

Dr. Hornyánszky Gábor

egyetemi docens

BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar

pH-számítás 2

- **Alapfogalmak:**
- pH fogalma
- Erős savak és bázisok
- Gyenge savak és bázisok
- K_s és K_b fogalma
- Hidrolízis

1. feladat (emelt szintű érettségi, 2004. május, 6. feladat)

Erős és gyenge savak, bázisok pH-ja

A) A táblázat különböző sorai a következő anyagok vizes oldataira vonatkoznak: HCl, CH₃COOH, NaOH, NH₃.

Azonosítsa, melyik sorban melyik vegyület szerepel, majd töltse ki a megadott információk alapján a táblázatot!

B) A táblázat adatai alapján számítással határozza meg az ecetsav savállandójának értékét!

1. feladat (emelt szintű érettségi, 2004. május, 6. feladat)

Vegyület	Bemérési koncentráció (mol/dm ³)	[H ⁺] (mol/dm ³)	[OH ⁻] (mol/dm ³)	pH	Fenolftalein színe az oldatban
	$5,5 \cdot 10^{-2}$			3,00	
NaOH	$1,0 \cdot 10^{-1}$				
				5,00	
	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$			

Megoldás

Vegyület	Bemérési koncentráció (mol/dm ³)	[H ⁺] (mol/dm ³)	[OH ⁻] (mol/dm ³)	pH	Fenolftalein színe az oldatban
	$5,5 \cdot 10^{-2}$			3,00	
NaOH	$1,0 \cdot 10^{-1}$				
				5,00	
NH₃	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$			

Megoldás

Vegyület	Bemérési koncentráció (mol/dm ³)	[H ⁺] (mol/dm ³)	[OH ⁻] (mol/dm ³)	pH	Fenolftalein színe az oldatban
CH₃COOH	$5,5 \cdot 10^{-2}$			3,00	
NaOH	$1,0 \cdot 10^{-1}$				
HCl				5,00	
NH₃	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$			

1. feladat (emelt szintű érettségi, 2004. május, 6. feladat)

Vegyület	Bemérési koncentráció (mol/dm ³)	[H ⁺] (mol/dm ³)	[OH ⁻] (mol/dm ³)	pH	Fenolftalein színe az oldatban
CH₃COOH	$5,5 \cdot 10^{-2}$			3,00	
NaOH	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-13}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	13,00	piros
HCl				5,00	
NH₃	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$			

Megoldás

Vegyület	Bemérési koncentráció (mol/dm ³)	[H ⁺] (mol/dm ³)	[OH ⁻] (mol/dm ³)	pH	Fenolftalein színe az oldatban
CH₃COOH	$5,5 \cdot 10^{-2}$			3,00	
NaOH	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-13}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	13,00	piros
HCl	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	5,00	színtelen
NH₃	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$			

Megoldás

Vegyület	Bemérési koncentráció (mol/dm ³)	[H ⁺] (mol/dm ³)	[OH ⁻] (mol/dm ³)	pH	Fenolftalein színe az oldatban
CH₃COOH	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$	3,00	színtelen
NaOH	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-13}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	13,00	piros
HCl	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	5,00	színtelen
NH₃	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$			

Megoldás

Vegyület	Bemérési koncentráció (mol/dm ³)	[H ⁺] (mol/dm ³)	[OH ⁻] (mol/dm ³)	pH	Fenolftalein színe az oldatban
CH₃COOH	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$	3,00	színtelen
NaOH	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-13}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	13,00	piros
HCl	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	5,00	színtelen
NH₃	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	10,00	piros

$$K_{\text{ecetsav}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \\ = \frac{(1,0 \cdot 10^{-3})^2}{(5,5 \cdot 10^{-2} - 1,0 \cdot 10^{-3})} = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

2. feladat (emelt szintű érettségi, 2006. február, 9. feladat)

Egy gyenge bázis $0,0900 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatában a $\text{pH} = 11,00$.

a) Határozza meg a bázisállandó értékét!

b) Hányszoros térfogatra hígítottuk az oldatot, ha a hígított oldat pH -ja $10,00$ lett?

Megoldás

$$\text{a) } [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$



$$[\text{B}^+] = [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{BOH}] = 0,0900 - 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = 8,90 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_b = [\text{B}^+] [\text{OH}^-] / [\text{BOH}]$$

$$K_b = (1,00 \cdot 10^{-3})^2 / 8,90 \cdot 10^{-2} = 1,12 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

Megoldás

$$\text{b) } [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

A bázisállandóba helyettesítve:

$$1,12 \cdot 10^{-5} = (1,00 \cdot 10^{-4}) / (c - 1,00 \cdot 10^{-4})$$

$$c = 9,93 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

A hígítás: $9,00 \cdot 10^{-2} / 9,93 \cdot 10^{-4} = 90,6$ -szeres.

3. feladat (emelt szintű érettségi, 2006. október, 9. feladat)

Két oldat közül az egyik sósav, a másik hangyasavoldat. Mindkét oldat azonos koncentrációjú (mol/dm^3). Ha $1,00 \text{ cm}^3$ sósavat desztillált vízzel 100 cm^3 -re hígítunk, akkor a keletkező oldat pH-ja 3,00 lesz.

a) Határozza meg a kiindulási sósav koncentrációját!

b) Mekkora térfogatú hangyasavoldatot kell 100 cm^3 -re hígítanunk, hogy ennek az oldatnak is 3,00 legyen a pH-ja? (A hangyasav savállandója: $K_s = 1,74 \cdot 10^{-4}$.)

Megoldás

a) $\text{pH} = 3,00 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$,
tehát $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ -es a sósav.

Ha $1,00 \text{ cm}^3$ -t hígítottunk 100 cm^3 -re, akkor a koncentrációja eredetileg százszoros volt, vagyis az oldat eredetileg $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es volt.

b) A hangyasav gyenge sav, így a 3,00-as pH-jú oldatban:

$$[\text{H}^+] = [\text{HCOO}^-] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$[\text{HCOOH}] = c - 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, ahol c a bemérési koncentráció.

Megoldás

Az egyensúlyi állandó alapján:

$$K_s = [\text{HCOO}^-] [\text{H}^+] / [\text{HCOOH}]$$

$$1,74 \cdot 10^{-4} = (1,00 \cdot 10^{-3})^2 / (c - 1,00 \cdot 10^{-3})$$

Ebből: $c = 6,75 \cdot 10^{-3}$, vagyis $6,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ lett a hangyasavoldat.

Ha eredetileg $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es volt, akkor az oldat térfogata:
 $0,100 / 6,75 \cdot 10^{-3} = 14,8$ -szorosára növekedett.

100 cm^3 $3,00$ -as pH-jú hangyasavoldatot

$100 \text{ cm}^3 / 14,8 = 6,75 \text{ cm}^3$ oldatból lehet hígítani.

4. feladat (emelt szintű érettségi, 2009. október, 9. feladat)

A tejsav egyértékű, gyenge sav.

A savállandó: $K_s = 1,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$

a) Számítsa ki, mekkora annak a tejsavoldatnak a kiindulási (ún. bemérési) koncentrációja, amelynek pH-ja pontosan 3,00!

b) Az oldatot tízszeres térfogatra hígítjuk. Számítsa ki, hányszorosára változott (hányszorosára nőtt, vagy hanyadrésze csökkent) az oxóniumionok koncentrációja!

Megoldás

a) A tejsavra: $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

$$\text{pH} = 3,00 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{HA}] = c - 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_s = [\text{A}^-] [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HA}]$$

$$K_s = 1,40 \cdot 10^{-4} = (1,00 \cdot 10^{-3})^2 / (c - 1,00 \cdot 10^{-3})$$

$$\text{Ebből: } c = 8,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Megoldás

b) $c = 8,14 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ a hígítás miatt.

Legyen $[A^-] = [H_3O^+] = x$ ekkor $[HA] = (8,14 \cdot 10^{-4} - x)$

A savállandó a hígítással nem változik.

$$K_s = 1,40 \cdot 10^{-4} = x^2 / (8,14 \cdot 10^{-4} - x)$$

A másodfokú egyenlet megoldása: $x = 2,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$

(Eredetileg az $[H_3O^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ volt.)

Az oxóniumionok koncentrációja 0,275-szorosára változott (azaz 3,64 részére csökkent).

5. feladat (emelt szintű érettségi, 2014. október, 7. feladat)

A háztartási ecet 10,0 tömegszázalékos ecetsavra nézve. Ebből az ecetből 15,0 cm³-t 500,0 cm³-re hígítva, a kapott oldat pH-ja 3,00 lett.

$Ar(H) = 1,00$; $Ar(C) = 12,0$; $Ar(O) = 16,0$; $K_s(\text{ecetsav}) = 2,00 \cdot 10^{-5}$

a) Mennyi a háztartási ecet anyagmennyiség-koncentrációja?

b) Számítással határozza meg a háztartási ecet sűrűségét!

Megoldás



Kiindulási állapot	c	0	0
Átalakulás	-x	x	x
Egyensúly	c-x	x	x

$$\text{pH} = 3,00, [\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 ; x = 1,00 \cdot 10^{-3}$$

$$K_s = [\text{H}^+] [\text{CH}_3\text{COO}^-] / [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

$$2,00 \cdot 10^{-5} = (10^{-3})^2 / (x - 10^{-3}) \text{ egyenlet írható fel}$$

Ez alapján $x = 0,051$, tehát az $500,0 \text{ cm}^3$ -re hígított oldatra:

$$c_1(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,0510 \text{ mol/dm}^3$$

Megoldás

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,0510 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,500 \text{ dm}^3 = 0,0255 \text{ mol}$$

az eredeti ecetsav oldatra:

$$c_2(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,0255 \text{ mol} / 0,0150 \text{ dm}^3 = 1,70 \text{ mol/dm}^3$$

b) Ha 1000 cm^3 ecetet tekintünk, $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,70 \text{ mol}$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,0 \text{ g/mol},$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,70 \text{ mol} \cdot 60,0 \text{ g/mol} = 102,0 \text{ g}$$

Ha az oldat 10,0 tömeg%-os: $m(\text{oldat}) = 102,0 \text{ g} / 0,10 = 1020 \text{ g}$

$$\text{Az oldat sűrűsége: } \rho = 1020 \text{ g} / 1000 \text{ cm}^3 = 1,02 \text{ g/cm}^3$$

Köszönöm a figyelmet!