

Egyensúlyi rendszerek

Követelményrendszerből (2017-es) *egyensúly* keresőszóval:

1.5.3 Egyensúly 1.5.3.1 Megfordítható reakciók	Értse	a megfordítható folyamat lényegét.	
1.5.3.2 Egyensúly	Fogalmi szint	dinamikus egyensúly, kiindulási és egyensúlyi koncentráció, kémiai egyensúlyok, a legkisebb kényszer elve (Le Chatelier-elv).	a kémiai egyensúly törvénye (a tömeghatás törvénye), az egyensúlyi állandó (K_c)
	Értse, értelmezze	a dinamikus egyensúly kialakulását, az egyensúly megzavarásának lehetőségeit (c, p, T), a legkisebb kényszer elvét a $N_2 + 3 H_2 \rightleftharpoons 2 NH_3$ reakción, a katalizátor és az egyensúlyi folyamatok kapcsolatát.	az egyensúlyi állandó és a sztöchiometriai egyenlet, valamint az egyensúlyi koncentrációk kapcsolatát,
	Tudja		felírni a tömeghatás törvényét az egyensúlyi folyamatra megadott reakcióegyenlet alapján, értelmezni a legkisebb kényszer elvét megadott reakciók esetében.

1.5.4 A kémiai reakciók típusai 1.5.4.1 Sav-bázis reakciók	Fogalmi szint	sav és bázis fogalma Arrhenius szerint, értékűség, Brønsted-sav, Brønsted-bázis, amfotéria, sav- és báziserősség.	savállandó és bázisállandó (K_a, K_b), disszociációfok.
	Értse, értelmezze	a Brønsted-féle sav-bázis párokat, a víz amfotériáját, kvalitatíve a sav- és báziserősséget.	K_a és K_b kapcsolatát az egyensúlyi koncentrációkkal; a sav- és báziserősség, valamint a K_a és K_b kapcsolatát.

– A vizes oldatok kémhatása	Fogalmi szint	a víz autoprotolízise, a pH definíciója, a vízionoszorzat és értéke, savas, lúgos és semleges kémhatás.	
	Értelmezze	az autoprotolízis egyenletét, kvalitatíve a savas, lúgos és semleges kémhatást, kvalitatíve a pH-t (25 °C-ra vonatkoztatva), a sav- és lúgosoldatok kerek egész számú pH-értékének kapcsolatát az oldat oxónium-, illetve hidroxidion-koncentrációjával.	a vízionoszorzatot (levezetéssel együtt).
	Tudja	megállapítani adott oldat kémhatását (savasság, lúgosság, annak mértéke), összehasonlítani oldatok kémhatását a pH értékük alapján, megbecsülni a sav- és lúgosoldat hígításakor, töményítésekor bekövetkező pH-változás irányát.	értelmezni a sav, illetve bázis vízbe kerülésekor lejátszódó egyensúlyeltolódást, megbecsülni az erős és gyenge savból, illetve bázisból készült, azonos koncentrációjú oldatok pH-viszonyát.

2.4.4.2 Kén-dioxid (SO_2) – Anyagszerkezet – Tulajdonságok	Értse	molekulaszerkezetét, polaritását.	
	Fogalmi szint	színe, szaga, halmazállapota, oldhatósága.	
	Értelmezze		a kén-dioxid forráspontjának és az oldhatóságának anyagszerkezeti magyarázatát.
	Fogalmi szint		redukáló és oxidáló hatása.
	Értelmezze	a reakcióját vízzel, a további oxidációját, a környezet-szennyező hatását.	a további oxidációja során kialakuló egyensúlyt.
	Értse	az ecetsav reakcióját nátriummal, nátrium-hidroxiddal, nátrium-hidrogén-karbonáttal, a hidrogén-kloridhoz viszonyított savi erősségét, az etanol és ecetsav egyensúlyi reakcióját.	a savi erősség változását a homolog sorban, az ecetsavnak a fenolhoz viszonyított savi erősségét a hangyasav ezüsttűkörpróbájának egyenletét, a hangyasav reakcióját brómos vízzel.

számítások

4.6 Kémiai egyensúly	Fogalmi szint		egyensúlyi koncentráció, kiindulási koncentráció.
	Tudja		kiszámítani az egyensúlyi állandót az egyensúlyi koncentrációkból, alkalmazni az egyensúlyi koncentráció és a kiindulási koncentráció, valamint az átalakulási százalék közti kapcsolatot.

Egyensúlyi rendszerek

4.7 Kémhatás	Fogalmi szint	pH, vízionszorzat. a vízionszorzatot: $K_w = [H^+][OH^-]$.	K_a , K_b , disszociációfok a következő összefüggéseket: $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$, $K_b = \frac{[HB^+][OH^-]}{[B]}$, $\alpha = \frac{c(\text{disszociált})}{c(\text{bemérési})}$.
	Tudja	alkalmazni az egész számú pH és az erős savak és bázisok vizes oldatának $[H^+]$ -ja és $[OH^-]$ -ja közötti kapcsolatot a kémiai számításokban.	a pH-val kapcsolatos egyszerű számításokat erős és gyenge savak, illetve bázisok esetén; a közömbösítési reakciók alapján történő sztöchiometriai számításokat; a sav-bázis titrálással kapcsolatos feladatokat; a különböző pH-jú erős sav-, illetve lúgosoldatok összekeverésével kapcsolatos egyszerű számításokat.

Egyensúlyi rendszerek a tanulmányok során:

- oldódási egyensúlyok (gáz, szilárd)
- a víz disszociációja
- gyenge savak és bázisok disszociációja
- ipari folyamatokban: ammónia és kénsav gyártása
- észterképződés és hidrolízis
- csapadékképződés és oldás

Egyensúlyi rendszerek

2015. október 7. feladat

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 cm³ hangyasavhoz hány cm³ 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 $K = 3,25$.

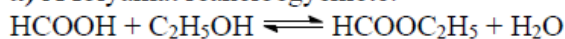
c) Ha a 10,0 cm³ hangyasavat rumaroma előállítás helyett oldatkészítésre használnánk, mekkora térfogatú, 2,00-es pH-jú oldatot állíthatnánk elő belőle?

($K_s = 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$)

javítókulcs:

7. Számítási feladat (14 pont)

a) A folyamat reakcióegyenlete:



1 pont

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	+	C ₂ H ₅ OH	\rightleftharpoons	HCOOC ₂ H ₅	+	H ₂ O	
kiindulás:	0,267 mol		x mol		0		0	
átalakulás:	0,2005 mol		0,2005 mol		0,2005 mol		0,2005 mol	
egyensúly:	0,0665 mol		(x - 0,2005) mol		0,2005 mol		0,2005 mol	

2 pont

A reakció egyensúlyi állandója:

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

1 pont

A fenti adatokat behelyettesítve:

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

1 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:

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

1 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*

Készítette: Nagy Mária

Egyensúlyi rendszerek

Az $A + B \rightleftharpoons C$ egyensúlyi rendszert vizsgáljuk.

- Zárt tartályban T hőmérsékleten kialakult rendszerben az átalakulás foka 10%, ha a kezdetben c_0 koncentrációjú **A** anyaghoz sztöchiometrikus mennyiségű **B** anyagot adunk.
 - Mekkora az egyensúlyi koncentrációk?
 - Az egyensúlyi elegy hány százaléka **A**, illetve **C** anyag?
 - Mekkora az egyensúlyi állandó?
- Hány %-os az anyagok átalakulása, ha az A anyag eredeti mennyiségét megkétszerezzük? (Vagy a kialakult egyensúlyi rendszerhez változatlan körülmények között még c_0 koncentrációban A anyagot adunk?)
- Az eredeti egyensúlyi rendszert melegítve új rendszer alakul ki. Benne kétszer annyi **C** anyag van, mint eredetileg.
 - Hogyan változott az átalakulás foka?
 - Hogyan változott az egyensúlyi állandó?
- Energetikailag milyen változás a **C** képződése?
- A Le Chatelier-elvvel összhangban vannak az eredmények?

- Zárt tartályban T hőmérsékleten kialakult rendszerben az átalakulás foka 10%, ha a kezdetben c_0 koncentrációjú **A** anyaghoz sztöchiometrikus mennyiségű **B** anyagot adunk.
 - Mekkora az egyensúlyi koncentrációk?
 - Az egyensúlyi elegy hány százaléka **A**, illetve **C** anyag?
 - Mekkora az egyensúlyi állandó?

	A	+	B	\rightleftharpoons	C	
kiindulási koncentrációk:	c_0		c_0		-	
átalakulási koncentrációk:	$-0,1 c_0$	→	$-0,1 c_0$		$+0,1 c_0$	
egyensúlyi koncentrációk:	<u>$0,9 c_0$</u>		<u>$0,9 c_0$</u>		<u>$0,1 c_0$</u>	$\Sigma C = 1,9 c_0$
	$0,9/1,9 = \underline{47,4\%}$				$\underline{5,3\%}$	

$$K = \frac{[C]}{[A] \cdot [B]} = \frac{0,1 c_0}{(0,9 c_0)^2} = \frac{1}{8,1 c_0}$$

- Hány %-os az anyagok átalakulása, ha az A anyag eredeti mennyiségét megkétszerezzük? (Vagy a kialakult egyensúlyi rendszerhez változatlan körülmények között még c_0 koncentrációban A anyagot adunk?)

Jelöljük α -val az A átalakulását!

	A	+	B	\rightleftharpoons	C
kiindulási koncentrációk:	$2c_0$		c_0		-
átalakulási koncentrációk:	$-2 \alpha c_0$		$-2 \alpha c_0$		$+2 \alpha c_0$
egyensúlyi koncentrációk:	$2(1-\alpha)c_0$		$(1-2\alpha)c_0$		$2\alpha c_0$

Az egyensúlyi állandó azonos az előzővel, erre alapozva 1 ismeretlenes egyenletet kapunk:

$$8,1 \alpha = (1-\alpha)(1-2\alpha) \quad \text{a másodfokú egyenlet reális megoldása: } \alpha = \underline{9,2\%}$$

Egyensúlyi rendszerek

B anyagra más az átalakulás foka: $\alpha_B = 2\alpha = \underline{18,4\%}$

(Lehetne úgy is számolni, hogy az eredeti egyensúlyi elegyben megnöveljük a „kiindulási” koncentrációt c_0 -lal, úgy vezetjük le, de barátságosabban számokkal kellene dolgozni. Egyszer érdemes kipróbálni.)

3. Az eredeti egyensúlyi rendszert melegítve új rendszer alakul ki. Benne kétszer annyi **C** anyag van, mint eredetileg.

3.1. Hogyan változott az átalakulás foka?

3.2. Hogyan változott az egyensúlyi állandó?

	A	+	B	\rightleftharpoons	C	
kiindulási koncentrációk:	c_0		c_0		-	
átalakulási koncentrációk:	$-0,2 c_0$		$-0,2 c_0$	←	$+0,2 c_0$	
egyensúlyi koncentrációk:	<u>$0,8 c_0$</u>		<u>$0,8 c_0$</u>		<u>$0,2 c_0$</u>	$\Sigma c = 1,8 c_0$

$\alpha = \underline{20\%}$

$$K' = \frac{[C]}{[A] \cdot [B]} = \frac{0,2 c_0}{(0,8 c_0)^2} = \frac{1}{3,2 c_0} > K$$

4. Energetikailag milyen változás a **C** képződése?

A melegítés növelte a **C** termék koncentrációját (s az egyensúlyi állandót is), tehát endoterm a felső nyíl irányú változás.

5. A Le Chatelier-elvvel összhangban vannak az eredmények?

Igen. A melegítés az endoterm változásoknak kedvez, hiszen a hőközlés hatását azzal tompítja a rendszer, hogy a hő egy részét hőfelvétellel járó reakcióra fordítja.

A kiindulási anyag koncentrációjának növelése is a felső nyíl irányába tolja el az egyensúlyt. A 2. feladatban érdemes kiszámolni az egyensúlyi koncentrációkat:

	A	+	B	\rightleftharpoons	C
kiindulási koncentrációk:	$2c_0$		c_0		-
egyensúlyi koncentrációk:	$2 \cdot 0,908 c_0$		$0,816 c_0$		$0,184 c_0$
	nagyobb		kisebb		nagyobb arányban van; azaz

A mennyiségének növelése **B** nagyobb arányú átalakulását eredményezte, több **C** termék van az elegyben. A külső hatást úgy tompítja az egyensúlyi rendszer, hogy több **A** anyagot alakít át.