}\cdot 293\ \mathrm{K}))\cdot 3{,}5\cdot 12\ \mathrm{K}=600\ \mathrm{W}$

2b. $V_f=(600+280)/280=3{,}1$

2c. $Q=m\cdot c\cdot\Delta T$ => $m=Q/(c\cdot\Delta T)=(880\ \mathrm{W}\cdot 24\ \mathrm{h}\cdot 3600\ (\mathrm{s/h})/(4{,}19\ 10^3\ \mathrm{J/(kg\cdot K)}\cdot 52\ \mathrm{K})$ = 350 kg => 350 *l*

3a. Förådstuben: $\Delta n=\dfrac{V}{RT}(p_1-p_{21})=\dfrac{50\cdot 10^{-3}\mathrm{m}^3}{(8{,}31\ \mathrm{J/mol\cdot K})\cdot 293\ \mathrm{K}}\cdot 7\ \mathrm{MPa}=144\ \mathrm{mol}.$

3b. Experimenttuben:

$$n=n_1+\Delta n=\frac{pV}{RT}+\Delta n=3{,}28+\Delta n=147\ \mathrm{mol}$$

Ny volym blir då: $V=\dfrac{nRT}{p}=\dfrac{147\cdot 8{,}31\cdot 293}{8\cdot 10^6}=44{,}8\ \ell.$

3c. Förflyttningen från förådstuben med det högre trycket innebär att gasen expanderar. Detta kostar energi eftersom det genomsnittliga avståndet mellan gasatomerna måste öka. Denna energi kan bara komma från den kinetiska energin hos gasen som alltså måste minska vilket, via 3/2 *kT*, gör att även temperaturen minskar.

4. I mikron: $Q_m=P_m\cdot\Delta t_m=m_v\cdot c_v\cdot\Delta T$. På spisen: $Q_s=P_s\cdot\Delta t_s=(m_v\cdot c_v+m_{Al}\cdot c_{Al})\cdot\Delta T$

$$\Delta t_m=\Delta t_s\Rightarrow\frac{m_v\cdot c_v\cdot\Delta T}{P_m}=\frac{(m_v\cdot c_v+m_{Al}\cdot c_{Al})\cdot\Delta T}{P_s}\Rightarrow$$

$$m_v\cdot c_v\left(\frac{P_s-P_m}{P_m}\right)=m_{Al}\cdot c_{Al}\Rightarrow m_v=m_{Al}\cdot\frac{c_{Al}}{c_v}\cdot\frac{P_m}{P_s-P_m}=0{,}5\ \mathrm{kg}\cdot\frac{0{,}90}{4{,}18}\cdot\frac{625}{375}=0{,}18\ \mathrm{kg}$$

5a. $P=A\cdot\alpha\cdot\Delta T$ => $\Delta T=P/A\cdot\alpha$= 1000 W/(1,4 m$^2$ · 8 W/(m$^2$·K)) = 89 $^o$C Svar: 109 $^o$C

5b. $P=\sigma\cdot A(eT^4_{radiator}-aT^4_{rum})$ och $e=a$ =>
1000 W = 0,90·5.67 10$^{-8}$ W/(m$^2$·K$^4$)·1,4 m$^2$ ($T^4_{radiator}$ –(293 K)$^4$)=>$T_{radiator}$= 382 K
Svar: 109 $^o$C

5c. $P=A\cdot\alpha\cdot\Delta T+e\cdot\sigma\cdot A(T^4_{radiator}-T^4_{rum})$ = 11,2 W/K ·$\Delta T$ + 7,14 · 10$^{-8}$ W/K$^4$ ( $T^4_{radiator}$ – (293 K)$^4$)

60 $^o$C: 448 W + 351 W = 749 W
70 $^o$C: 560 W + 462 W = 1022 W
69 $^o$C: 549 W + 451 W = 1000 W Svar: ca 70 $^o$C

6a. I det gula området är ämnet i vätskeform, i det vita i gasform och i det röda i en blandning av gas och vätska

6b. Isotermen genom punkten C är den ”kritiska temperaturen”, d.v.s. den temperatur över vilken ämnet alltid är i gasfas. Denna temperatur är relaterad till det största djupet av potentialkurvan, d.v.s. den största bindningsenergin som vätskesystemet har. När den kinetiska energin, relaterad till temperaturen, är större än så kan gasen aldrig kondensera till vätska

6c. I blandfasen har systemet konstant tryck – ångtrycket – tills all gas blivit vätska, eller tvärt om. Motsvarande temperatur kallas kokpunkten vid det aktuella trycket.