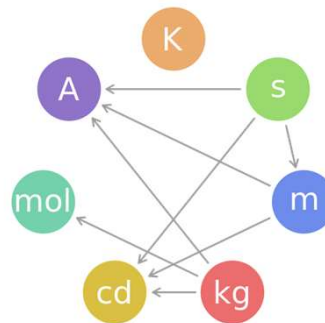


Mértékegységek



$$2 \text{ Apple} + 3 \text{ Pear} = ?$$

- Hosszúság: m
- Terület: m²
- Térfogat: m³
- Tömeg: kg
- Hőmérséklet: K
- Nyomás: Pa
- Anyagmennyiség: mol
- Hő/Energia: Joule
- Idő: sec
-



http://en.wikipedia.org/wiki/International_System_of_Units

Példa 1

Egy gázelegy nitrogén-oxidból és nitrogén-dioxidból áll. Számítsuk ki a gázelegy térfogatszázalékos összetételét, ha a gázok parciális nyomása:

$$p_{\text{NO}} = 36,263 \text{ kPa}, p_{\text{NO}_2} = 70,394 \text{ kPa}$$

$$V/V \% = \frac{V_i}{V_{\text{ö}}} \cdot 100 \quad \begin{array}{l} \text{„i”}: \text{parciális mennyiségek; } V_i = i\text{-edik komponens térfogata} \\ \text{„ö”}: \text{összmennyiség; } V_{\text{ö}} = \text{az elegy teljes térfogata} \end{array}$$

$$\text{Dalton törvény: } p_{\text{ö}} \cdot V_i = V_{\text{ö}} \cdot p_i \rightarrow \frac{V_i}{V_{\text{ö}}} = \frac{p_i}{p_{\text{ö}}} \rightarrow V/V \% = \frac{p_i}{p_{\text{ö}}} \cdot 100$$

$$p_{\text{ö}} = p_{\text{NO}} + p_{\text{NO}_2} = 36,263 \text{ kPa} + 70,394 \text{ kPa} = 106,657 \text{ kPa}$$

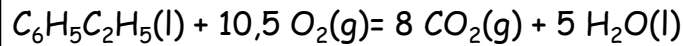
$$V/V \% (\text{NO}) = \frac{p_{\text{NO}}}{p_{\text{ö}}} \cdot 100 = \frac{36,263 \text{ kPa}}{106,657 \text{ kPa}} \cdot 100 = 34 \%$$

$$V/V \% (\text{NO}_2) = \frac{p_{\text{NO}_2}}{p_{\text{ö}}} \cdot 100 = \frac{70,394 \text{ kPa}}{106,657 \text{ kPa}} \cdot 100 = 66 \%$$

A gázelegy 34 V/V % NO-t és 66 % NO₂-ot tartalmaz.

Példa 2

Számítsuk az etil-benzol ki égésének standard entalpiáját. Képződési standard entalpiája $-12,5 \text{ kJ/mol}$.



$$\begin{aligned}\Delta_r H &= \Delta_r(\Delta_f H) = \sum v_t \Delta_f H_t - \sum v_k \Delta_f H_k = \\ &= 8 \text{ mol} \cdot \Delta_f H(\text{CO}_2) + 5 \text{ mol} \cdot \Delta_f H(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) - 1 \text{ mol} \Delta_f H(\text{EB}) = \\ &= [8 \text{ mol} \cdot (-393,51 \text{ kJ/mol}) + 5 \text{ mol} \cdot (-285,83 \text{ kJ/mol})] - \\ &- [1 \text{ mol} \cdot (-12,5 \text{ kJ/mol})] = \\ &= -3148,08 \text{ kJ} - 1429,16 \text{ kJ} + 12,5 \text{ kJ} = \\ &= \mathbf{-4565 \text{ kJ}}\end{aligned}$$

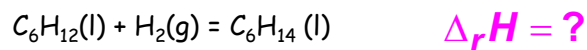
A standard égési entalpia tehát -4565 kJ/mol .

Alkalmazott kémia 1.

3

Példa 3

Számítsuk a ciklohexán hidrogénezésének reakcióhőjét az alábbi adatok felhasználásával.



$$\Delta_c H(\text{C}_6\text{H}_{12}) \quad -3092 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_c H(\text{C}_6\text{H}_{14}) \quad -4163 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_c H(\text{H}_2) = \Delta_f H(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) \quad -286 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned}\Delta_r H &= -\Delta_r(\Delta_c H) = \sum v_k \Delta_c H_k - \sum v_t \Delta_c H_t = \\ &[1 \text{ mol} \cdot (-3092 \text{ kJ/mol}) + 1 \text{ mol} \cdot (-286 \text{ kJ/mol})] - \\ &- [1 \text{ mol} \cdot (-4163 \text{ kJ/mol})] = \\ &= -3092 \text{ kJ} - 286 \text{ kJ} + 4163 \text{ kJ} = \mathbf{785 \text{ kJ}}\end{aligned}$$

A standard hidrogénezési entalpia tehát 785 kJ/mol .

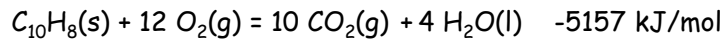
Alkalmazott kémia 1.

4

Példa 4

A naftalin ($C_{10}H_8$) égéshője -5157 kJ/mol . Mekkora a standard képződéshője?

A képződéshő az elemeknek az adott hőmérsékleten legstabilabb módosulataiból végbemenő képződési reakció reakcióhője.



$$\Delta_r H = \Delta_r (\Delta_f H)$$

$$-1 \cdot 5157 \text{ kJ} = [10 \text{ mol} \cdot (-394 \text{ kJ/mol}) + 4 \text{ mol} \cdot (-286 \text{ kJ/mol})] -$$

$$- 1 \text{ mol} \cdot \Delta_f H(C_{10}H_8)$$

$$\Delta_f H(C_{10}H_8) = (5157 \text{ kJ/mol} - 5084 \text{ kJ/mol}) = 73 \text{ kJ}$$

Tehát a naftalin standard képződéshője 73 kJ/mol .

Alkalmazott kémia 1.

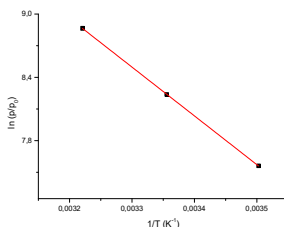
Példa 5

Számítsuk ki a toluol párolgáshőjét 25°C -on a következő gőznyomásadatokról:

$t/^\circ\text{C}$ 12,5 25,0 37,5

p/Pa 1920 3786 7025

A gőzt tekintjük tökéletes gáznak és a folyadék térfogatát hanyagoljuk el a gőzé mellett.



Az egyenes egyenlete:

$$\ln \frac{p}{p_0} = 23,7 - 4625 \frac{1}{T}$$

$$m = -4625 = -\Delta_{\text{pár}} H_m / R$$

$$\Delta_{\text{pár}} H_m = m \cdot (-R) = (-4625) \cdot (-8,314)$$

Ebből a párolgáshő: $38,45 \text{ kJ/mol}$

Két adatpár esetén a Clausius-Clapeyron egyenletből számítható:

$$\ln \frac{p_1}{p_2} = \frac{\Delta_{\text{pár}} H_m}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Alkalmazott kémia 1.

6

Példa 6

Mekkora térfogatú etilén-glikolt ($C_2H_6O_2$) kell 15 liter vízhez adni, hogy a fagyálló fagyáspontja $-30\text{ }^\circ\text{C}$ legyen?

(glikol sűrűsége: $1,11\text{ g/ml}$). Mekkora tömegű Na_2SO_4 -al lehetne ugyan ilyen fagyáspontcsökkenést elérni?

$$\text{Fagyáspontcsökkenés: } \Delta_m T = \frac{R \cdot T^2 \cdot M_A}{\Delta H_{olv}} \cdot m_B$$

$$V_{C_2H_6O_2} = ? \leftarrow m_B$$

$$\begin{aligned} \Delta_m T &= T_{fp, H_2O} - T_{fp, C_2H_6O_2 + H_2O} = \\ &= 0\text{ }^\circ\text{C} - (-30\text{ }^\circ\text{C}) = 30\text{ }^\circ\text{C} = 30\text{ K} \end{aligned}$$

$$30\text{ K} = \frac{8,314\text{ J/(mol}\cdot\text{K)} \cdot 273^2\text{ K}^2 \cdot 18\text{ g/mol}}{6,01\text{ kJ/mol}} \cdot m_B$$

$$\begin{aligned} m_B &= 30\text{ K} \cdot \frac{6010\text{ J/mol}}{8,314\text{ J/(mol}\cdot\text{K)} \cdot 273^2\text{ K}^2 \cdot 18\text{ g/mol}} \\ &= 0,0162\text{ mol/g} = 16,2\text{ mol/kg} \end{aligned}$$

$m_B \rightarrow$ 1 kg vízhez kell 16,2 mol $C_2H_6O_2$; akkor 15 kg vízhez (víz sűrűsége 1 g/cm^3)

15x annyi kell $\rightarrow n_{C_2H_6O_2} = 16,2\text{ mol} \cdot 15 = 243\text{ mol}$

$$V_{C_2H_6O_2} = \frac{m_{C_2H_6O_2}}{\rho_{C_2H_6O_2}} = \frac{n_{C_2H_6O_2} \cdot M_{C_2H_6O_2}}{\rho_{C_2H_6O_2}} = \frac{243\text{ mol} \cdot 62\text{ g/mol}}{1,11\text{ g/ml}} = 13573\text{ ml} = 13,6\text{ l}$$

13,6 l etilén-glikolt kell feloldani 15 liter vízben, hogy a fagyáspont $-30\text{ }^\circ\text{C}$ legyen. 7

T : osz. fagyáspontja

M_A : osz. moláris tömege

ΔH_{olv} : osz. olvadási entalpiája

m_B : oa. molalitása [mol oa./kg. osz.]

$-30\text{ }^\circ\text{C}$ $0\text{ }^\circ\text{C}$ T [$^\circ\text{C}$]

$\Delta T = 30$

243 K 273 K T [K]

ΔH_{olv} \leftarrow táblázat

M_{H_2O} \leftarrow számítjuk

$M_{C_2H_6O_2}$ \leftarrow számítjuk

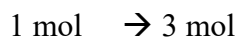
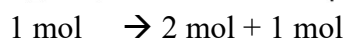
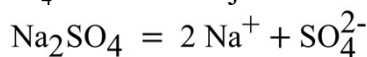
Példa 6

Mekkora tömegű Na_2SO_4 -al lehetne ugyan ilyen fagyáspontcsökkenést elérni?

$$m_{Na_2SO_4} = ?$$

$$m_B = 16,2\text{ mol/kg}$$

Na_2SO_4 só vízben ionjaira esik szét:



Tehát 1 mol Na_2SO_4 feloldásával 3 mol részecskét juttatunk a rendszerbe, vagyis 16,2 mol/kg molalitás eléréséhez harmadannyi Na_2SO_4 -ot kell feloldanunk 15 liter vízben, mint az előző esetben.

$$n_{Na_2SO_4} = 243\text{ mol} / 3 = 81\text{ mol}$$

$$m_{Na_2SO_4} = n_{Na_2SO_4} \cdot M_{Na_2SO_4} = 81\text{ mol} \cdot 142\text{ g/mol} = 11502\text{ g} = 11,5\text{ kg}$$

Ugyanilyen fagyáspont csökkenést 11,5 kg Na_2SO_4 hozzáadásával lehetne elérni.

Példa 7

A kaliforniában élő mamutfenyőt tartják a világ legmagasabbra növő fájának. Magasságuk elérheti a 105 métert. Mekkora ozmózisnyomás szükséges a víz feljuttatásához a gyökerektől a fa tetejéig, ha a víz sűrűsége 1 g/ml. Milyen koncentrációjú cukoroldattal lehetne ezt az ozmózisnyomást elérni?

$$\Pi = \rho \cdot g \cdot h = 1 \text{ g/ml} \cdot 105 \text{ m} \cdot 9,82 \text{ m/s}^2$$

$$\Pi = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 105 \text{ m} \cdot 9,82 \text{ m/s}^2$$

$$\underline{\Pi = 1031100 \text{ kg/(m}\cdot\text{s}^2) = 1031100 \text{ Pa} = \underline{1031,1 \text{ kPa}}}$$

1031,1 kPa szükséges a víz feljuttatásához.

$$\Pi = R \cdot T \cdot C_B$$

$$1031100 \text{ Pa} = 8,314 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)} \cdot 298,15 \text{ K} \cdot C_B$$

$$C_B = 1031100 \text{ N/m}^2 / (8,314 \text{ N}\cdot\text{m/(mol}\cdot\text{K)} \cdot 298,15 \text{ K}) = 416 \text{ mol/m}^3$$

$$\underline{C_B = 0,416 \text{ mol/dm}^3}$$

0,416 mol/dm³ koncentrációjú cukoroldattal lehetne ezt elérni.

$$1 \text{ g/ml} = 1 \text{ g/cm}^3 = 10^6 \text{ g/m}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad (1 \text{ m}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3)$$

$$\text{Pa} = \text{N/m}^2 = (\text{kg} \cdot \text{m/s}^2) / \text{m}^2 = \text{kg/(m}\cdot\text{s}^2)$$

$$J = \text{N} \cdot \text{m}$$

9

Példa 8

A NO₂ bomlása 300 °C-on a következő egyenlettel írható le:

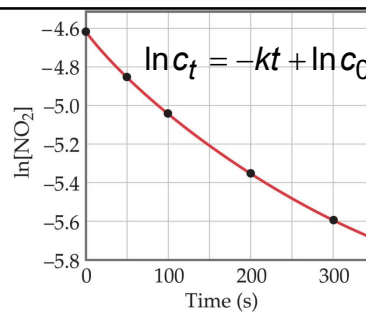


Hányad rendű a reakció, ha kinetikai vizsgálataink során a következő adatokat mértük:

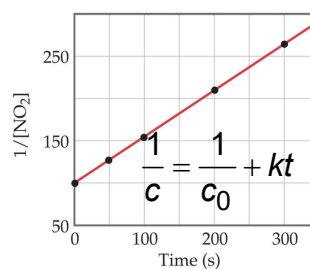
Idő (s)	[NO ₂], M
0.0	0.01000
50.0	0.00787
100.0	0.00649
200.0	0.00481
300.0	0.00380

10

Idő (s)	[NO ₂], M	ln [NO ₂]
0.0	0.01000	-4.610
50.0	0.00787	-4.845
100.0	0.00649	-5.038
200.0	0.00481	-5.337
300.0	0.00380	-5.573



Idő (s)	[NO ₂], M	1/[NO ₂]
0.0	0.01000	100
50.0	0.00787	127
100.0	0.00649	154
200.0	0.00481	208
300.0	0.00380	263



11

Példa 9

Egy anyag bomlásának sebességi állandója 30 °C-on $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ 1/(Ms)}$, 50 °C-on $1,38 \cdot 10^{-2} \text{ 1/(Ms)}$. Számítsuk ki az aktiválási energiáját.

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

M=mol/l

$$\ln k_1 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1} \rightarrow \ln A = \ln k_1 + \frac{E_a}{RT_1}$$

$$\ln k_2 = \ln A - \frac{E_a}{RT_2} \rightarrow \ln A = \ln k_2 + \frac{E_a}{RT_2}$$

módszer 2: egyenletek átrendezése

$$\ln k_1 + \frac{E_a}{RT_1} = \ln k_2 + \frac{E_a}{RT_2}$$

$$\ln k_1 - \ln k_2 = \frac{E_a}{RT_2} - \frac{E_a}{RT_1}$$

- módszer 1: két egyenlet kivonása egymásból

$$\ln k_1 - \ln k_2 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1} - \left(\ln A - \frac{E_a}{RT_2} \right)$$

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{RT_2} - \frac{E_a}{RT_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$E_a = \frac{R \ln \frac{k_1}{k_2}}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} = \frac{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot \ln \frac{2,8 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{Ms}}}{1,38 \cdot 10^{-2} \frac{1}{\text{Ms}}}}{\frac{1}{323 \text{ K}} - \frac{1}{303 \text{ K}}} = 64893 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

Logaritmus azonosságok

$$\ln(x) - \ln(y) = \ln\left(\frac{x}{y}\right)$$

$$\ln(x) + \ln(y) = \ln(x \cdot y)$$

$$\ln(e^x) = x$$

12

Az aktiválási energia 64,9 kJ/mol.

Példa 10

A $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ reakció standard entalpiaváltozása +178 kJ/mol, standard entrópiaváltozása +161 J/molK. Adja meg azt a hőmérséklettartományt, ahol a folyamat spontán módon végbemegy.

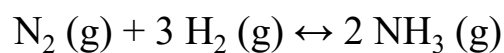
$$\begin{aligned}\Delta G &= \Delta H - T\Delta S < 0 && \text{Spontán folyamatban} \\ & && \Delta G < 0 \\ 178 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - T \cdot 161 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} &< 0 \\ 178 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} &< T \cdot 161 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \\ \frac{178000 \frac{\text{J}}{\text{mol}}}{161 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}} &< T \\ 1105 \text{ K} &< T\end{aligned}$$

A reakció $T > 1105 \text{ K}$ felett spontán megy végbe.

13

Példa 11

Mekkora a következő reakció egyensúlyi állandója 25 °C-on, ha $\Delta_r G^0 = -32,90 \text{ kJ/mol}$?



$$\begin{aligned}\Delta_r G^0 &= -RT \ln K && \text{Logaritmus azonosság} \\ -32900 \frac{\text{J}}{\text{mol}} &= -8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{K} \cdot \ln K && e^{\ln(x)} = x \\ \text{ebből } K &= 5,85 \cdot 10^5\end{aligned}$$

A reakció egyensúlyi állandója $K = 5,85 \cdot 10^5$

14

Példa 12

A $\text{Zn(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{ZnO(s)} + \text{H}_2\text{(g)}$ folyamat standard reakcióhője a 920-1280K intervallumban gyakorlatilag állandó, +224 kJ/mol. 1600 K-en ugyanennek a reakciónak a standard szabadentalpiája +33 kJ/mol. Feltételezve, hogy mindkét mennyiség állandó, határozza meg azt a hőmérsékletet, ahol az egyensúlyi állandó **1-nél nagyobbá válik**.

Az adatokból kiszámítható az egyensúlyi állandó (K_1) értéke 1600 K-en:

$$\ln K = -\frac{\Delta G^0}{RT} = -\frac{33000 \text{ J/mol}}{8,314 \text{ J/molK} \cdot 1600} = -2,481$$

Összefüggés különböző hőmérsékleten és az egyensúlyi állandók között:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H^0}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \Rightarrow 0 - (-2,481) = \frac{-224000 \text{ J/mol}}{8,314 \text{ J/molK}} \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{1600 \text{ K}} \right)$$

$$T_2 = 1876,47 \text{ K}$$

Tehát az egyensúlyi állandó 1876,5 K felett nagyobb, mint 1.

Kérdés:

$$K_2 = 1 \quad T_2 = ?$$

ha $K_2 = 1$ teljesül, akkor $\ln K_2 = 0$

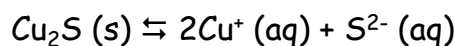
$$\ln(K_2/K_1) = \ln K_2 - \ln K_1 = 0 - (-2,481)$$

A reakció endoterm ($\Delta H > 0$) tehát a hőmérséklet növelése a termékképződés irányába tolja el a reakciót, így K értéke egynél nagyobb ha $T > 1876,5$ K ekkor nő.

15

Példa 13

A réz számos ásványi formában található a természetben. Ezek egyike a kalkozin (Cu_2S). Mekkora az **oldhatósága** ennek a vegyületnek 25 °C-on, ha a Cu_2S oldhatósági szorzata ezen a hőmérsékleten $2 \cdot 10^{-47}$?



A fenti egyenlet szerint, 1 mol Cu_2S feloldásával 2 mol Cu^+ és 1 mol S^{2-} kerül az oldatba, tehát az oldatban a Cu^+ és a S^{2-} aránya 2:1. Ha az oldhatóság „c” (mekkora maximális koncentrációban oldódik a Cu_2S adott hőmérsékleten) akkor a Cu^+ koncentrációja $2c$ és a S^{2-} koncentrációja c lesz.

$$L = [\text{Cu}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}]$$

$$L = (2c)^2 \cdot c = 4c^3$$

$$c = \sqrt[3]{\frac{1}{4} \cdot L} = \sqrt[3]{\frac{2,0 \cdot 10^{-47}}{4}} = 1,7 \cdot 10^{-16} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

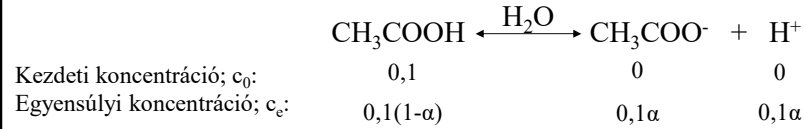
A Cu_2S oldhatósága 25 °C-on $1,7 \cdot 10^{-16}$ mol/l.

16

Példa 14

Mekkora a pH-ja a 0,1 mol/l-es ecetsav oldatnak 25 °C-on?

$$K_c = 1,78 \cdot 10^{-5}$$



$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(0,1\alpha) \cdot (0,1\alpha)}{0,1(1-\alpha)} = \frac{0,1\alpha^2}{1-\alpha}$$

$$1,78 \cdot 10^{-5} = \frac{0,1\alpha^2}{1-\alpha}$$

$$\text{ebből } \alpha = 0,0133$$

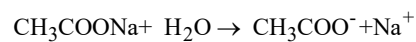
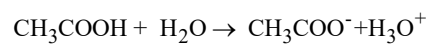
$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg(0,1 \cdot 0,0133) = \underline{2,9}$$

A 0,1 mol/l-es ecetsavoldat pH-ja 25 °C-on 2,9.

17

Példa 15

100 ml pufferoldat 0,1 mol/l koncentrációban tartalmaz ecetsavat és ugyanilyen koncentrációban nátrium-acetátot (az ecetsav nátrium sója). Mekkora a pH-ja?



$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5} \rightarrow \text{p}K_a = 4,75$$

A Henderson-Hasselbalch egyenlet alkalmazásával írhatjuk:

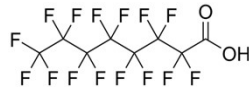
$$\text{pH} = \text{p}K_a - \lg \frac{c_{\text{sav}}}{c_{\text{só}}} = 4,75 - \lg \frac{0,1}{0,1} = \underline{4,75}$$

A pufferoldat pH-ja 4,75.

18

Példa 16

A perfluoro-oktánsav (PFOA, ld. képlet) élelmiszer-adalékot hosszú ideig az egészségre ártalmatlannak tartották. Kémiailag igen stabilis, ezért a környezetbe jutva sem bomlik.



Vízdoldhatósága 25 °C-on 3,4 g/l. A német hatóságok az ivóvízben 0,3 µg/l-ben maximálták a megengedett koncentrációját.

Kísérletek alapján egy aktív szén minden m²-re maximálisan 900 µg PFOA-t képes megkötni. Hány g 1000 m²/g felületű aktív szénnel lehetne a tipikusan 0,519 µg/l PFOA koncentrációjú ivóvíz 1 m³-ének PFOA koncentrációját a megengedett érték alá csökkenteni? A fluor relatív atomtömege 19.

Alkalmazott kémia 1.

19

Példa 16

$$\begin{array}{l}
 c_{\text{PFOA, valós}} \rightarrow 1 \text{ dm}^3 \longrightarrow 0,519 \text{ µg PFOA} \\
 c_{\text{PFOA, max}} \rightarrow 1 \text{ dm}^3 \longrightarrow 0,3 \text{ µg PFOA} \\
 V_{\text{ivóvíz}} \rightarrow 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 \longrightarrow 1) m_{\text{PFOA, valós}}; 2) m_{\text{PFOA, max}}
 \end{array}$$

Ivóvíz:
 $c_{\text{PFOA, max}} = 0,3 \text{ µg/l}$
 $c_{\text{PFOA, valós}} = 0,519 \text{ µg/l}$
 $V_{\text{tisztítandó ivóvíz}} = 1 \text{ m}^3$

$$1) m_{\text{PFOA, valós}} = \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ dm}^3} \cdot 0,519 \text{ µg} = 519 \text{ µg PFOA van } 1 \text{ m}^3 \text{ vízben}$$

$$2) m_{\text{PFOA, max}} = \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ dm}^3} \cdot 0,3 \text{ µg} = 300 \text{ µg PFOA lehet maximum } 1 \text{ m}^3 \text{ vízben}$$

$$3) m_{\text{PFOA, min. meg kell kötni}} = m_{\text{PFOA, valós}} - m_{\text{PFOA, max}} = 519 \text{ µg} - 300 \text{ µg} = 219 \text{ µg}$$

$$4) A_{\text{aktív szén, megkötéshez kell}} \longrightarrow 219 \text{ µg PFOA}$$

$$1 \text{ m}^2 \text{ aktív szén} \longrightarrow 900 \text{ µg PFOA}$$

$$A_{\text{aktív szén, szükséges}} = \frac{219 \text{ µg}}{900 \text{ µg}} \cdot 1 \text{ m}^2 = 0,243 \text{ m}^2$$

$$5) m_{\text{aktív szén, szükséges}} \longrightarrow 0,243 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{(fajlagos felület)}} \rightarrow 1 \text{ g aktív szén} \longrightarrow 1000 \text{ m}^2$$

$$m_{\text{aktív szén, szükséges}} = \frac{0,243 \text{ m}^2}{1000 \text{ m}^2} \cdot 1 \text{ g} = 0,000243 \text{ g} = 243 \text{ µg}$$

Aktív szén:
- S (fajlagos felület) = 1000 m²/g
- 1 m² aktív szén maximum
900 µg PFOA-t tud megkötni

Minimum 243 µg aktív szén szükséges ahhoz, hogy a PFOA koncentrációt a maximálisan megengedett érték alá csökkentsük.

Alkalmazott kémia 1.

20

Példa 17

Határfelületi jelenségek

Mekkora az a legnagyobb pórusméret, amely 100 °C-on 60% relatív páratartalomnál már megtelik vízzel?

A víz a pórusfalat jól nedvesíti. A víz felületi feszültsége ezen a hőmérsékleten 60 mJ/m², sűrűsége 0,96 g/cm³.

$$p = p_{r \rightarrow \infty} e^{\frac{-2\gamma V_m}{rRT}}$$

21

Példa 18

Halmazállapotok, fázisváltozások

Számítsuk ki a toluol párolgáshőjét 25 °C-on a következő gőznyomásadatokból:

t/*C	12,5	25,0	37,5
p/Pa	1920	3786	7025

A gőzt tekintjük tökéletes gáznak és a folyadék térfogatát hanyagoljuk el a gőzé mellett.

22

Példa 19

Kinetika

Egy anyag bomlásának sebességi állandója $2,80 \times 10^{-3} \text{ 1/M}\cdot\text{s}$ $30 \text{ }^\circ\text{C}$ -n és $1,38 \times 10^{-2} \text{ 1/M}\cdot\text{s}$ $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on.

Számítsuk ki a reakció aktiválási energiáját!

23

Példa 20

Egyensúlyok

Számítsuk ki a tejsavoldatban a disszociációfokot, a pOH-t és a pH-t, ha a tejsav bemérési koncentrációja $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$.
($K_a = 1,4 \times 10^{-4}$)

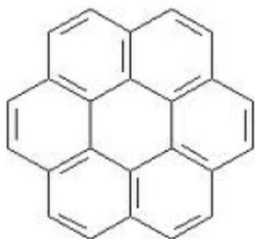
24

Példa 21

Határfelületi jelenségek

A koronén a füstgázokból kimutatható policiklikus aromás szénhidrogén. Mennyi koronént tud megkötni az a légszűrő berendezés, melyben 100 g tömegű, 1100 m²/g fajlagos felületű aktív szén használunk.

Tudjuk, hogy a koronén egy molekulájának helyigénye 0,6 nm².



25

Példa 22

Termodinamika

Egy üveg sör (0,5 liter) 3,5 tömeg%-os etanolra nézve, sűrűsége 1 g/ml. Az etanol (C₂H₅OH) égéshője -1366,8 kJ/mol. Mekkora energiát jelent, ha egy üveg sört megiszunk?

26

Példa 23

Egyensúlyok

Mekkora a 0,500 M-os nátrium-acetát oldat pH-ja és pufferkapacitása erős savra, illetve bázisra nézve?

$$K_s(\text{CH}_3\text{COOH})=1,80 \times 10^{-5}.$$

27

Példa 24

Egyensúlyok

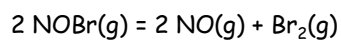
Mekkora a hangyasav disszociációfoka abban a 0,100 mol/dm³-es hangyasavoldatban, amely sósavat is tartalmaz 1,0 x 10⁻³ mol/dm³ koncentrációban? Mekkora ennek az oldatnak a pH-ja?

$$(K_{\text{HCOOH}} = 1,8 \times 10^{-4})$$

28

Példa 25

A NO(g) képződésének sebességét a



reakcióban $1,6 \cdot 10^{-4}$ M/s-nak találták. Mekkora a sebessége a NOBr(g) fogyásának?

Mivel 2 mól NOBr-ből 2 mól NO keletkezik, a keletkezési és fogyási sebességek megegyeznek.

29

Példa 26

Termodinamika

Mennyi hőt kell befektetni, ha 1 liter 25 °C-os etilalkoholt (C₂H₅OH) a forráspontjára melegítve párologtatunk el?

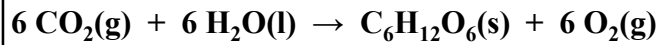
Az etanol sűrűsége 25 °C-on 0,789 g/cm³.

30

Példa 27

Termodinamika

A fotoszintézis során glükóz termelődik. Számítsa ki a fotoszintézis standard reakcióentalpiáját 25 °C hőmérsékleten.

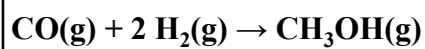


31

Példa 28

Egyensúlyok

Sztöchiometriai összetételű elegyből kiindulva az alábbi reakció alapján állítunk elő metanolt, 300 °C-on:



A reakció 30 %-os hidrogén fogyás után leáll. Ekkor a nyomás 10,1 MPa.

Számítsa ki az egyensúlyi elegy összetételét és az egyensúlyi állandót.

32

Példa 29

Kinetika

A N_2O_5 koncentrációja folyékony brómban a következő módon változik az idő függvényében:

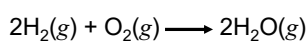
t (s)	0	200	400	600	1000
$[\text{N}_2\text{O}_5]$ (M)	0,110	0,073	0,048	0,032	0,014

Határozzuk meg a rendűséget és a sebességi állandót!

33

Példa 30

Az űrhajókban hidrogéngáz üzemanyagot használnak, melynek égési egyenlete:



1. Adja meg a reakció sebességét a $[\text{H}_2]$, $[\text{O}_2]$, és a $[\text{H}_2\text{O}]$ időbeli változásának segítségével

2. Ha az $[\text{O}_2]$ koncentrációja $0,23 \text{ mol}/(\text{liter}\cdot\text{s})$ -mal csökken, mekkora sebességgel nő a víz koncentrációja?

$$(1) \quad v = \left| -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} \right| = \left| -\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} \right| = +\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t}$$

$$(2) \quad \left| -\frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t} \right| = 0,23 \text{ mol/L}\cdot\text{s} = +\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t}; \quad \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}]}{\Delta t} = 0,46 \text{ mol/L}\cdot\text{s}$$

34

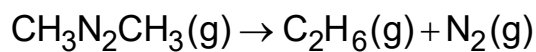
Példa 31

Az alábbi reakciókban határozza meg a reakciók rész- és összrendjét a megadott reakciósebességi egyenletek alapján.

- (a) $2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{NO}_2(g); \quad v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$
(b) $\text{CH}_3\text{CHO}(g) \longrightarrow \text{CH}_4(g) + \text{CO}(g); \quad v = k[\text{CH}_3\text{CHO}]^{3/2}$
(c) $\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 3\text{I}^-(aq) + 2\text{H}^+(aq) \longrightarrow \text{I}_3^-(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l); \quad v = k[\text{H}_2\text{O}_2][\text{I}^-]$

35

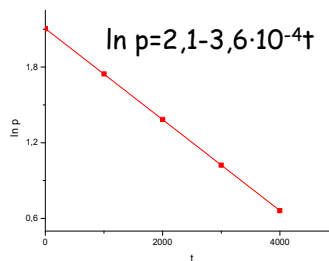
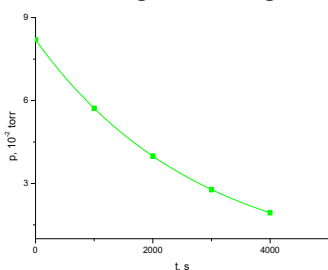
Példa 32



Az azometán parciális nyomásának változását 600 °C-on követték nyomon és az alábbi eredményeket kapták.

t (s)	p (10 ⁻² torr)
0	8,20
1000	5,72
2000	3,99
3000	2,78
4000	1,94

Határozzuk meg a rendűséget és a sebességi állandót.



A reakció elsőrendű és $k = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ 1/s}$.

36

Példa 33

Mekkora a víz standard moláris képződéshője 50°C-on?

$$H_m^0(T) = H_m^0(298) + \int_{298}^{T_{olv}} C_{m,p}(s) dT + \Delta H_m^0(olv) + \int_{T_{olv}}^{T_{forr}} C_{m,p}(\ell) dT + \Delta H_m^0(pár) + \int_{T_{forr}}^{T_y} C_{m,p}(g) dT$$

$$H_m^0(298)(\ell) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$C_{m,p}(\ell) = 75,29 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

Hanyagoljuk el $C_{m,p}$ hőmérsékletfüggését.

$$\begin{aligned} \Delta H_m^0(323) &= H_m^0(298) + \int_{298}^{T_2} C_{m,p}(\ell) dT = H_m^0(298) + C_{m,p}(\ell)(T_2 - 298) = \\ &= -285,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 75,29 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 25 \text{ K} = -285,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 1882 \frac{\text{J}}{\text{mol}} = -283,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

Tehát a víz standard moláris képződéshője 50°C-on -284 kJ/mol .

Alkalmazott kémia 1.

Példa 34

Egy másodrendű reakció tanulmányozásakor azt tapasztalták, hogy a kiindulási anyag koncentrációja 12200 s alatt 220 mmol/l-ről 56,0 mmol/l-re csökkent. Mekkora a sebességi állandó a vizsgálat hőmérsékletén?

$$\begin{aligned} \frac{1}{c} &= \frac{1}{c_0} + kt & k &= \frac{1}{t} \cdot \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{c_0} \right) \\ k &= \frac{1}{1,22 \cdot 10^4 \text{ s}} \left(\frac{1}{56 \frac{\text{mmol}}{\text{l}}} - \frac{1}{220 \frac{\text{mmol}}{\text{l}}} \right) = \\ &= 1,09 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\frac{\text{mmol}}{\text{l}} \cdot \text{s}} = 1,09 \cdot 10^{-3} \frac{\text{l}}{\text{mol} \cdot \text{s}} \end{aligned}$$

38