2004-04-03

TERMODYNAMIK FYP010, FIN400

Förslag till lösningar:

1)

$d = 1{,}350$ cm $t = 20°C$

Hålet utvidgas lika mycket som stålet. (vinkas lätt...)

$$\alpha = \frac{1}{L}\frac{\Delta L}{\Delta T} \Rightarrow \Delta L = \alpha L \Delta T =$$

$$= 11 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}350 \cdot 10^{-2} \cdot (175 - 20) = 2{,}30 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

ny diameter: 1,3523 cm

$$\Rightarrow A_2 = \pi d_2^2/4 = 1{,}436 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

(innan $A_1 = \pi d_1^2/4 = 1{,}431 \cdot 10^{-4}$ m^2)

Svar $1{,}436 \cdot 10^{-4}$ m^2

2)

1 student 100 W 45 studenter

$V = 1600$ m^3 $p \approx 1 \cdot 10^5$ Pa

Ideal gas: $C_p = \frac{7}{2}R$ ty luft är diatomär

C_p är utmynch i J/(mol·K)

Hur många mol luft? $pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT}$

$$\therefore n = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 1600}{8{,}314 \cdot (273+20)} \approx 65681 \text{ mol}$$

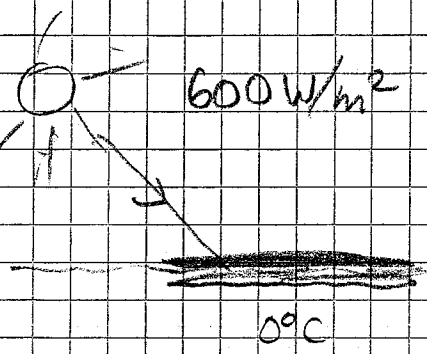
$$C_p = \frac{1}{n}\frac{\Delta Q}{\Delta T} \Rightarrow \Delta T = \frac{1}{n}\frac{\Delta Q}{C_p} = \frac{1}{65681} \cdot \frac{45 \cdot 100}{\frac{7}{2} \cdot 8{,}314} = 2{,}35 \cdot 10^{-3} \text{ K/s}$$

per 45 min föreläsning: $45 \cdot 60 \cdot 2{,}35 \cdot 10^{-3} = 6{,}4$ K

Svar: 6°C

(lokalen är inte lufttät - luft läcker ut - mycket är konstant)

3)



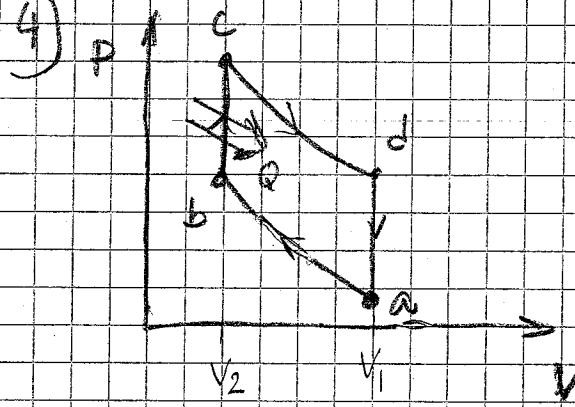
Insolation: $0{,}70 \cdot 600 = 420\ W/m^2 \quad (J/s \cdot m^2)$

Erwärmung: $3{,}33 \cdot 10^5 \cdot 917 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-2} = 7{,}63 \cdot 10^6\ J$
all J/m^2

$t = 7{,}63 \cdot 10^6 / 420 = 1{,}82 \cdot 10^4\ s = 5{,}0\ h$

Antw: 5,0 h

4)



$p_1 = 0{,}85 \cdot 10^5\ Pa$

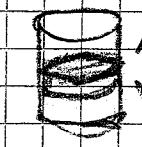
$t_1 = 27°C$

$r = V_1/V_2 = 10{,}6$

$C_V = 20{,}5\ J/mol$

$\gamma = 1{,}40$

$Q = 200\ J$



$V_1 - V_2 = l \cdot \pi d^2/4 = 4{,}619 \cdot 10^{-4}\ m^3$

$\frac{V_1}{V_2} = 10{,}6 \Rightarrow V_1 = 10{,}6 \cdot V_2$

$\Rightarrow 10{,}6 \cdot V_2 - V_2 = 4{,}619 \cdot 10^{-4} \Rightarrow V_2 = \frac{4{,}619 \cdot 10^{-4}}{9{,}6} =$

$= 4{,}81 \cdot 10^{-5}\ m^3$

$\therefore V_1 = 10{,}6 \cdot V_2 = 5{,}10 \cdot 10^{-4}\ m^3 = 0{,}51\ l$

$V_2 = 4{,}81 \cdot 10^{-5}\ m^3 = 0{,}048\ l$

forts.

4) Svar

Antal mol: $n = \frac{PV}{RT} = \frac{0{,}85 \cdot 10^5 \cdot 5{,}10 \cdot 10^{-4}}{8{,}314 \cdot 300} = 17{,}4 \cdot 10^{-3}$ mol

Adiabat: $pV^\gamma = \text{konst}$

a → b: $pV^\gamma = P_1 V_1^\gamma = 0{,}85 \cdot 10^5 \cdot (5{,}10 \cdot 10^{-4})^{1{,}40} =$

$= 2{,}09 = P_2 V_2^\gamma$

$\Rightarrow P_2 = \frac{2{,}09}{V_2^\gamma} = 2{,}32 \cdot 10^6$ Pa

$\therefore T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR} = \frac{2{,}32 \cdot 10^6 \cdot 4{,}81 \cdot 10^{-5}}{17{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}314} = 771\,K = 497°C$

b → c: $C_V = \frac{1}{n}\frac{Q}{\Delta T}$

$\Rightarrow \Delta T = \frac{1}{n}\frac{Q}{C_V} = \frac{1}{17{,}4 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{200}{20{,}5} = 561\,K$

$\Rightarrow T_3 = 561 + 771 = 1332\,K\ (= 1059°C)$

$P_3 = \frac{nRT_3}{V_2} = \frac{17{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}314 \cdot 1332}{4{,}81 \cdot 10^{-5}} = 4{,}01 \cdot 10^6$ Pa

c → d: $pV^\gamma = \text{konst} \Rightarrow$

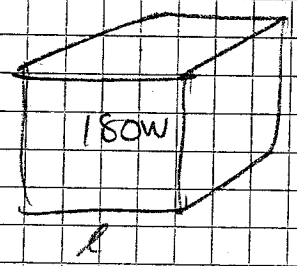
$P_3 V_2^\gamma = P_4 V_1^\gamma \Rightarrow P_4 = P_3 \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma = 1{,}47 \cdot 10^5$ Pa

$T_4 = \frac{P_4 V_1}{nR} = 518\,K = 245°C$

Svar:

$P_c = 4{,}0 \cdot 10^6$ Pa		$P_d = 1{,}5 \cdot 10^5$ Pa	
$V_c = 0{,}048$ l		$V_d = 0{,}51$ l	
$T_c = 1059°C$		$T_d = 245°C$	
$P_b = 2{,}3 \cdot 10^6$ Pa		$P_a = 0{,}85 \cdot 10^5$ Pa	
$V_b = 0{,}048$ l		$V_a = 0{,}51$ l	
$T_b = 497°C$		$T_a = 27°C$	

5)



$\Delta T = 65\,K$

$A = l^2 \cdot 6 = (0{,}6)^2 \cdot 6$

$\Delta x = 3{,}9\ cm$

$k = ?$

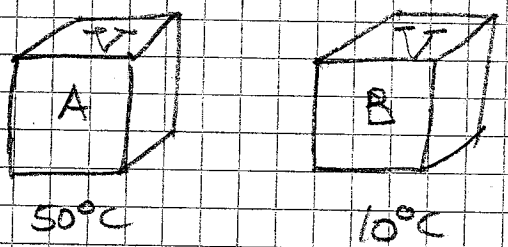
$$\frac{\Delta Q}{\Delta T} = k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$k = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \frac{\Delta x}{A \cdot \Delta T} = 180 \frac{3{,}9 \cdot 10^{-2}}{6 \cdot (0{,}60)^2 \cdot 65} = 4{,}9 \cdot 10^{-2}\ \frac{W}{m \cdot K}$$

Ett medel bra värmeisoleringsmaterial.

Svar $4{,}9 \cdot 10^{-2}\ W/(m \cdot K)$

6)



$T_A > T_B$

$V_A = V_B = V$

a) Fler molekyler i A än i B: **Kan vara sant**

$T_A > T_B$: $T_A = \frac{P_A V}{n_A R}$ $T_B = \frac{P_B V}{n_B R}$ $\Rightarrow P_A > \frac{n_A}{n_B} P_B$ om detta villkor är uppfyllt är påståendet sant, annars inte

b) Molekylerna i A har i medeltal högre kinetisk energi / molekyl än de i B:

Måste vara sant $\langle E_k \rangle = \frac{3}{2} kT$ endast T-beroende

$\Rightarrow$ Påståendet måste vara sant (alltid)

c) Molekylerna i A rör sig snabbare än de i B:

Kan vara sant: $v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ molmassan

$v_A = \sqrt{\frac{3RT_A}{M_A}} > \sqrt{\frac{3RT_B}{M_B}} = v_B \Rightarrow M_A < M_B \frac{T_A}{T_B}$

om detta villkor är uppfyllt är påståendet sant, annars inte