

## TTKBG0401 – I: tökéletes és reális gázok

- P1. Egy  $-8,0\text{ °C}$ -os téli napon egy autógumiban a nyomást **220 kPa** értékre állították be. Mennyi lesz a nyomás egy **30,0 °C**-os nyári napon? Az autógumi nem ereszt és térfogatváltozásától eltekintünk.  
[ $p = 251\,529\text{ Pa}$ ]
- P2. **300 cm<sup>3</sup>** térfogatú reaktorcsőbe **293 K** hőmérsékleten és **100 kPa** nyomáson dietil-étert töltünk. A csövet lezárjuk, majd **523 K** hőmérsékletre melegítjük. Maximum hány gramm dietil-étert tölthetünk bele, ha a nyomás legfeljebb **6,00 MPa** értéket érhet el? A kémcsőben lévő levegőtől tekintsünk el.  
[ $m = 30,633\text{ g}$ ]
- P3. Egy **24,5 dm<sup>3</sup>** térfogatú edényben **283,15 K**-en **3,00 mol** hidrogén és **1,00 mol** nitrogén van. Számítsa ki az egyes komponensek móltörtjét, parciális nyomását és a teljes nyomást.  
[ $x_{H_2} = 0,75$ ,  $x_{N_2} = 0,25$ ,  $p_{H_2} = 288\,258\text{ Pa}$ ,  $p_{N_2} = 96\,086\text{ Pa}$ ,  $p_{össz} = 384\,344\text{ Pa}$ ]
- P4. Milyen hőmérsékletre kell **10,00 liter**, szobahőmérsékletű (**25 °C**) levegőt állandó **1,00 atm** nyomáson lehűteni, hogy térfogata **1000 cm<sup>3</sup>**-re csökkenjen?  
[ $T = 29,815\text{ K}$ ]
- P5. Egy levegőminta térfogata **25 °C**-on és **1,00 atm** nyomáson **2,00 liter**. Milyen nyomás szükséges ahhoz, hogy ezen a hőmérsékleten a térfogata **100 cm<sup>3</sup>** legyen?  
[ $p = 2\,026\,500\text{ Pa}$ ]
- P6. Két, egyenként **50,0 dm<sup>3</sup>** térfogatú edényünk van. A két edényt vékony cső köti össze. Az egyik edényt **100 °C**-on, a másikat **0 °C**-on tartjuk. Összesen **3,00 mol** gázt engedünk az edényekbe. Milyen közös nyomás alakul ki az edényekben?  
[ $p = 78\,670\text{ Pa}$ ]
- P7. Tegyük fel, hogy *Blaise Pascal* tömege **70 kg** volt. Számítsa ki azt a nyomást, amit **300 cm<sup>2</sup>** felületű csizmában, illetve **1,0 cm<sup>2</sup>** élfelületű korcsolyában fejtett ki a talajra, illetve a jégre.  
[ $p_1 = 22\,882\text{ Pa}$ ,  $p_2 = 6\,864\,655\text{ Pa}$ ]
- P8. Mennyi annak a vegyületnek a relatív molekulatömege, melynek **1,32 g**-ját gőzzé alakítva **0,38 dm<sup>3</sup>** **100 °C**-os és **94,7 kPa** nyomású gázt kapunk?  
[ $M = 113,8\text{ g/mol}$ ]
- P9. Egy meteorológiai léggömb sugara **1,5 m**, amikor a tengerszinten (**1,0 atm**, **20,0 °C**) felbocsátják. Sugara **3,5 m**-re nő meg, amikor eléri a maximális magasságot, ahol a hőmérséklet **-20,0 °C**. Mekkora a léggömbben a nyomás ezen a magasságon?  
[ $p = 6\,887\text{ Pa}$ ]
- P10. A száraz levegő tengerszinten közelítőleg a következő tömegszázalékos összetételű: nitrogén ( $M = 28\text{ g mol}^{-1}$ ) **75,5 %**; oxigén ( $M = 32\text{ g mol}^{-1}$ ) **23,2 %**; argon ( $M = 40\text{ g mol}^{-1}$ ) **1,3 %**. Mekkora a komponensek móltörtje és parciális nyomása **1,0 atm** teljes nyomáson?  
[ $x_{N_2} = 0,7807$ ,  $p_{N_2} = 79\,104\text{ Pa}$ ,  $x_{O_2} = 0,2099$ ,  $p_{O_2} = 21\,268\text{ Pa}$ ,  $x_{Ar} = 0,0094$ ,  $p_{Ar} = 952\text{ Pa}$ ]
- P11. Egy **20,0 literes** acélpalackban **4,6 kg** nitrogén van. A nitrogén *van der Waals*-állandói a következők: **a = 1,408 dm<sup>6</sup> bar mol<sup>-2</sup>** és **b = 0,03913 dm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>**. Milyen hőmérsékletig szabad a palackot melegíteni, ha az **25,0 MPa** nyomásra van hitelesítve?  
[ $T = 342,81\text{ K}$ ]
- P12. **100 cm<sup>3</sup>**-es reaktorban katalitikus HCOOH-bontást végzünk **100°C**-on, az oldattérfogat **20 cm<sup>3</sup>** a bemért hangyasav mennyisége pedig **4,6 g**.  
a.) Számítsuk ki mennyi a képződő gázok parciális nyomása ha azokat tökéletes gáznak tekintjük és a HCOOH teljes mennyisége elbomlik!  
b.) Mekkora lesz a reaktorban mérhető nyomás ha a képződő gázok a *van der Waals*-egyenletet követik? (az oldószer adott hőmérsékleten mérhető gőznyomásától eltekintünk, H<sub>2</sub>: **a = 0,2476 dm<sup>6</sup> bar mol<sup>-2</sup>** és **b = 0,02661 dm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>**; CO<sub>2</sub>: **a = 3,640 dm<sup>6</sup> bar mol<sup>-2</sup>** és **b = 0,04267 dm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>**)  
[ $p_a = 7\,755\,922\text{ Pa}$ ,  $p_b = 7\,502\,408\text{ Pa}$ ]

- P13. Egy gáz móltérfogata **300 K**-en és **20 atm** nyomáson **15 %-al** kisebb a tökéletes gáz állapotegyenlete alapján számolhatónál. Számítsa ki ilyen körülmények között a gáz kompresszibilitási tényezőjét, valamint móltérfogatát. Melyek a meghatározóak a mintában: a vonzó- vagy a taszítóerők?  
[ $Z = 0,8495$ ]
- P14. **250 K**-en és **15 atm** nyomáson egy gáz kompresszibilitási tényezője **0,91**. Számítsa ki, hogy mekkora térfogatot foglal el **18,2 mmol** gáz az adott körülmények között!  
[ $V = 22,69 \text{ cm}^3$ ]
- P15. Számítsa ki azon gáz kritikus állapotjelzőit, amelynek *van der Waals*-állandói a következők:  
 **$a = 0,751 \text{ L}^2 \text{ atm mol}^{-2}$ ,  $b = 0,0226 \text{ L mol}^{-1}$ .**  
[ $V_{m,c} = 67,8 \text{ cm}^3/\text{mol}$ ,  $T_c = 120,0 \text{ K}$ ,  $p_c = 5\,518\,284 \text{ Pa}$ ]

## TTKBG0401 – II: a termodinamika I. főtétele

- P16. Mekkora a munkavégzés, ha **1,00 mol** tökéletes gáz dugattyús hengerben eredeti térfogatának tízszeresére tágul reverzibilisen? Mennyi a folyamatban felvett hő, továbbá a gáz belső energiájának és entalpiájának változása? Kiterjedés közben a hőmérséklet állandó, **20 °C**.  
[ $w = -5611,97 \text{ J}$ ,  $\Delta U = 0$ ,  $q = 5611,97 \text{ J}$ ,  $\Delta H = 0$ ]
- P17. Mekkora a munkavégzés, ha **5,00 mol** tökéletes gáz **0 °C**-ról **300 °C**-ra melegszik fel  **$1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$**  állandó nyomáson? Mekkora a hőmennyiség, továbbá a gáz belső energiájának és entalpiájának megváltozása a folyamatban? A tökéletes gáz állandó térfogathoz tartozó moláris hőkapacitása  $C_V = (3/2)R$ .  
[ $w = -12\,471 \text{ J}$ ,  $\Delta U = 18\,706 \text{ J}$ ,  $q = 31\,177 \text{ J}$ ,  $\Delta H = 31\,177 \text{ J}$ ]
- P18. **2,00 mol 0 °C** os és  **$1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$**  nyomású hidrogént állandó nyomáson **50 °C** ra melegítünk, majd állandó hőmérsékleten  **$8,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$** -ra nyomunk össze. Számolja ki a térfogati munkát, a környezettel kicserélt hőt, valamint a gáz belső energiájának és entalpiájának a megváltozását. A hidrogén állandó nyomáson mért mólhője  **$28,9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$** .  
[ $w = 10\,341,6 \text{ J}$ ,  $\Delta U = 2\,058,6 \text{ J}$ ,  $q = -8\,283 \text{ J}$ ,  $\Delta H = 2\,890 \text{ J}$ ]
- P19. **1,00 mol 25 °C**-os  **$1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$**  nyomású argont *állandó nyomáson* **25 °C**-ról **100 °C**-ra melegítünk, majd nyomását *állandó hőmérsékleten*  **$5,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$** -ra növeljük. Számítsa ki, mekkora a munkavégzés, a környezettel kicserélt hő, valamint a gáz belső energiájának és entalpiájának a változása. Az argont tekintse tökéletes gáznak ( $C_V = (3/2)R$ ).  
[ $w = 4\,369,45 \text{ J}$ ,  $\Delta U = 935,45 \text{ J}$ ,  $q = -3\,434 \text{ J}$ ,  $\Delta H = 1\,559 \text{ J}$ ]
- P20. **1,00 mol 25 °C**-os  **$1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$**  nyomású argon nyomását *állandó hőmérsékleten*  **$5,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$** -ra növeljük, majd *állandó nyomáson* **100 °C**-ra melegítjük. Számítsa ki, mekkora a munkavégzés, a környezettel kicserélt hő, valamint a gáz belső energiájának és entalpiájának a változása. Az argont tekintse tökéletes gáznak ( $C_V = (3/2)R$ ).  
[ $w = 3\,366,45 \text{ J}$ ,  $\Delta U = 935,45 \text{ J}$ ,  $q = -2\,431 \text{ J}$ ,  $\Delta H = 1\,559 \text{ J}$ ]
- P21. **1,00 mol 25 °C**-os  **$1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$**  nyomású argont *állandó térfogaton* **25 °C**-ról **100 °C**-ra melegítünk, majd nyomását *állandó hőmérsékleten*  **$5,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$** -ra növeljük. Számítsa ki, mekkora a munkavégzés, a környezettel kicserélt hő, valamint a gáz belső energiájának és entalpiájának a változása. Az argont tekintse tökéletes gáznak ( $C_V = (3/2)R$ ).  
[ $w = 4\,301 \text{ J}$ ,  $\Delta U = 935,55 \text{ J}$ ,  $q = -3\,365,45 \text{ J}$ ,  $\Delta H = 1\,559 \text{ J}$ ]
- P22. Egy kémiai reakció  **$200 \text{ cm}^2$**  keresztmetszetű tartályban megy végbe. A tartály egyik végébe könnyen mozgó dugattyút illesztettek. A reakció eredményeképpen a dugattyú az  **$1,00 \text{ atm}$**  külső nyomás ellenében  **$15,0 \text{ cm}$** -et elmozdul. Számítsa ki a rendszer által végzett munkát.  
[ $w = -304 \text{ J}$ ]
- P23. Számítsa ki a fejlődött gáz által végzett térfogati munkát akkor, amikor **28 g** vasat szobahőmérsékleten sósavban oldunk  
a) zárt edényben,  
b) nyitott főzőpohárban.  
[ $w_a = 0$ ,  $w_b = 1\,242,63 \text{ J}$ ]
- P24. **1,00 mol** mennyiségű,  **$5,0 \text{ dm}^3$**  térfogatú és  **$25,0 \text{ °C}$**  hőmérsékletű nitrogént állandó térfogaton  **$100,0 \text{ °C}$** -ra melegítünk, majd térfogatát izoterm körülmények között reverzibilisen  **$50,0 \text{ dm}^3$** -re növeljük. A nitrogént tekintse tökéletes gáznak. Számítsa ki a teljes folyamatra a térfogati munkát, a környezettel kicserélt hőt, a belső energia és az entalpia változását.  
[ $w = -7\,143 \text{ J}$ ,  $\Delta U = 1\,559 \text{ J}$ ,  $q = 8\,078,55 \text{ J}$ ,  $\Delta H = 2\,182 \text{ J}$ ]

- P25. Egy vízzel telt edényt légköri nyomáson **5,0 percig** fűtünk **10,0 W** teljesítményű fűtőtesttel. Eközben a hőmérséklete **1,5 °C**-kal lett magasabb. Számolja ki a vízzel telt edény hőkapacitását. Mekkoraát változik a vízzel telt edény belső energiája? Energiaveszteség nincs, a hőtágulás elhanyagolható.  
 $[C = 2\,000\text{ J/K}, \Delta U = 3\,000\text{ J}]$
- P26. Adiabaticus kaloriméter vizébe merülő kaloriferen **10,00 percen** keresztül **0,780 A** fűtőáramot engedünk át **19,0 V** feszültség mellett, s ekkor a kaloriméter hőmérséklete **7,20 °C**-kal megemelkedik. Mennyi a kaloriméter hőkapacitása? Feltesszük, hogy nincs energiaveszteség.  
 $[C = 1\,235\text{ J/K}]$
- P27. Egy **700 J K<sup>-1</sup>** hőkapacitású adiabaticus kaloriméterbe **64,009 g** tömegű fémdarabot helyezve a kaloriméter hőmérséklete **26,72 °C**-ról **28,60 °C**-ra emelkedett. A fémdarab kezdeti hőmérséklete **85,30 °C** volt. Mennyi a fém fajlagos hőkapacitása?  
 $[C_{\text{fém, fajl.}} = 0,3626\text{ J K}^{-1}\text{ g}^{-1}]$
- P28. Mennyit változik a kezdetben **23,8 °C**-os kaloriméter hőmérséklete, miután egy **76,52 g** tömegű, **82,6 °C**-os fémdarabot helyezünk bele és megvárjuk a termikus egyensúly kialakulását? A kaloriméter hőkapacitása **920 J K<sup>-1</sup>**, a fém fajlagos hőkapacitása **0,234 JK<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>**.  
 $[\Delta T_{\text{kal}} = 1,12\text{ °C}]$
- P29. Egy **10 dm<sup>3</sup>** térfogatú, **1,013 bar** nyomású, **150 °C** hőmérsékletű tökéletes gáz **0,1013 bar** külső nyomáson a nyomások kiegyenlítődéig adiabaticusan, irreverzibilisen kiterjed. Számítsa ki a végső hőmérsékletet és térfogatot. ( $C_V = 20,92\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ )  
 $[V_2 = 0,068\text{ m}^3, T_2 = 287,8\text{ K}]$
- P30. **1,00 dm<sup>3</sup>** térfogatú, **1,2·10<sup>5</sup> Pa** nyomású és **298 K** hőmérsékletű tökéletes gázt adiabaticus, reverzibilis úton **1,0·10<sup>5</sup> Pa** nyomásra terjesztünk ki. A dugattyút ezután rögzítjük, és a gázt felmelegítjük kezdeti hőmérsékletére. A gáz nyomása ekkor **1,076·10<sup>5</sup> Pa** lesz. Határozza meg a kétféle mólhő hányadosát, és döntse el, hogy a gáz egy- vagy kétatomos. Számítsa ki mindkét lépésre  $\Delta U$ ,  $q$  és  $w$  értékét.  
 $[arány: 1,67, \text{I. } q = 0\text{ J}; w = \Delta U = -12,7\text{ J}, \text{II. } q = 0\text{ J}; w = \Delta U = 12,7\text{ J}]$

### TTKBG0401 – III: termokémia

- P31. A maleinsav ( $C_4H_4O_4$ ) **25 °C**-ra és állandó térfogatra vonatkozó égéshője **-1363 kJ mol<sup>-1</sup>**. Számolja ki az égéshőt állandó nyomásra.
- P32. **10,0 g** nitrobenzolt kaloriméterbombában (állandó térfogaton) elégetve **25 °C**-on **-252 kJ** égéshőt állapítottak meg. Számolja ki a nitrobenzol standard képződéshőjét, ha a szén-dioxidé **-393,5 kJ mol<sup>-1</sup>**, a vízé pedig **-285,8 kJ mol<sup>-1</sup>**. (Ilyen körülmények között az égés során a molekulában lévő nitrogén nem oxidálódik, nitrogéngáz keletkezik.)
- P33. Számítsa ki a ciklohexán dehidrogénezésének standard reakcióentalpiáját **25 °C**-on a standard égési entalpiák ismeretében: benzol: **-3268 kJ mol<sup>-1</sup>**; ciklohexán: **-3902 kJ mol<sup>-1</sup>**; hidrogén: **-285,8 kJ mol<sup>-1</sup>**.
- P34. Számolja ki a formaldehid (HCHO) **350 K**-re vonatkozó képződéshőjét. A standard képződéshő értéke **-119 kJ mol<sup>-1</sup>**. Az állandó nyomásra vonatkozó  $C_p$  mólhő értékek: formaldehid: **19,3 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**; hidrogén: **28,9 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**; szén: **4,2 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**; oxigén: **26,4 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**.
- P35. Számítsa ki a  $CaBr_2$  standard rácsentalpiáját a következő termodinamikai adatokból:  $\Delta_f H^\theta(CaBr_2) = -682,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_{sub} H^\theta(Ca) = 178,2 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H^\theta(Ca \rightarrow Ca^+) = 589,7 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H^\theta(Ca^+ \rightarrow Ca^{2+}) = 1145,0 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_{diss} H^\theta(Br_2) = 193,0 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_{ea} H^\theta(Br^-) = -324,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_{vap} H^\theta(Br_2) = 15,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ .
- P36. Adottak  $T^\theta = 298,15 \text{ K}$  hőmérsékleten és  $p^\theta = 0,100 \text{ MPa}$  nyomáson a következő  $\Delta_f H^\theta(T^\theta)$  standard képződési entalpiák:  $H_2O(l)$ : **-285,83 kJ mol<sup>-1</sup>**,  $CO_2(g)$ : **-393,51 kJ mol<sup>-1</sup>**. A fenol égési reakciójának  $\Delta_c H^\theta(T^\theta)$  standard entalpiája **-2231 kJ mol<sup>-1</sup>**. A Hess-tétel alkalmazásával számítsa ki a fenol  $\Delta_f H^\theta(T^\theta)$  standard képződési entalpiáját.
- P37. Egy  $C = 650 \text{ J K}^{-1}$  hőkapacitású, állandó térfogatú bombakaloriméterben **0,4312 g** szőlőcukrot ( $C_6H_{12}O_6$ ,  $M = 180,16 \text{ g mol}^{-1}$ ) elégetve a hőmérséklet **9,194 K**-nel nőtt. Ezekből az adatokból számítsa ki a szőlőcukor égési reakciójának  $\Delta_c U^\theta(T^\theta)$  standard belső energiáját és  $\Delta_c H^\theta(T^\theta)$  standard entalpiáját.
- P38. Számolja ki a  $2 CO + 4 H_2 \rightarrow H_2O + C_2H_5OH$  reakció **40 °C**-ra vonatkozó reakcióhőjét, ha ezen a hőmérsékleten a szén-monoxid égéshője **-282 kJ mol<sup>-1</sup>**, a hidrogéné **-285 kJ mol<sup>-1</sup>**, az etanolé pedig **-1365 kJ mol<sup>-1</sup>**.
- P39. Számolja ki a  $CO + 2 H_2 \rightarrow CH_3OH$  reakció **50 °C**-ra vonatkozó reakcióhőjét, ha ezen a hőmérsékleten a szén-monoxid égéshője **-282 kJ mol<sup>-1</sup>**, a hidrogéné **-285 kJ mol<sup>-1</sup>**, a metanolé pedig **-726 kJ mol<sup>-1</sup>**.
- P40. Adottak az állandó nyomáson mért  $C_p$  mólhő értékek:  $H_2O(l)$ : **75,291 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**,  $CO_2(g)$ : **37,11 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**,  $O_2(g)$ : **29,355 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>** és  $C_6H_{12}O_6(s)$ : **206,6 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**. Számítsa ki az égési entalpia értékét a normális testhőmérsékletre (36,0 °C). A szőlőcukor égési reakciójának  $\Delta_c H^\theta(T^\theta)$  standard entalpiája **-2801 kJ mol<sup>-1</sup>**.
- P41. **25 °C**-on az ammónia oldáshője vízben **-35,0 kJ mol<sup>-1</sup>**, a hidrogén-kloridé **-71,8 kJ mol<sup>-1</sup>**. A két oldat semlegesítési reakcióhője **-50,5 kJ mol<sup>-1</sup>**. Számítsa ki az ammónium-klorid oldáshőjét, ha annak a reakciónak, amelyben gáznemű sósav és ammónia szilárd ammónium-kloriddá alakul, a reakcióhője **-174,0 kJ mol<sup>-1</sup>**.
- P42. A naftalin ( $C_{10}H_8$ ) **25 °C**-ra és állandó térfogatra vonatkozó égéshője **-5157 kJ mol<sup>-1</sup>**. Számítsa ki a naftalin standard képződési entalpiáját, ha a vízé **-285,83 kJ mol<sup>-1</sup>**, a széndioxidé pedig **-393,51 kJ mol<sup>-1</sup>**.
- P43. Számolja ki a  $2 HN_3(l) + 2 NO(g) \rightarrow H_2O_2(l) + 4 N_2(g)$  reakció standard reakcióhőjét, ha a komponensek standard képződési entalpiája:  $HN_3(l)$ : **264 kJ mol<sup>-1</sup>**,  $NO(g)$ : **90,25 kJ mol<sup>-1</sup>**,  $H_2O_2(l)$ : **-187,8 kJ mol<sup>-1</sup>**.
- P44. Adottak az állandó nyomáson mért  $C_p$  mólhő értékek:  $HN_3(l)$ : **43,68 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**,  $H_2O_2(l)$ : **89,1 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**,  $NO(g)$ : **29,884 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**,  $N_2(g)$ : **29,125 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**. Feltételezve, hogy a mólhő értékek az adott hőmérsékleti tartományban állandók, számítsa ki a

$2 \text{HN}_3(\text{l}) + 2 \text{NO}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) + 4 \text{N}_2(\text{g})$  reakció reakcióhőjét **50 °C**-ra. A reakció standard reakcióhője **25,0 °C**-on **-896,3 kJ mol<sup>-1</sup>**.

*P45.* Számítsa ki a etén ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ) hidrogénezésének standard reakcióentalpiáját **25 °C**-on a következő standard égési entalpiák ismeretében: etén: **-1411 kJ mol<sup>-1</sup>**; etán: **-1560 kJ mol<sup>-1</sup>**; hidrogén: **-285,8 kJ mol<sup>-1</sup>**.

#### TTKBG0401 – IV: termodinamika II-III. főtétel

- P46. Számítsa ki a környezet entrópiaváltozását **50 °C** hőmérsékleten amikor **1,00 mol**  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  keletkezik **2,00 mol**  $\text{NO}_2(\text{g})$ -ból ( $T = T' = T^\theta$ ). Standard képződéshő értékek:  $\Delta_f H^\theta(\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}) = 9,16 \cdot 10^3 \text{ J mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H^\theta(\text{NO}_2, \text{g}) = 3,318 \cdot 10^4 \text{ J mol}^{-1}$ .
- P47. Számolja ki **1,00 mol** tökéletes gáz, a környezet és a (gáz + környezet) entrópiaváltozását, ha a gázt térfogatát megháromszorozzuk  
a) *izoterm reverzibilis*,  
b) *adiabatikus reverzibilis* expanzióval.
- P48. Számolja ki **3,00 mol** tökéletes gáz, a környezet és a (gáz + környezet) entrópiaváltozását, ha a gázt térfogatát ötszörösére növeljük *izoterm irreverzibilis* expanzióval.
- P49. **1,00 mol**  $\text{CO}_2$ -t légköri nyomáson **0 °C** hőmérsékletről **500 °C**-ra melegítünk. A  $\text{CO}_2$  izobár moláris hőkapacitása:  $C_p = (28,8 + 3,59 \cdot 10^{-2} T - 1,04 \cdot 10^{-5} T^2) \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . Számolja ki a széndioxid entrópiaváltozását.
- P50. Számítsa ki a környezet entrópiaváltozását, ha **1,00 mol**  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$  keletkezik elemeiből standard körülmények között **298,15 K**-en.  $\Delta_f H^\theta(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}, \text{l}) = -277 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Fogalmazzon meg egy általános megállapítást arra vonatkozóan, hogy miként változik a környezet entrópiája exoterm és endoterm folyamatok esetén.
- P51. **1,00 mol** **-50 °C** hőmérsékletű cseppfolyós ammóniát **1,00 bar** nyomáson **190 °C** hőmérsékletű gázhalmazállapotú ammóniává alakítunk. Számolja ki az entrópiaváltozást a következő adatokból:  $C_p(\text{NH}_3, \text{g}) = (33,66 + 2,93 \cdot 10^{-3} T + 2,14 \cdot 10^{-4} T^2) \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ;  $C_p(\text{NH}_3, \text{l}) = 75,2 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ;  $\Delta_b H(T_b = 239,7 \text{ K}) = 23,4 \text{ kJ mol}^{-1}$ .
- P52. Tételezzük fel, hogy egy belsőégésű motor oktánnal ( $M = 114,2 \text{ g mol}^{-1}$ ) működik, melynek égési entalpiája **-5512 kJ mol<sup>-1</sup>**. Mi az a maximális magasság, ameddig egy **1500 kg** tömegű autó **3,50 kg** üzemanyag elégetésével eljuthat, ha a motor hengerének a hőmérséklete **2100 °C**, a kilépő gázok hőmérséklete pedig **800 °C**?
- P53. Egy gáztartályban **5,00 mol** nitrogén (A), egy másikban **2,00 mol** oxigén (B) van. A gázok hőmérséklete és nyomása azonos. Kössük össze a két tartályt egy vékony csővel. Mekkora az entrópia változása a gázok összekeveredése során? Mindkét gázt tökéletes gáznak tekintjük.
- P54. Számítsa ki, mekkora egy **22 °C**-os szobában reverzibilisen működő *Carnot-hűtőgép* munkája, amikor **300 g** mennyiségű, **0,0 °C**-os vizet megfagyasztunk. Mennyi idő szükséges ehhez egy **150 W** teljesítményű reverzibilisen működő *Carnot-hűtőgéppel*?  
A víz olvadáshője: **6,008 kJ mol<sup>-1</sup>**.
- P55. A **300 kbar** nyomáson és **2300 K** hőmérsékleten lejátszódó *grafit* → *gyémánt* fázisátalakulás entalpiája **1,9 kJ mol<sup>-1</sup>**. Számítsa ki a fázisátalakulás entrópiaváltozását.
- P56. **3,00 mol** **12,0 dm<sup>3</sup>** térfogatú és **293,15 K** hőmérsékletű tökéletes gáz nyomását állandó hőmérsékleten háromszorosára növeljük. Mekkoraát változik a tökéletes gáz, a környezet entrópiája és a (rendszer + környezet) entrópiája *reverzibilis folyamat* esetén, amikor az összenyomás a végső nyomással azonos, állandó külső nyomás ellenében történik?
- P57. **3,00 mol** **12,0 dm<sup>3</sup>** térfogatú és **293,15 K** hőmérsékletű tökéletes gáz nyomását állandó hőmérsékleten háromszorosára növeljük. Mekkoraát változik a tökéletes gáz, a környezet entrópiája és a (rendszer + környezet) entrópiája *irreverzibilis folyamat* esetén, amikor az összenyomás a végső nyomással azonos, állandó külső nyomás ellenében történik?
- P58. Egy izolált rendszerben összekeverünk **500 g** **25 °C**-os és **1000 g** **60 °C**-os vizet. Számolja ki az entrópiaváltozást, és ez alapján állapítsa meg, hogy ilyen körülmények között önként végbemegy-e a keveredés. A víz állandó nyomáson mért fajhője **4,2 J g<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**.
- P59. Mekkora az entrópia összes változása, ha **150 g** **350 °C**-ra melegített vasat **1000 g** **25 °C** hőmérsékletű vízbe merítünk és megvárjuk a termikus egyensúly beállítását? A vas-víz rendszer a környezetétől el van szigetelve. A vas fajhője **0,460 J g<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**, a vize **4,184 J g<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>**.

P60. Számítsa ki egy **100 °C**-os gőzzel és **65 °C**-os kondenzvízzel üzemelő kezdetleges gőzgép *Carnot-hatásfokát*. Ismételje meg a számítást egy modern gőzturbinára is, amelyik **350 °C**-os gőzzel és **85 °C**-os kondenzvízzel üzemel.