

## Termodinamika feladatok 3.

1. feladat.

a)  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű,  $0,15\text{ kg}$  tömegű Hg-ra ráöntünk másfél deci  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vizet. Határozzuk meg a közös hőmérsékletet, feltéve, hogy a rendszer zárt, hőszigetelt. A Hg sűrűsége  $13,6$ -szereese, fajhője harmincad része a vízének.

b) Három különböző:  $t_1, t_2, t_3$  hőmérsékletű folyadékot keverünk össze kaloriméterben. Fázisátalakulás nem történik. Tömegeik  $m_1, m_2, m_3$ , fajhőik  $c_1, c_2, c_3$ . Mi lesz a közös hőmérséklet?

2. feladat. Egy  $2\text{ kg}$ -os,  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os bronz darabot  $1\text{ liter } 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízbe merítünk. A közös egyensúlyi hőmérséklet  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Mekkora a bronz fajhője? [ $c_{\text{bronz}} = 0,1\text{ cal}/(\text{g } ^{\circ}\text{C})$ ]

3. feladat\*. A fentiekhez hasonló kalorimetriai feladatokban feltételezzük, hogy a rendszer belső energiája csakis hőközlés miatt változik, s ez a változás  $cm\Delta t$ , vagyis a térfogati munkavégzést elhanyagoljuk. Mekkora a térfogati munka szilárd testek és folyadékok esetén  $\Delta t$  hőmérsékletváltozás következtében? Hány százalékos hibát jelent ennek elhanyagolása a hőmennyiséghez képest? Használjuk a folyadékokra jellemző  $c = 4000\text{ J}/(\text{kg } ^{\circ}\text{C})$ ,  $\alpha = 10^{-3}\text{ } 1/^{\circ}\text{C}$ ,  $\rho = 1000\text{ kg}/\text{m}^3$  értékeket. Mi a helyzet gázok esetén?

4. feladat\*. Mennyi hő átadásával érhető el, hogy egy  $40\text{ g}$ -os,  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os jégkocka  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízzé alakuljon? A jég olvadáshője  $L = 80\text{ cal}/\text{g}$ , a víz fajhője  $c = 1\text{ cal}/(\text{g } ^{\circ}\text{C})$ .

5. feladat. Az emberi test fajhője jó közelítéssel megegyezik a vízével. Mennyi víznek kell elpárolognia egy  $70\text{ kg}$ -os ember bőrfelületéről ahhoz, hogy az ember hőmérséklete  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -al csökkenjen? A víz párolgáshője az emberi test átlagosan  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékletén  $573\text{ cal}/\text{g}$ . [ $12\text{ dkg}$ ]

6. feladat. Mennyi hő szükséges ahhoz, hogy  $2\text{ kg}$  jeget  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os gőzzé hevítsünk? A jég fajhője a vízének fele, a víz forráshője  $540\text{ cal}/\text{g}$ , a vízgőz fajhője (állandó nyomáson)  $0,44\text{ cal}/(\text{g } ^{\circ}\text{C})$ . [ $10 + 160 + 200 + 1080 + 88\text{ kcal} = 1538\text{ kcal}$ ]

7. feladat\*. Egy ember átlagosan  $15$ -ször lélegzik percenként, egy-egy liter levegőt belélegezve. Mennyi hőt von el a szervezettől a belélegzett levegő felmelegítése télen percenként? Mekkora teljesítménynek felel ez meg? Tegyük fel, hogy a külső hőmérséklet  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ , s a levegő átveszi a test  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékletét. A levegő fajhője  $0,238\text{ cal}/(\text{g } ^{\circ}\text{C})$ .

8. feladat. Egy  $40\text{ g}$ -os,  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű jégkockát  $3\text{ dl } t$  hőmérsékletű vízbe ejtünk. Mekkora legyen  $t$ , ha azt szeretnénk, hogy a jégkocka teljesen felolvadjon? Mekkora lesz a közös  $t_1$  hőmérséklet, ha  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Mennyi jég fagy ki a kockára, ha a víz kezdetben  $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os? [ $t > 11,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $2,5\text{ g}$ ]

9. feladat\*. Mennyi jég marad az előző feladatban leírt rendszerben, ha a kezdeti hőmérséklet  $t = 4\text{ }^\circ\text{C}$ ?
10. feladat. Egy 2 g-os, 300 m/s-os sebességgel haladó lövedék egy 1 kg-os fadarabba csapódik be, mely egy fonál végén lóg, s a becsapódás után kileng. Feltéve, hogy az „elveszett” mechanikai energia (a lövedék és a fadarab kezdeti mozgási energiájának különbsége) fele fordítódik a lövedék felmelegítésére, hány fokkal melegszik fel a lövedék, ha az ólom fajhője  $0,13\text{ J}/(\text{g }^\circ\text{C})$ . [173 °C]
11. feladat. Egy szoba levegőjét  $T_1$ -ről  $T_2$  hőmérsékletűre melegítjük. A nem tökéletes szigetelés miatt a levegő nyomása változatlan marad, azaz a levegő egy része kiszorul a szobából. Feltéve, hogy a falak hőmérséklete még nem változott meg, s a levegő ideális gáz, mutassuk meg, hogy a levegő belső energiája nem változik. (Útmutatás: az ideális gáz belső energiára vonatkozó állapotegyenlete:  $E = C_V nT + \text{konstans}$ , a térfogattól függetlenül. Itt  $C_V$  az állandó térfogaton mért (konstans) mólhő. Ha eredetileg  $n$  mol levegő volt a szobában, hány mol marad bent a felmelegedés után?)