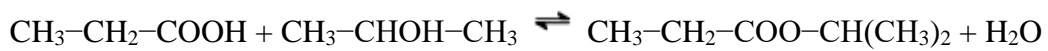


1. 1,00 mol propán-2-ol és 2,00 mol propánsav elegyítésekor képződött egyensúlyi rendszer 41,8 tömeg% észtert tartalmaz.
- a) Írja fel a reagáló vegyületek konstitúcióját és az észterképződés egyenletét!
- b) Az alkohol hány %-a alakult át?
- c) Számítsa ki az észteresítés egyensúlyi állandóját! (2008. május II.)

Megoldás: (10 pont)



b) 3,00 mol elegy tömege: $60,0 + 2 \cdot 74,0 = 208$ gramm 1 pont

Az észter anyagmennyisége: $(208 \cdot 0,418)$ g : 116 g/mol = $0,750$ mol 1 pont

$0,750$ mol alkohol és sav alakult át, ugyanennyi víz keletkezett. 1 pont

Ez az alkoholra nézve 75,0%-os átalakulást jelent. 1 pont

c) Egyensúlyban van: $1,00 - 0,750$ mol = $0,250$ mol alkohol, 1 pont

$2,00 - 0,750$ mol = $1,25$ mol sav, 1 pont

$0,750$ mol észter, $0,750$ mol víz.

$$K = \frac{[\text{észter}] \cdot [\text{víz}]}{[\text{alkohol}] \cdot [\text{sav}]}$$
 (vagy ennek használata)

1 pont

$$K = \frac{0,75 \cdot 0,75}{0,25 \cdot 1,25} = 1,80$$

1 pont

2. Hangyasav és etanol egyensúlyi reakciójában egy olyan vegyület állítható elő, melyet régebben rumaroma készítésére is használtak.

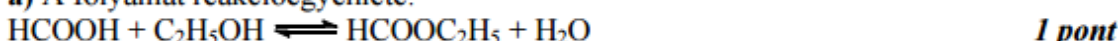
a) Írja fel a folyamat reakcióegyenletét, és nevezze el a reakcióban keletkező szerves terméket!

b) Számítsa ki, hogy $10,0 \text{ cm}^3$ hangyasavhoz hány cm^3 etanolt mérjünk, ha azt szeretnénk, hogy a karbonsav 75,0 %-a alakuljon át a reakcióban! $\rho(\text{HCOOH}) = 1,23 \text{ g/cm}^3$, $\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,789 \text{ g/cm}^3$. A reakció egyensúlyi állandója $K = 3,25$.

c) Ha a $10,0 \text{ cm}^3$ hangyasavat rumaroma előállítás helyett oldatkészítésre használnánk, mekkora térfogatú, 2,00-es pH-jú oldatot állíthatnánk elő belőle? ($K_s = 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$) (2014. október)

Megoldás: (14 pont)

a) A folyamat reakcióegyenlete:



A szerves termék neve: etil-formiát. 1 pont

b) A kiindulási hangyasav tömege: $m(\text{HCOOH}) = 10,0 \text{ cm}^3 \cdot 1,23 \text{ g/cm}^3 = 12,3 \text{ g}$

anyagmennyisége: $n(\text{HCOOH}) = \frac{12,3 \text{ g}}{46,0 \text{ g/mol}} = 0,267 \text{ mol}$ 1 pont

	HCOOH	+	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	\rightleftharpoons	HCOOC_2H_5	+	H_2O	
kiindulás:	0,267 mol		$x \text{ mol}$		0		0	
átalakulás:	0,2005 mol		0,2005 mol		0,2005 mol		0,2005 mol	
egyensúly:	0,0665 mol		$(x - 0,2005) \text{ mol}$		0,2005 mol		0,2005 mol	2 pont

A reakció egyensúlyi állandója:

$$K = \frac{[\text{HCOOC}_2\text{H}_5] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} \quad 1 \text{ pont}$$

A fenti adatokat behelyettesítve:

$$3,25 = \frac{0,2005^2}{0,0665 \cdot (x - 0,2005)} \quad 1 \text{ pont}$$

Az egyenletből: $x = 0,387 \text{ mol}$ 1 pont

A szükséges alkohol tömege: $m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,387 \text{ mol} \cdot 46,1 \text{ g/mol} = 17,8 \text{ g}$

Térfogata: $V(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 17,8 \text{ g} / 0,789 \text{ g/cm}^3 = 22,6 \text{ cm}^3$ 1 pont

c) A készítendő oldatban $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ 1 pont

A savi disszociációs állandó:

$$K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{HCOO}^-]}{(c_s - [\text{HCOO}^-])} \text{ vagy: } K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{(c_s - [\text{H}_3\text{O}^+])} \quad 1 \text{ pont}$$

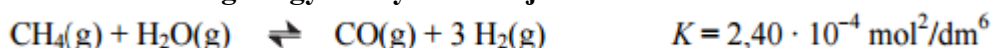
(Az egyenletben c_s a hangyasav összkoncentrációja a hígított oldatban.)

A feladatban szereplő adatokkal: $1,77 \cdot 10^{-4} = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-2}}{c_s - 10^{-2}}$ 1 pont

Az egyenlet megoldása: $c_s = 0,575 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont

A keletkező oldat térfogata: $V_2 = \frac{0,267 \text{ mol}}{0,575 \text{ mol/dm}^3} = 0,464 \text{ dm}^3$ 1 pont

3. A metán és a vízgőz egyensúlyi reakciója 627 °C-on:

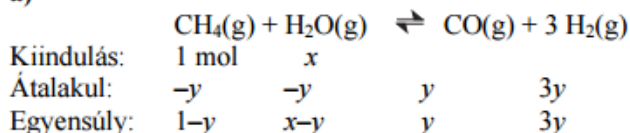


a) 1,00 mol metánt és valamennyi vízgőzt töltöttünk egy tartályba, majd a rendszert 627 °C-ra melegítettük. Az egyensúlyi gázelegy 46,56 térfogatszázaléka hidrogén, és mindössze 1,72 térfogatszázaléka metán. Hány mol vízgőzt kevertünk a metánhoz, és hány százalékos volt a metán átalakulása?

b) Számítsa ki a tartály térfogatát és az egyensúlyi össznyomást 627 °C-on!
(2015. május)

Megoldás: (15 pont)

a)



Az egyensúlyi összes anyagmennyiség: $(1 + x + 2y)$ mol

1 pont

Az adatok alapján:

$$\frac{1-y}{1+x+2y} = 0,0172 \quad \text{és} \quad \frac{3y}{1+x+2y} = 0,4656$$

2 pont

Ezekből:

$$\frac{1-y}{3y} = \frac{0,0172}{0,4656} \quad \rightarrow \quad y = 0,900,$$

vagyis a metánnak **90,0%**-a alakult át.

1 pont

Valamelyik egyenletbe visszahelyettesítve:

$x = 3,00$, vagyis **3,00 mol** vízgőzzel kevertük a metánt.

1 pont

b)

Egyensúlyban az egyes anyagmennyiségek:

CH_4 : 0,100 mol H_2O : 2,100 mol CO : 0,900 mol H_2 : 2,700 mol

1 pont

A tartály térfogatát nem ismerjük, ez legyen $V \text{ dm}^3$, így az egyensúlyi koncentrációk (mol/dm^3 -ben):

$$[\text{CH}_4] = \frac{0,100}{V}, \quad [\text{H}_2\text{O}] = \frac{2,100}{V}, \quad [\text{CO}] = \frac{0,900}{V} \quad [\text{H}_2] = \frac{2,700}{V}$$

1 pont

Ezeket az egyensúlyi állandóba helyettesítve:

$$\frac{\frac{0,9}{V} \cdot \left(\frac{2,7}{V}\right)^3}{\frac{0,1}{V} \cdot \frac{2,1}{V}} = 2,40 \cdot 10^{-4}$$

1 pont

Ebből:

$$\frac{84,36}{V^2} = 2,40 \cdot 10^{-4} \quad \rightarrow \quad V = 593, \text{ vagyis a tartály } \mathbf{593 \text{ dm}^3}\text{-es.}$$

1 pont

Az elegy összes anyagmennyisége: $1 + x + 2y = 5,80$ mol

Az összkoncentráció:

$$c = \frac{5,80 \text{ mol}}{593 \text{ dm}^3} = 9,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/\text{dm}^3$$

1 pont

Az össznyomás:

$$pV = nRT \quad \rightarrow \quad p = nRT/V \quad \rightarrow \quad p = cRT$$

1 pont

$$p = 9,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/\text{dm}^3 \cdot 8,314 \text{ kPa dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 900 \text{ K} = \mathbf{73,2 \text{ kPa}}$$

1 pont

4. A ciklohexán magas hőmérsékleten benzollá alakul át, a következő egyenlet szerint: $C_6H_{12}(g) = C_6H_6(g) + 3 H_2(g)$ Szobahőmérsékleten egy $5,00 \text{ dm}^3$ -es tartályba öntöttünk valamennyi ciklohexánt, majd az edény lezárása után a hőmérsékletet jelentősen megnöveltük.

Az egyensúly kialakulásakor a koncentrációkról a következőket tudjuk: $[H_2(g)] = 2,40 \text{ mol/dm}^3$, $[C_6H_{12}(g)] = [C_6H_6(g)]$.

- a) Határozza meg az egyensúlyi folyamat reakcióhőjét (szobahőmérsékletre vonatkoztatva) az alábbi adatok segítségével!

$$\Delta_k H(C_6H_{12}(f)) = -158 \text{ kJ/mol} \quad \Delta_k H(C_6H_6(f)) = +47,0 \text{ kJ/mol}$$

- b) A fenti kísérletben a ciklohexán hány %-a alakult át az egyensúlyi folyamatban?

- c) Határozza meg az egyensúlyi állandó értékét a kísérlet hőmérsékletén!

- d) Mekkora tömegű ciklohexánt töltöttünk az edénybe?

- e) Ha még tovább növelnénk a hőmérsékletet, hogyan változna a ciklohexán disszociációfoka és miért?

(2017. május)

Megoldás:(10 pont)

- a) Hess tételének ismerete (vagy helyes alkalmazása) *1 pont*
 $\Delta_r H = \Delta_k H(C_6H_6(f)) - \Delta_k H(C_6H_{12}(f)) = +205 \text{ kJ/mol}$ *1 pont*
- b) Mivel a H_2 koncentrációja háromszorosa a benzolénak, (1 : 3 arányú a reakció)
 $[C_6H_{12}(g)] = 0,80 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 Az átalakult ciklohexán is $0,80 \text{ mol/dm}^3$,
 a kiindulási koncentráció $1,60 \text{ mol/dm}^3$ (ezt a c) részben is elég kiszámolni) *1 pont*
 a ciklohexán **50,0 %-a alakult át.** *1 pont*
- c) Egyensúlyi állandó ismerete *1 pont*
 $K = (2,4^3 \cdot 0,8) : 0,8 = 13,8 \text{ (mol/dm}^3)^3$ *1 pont*
 (A mértékegység leghagyása nem pontvesztő!)
- d) $m(C_6H_{12}) = (5 \text{ dm}^3 \cdot 1,6 \text{ mol/dm}^3) \cdot 84 \text{ g/mol} = 672 \text{ g}$ *2 pont*
- e) **Nőne**, mivel a reakció endoterm (Le Chatelier-elv). *1 pont*
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

5. Egy kémia tanár a kis szénatomszámú észterek jellegzetes illatát szerette volna bemutatni az etil-acetát példáján. A szertárban azonban sem az etil-acetátot, sem az elkészítéséhez szükséges szerves anyagokat nem találta meg.

a) Adja meg az etil-acetát szerkezeti képletét a molekula kötő-, és nemkötő elektronpárjainak feltüntetésével!

Talált azonban metanolt és hangyasavat.

b) Írja fel annak a folyamatnak a reakcióegyenletét, amelyben metanol és hangyasav felhasználásával észtert állítanak elő! A függvénytáblázatban utánanézt a folyamat egyensúlyi állandójának is: $K = 4,60$. A laboratóriumban talált összes, 100 g tömegű metanol felhasználásával azt szerette volna elérni, hogy az egyensúlyi elegy 45,0 g tömegű észtert tartalmazzon. Amikor azonban munkához látott, szomorúan vette észre, hogy a tiszta hangyasav helyett csak 46,0 m/m%-os oldat áll rendelkezésére.

c) Mekkora tömegű, 46,0 m/m%-os oldatot mérjen a 100 g tömegű metanolhoz, ha eredeti célját nem szeretné feladni? Az észteres kísérlet elvégzése után már csak 82,0 g maradt a 46,0 m/m%-os hangyasav-oldatból. Elhatározta, hogy ebből hígítással 2,00-es pH-jú oldatot készít.

d) Számítsa ki, hogy a maradék 46,0 m/m%-os oldatból mekkora térfogatú, 2,00-es pH-jú oldat készíthető! (A számoláshoz szükséges savi disszociációs állandó: $K_s = 1,76 \cdot 10^{-4}$)

(2017. október)

Megoldás: (15 pont)

a) Etil-acetát szerkezeti képlete kötő- és nemkötő elektronpárok feltüntetésével. **1 pont**

b) $\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \text{HCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ **1 pont**

(A pont csak akkor jár, ha a vizsgázó egyensúly-jelet használt az egyenlet felírásához!)

c) A kiindulási metanol anyagmennyisége:

$$n_1(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{100 \text{ g}}{32,0 \text{ g/mol}} = 3,125 \text{ mol}$$

A keletkező észter anyagmennyisége:

$$n_2(\text{HCOOCH}_3) = \frac{45,0 \text{ g}}{60,0 \text{ g/mol}} = 0,750 \text{ mol} \quad \text{1 pont}$$

A kiindulási x mol hangyasav tömege $46x$ (g).

Az oldatban lévő víz tömege: $\frac{54}{46} 46x = 54x$ (g). **1 pont**

Az oldatban lévő víz anyagmennyisége: $\frac{54x}{18} = 3x$ mol.

Egyensúlyi táblázat:

	HCOOH	CH ₃ OH	HCOOCH ₃	H ₂ O	Értékelés
Kiindulás	$x \text{ mol}$	3,125 mol	0 mol	3x mol	
Átalakulás	$0,750 \text{ mol}$	$0,750 \text{ mol}$	$0,750 \text{ mol}$	$0,750 \text{ mol}$	1 pont
Egyensúly	$(x-0,750) \text{ mol}$	$2,375 \text{ mol}$	0,750 mol	$(3x+0,750) \text{ mol}$	1 pont

A folyamat egyensúlyi állandója: $K = \frac{[\text{észter}]_e \cdot [\text{víz}]_e}{[\text{alkohol}]_e \cdot [\text{sav}]_e}$ **1 pont**

Az egyensúlyi állandóra felírható egyenlet: $4,60 = \frac{0,750 \cdot (3x + 0,750)}{2,375 \cdot (x - 0,750)}$ **1 pont**

Az egyenlet megoldása: $x = 1,009$ **1 pont**

Tehát a szükséges tiszta hangyasav tömege: $m_1(\text{HCOOH}) = 46,43 \text{ g}$

A szükséges hangyasav-oldat tömege: $m_{1,\text{oldat}} = \frac{m_1(\text{HCOOH})}{0,46} = 100,94 \text{ g} \approx \mathbf{101 \text{ g}}$ **1 pont**

d) A kiindulási, 82,0 g tömegű oldatban lévő hangyasav tömege: $m(\text{HCOOH}) = 37,72 \text{ g}$

Ennek anyagmennyisége: $n(\text{HCOOH}) = 0,820 \text{ mol}$ **1 pont**

A hígítással keletkező, pH = 2,00 oldatban is 0,82 mol hangyasav lesz.

Ebben az oldatban az oxóniumion-koncentráció: $[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ **1 pont**

A savi disszociációs állandó: $K = \frac{[\text{H}^+]_e \cdot [\text{HCOO}^-]_e}{c_s - [\text{H}^+]_e}$ **1 pont**

A savi disszociációs állandóra felírható egyenlet: $1,76 \cdot 10^{-4} = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-2}}{c_{s,2} - 10^{-2}}$

Az egyenlet megoldása: $c_{s,2} = 0,578 \text{ mol/dm}^3$ **1 pont**

A hangyasav anyagmennyiségére felírható egyenlet: $V_2 \cdot 0,578 \text{ mol/dm}^3 = 0,820 \text{ mol}$

Megoldása: $V_2 = \mathbf{1,42 \text{ dm}^3}$ **1 pont**