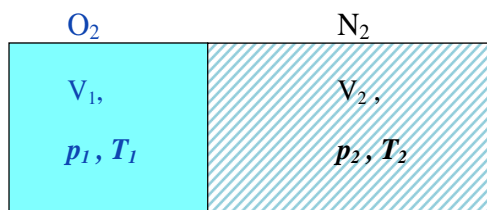


*Termodinamika*  
**I.Fizika BSC 2009-2010 II. félév**  
**Zárthelyi dolgozat 2.**

1.) Két különböző minőségű, kétatomos (pl. O<sub>2</sub> és N<sub>2</sub>) ideális gáz található két szomszédos izolált edényben. Az egyiknek a nyomása p<sub>1</sub>(=p), a térfogata V<sub>1</sub>(=V), a hőmérséklete T<sub>1</sub>(=T), móltömege M<sub>1</sub>(=32g/mol), a másiknak nyomása p<sub>2</sub>(2p), a térfogata V<sub>2</sub>(=3V), a hőmérséklete T<sub>2</sub>(=4T), móltömege M<sub>2</sub> (=28 g/mol).

/Ismerjük az ideális gáz entrópiáját:  $S(T, V) = n (C_V \ln T + R \ln V + s_0)$ /



T<sub>k</sub> = ?; ΔS = ?

- a) Mekkora lesz a közös hőmérséklet (T<sub>k</sub>=?), ha megszüntetjük az edények között a falat és nem engedünk a környezettel hőcserét? **15 pont**
- b) Mekkora lesz az entrópia megváltozása a keveredés következtében (ΔS=?)? **30 pont**

**Megoldás:**

Kétatomos ideális gázra gázra:  $U_1 = n_1 C_{V1} T_1$ ;  $U_2 = n_2 C_{V2} T_2$  ( $C_{V1} = C_{V2} = 5/2R$ )

a)  $V = V_1 + V_2$ ;  $U = U_1 + U_2$ ;  $n = n_1 + n_2$ ;

A kezdeti adatokkal:  $V = V_1 + V_2 = 4V$ ;

(az U szupepozíciója helyett):  $nT = n_1 T_1 + n_2 T_2$ ;

v. másként:  $pV = p_1 V_1 + p_2 V_2$

$$n = n_1 + n_2 = \frac{p_1 V_1}{T_1} + \frac{p_2 V_2}{T_2} = n_1 + \frac{6}{4} n_1 = \frac{5}{2} n_1$$

tehát 
$$p_k = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{pV + 6pV}{4V} = \frac{7}{4} p$$
 és

$$T_k = \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2}{n_1 + n_2} = \frac{n_1 T + \frac{3}{2} n_1 4T}{\frac{5}{2} n_1} = \frac{14}{5} T$$

**15 pont**

b)  $S(T, V) = n(C_V \ln T + R \ln V) + \text{állandó}$ ;

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = n_1 \left( C_V \ln \frac{T_k}{T_1} + R \ln \frac{V_k}{V_1} \right) + n_2 \left( C_V \ln \frac{T_k}{T_2} + R \ln \frac{V_k}{V_2} \right)$$

$$\Delta S = \frac{pV}{T} \left( C_V \ln \frac{2.8T}{T} + R \ln \frac{4V}{V} \right) + \frac{3pV}{2T} \left( C_V \ln \frac{2.8T}{4T} + R \ln \frac{4V}{3V} \right)$$

$$\Delta S = \left( \frac{pV}{T} \right) \left\{ (C_V \ln 2.8 + R \ln 4) + \left( \frac{3}{2} \right) (C_V \ln 0.7 + R \ln \frac{4}{3}) \right\}$$

**30 pont**

2.) M<sub>j</sub> (=6 gramm) tömegű, 0 °C-os jeget megolvasztunk, majd a vizet 100 °C-ra melegítjük, s aztán gőzzé forraljuk el. Mennyivel nőtt eközben az entrópia ( $S_{gőz}^{100C} - S_{jég}^{0C} = ?$ )?

(A jég olvadáshője: L<sub>olv.</sub> (= 334 kJ/kg), a víz fajhője: c (= 4.2 kJ/kgK), a víz forráshője: L<sub>forr.</sub> (= 2256 kJ/kg) ).

**25 pont**

**Megoldás:**

**Megoldás:**

$$\Delta S = \frac{Q_{rev}}{T}; \text{ tehát fázisátalakuláskor: } L_f = T_{forr}(S_{gáz} - S_{foly}) \text{ ill. } L_o = T_{olv}(S_{foly} - S_{szil})$$

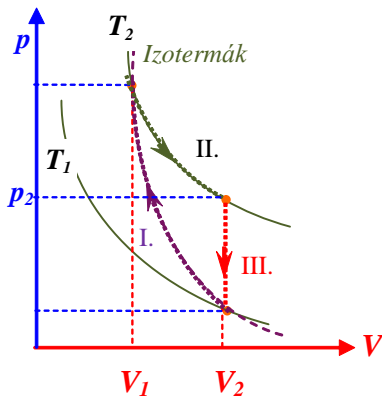
$$\text{a víz melegedésekor: } \Delta S = S(T_2) - S(T_1) = \int \frac{dQ_{rev}}{T} = \int_{T_1}^{T_2} c m \frac{dT}{T} = c m \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$S_{gőöz}^{100C} - S_{jég}^{0C} = (S_{gőöz}^{100C} - S_{víz}^{100C}) + (S_{víz}^{100C} - S_{víz}^{0C}) + (S_{víz}^{0C} - S_{jég}^{0C})$$

$$S_{gőöz}^{100C} - S_{jég}^{0C} = \left( \frac{Q_{forr}}{T_{forr}} \right) + \left( c m \ln \frac{T_{100}}{T_0} \right) + \left( \frac{Q_{olv}}{T_{olv}} \right) = m \left\{ \left( \frac{L_{forr}}{373K} \right) + \left( c \ln \frac{373}{273} \right) + \left( \frac{L_{olv}}{273K} \right) \right\}$$

15 pont

3.) Egy adiabatából (I.), egy izotermából (II.) és egy izochorból (III.) áll egy körfolyamat.



a) Mekkora e körfolyamat hatásfoka ( $\eta=?$ ) **25 pont**

b) Mekkora a leadott hő? ( $Q_{le}=?$ ) **15 pont**

(A gáz molekuláris /kétatomos:  $C_V = 5/2R$ ,  
móltömege  $M$ , ismert még:  $p_2, V_1, V_2, T_1, T_2$ )

**Megoldás:**

$$Q_I = 0; Q_{felvett} = Q_{II}; Q_{leadott} = |Q_{III}|$$

I. Az adiabatikus folyamatban nincs hőfelvétel:  $Q_I = 0$  és  $T_2 V_1^{\gamma-1} = T_1 V_2^{\gamma-1}$

II. Az izoterm folyamatban felvett hő:  $Q_{II} = W = -\int p dV$

$$Q_{II} = nRT \int (1/V) dV = n R T_1 \ln(V_2 / V_1);$$

III. Az izochor folyamatban leadott hő:  $Q_{III} = n C_V (T_2 - T_1) = p_2 V_2 / T_2 C_V (T_2 - T_1)$  **15 pont**

mivel  $(V_1 / V_2)^{\gamma-1} = T_1 / T_2$ , ezért  $(\gamma-1) \ln(V_1 / V_2) = \ln(T_1 / T_2)$

$$|Q_{III}| = nRT_2 \frac{1}{\gamma-1} \ln \frac{T_2}{T_1} = n C_V T_2 \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{III}|}{Q_{II}} = 1 - \frac{n C_V (T_2 - T_1)}{n C_V T_2 \ln \frac{T_2}{T_1}}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2 - T_1}{T_2 \ln \frac{T_2}{T_1}}$$

25 pont

Maximális pontszám: 110 pont

Az új ponthatárok: 2: 40 pont-; 3: 55 pont-; 4: 70 pont-; 5: 85 pont

Budapest, 2010. Május 7.

dr. Kojnok József