Termodinamika

I.Fizika BSC, 3-5. csoport ;

2012-2013 II. félév

I. Zárthelyi dolgozat megoldásai

1. Egy buborék száll fel a tenger fenekéről (***h***=) ***10 km*** mélységből; odalent (***t_o***=) ***4C^o***-os, fent (***t_1***=) ***27C^o*** –os a víz hőmérséklete. Hányszorosára nő a buborék átmérője mire a felszínre ér ($r_{felszín}/R_{10km}$ =?)?

Megoldás:

A gáztérfogat mélyen: V_h , ekkor a sugár r_h, a nyomás p_h, a hőmérséklet T_h.

A nyomás a felszíni nyomás és a hidrosztatikai nyomás összege (= 1001 atm!):

$$p_h = p_o + \rho_{Hg} g h\,.$$

A gáz mennyisége nem változik, így a gáztörvény:

$$\frac{p_h V_h}{T_h} = \frac{p_1 V_1}{T_1} \text{ , azaz}$$

$$\frac{(p_o + \rho g h)\left(4\pi/3\, R_h^3\right)}{273 + t_o} = \frac{p_o\left(4\pi/3\, r_1^3\right)}{273 + t_1}$$

$$\frac{r_1}{R_h} = \sqrt[3]{\frac{p_h}{p_o}\frac{T_1}{T_h}} = 10.27$$

20 pont

2. Egy ***V= 6 dm^3*** térfogatú edényben ***p_1= 2×10^{5}Pa*** nyomású, ***t_1=27 C^o*** hőmérsékletű ideális gáz van. Mekkora a gáz mólsúlya (***$M_{gáz}$= ?)***, ha ***t_2= -23 C^o*** hőmérséklet mellett ***6 g*** gáz eltávolítása után a gáz nyomása ***p_2= 1×10^{5}Pa*** –ra csökken***?*** (***R= 8,31 J/mol***)

Megoldás:

A gáz mennyisége változik, így a gáztörvény:

$$p_1 V_1 = n_1 R T_1 = \frac{m_1}{M} R T_1 \text{ , és } p_2 V_2 = n_2 R T_2 = \frac{m_2}{M} R T_2 \text{, azaz}$$

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1 \text{ , és } p_2 V_2 = \frac{m - \Delta m}{M} R T_2 \text{; azaz}$$

$$p_2 V_2 = \frac{M \frac{p_1 V_1}{R T_1} - \Delta m}{M} R T_2$$

$$M \frac{p_2 V_2}{R T_2} = M \frac{p_1 V_1}{R T_1} - \Delta m$$

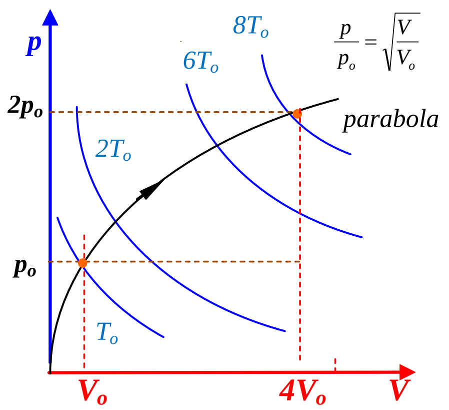
$$M = \frac{\Delta m}{\frac{p_1 V}{R T_1} - \frac{p_2 V}{R T_2}} = \frac{6g}{\left(\frac{200\,kPa}{300\,K} - \frac{100\,kPa}{250\,K}\right)\frac{6\,dm^3}{8.31 J/mol}} = 31.1 \text{ g/mol}$$

25 pont

3. Egy kétatomos ideális gázzal végzett ***parabolikus folyamat*** *politróp folyamat.*

A folyamathoz tartozó politróp kitevő n=-½ ; a folyamat egyenlete: $\frac{p}{p_o}=\sqrt{\frac{V}{V_o}}$.

A kezdeti állapot (p_o,V_o,T_o), a végállapot ($2p_o$,$4V_o$,$8T_o$), ahol $\boldsymbol{p_o}$**,** $\boldsymbol{V_o}$ és ($\boldsymbol{T_o}=\frac{p_oV_o}{nR}$) adott!



a) Mekkora a munkavégzés táguláskor (***W=?***)

b) Mekkora a hőközlés ilyenkor (***Q=?***)?

c) A belsőenergia változás hányadrésze a hőközlés ($Q/\Delta U=?$)?

d) Határozza meg a gáz folyamatbeli térfogati hőtágulási együtthatóját kezdetben ($\boldsymbol{\alpha_V(V_o)=?}$) a $\boldsymbol{V_o}$–térfogatnál)!

(Útmutatás: $f^{2\ atomos}=5$; $\alpha_V=\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{folymat}$

A politróp folyamat definíciója: $pV^n=\acute{a}lland\acute{o}$*).*

Megoldás:

a) A munka:

$$W=-\int pdV=-\int_{V_o}^{4V_o}\frac{p_o}{\sqrt{V_o}}\sqrt{V}dV=-\frac{p_o}{\sqrt{V_o}}\left.\frac{\left(\sqrt{V^3}\right)}{3/2}\right|_{V_o}^{4V_o}=\frac{-2}{3}\frac{p_o}{\sqrt{V_o}}(8-1)\sqrt{V_o^3}$$

$$W=-\frac{14}{3}p_oV_o$$ ***15 pont***

b) A hőközlés:

$$Q=\Delta U-W=nC_V\Delta T-W=\left(\frac{p_oV_o}{RT_o}\right)\left(f/2\,R\right)(8T_o-T_o)+\frac{14}{3}p_oV_o$$

$$Q=\Delta U-W=nC_V\Delta T-W=\frac{35}{2}p_oV_o+\frac{14}{3}p_oV_o=\frac{73}{6}p_oV_o=12.16p_oV_o$$ ***10 pont***

c) Első megoldás: $\frac{Q}{\Delta U}=\frac{\Delta U-W}{\Delta U}=1-\frac{W}{\Delta U}=1+\frac{\frac{14}{3}p_oV_o}{\frac{35}{2}p_oV_o}=1+\frac{4}{15}$ ***15 pont***

Második megoldás:

$$\frac{Q}{\Delta U}=\frac{nC_{foly.}\Delta T}{nC_V\,\Delta T}=\frac{C_V+\frac{R}{1-n}}{C_V}=1+\frac{R}{(1-n)C_V}=1+\frac{1}{(1-n)\,f/2}$$

d) Hőtágulási együttható kezdetben:

$$\alpha_V = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{folymat}$$

A folyamat egyenlete: $pV^n = \acute{a}lland\acute{o}$ vagy $TV^{n-1} = \acute{a}lland\acute{o}$, azaz

differenciálisan : $dTV^{n-1} + T(n-1)V^{n-2}dV = 0 \Rightarrow ; \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{politr\acute{o}p} = -\frac{1}{n-1}\frac{V}{T}$

$$\alpha_V = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{T=T_o}^{n=-1/2} = -\frac{1}{n-1}\frac{1}{T_o} = \frac{2}{3}\frac{1}{T_o}$$

20 pont

Maximális pontszám: ***105 pont***

Új ponthatárok: **2**: ***40*** pont-; **3**: ***55*** pont-; **4**: ***70*** pont-; **5**: ***85*** pont

Budapest, 2013. Március 30.

dr. Kojnok József