
MUNKA ÉS HŐ SZÁMÍTÁSA

1. feladat Egy gázfázisú rendszerben a belső energia az $U = 5pV + 10\text{J}$ egyenlettel írható le. A rendszert az $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ körfolyamaton visszük keresztül. Tudjuk, hogy az A pontban a nyomás $0,1\text{ kPa}$, a térfogat 2 dm^3 , a D pontban a nyomás $0,4\text{ kPa}$. A $D \rightarrow A$ folyamat izochor, az $A \rightarrow B$ és a $C \rightarrow D$ izobár és a $B \rightarrow C$ folyamat a p - V síkon egyenessel ábrázolható. Tudjuk továbbá, hogy a B és a C pont is rajta van a $p = \frac{0,4\text{ kPa}}{(V/\text{dm}^3)^{-4}}$ egyenletű hiperbolán. A rendszerben az adiabaták egyenlete $pV^{\frac{6}{5}} = \text{const.}$ Az előzőektől különböző E pontba az A pontból izobár, a D-ből adiabatikus folyamatban juthatunk el. Számold ki
- az egyes pontokban (A-E) jellemző nyomás és térfogatértékeket, és ábrázold az egyes folyamatokat a p - V síkon,
 - a rendszer belső energiáját az egyes pontokban,
 - az egyes lépések során a rendszerrel közölt hőt és a rendszeren végzett munkát,
 - a rendszerrel közölt hőt és a rendszeren végzett munkát abban a folyamatban, ahol a rendszert a C pontból a B-be visszük a $p = \frac{0,4\text{ kPa}}{(V/\text{dm}^3)^{-4}}$ egyenletű hiperbolán.
 - a rendszerrel közölt hőt és a rendszeren végzett munkát abban a folyamatban, ahol a rendszert a D pontból az E-be visszük az adiabatán.
 - Igazold, hogy az adiabaták egyenlete összhangban van a megadott energiaképlettel!

ÁLLAPOTEGYENLETEK

2. feladat Egy rendszer fundamentális egyenlete a következő:

$$U(S, V, N) = \frac{v_0 \vartheta}{R^2} \frac{S^3}{NV}.$$

- Írd fel az egyenletet intenzív mennyiségekkel!
 - Írd fel az egyenletet entrópiareperezentációban!
 - Ellenőrizd, hogy a teljesülnek-e az axiómák erre az egyenletre!
 - Határozd meg az energia-reprezentáció három állapotegyenletét
 - Fejezd ki a nyomást a hőmérséklet, és a moláris térfogat függvényeként.
3. feladat Egy termodinamikai rendszer két állapotegyenlete: $U = pV$ és $p = BT^2$, ahol B konstans. Határozd meg a rendszer fundamentális egyenletét

EGYENSÚLY

4. feladat Két tartály (A és B) egyatomos ideális gázzal van töltve, mindkettő térfogata 2 m^3 . A tartályok a környezetüktől izoláltak és egymástól egy nem átjárható, merev, hőszigetelő fallal vannak elválasztva. Az A tartályban 3 mol , a B-ben 5 mol gáz van, az A tartály hőmérséklete kezdetben 600 K , az összetett rendszer

belső energiája 35 kJ, az egyes tartályokban a belső energia az $U = \frac{3}{2}nRT$ képlettel számolható.

- Számold ki a két részrendszer belső energiáját!
- Számold ki a B tartály hőmérsékletét!
- Számold ki a két tartályban mérhető nyomást!
- Mekkora lesz az egyes részrendszerek hőmérséklete és nyomása, ha az őket elválasztó falat hővezetővé tesszük?
- Mekkora lesz az egyes részrendszerek nyomása, ha az őket elválasztó falat mozgathatóvá tesszük?
- Mekkora lesz az egyes részrendszerek hőmérséklete és nyomása, ha az őket elválasztó falat hővezetővé és mozgathatóvá tesszük?

POTENCIÁLFÜGGVÉNYEK

5. feladat Egy rendszer fundamentális egyenlete a következő: $U = \frac{\vartheta}{R^2} \frac{s^3}{nV}$ (ϑ pozitív konstans). Add meg a rendszer fundamentális egyenletét entrópia-, szabadenergia-, entalpia- és szabadentalpia-reprezentációban!

MÉRHETŐ MENNYISÉGEK

6. feladat Egy rendszer izochor hőkapacitását a $c_V = \frac{3R}{2}\sqrt{nTV}$ összefüggés adja meg. Számold ki, hogy mekkora hőmennyiség szükséges 4 mólnyi anyag 100 dm³ állandó térfogaton történő melegítéséhez 200-ról 300 K-re.
7. feladat Egy rendszer fundamentális egyenlete a következő: $U = \frac{\vartheta}{R^2} \frac{s^3}{nV}$ (ϑ pozitív konstans). Számold ki a rendszer izobár és izochor hőkapacitását, izoterm kompresszibilitását és hőtágulási együtthatóját!

KÖRFOLYAMATOK, HŐERŐGÉPEK

8. feladat A táblázatban egy körfolyamat négy „fordulópontjának” adatai vannak feltüntetve.

Állapot	$T / ^\circ\text{C}$	p / kPa	$v / \text{dm}^3\text{mol}^{-1}$	$u / \text{kJ mol}^{-1}$	$s / \text{J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$
1	227,0	2369,0	0,021920	17,50	47,0
2	227,0	2369,0	1,368	47,02	112,4
3	27,0	3,530	507,8	31,84	112,4
4	27,0	3,530	189,95	13,33	47,0

- Számold ki az egyes állapotokban a rendszer moláris entalpiáját, szabadenergiáját és szabadentalpiáját.
- Számold ki a négy folyamatban a rendszerrel közölt hőt és a rendszeren végzett munkát.
- Számold ki a körfolyamat hatásfokát!

MAXWELL ÖSSZEFÜGGÉSEK

9. feladat Mutasd meg, hogy tetszőleges rendszerben teljesül az alábbi összefüggés:

$$\left(\frac{\partial c_V}{\partial V}\right)_T = \frac{T}{n} \left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_V.$$

TISZTA ANYAGOK FÁZISEGYENSÚLYA

10. feladat Egy szilárd anyag móltérfogata $161,0 \text{ cm}^3/\text{mol}$ $1,00 \text{ atm}$ nyomáson $250,75 \text{ K}$ -en, az olvadáspontján. A folyadék móltérfogata ezen a hőmérsékleten és nyomáson $163,3 \text{ cm}^3/\text{mol}$. 100 atm nyomáson az olvadási hőmérséklet $351,26 \text{ K}$. Számítsd ki a szilárd anyag moláris olvadási entalpiáját és entrópiáját $250,75 \text{ K}$ -en.

11. feladat A menta egyik alkotója, a karvon-ke-ton ($M = 150,2 \text{ g/mol}$) gőznyomása különböző hőmérsékleteken a következő:

$\theta/^\circ\text{C}$	57,4	100,4	133,0	157,3	203,5	227,5
p/Torr	1,00	10,0	40,0	100	400	760

Mennyi a karvon-ke-ton normális forráspontja és párolgási entalpiája?

12. feladat A víz egy hegy tetején 95°C -on forr, a tövében pedig 100°C -on. Milyen magas a hegy ha, a víz forráshője körülbelül 40 kJ/mol . A barometrikus formula:
$$p = p^\ominus \exp\left(-\frac{Mgh}{RT}\right).$$

13. feladat Az ammónia hármaspontja közelében a folyékony ill. szilárd ammónia gőznyomását a következő egyenletek adják meg:

$$\ln\left(\frac{p}{p_a}\right) = 24,38 - \frac{3063}{T} + \frac{467}{T^2}, \text{ ill. } \ln\left(\frac{p}{p_a}\right) = 27,94 - \frac{3754}{T} + \frac{467}{T^2}$$

- a) Mekkora a hármasponti nyomás és hőmérséklet?
- b) Mekkora a párolgás- és a szublimációhő a hármaspontban?
- c) Mekkora az olvadáshő a hármaspontban?

PARCIÁLIS MENNYISÉGEK, KEVEREDÉS

14. feladat Egy aceton-kloroform keverékben, ahol a kloroform móltörtje $0,4693$, a két folyadék moláris térfogata rendre $74,166 \text{ cm}^3/\text{mol}$ (aceton) illetve $80,235 \text{ cm}^3/\text{mol}$ (kloroform). Számold ki az oldat sűrűségét!

15. feladat Egy ötliteres edény két egyenlő részre van osztva. A bal oldalon $1:2$ arányú nitrogén : hidrogén keverék van 1 atm nyomáson 25°C -on, a jobb oldalon pedig $2:1$ arányú nitrogén : hidrogén keverék ugyanilyen nyomáson és hőmérsékleten. Számold ki a keveredés szabadentelpia-változását (feltéve, hogy a gázok ideálisak)!

KÉTKOMPONENSŰ ELEGYEK FÁZISEGYENSÚLYA

16. feladat 90°C -on a toluol (A) gőznyomása 400 Torr , az orto-xilolé (B) 150 Torr .

- a) Mi az összetétele annak a folyadékelegynek, amelyik 90°C -on forr $0,5 \text{ atm}$ nyomáson?

- b) Mi az összetétele a 90°C-on 0,5 atm nyomáson elforró gőznek?
- c) Mi az összetétele annak a gőznek, amelyik 90°C-on kondenzál (egyensúlyban) a 0,5 atm nyomáson?
- d) Mi az összetétele a 90°C-on 0,5 atm nyomáson kondenzáló folyadéknak?
- e) Milyen nyomáson lesz 90°C-on egyensúlyban a $z_A = 0,3$ összetételű gőz egy csepp folyadékkal?
- f) Milyen nyomáson lesz 90°C-on egyensúlyban a $z_A = 0,3$ összetételű folyadék elhanyagolható mennyiségű gőzzel?
- g) Milyen határok között változhat a gőzfázis összetétele ha $z_A = 0,5$?
- h) Mekkora a folyadékfázis összetétele, ha $z_A = 0,5$ és $y_A = 0,6$?
- i) Mekkora a két fázis molaránya, ha $z_A = 0,5$ és $y_A = 0,6$?
- j) Milyen nyomástartományban lesz 90°C-on kétféle fázis jelen, ha $z_A = 0,7$?
17. feladat A diborán (op. 131 K) és a dimetil-éter (op. 110 K) 1:1 vegyületet képeznek, amelyik kongruensen olvad 133 K-en. A rendszer két eutektikumot képez $x(\text{B}_2\text{H}_6) = 0,25$ -nél 104 K-n és $x(\text{B}_2\text{H}_6) = 0,90$ -nél 123 K-n. Vázold fel a fázisdiagramot és jelöld be azokat az adatokat, amit lehet. Írd be minden területen a fázisok nevét!
- a) Írd le a fázisváltozásokat azon folyamat során, amikor 4,0 mol diborán és 1,0 mol dimetil-éter elegyét 140 K-ről 90 K-re hűtjük, és vázold fel a hűtési diagramot!
- b) Rajzold fel a hűtési diagramokat és írd le, mi történik $x_B = 0,5$ és $x_B = 0,25$ -nél is!

KOLLIGATÍV TULAJDONSÁGOK

18. feladat 100 g ismeretlen anyag hozzáadása 750 g CCl_4 -hoz az oldószer fagyáspontját 1,5 °C-kal csökkentette. Mennyi az ismeretlen moláris tömege ha a szén-tetraklorid normál olvadáspontja 250,3 K és az olvadáshője 2,47 kJ/mol?
19. feladat Polisztirol toluolos oldatainak ozmózisnyomását mérték 25 °C-on és a nyomást oldószermagasságban adták meg ($\rho = 1,004 \text{ g/cm}^3$): 2,042 g/L koncentrációjú oldatnál 3,600 cm szintkülönbség alakult ki. Becsüld meg a polimer moláris tömegét!
20. feladat A benzol hármaspontján ($T_3 = 5,50 \text{ °C}$, $p_3 = 36,0 \text{ Torr}$) az olvadáshője 10,6 kJ/mol. Becsüld meg ideális oldhatóságát vízben 15 °C-on! A benzol valódi oldhatósága vízben ezen a hőmérsékleten 1.8 g/L. Mi okozza a különbséget?

KÉMIAI EGYENSÚLY

21. feladat A 2-butén cisz-transz izomerizációs reakciójának egyensúlyi állandója $K = 2,07$ 400 K-n. Számold ki a reakció standard szabadentalpia-változását ezen a hőmérsékleten!
22. feladat A CaCO_3 bomlási reakciójára $\Delta_r G^\ominus = 0,178 \text{ kJ/mol}$ 400 K-n. Számold ki itt a reakció egyensúlyi állandóját!
23. feladat A $2\text{A(g)} = \text{B(g)} + \text{C(g)}$ reakció egyensúlyi állandója a következő tapasztalati képlettel számolható 300 és 600 K között:

$$\ln K = -1,08 - \frac{1100}{\frac{T}{K}} + \frac{1,53 \cdot 10^5}{\left(\frac{T}{K}\right)^2}.$$

Számold ki a standard entalpia- és entrópiaváltozás értékét 400 K-n!

24. feladat $\text{CaCl}_2 \cdot \text{NH}_3(\text{sz}) = \text{CaCl}_2(\text{sz}) + \text{NH}_3(\text{g})$ reakció standard entalpiaváltozása 350 és 446 K között közelítőleg állandó, 78,0 kJ/mol. A reakció standard szabadentalpia-változása 446 K-n 149,8 kJ/mol. Mennyi az egyensúlyi állandó értéke 426 K-n?
25. feladat Számold ki, hányszorosára változik meg a $\text{H}_2\text{CO}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ reakcióban K_x értéke ha a nyomást 1,0-ről 2,0 barra emeljük állandó hőmérsékleten!
26. feladat A borneol gázfázisú izomerizációs reakciójának standard szabadentalpia-változása 503 K-n +9,4 kJ/mol. Számold ki a reakció szabadentalpia-változását, ha 0,15 mol borneolt és 0,30 mol izoborneolt mérünk össze 600 Torr össznyomáson.

FELÜLETI FESZÜLT S É G

27. feladat 18 °C-on a víz 5 cm magasra emelkedik egy 0,3 mm sugarú kapillárisban, amelyet ideálisan nedvesít. A víz sűrűsége ezen a hőmérsékleten 998,6 kg/m³. Sík felületen a víz egyensúlyi gőznyomása 2,1 kPa. Ezen adatok felhasználásával számold ki a víz egyensúlyi gőznyomását egy 10 nm sugarú vízcsepp felett!

TRAN SZ P O R T

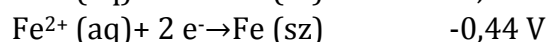
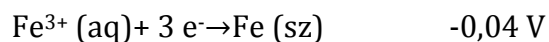
28. feladat Számold ki az energiafluxust, ami egy 2,5 K/m hőmérsékletgradiensből adódik egy 273 K-es Ar-mintában ($\kappa_{\text{Ar}} = 0,0163 \text{ J K}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$)!
29. feladat A szén-dioxid viszkozitását úgy mérték, hogy egy hosszú csőben való áramlását vizsgálták az argonéval összehasonlítva. Azonos nyomáskülönbségnél adott térfogatú CO₂ ill. Ar átáramlása 55 ill. 83 s alatt történt meg. Az Ar viszkozitása 25 °C-on 208 μP, mennyi a szén-dioxidé?
30. feladat Egy vízvezetékben a vizet állandó 10 bar nyomással pumpálják a levegőre. Számold ki a vízhozamot, ha a vezeték átmérője 20 cm, hossza 10 m! A víz viszkozitása 25°C-on 0,891 cP.
31. feladat A szén-tetraklorid diffúziós együtthatója heptánban 25 °C-on $3,17 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$. Várhatóan mennyi idő alatt tesz meg egy CCl₄ molekula 5,0 mm-t?
32. feladat Becsüld meg a szacharóz effektív sugarát vízben, 25 °C-on, ha diffúziós együtthatója $5,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ és a víz viszkozitása 1,0 cP.
33. feladat Számold ki, hogy mekkora nyomás szükséges ahhoz, hogy egy 8,50 m hosszú, 1,00 cm átmérőjű csövön át 293 K-en $9,50 \cdot 10^5 \text{ L/h}$ sebességgel áramoljon nitrogén (viszkozitása 180 μP). A kiáramló gáz nyomása 1 bar és a gáz térfogatát is ezen a nyomáson mérjük.

EGYENSÚLYI ELEKTROKÉMIA

34. feladat 0,005 mol MgSO_4 , 0,001 mol AlCl_3 és 0,002 mol $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ keverékét 100 g vízben oldunk. Számold ki a kapott oldat ionerősségét!

35. feladat 0,001 mol AlCl_3 -t 100 g vízben oldunk. Számold ki az oldat közepes aktivitási tényezőjét a Debye-Hückel-féle határtörvény szerint!

36. feladat Számold ki a $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ félreakció standard elektródpotenciálját a következő adatok ismeretében:



37. feladat Galvánecellát készítünk két elektródból: az egyik egy $0,10 \text{ mol/dm}^3 \text{ ZnCl}_2$ oldatba merülő cinklemez, a másik egy $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \text{ AgCl}$ oldatba merülő ezüstlemez. A standard cinkelektrod elektródpotenciálja $-0,763 \text{ V}$, a standard ezüstelektrodé $0,799 \text{ V}$.

a) Számold ki a két elektród potenciálját!

b) Számold ki a kapott galvánecella elektromotoros erejét!