

1. A savak és bázisok erősségének mértékét számszerűen a sav-, illetve bázisállandókkal fejezik ki, ezeket kémiai táblázatokban megtalálhatjuk. A sav-, illetve bázisállandó értéke az anyagra jellemző, adott hőmérsékleten független a hígítástól. Egy gyenge sav $0,0566 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatának pH-ja 3,00. Az adatok ismeretében számítsa ki a sav savállandóját, majd az alábbi táblázat segítségével azonosítsa a savat!

Vegyület	Képlet	Moláris tömeg (g/mol)	K_s
Hangyasav	HCOOH	46	$2,1 \cdot 10^{-4}$
Ecetsav	CH ₃ –COOH	60	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Propánsav	CH ₃ –CH ₂ –COOH	74	$1,3 \cdot 10^{-5}$
Tejsav	CH ₃ –CH(OH)–COOH	90	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Benzoesav	C ₆ H ₅ –COOH	122	$6,6 \cdot 10^{-5}$

(2005. október)

Megoldás: (8 pont)

A pH alapján: $[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, **1 pont**

	HA	$\rightleftharpoons$	A ⁻	+	H ⁺
Kiindulás	0,0566		–		–
Átalakult	$1,0 \cdot 10^{-3}$		$1,0 \cdot 10^{-3}$		$1,0 \cdot 10^{-3}$
Egyensúly	0,0556		$1,0 \cdot 10^{-3}$		$1,0 \cdot 10^{-3}$

3 pont

$$K_s = [H^+] \cdot [A^-] / [HA] = (1,0 \cdot 10^{-3})^2 / 0,0556$$

2 pont

$$K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

1 pont

A táblázat alapján ez az **ecetsav**.

1 pont

2. 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? (2006. február)

Megoldás: (10 pont)

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

1 pont

$\text{BOH} \rightleftharpoons \text{B}^+ + \text{OH}^-$ (vagy $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$) alapján:

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

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

2 pont

$K_b = \frac{1,00 \cdot 10^{-6}}{8,90 \cdot 10^{-2}} = 1,12 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$

2 pont

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

1 pont

A bázisállandóba helyettesítve:

$1,12 \cdot 10^{-5} = \frac{1,00 \cdot 10^{-8}}{c - 1,00 \cdot 10^{-4}}$

2 pont

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

1 pont

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

1 pont

3. 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: $K_s = 1,74 \cdot 10^{-4}$.) (2006. október)

Megoldás: (10 pont)

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. 1 pont

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. 1 pont

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

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

$[\text{HCOOH}] = c - 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$, ahol c a bemérési koncentráció. 2 pont

Az egyensúlyi állandó alapján:

$$1,74 \cdot 10^{-4} = \frac{(1,00 \cdot 10^{-3})^2}{c - 1,00 \cdot 10^{-3}} \quad \text{1 pont}$$

Ebből: $c = 6,75 \cdot 10^{-3}$, vagyis $6,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ lett a hangyasavoldat. 1 pont

Ha eredetileg $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es volt, akkor az oldat térfogata:

$$\frac{0,100}{6,75 \cdot 10^{-3}} = 14,8\text{-szorosára növekedett.}$$

$$100 \text{ cm}^3 \text{ 3,00-as pH-jú hangyasavoldatot } \frac{100 \text{ cm}^3}{14,8} = 6,75 \text{ cm}^3 \text{ oldatból lehet.}$$

hígítani.

3 pont

4. 5,65 cm³ térfogatú, 1,115 g/cm³ sűrűségű és 20,00 tömegszázalékos salétromsavoldatban kálium-hidroxid szemcsét oldottunk, majd desztillált vízzel 1500 cm³ térfogatra hígítottuk. Az oldat pH-ja 2,00 lett.
- a) Mekkora tömegű kálium-hidroxidot oldottunk a salétromsavban?
- b) Milyen az oldat anyagmennyiség-koncentrációja a benne oldott anyagokra nézve?
- c) Hány gramm monoklór-ecetsavat (CH₂Cl-COOH) kellene kimérni 200,0 cm³, ugyancsak 2,00 pH-jú oldat készítéséhez? ($K_s = 1,40 \cdot 10^{-3}$)
- (2007. május)

Megoldás: (13 pont)

- a) $\text{pH} = 2,00 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$
 1,500 dm³ oldatban $n(\text{H}^+) = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ 1 pont
 A 20,00%-os salétromsav-oldatban:
 $n(\text{HNO}_3) = 5,65 \cdot 1,115 \cdot 0,200 / 63,0 = 0,0200 \text{ mol}$ 2 pont
 Ebből a $\text{KOH} + \text{HNO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ reakció a fenti adatok alapján:
 $2,00 \cdot 10^{-2} - 1,50 \cdot 10^{-2} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}^+$ -t fogyasztott. 1 pont
 $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}^+$ -t ugyanennyi KOH semlegesít:
 $m(\text{KOH}) = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = \mathbf{0,28 \text{ g}}$ 1 pont
 b) Az oldatban $1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol HNO}_3$ van:
 $c(\text{HNO}_3) = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / 1,500 \text{ dm}^3 = 0,0100 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 Az oldatban $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol KNO}_3$ van:
 $c(\text{KNO}_3) = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 1,500 \text{ dm}^3 = \mathbf{3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3}$ 1 pont
 c) A monoklór-ecetsav oldatában (ha c a koncentrációja):
 $[\text{H}^+] = [\text{CH}_2\text{ClCOO}^-] = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 $[\text{CH}_2\text{ClCOOH}] = c - 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 A savállandóba helyettesítve:
 $1,40 \cdot 10^{-3} = (1,00 \cdot 10^{-2})^2 / (c - 1,00 \cdot 10^{-2})$ 1 pont
 Ebből: $c = 0,0814 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 200 cm³ oldathoz: $0,200 \cdot 0,0814 \text{ mol} = 1,629 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$,
 azaz $m = 1,629 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 94,5 \text{ g/mol} = \mathbf{1,54 \text{ g}}$ monoklór-ecetsav. 2 pont

5. A háztartásban sósavat és ecetet is használnak a vízkő eltávolítására. Egy diák két egyforma üvegben megegyező anyagmennyiség-koncentrációjú sósavat és ecetet talált a háztartási szerek között, de nem tudta melyik üvegben melyik van. Ezért az egyik üvegben levő oldatból először $20,00 \text{ cm}^3$ -t $200,0 \text{ cm}^3$ -re hígított, majd megmérte az így kapott oldat pH-ját. Ez $\text{pH} = 2,00$ volt. Ezt követően a kapott $200,0 \text{ cm}^3$ oldatot tovább hígította 2000 cm^3 -re. Ennek az oldatnak megmérve a pH-ját, $\text{pH} = 3,00$ értéket kapott. $K_s(\text{ecetsav}) = 2,00 \cdot 10^{-5}$.
- a) Melyik oldatot hígította a diák? Számítással igazold állításodat!
- b) Mennyi volt az eredeti oldatok koncentrációja?
- c) A másik oldatból $20,00 \text{ cm}^3$ térfogatot hány cm^3 -re kellett volna hígítani, hogy az így kapott oldat pH-ja is 3,000 legyen? (2008. október)

Megoldás: (13 pont)

- a) a $200,0 \text{ cm}^3$ (első hígítás után kapott) oldatban: $\text{pH} = 2,000$
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,010 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 az 2000 cm^3 (második hígítás után kapott) oldatban: $\text{pH} = 3,000$
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0010 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 Ebből látható, hogy 10-szeres hígítás esetén az $[\text{H}_3\text{O}^+]$ koncentráció is 10-szeresére csökkent ez az erős savoldatokra jellemző, így a sósavat hígította meg a diák 1 pont
- b) $20,00 \text{ cm}^3$ oldatot $200,0 \text{ cm}^3$ -re hígítottunk (tízszeres hígítás):
 a hígított oldatban: $c(\text{HCl}) = 0,010 \text{ mol/dm}^3$
 eredeti oldatban: $c(\text{HCl}) = 0,100 \text{ mol/dm}^3$ 3 pont
 $n(\text{HCl}) = 0,200 \text{ dm}^3 \cdot 0,010 \text{ mol/dm}^3 = 0,0020 \text{ mol}$
 ugyanennyi HCl volt az eredeti $20,00 \text{ cm}^3$ oldatban:
 így: $c(\text{HCl}) = 0,0020 \text{ mol} / 0,020 \text{ dm}^3 = 0,100 \text{ mol/dm}^3$

- c) az ecet hígításával kapott oldatban: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0010 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont

$$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

 kiindulás: c
 egyensúly: $c-0,001$ $0,001$ $0,001$ 1 pont

$$K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{0,001^2}{c-0,001} = 2,00 \cdot 10^{-5}$$
 1 pont
 $c = 0,0510 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 az eredeti oldatban: $c = 0,100 \text{ mol/dm}^3$
 $20,00 \text{ cm}^3$ oldatban: $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,0020 \text{ mol}$ 1 pont
 ugyanennyi lesz hígítás után a hígított oldatban: 1 pont

$$V = \frac{0,0020 \text{ mol}}{0,051 \text{ mol/dm}^3} = 0,0392 \text{ dm}^3 = 39,2 \text{ cm}^3$$

A $20,0 \text{ cm}^3$ ecetet $39,2 \text{ cm}^3$ térfogatra kell felhígítani. 1 pont

6. Nitrogén-dioxidot állítunk elő, és a fejlődő gázt vízben, oxigén jelenlétében elnyeletjük. A keletkező, 4,00 dm³ térfogatú oldat amely csak egyetlen savat tartalmaz pH-ja 2,00. Ezután az oldatot 11,0 pH-jú szalmiákszeszsel közömbösítjük. (Az ammónia bázisállandója $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5}$)
- a) Írja fel a nitrogén-dioxid vízben való elnyeletésének reakcióegyenletét a fenti körülmények között!
- b) Milyen lesz a keletkező sóoldat kémhatása, miért? Válaszát ioneqyenlet felírásával is indokolja!
- c) Mekkora térfogatú szalmiákszeszt használtunk a közömbösítéshez? (2009. május)

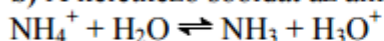
a) A nitrogén-dioxid vízben való elnyeletésének reakcióegyenlete oxidatív körülmények között: $4 \text{ NO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4 \text{ HNO}_3$

(Helyes képletek felírása 1 pont, helyes együtthatók feltüntetése 1 pont.)

2 pont

b) A keletkező sóoldat az ammóniumion hidrolízise miatt savas kémhatású.

1 pont



1 pont

c) A salétromsav-oldat oxóniumion- és salétromsav-koncentrációja:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c(\text{HNO}_3) = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3.$$

1 pont

A reagáló salétromsav és ammónia anyagmennyisége:

$$n(\text{HNO}_3) = n(\text{NH}_3) = 4,00 \text{ dm}^3 \cdot 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 = 4,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol}.$$

1 pont

Az ammóniaoldat hidroxidion-koncentrációja:

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

1 pont

A bázisállandóra felírható:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c_b - [\text{OH}^-]}$$

1 pont

Az összefüggésből az ammónia koncentrációja (c_b) kiszámolható:

$$c_b = \frac{[\text{OH}^-]^2 + K_b \cdot [\text{OH}^-]}{K_b} = 0,0565 \text{ mol/dm}^3.$$

1 pont

Az oldat térfogata:

$$V(\text{oldat}) = \frac{n(\text{NH}_3)}{c_b} = \frac{4,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{0,0565 \text{ mol/dm}^3} = 7,08 \cdot 10^{-1} \text{ dm}^3 = 708 \text{ cm}^3.$$

1 pont

7. A metil-amin szintelen, gyengén ammóniára emlékeztető, vízben oldódó, kellemetlen szagú gáz.
- Adja meg a molekula szerkezeti képletét, a kötő és nemkötő elektronpárok feltüntetésével!
 - Anyagszerkezetileg hogyan értelmezhető vízdoldhatósága?
 - Hogyan változik a metil-amin molekulák egyensúlyi koncentrációja, ha a metil-amin vizes oldatához szilárd nátrium-hidroxidot adagolunk? Értelmezze a változást a reakció egyenletének felírásával is!
 - A metil-amin $3,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú vizes oldatának pH-ja 11,0. Mekkora a bázisállandója?
 - Hányszorosára kellene a 11,0 pH-jú oldatot vízzel hígítani, hogy 10,0 pH-jú oldatot kapjunk?

(2011. május II.)

Megoldás: (16 pont)

- Metil-amin szerkezeti képlete. *1 pont*
- Poláris molekula, *1 pont*
a nitrogénatom nemkötő elektronpárja hidrogénkötést képes a vízmolekulákkal kialakítani. *1 pont*
- A metil-amin molekulák egyensúlyi koncentrációja nő. *1 pont*
Vízzel szemben gyenge bázisként viselkedik:
$$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$$
 1 pont
Hidroxidionok hatására az egyensúly a kiindulási anyagok felé tolódik el. *1 pont*
- pH = 11,0, így $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,00 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$, tehát $[\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. *1 pont*
$$K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$
 (vagy ennek alkalmazása) *1 pont*
$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c_b - [\text{OH}^-]} = \frac{(1,00 \cdot 10^{-3})^2}{0,00350 - 0,00100} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 4,00 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$
 2 pont
- pH = 10,0, így $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$, tehát $[\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$. *1 pont*
A bázisállandó értéke nem változik a hígítással. *1 pont*
$$c_{b2} = \frac{[\text{OH}^-]^2 + [\text{OH}^-] \cdot K_b}{K_b} = \frac{(1,00 \cdot 10^{-4})^2 + 10^{-4} \cdot 4,00 \cdot 10^{-4}}{4,00 \cdot 10^{-4}} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 1,25 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$
 2 pont
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{3,50 \cdot 10^{-3}}{1,250 \cdot 10^{-4}} = 28,0, \text{ tehát az oldatot } 28,0\text{-szorosára kell hígítani.}$$
 2 pont

8. A hangyasav középérső sav, savi állandója $K_s = 1,77 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$. Megtalálható a hangyák méregvadászokban, a méhek és csalánozók mérgeiben valamint a csalánban és fenyőtűkben. A sósav is előfordul az élő szervezetekben, így például az emberi szervezetben a gyomorsav alkotója. Két üvegben hangyasavoldat, illetve sósav található, a két oldat pH-ja azonos: $\text{pH} = 2,00$. Mindkét oldatból $40,0 \text{ cm}^3$ -t ugyanazzal a kálium-hidroxid-oldattal közömbösítünk.
- a) Írja fel mindkét sav esetén a közömbösítés során lejátszódó reakció egyenletét, és adja meg a keletkezett sók nevét!
- b) A sósav $40,0 \text{ cm}^3$ -ére ebből a kálium-hidroxid-oldatból $32,0 \text{ cm}^3$ fogy. A hangyasav közömbösítéséhez szükséges kálium-hidroxid-oldat térfogata hány-szorosa ennek a mennyiségnek?
- c) Milyen lesz a közömbösítéssel kapott oldat kémhatása a két savminta esetén? Válaszát indokolja! (2014. májusII.)

Megoldás: (15 pont)

- a) $\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ *1 pont*
 $\text{HCOOH} + \text{KOH} = \text{HCOOK} + \text{H}_2\text{O}$ *1 pont*
a HCl reakciójában keletkezett só: kálium-klorid
a HCOOH reakciójában keletkezett só: kálium-formiát *1 pont*
(a két helyes névért együtt jár a pont)
- b) $\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+]$ (vagy ennek alkalmazása) *1 pont*
A sósav erős sav: $c(\text{sósav}) = [\text{H}_3\text{O}^+]$, $c(\text{sósav}) = 0,0100 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 $V(\text{sósav}) = 40,0 \text{ cm}^3$, $n(\text{HCl}) = 4,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ *1 pont*
 $n(\text{KOH}) = 4,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$, $V_1(\text{KOH}) = 32,0 \text{ cm}^3$
 $c(\text{KOH}) = 4,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,0320 \text{ dm}^3 = 0,0125 \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
A hangyasavoldatban: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0100 \text{ mol/dm}^3$

	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$			
kiindulási koncentrációk (mol/dm^3)	c		–	–
átalakulás (mol/dm^3)	0,0100		0,0100	0,0100
egyensúlyi koncentrációk (mol/dm^3)	$c - 0,0100$		0,0100	0,0100

Az egyensúlyi állandóra felírható:

$$K_s = \frac{[HCOO^-] \cdot [H_3O^+]}{[HCOOH]}$$
$$1,77 \cdot 10^{-4} = \frac{0,0100^2}{c(HCOOH) - 0,0100}$$

2 pont

$$c(HCOOH) = 0,575 \text{ mol/dm}^3$$

1 pont

$$V(HCOOH) = 40,0 \text{ cm}^3, n(HCOOH) = 2,30 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

1 pont

$$n(KOH) = 2,30 \cdot 10^{-2} \text{ mol}, c(KOH) = 0,0125 \text{ mol/dm}^3$$

$$V_2(KOH) = 2,30 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / 0,0125 \text{ mol/dm}^3 = 1840 \text{ cm}^3$$

1 pont

$$V_2/V_1 = 1840 / 32 = 57,5$$

1 pont

(a két KOH-oldat térfogatának aránya a két sav koncentrációjának arányából közvetlenül is megadható, így a két savkoncentráció kiszámításáért és ebből (megfelelő indoklással) meghatározott arány megadásáért teljes pontszám (10 pont) jár)

- c) A HCl közömbösítésével KCl-oldatot kapunk. Ez egy erős sav és egy erős bázis sója, így kémhatása semleges.

1 pont

A HCOOH közömbösítésével HCOOK-oldatot kapunk. Ez egy közép-erős sav és egy erős bázis sója, így a kémhatása lúgos (vagy reakcióegyenlet).

1 pont

9. Egy egyértékű savként viselkedő aromás vegyület moláris tömege 229 g/mol. Telített vizes oldatának pH-ja 1,26, ami $5,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ oxóniumion-koncentrációnak felel meg. Ugyanezen hőmérsékleten 1,17-g-jából készített 500 cm³ oldat pH-ja 2,00 lett.

a) Határozza meg ennek a szerves vegyületnek a savállandóját! (A vegyületet egyszerűen HA-val is jelölheti.)

b) Határozza meg a vegyület oldhatóságát a telített oldat tömegkoncentrációjában kifejezve (g/dm³)! (2014. május)

Megoldás: (10 pont)

- a) A 2,00-es pH-jú oldatban: $[H^+] = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 $n(\text{HA}) = 1,17 \text{ g} : 229 \text{ g/mol} = 5,109 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
 $c = 5,109 \cdot 10^{-3} \text{ mol} : 0,500 \text{ dm}^3 = 1,02 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 Az egyensúly állapotában:
 $[H^+] = [A^-] = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 $[HA] = 1,02 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 - 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 = 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*

$$K_s = \frac{(1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3)^2}{2,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3} = 0,500 \text{ mol/dm}^3$$

(1 pont az összefüggés ismerete, 1 pont a helyes számítás) *2 pont*
- b) Az 1,26-os pH-jú oldatban: $[H^+] = [A^-] = 5,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$
 $[HA] = c' - 5,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*

$$\frac{(5,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3)^2}{c' - 5,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3} = 0,500 \text{ mol/dm}^3$$
 1 pont
 Ebből: $c' = 6,105 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 A tömegkoncentráció:
 $229 \text{ g/mol} \cdot 6,105 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 = 14,0 \text{ g/dm}^3$ *1 pont*

10. 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(ecetsav) = 2,00·10⁻⁵

a) Mennyi a háztartási ecet anyagmennyiség-koncentrációja?

b) Számítással határozza meg a háztartási ecet sűrűségét! (2014. október)

Megoldás: (12 pont)

a) pH = 3,00, [H₃O⁺] = 1,00 · 10⁻³ mol/dm³

1 pont

	CH ₃ COOH	H ₃ O ⁺	CH ₃ COO ⁻
kiindulás	x mol/dm ³	–	–
átalakulás	10 ⁻³ mol/dm ³	10 ⁻³ mol/dm ³	10 ⁻³ mol/dm ³
egyensúly	x – 10 ⁻³ mol/dm ³	10 ⁻³ mol/dm ³	10 ⁻³ mol/dm ³

2 pont

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

összefüggést felhasználva

1 pont

$$2,00 \cdot 10^{-5} = \frac{10^{-6}}{x - 10^{-3}}$$

egyenlet írható fel

1 pont

x = 0,051, tehát az 500,0 cm³-re hígított oldatra:

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

1 pont

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

1 pont

az eredeti ecetsav oldatra:

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

1 pont

b) Ha 1000 cm³ ecetet tekintünk, n(CH₃COOH) = 1,70 mol

1 pont

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

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

1 pont

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

1 pont

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

1 pont

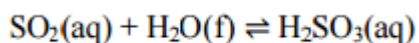
$$(\text{Vagy: } 100 \text{ g oldatból kiindulva: } m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10,0 \text{ g})$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10,0 \text{ g} / 60,0 \text{ g/mol} = 0,167 \text{ mol}$$

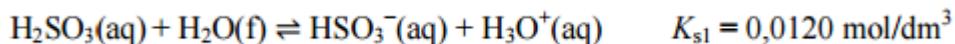
$$V(\text{oldat}) = 0,167 \text{ mol} / 1,70 \text{ mol/dm}^3 = 0,0980 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 100 \text{ g} / 98,0 \text{ cm}^3 = 1,02 \text{ g/cm}^3)$$

11. A kén-dioxid gáz vízben való oldódása során a fizikai oldódáson túl további reakciólépésekkel kell számolnunk. Először az oldott kén-dioxid reakcióba lép a vízzel. Az egyensúlyra vezető folyamat reakcióegyenlete:



Második lépésben a keletkező kénessav a vízzel szintén egyensúlyra vezető folyamatban reagál:



A kénessav K_{s2} értéke olyan kicsi ($1,00 \cdot 10^{-7}$), hogy a hidrogén-szulfid-ionok további disszociációjától eltekinthetünk. $2,00 \text{ dm}^3$ vízben 256 mg kén-dioxidot oldottunk fel. (A víz sűrűségét vegyük $1,00 \text{ g/cm}^3$ -nek. Az oldódáskor bekövetkező térfogatváltozás elhanyagolható.) A keletkező oldat pH-ja $3,32$. Ebben az oldatban az oxóniumion-koncentráció $4,79 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$. Számítsa ki a kénessav és a kén-dioxid egyensúlyi koncentrációját a keletkezett oldatban!

(2015. október)

Megoldás: (13 pont)

Az SO_2 moláris tömege $64,0 \text{ g/mol}$, anyagmennyisége $4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

2 pont

Az SO_2 kiindulási koncentrációja: $c = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

1 pont

A kénessav vízzel való reakciójában:

$$[\text{HSO}_3^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 4,79 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

1 pont

Az egyensúlyi állandó értéke:

$$K_1 = \{[\text{HSO}_3^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]\} / [\text{H}_2\text{SO}_3]$$

2 pont

$[\text{H}_2\text{SO}_3]$ -at kifejezve és behelyettesítve:

$$[\text{H}_2\text{SO}_3] = 1,91 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

2 pont

Az SO_2 vízben való oldódáshoz tartozó egyensúlyi állandó kifejezése:

1 pont

$$K = [\text{H}_2\text{SO}_3] / \{[\text{SO}_2] \cdot [\text{H}_2\text{O}]\}$$

Az oldott SO_2 egy része H_2SO_3 , egy része HSO_3^- formában van jelen.

2 pont

Az egyensúlyi koncentrációja:

$$[\text{SO}_2] = c - [\text{H}_2\text{SO}_3] - [\text{HSO}_3^-] = 2,00 \cdot 10^{-3} - 1,91 \cdot 10^{-5} - 4,79 \cdot 10^{-4} = 1,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

(1 pont a helyes összefüggés, 1 pont a helyes érték.)

2 pont

12. Három főzőpohárban (A, B, C) 250,0-250,0 cm³ , azonos anyagmennyiség-koncentrációjú savoldat van. A három sav közül kettő egyértékű, a harmadik kétértékű erős sav. Az egyértékű savak közül az egyik erős sav, a másik gyenge.

- Ha mindhárom főzőpohárban levő oldathoz 5,00-5,00 cm³ 0,500 mol/dm³ koncentrációjú nátrium- hidroxid-oldatot adunk, akkor az A főzőpohárban levő oldat kémhatása savas, a B főzőpohárban levő oldat semleges, míg a C főzőpohárban levő oldat lúgos kémhatást mutat.

- Ha újabb 5,00-5,00 cm³ 0,500 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot adunk mindhárom főzőpohárban levő oldathoz, akkor az A főzőpohárban semleges, a másik két főzőpohárban pedig lúgos kémhatású oldat lesz.

a) Melyik főzőpohárban van a kétértékű sav? Válaszát indokolja!

b) Az első kísérlet után az egyértékű savat tartalmazó oldatok esetén eltérő tapasztalatokat jegyeztünk fel. Ennek alapján állapítsa meg, melyik főzőpohár tartalmazza a gyenge savat, és melyik az erős savat! Válaszát indokolja!

c) Mekkora a savoldatok koncentrációja?

d) A gyenge savat tartalmazó főzőpohárban eredetileg az oldat pH-ja 3,00 volt. Mekkora a gyenge sav savállandója?

e) Mekkora az egyértékű erős savat tartalmazó főzőpohárban az eredeti oldat pH-ja? (2016. október)

Megoldás: (11 pont)

a) A kétértékű sav az A főzőpohárban van, mert több (vagy kétszer annyi) NaOH-oldat szükséges a közömbösítéshez, mint a másik két savoldathoz. **1 pont**

b) A B főzőpohár tartalmazza az erős savat, a C főzőpohár a gyenge savat. **1 pont**
Az erős sav közömbösítésekor kapott sóoldat (erős sav erős bázissal alkotott sója) kémhatása semleges, míg a gyenge sav közömbösítésekor kapott sóoldat (gyenge sav erős bázissal alkotott sója) kémhatása gyengén lúgos.
(Hasonló értelmű válasz is elfogadható.) **1 pont**

c) Az egyértékű savak közömbösítéséhez szükséges nátrium-hidroxid anyagmennyisége:

$$n(\text{NaOH}) = 0,00500 \text{ dm}^3 \cdot 0,500 \text{ mol/dm}^3 = 0,00250 \text{ mol} \quad \text{1 pont}$$

$$V(\text{savoldat}) = 0,250 \text{ dm}^3, n(\text{sav}) = 0,00250 \text{ mol} \quad \text{1 pont}$$

$$c(\text{savoldat}) = 0,00250 \text{ mol} / 0,250 \text{ dm}^3 = 0,0100 \text{ mol/dm}^3 \quad \text{1 pont}$$

d) pH = 3,00, [H₃O⁺] = 0,00100 mol/dm³ **1 pont**

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-] \text{ ill.}$$

$$[\text{HA}] = c - [\text{H}^+]$$

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

$$K_s = 0,001^2 / 0,009 = 1,11 \cdot 10^{-4} \text{ (mol/dm}^3\text{)}$$

3 pont

(Az oxónium és a savmaradék egyenlősége 1 pont; az egyensúlyi koncentráció számolása 1 pont; a savállandó felírása és számolása 1 pont.)

e) c(erős sav) = 0,0100 mol/dm³ = [H₃O⁺], pH = 2,00

1 pont

13. Egy egyértékű erős savat tízszeres anyagmennyiségű vízben oldunk. A keletkező oldat 31,0 m/m % -os, anyagmennyiség-koncentrációja 4,83 mol/dm³.

a) Számítással határozza meg a sav moláris tömegét!

b) Számítsa ki az oldat sűrűségét!

c) A savoldatot tízszeresére hígítottuk. Mekkora térfogatú hígított savoldat közömbösíthető 10,0 cm³ pH = 12,0-es metil-amin-oldattal?

$K_b(\text{metil-amin}) = 4,37 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$

(2018. május)

Megoldás: (11 pont)

a) A sav moláris tömege legyen M , 10 mol víz tömege 180 g.

$$0,31 \cdot (M + 180) = M$$

1 pont

$$M = 80,9 \text{ g/mol}$$

1 pont

b) Egy lehetséges megoldás:

$$V_o = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$n(\text{sav}) = 4,83 \text{ mol}$$

$$m(\text{sav}) = 4,83 \text{ mol} \cdot 80,9 \text{ g/mol} = 391 \text{ g}$$

$$m_o = 391 : 0,31 = 1260 \text{ g}$$

$$\rho = 1260 \text{ g} : 1000 \text{ cm}^3 = 1,26 \text{ g/cm}^3$$

3 pont

c) $[\text{OH}^-] = 0,01 \text{ mol/dm}^3$

1 pont

A bázisállandó ismerete

1 pont

$$c_b = [\text{OH}^-]^2 : K_b + [\text{OH}^-]$$

$$c_b = 0,239 \text{ mol/dm}^3$$

2 pont

$$n(\text{bázis}) = n(\text{sav}) \text{ (vagy ennek használata)}$$

1 pont

A hígított savoldat koncentrációja 0,483 mol/dm³

$$V = (0,239 \cdot 10) : 0,483 = 4,95 \text{ cm}^3$$

1 pont

14. A jódsav (HIO_3) szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotú vegyület, kristályai erősen higroszkóposak. A közepes erősségű savak közé tartozik, savi disszociációs állandójának értéke $1,66 \cdot 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$.

a) Számítsa ki, hogy $4,00 \text{ dm}^3$ térfogatú, $2,00 \text{ pH}$ -jú oldatának elkészítéséhez mekkora tömegű jódsavat kell kimérni! Mennyi az oldat bemérési savkoncentrációja?

A jódsav legfontosabb sója a kálium-jodát (KIO_3), melynek vizes oldatát az analitikai kémiában használják. Egyik legfontosabb alkalmazása a nátrium-tioszulfát-mérőoldat koncentrációjának pontos meghatározása. Az eljárás során $1,7835 \text{ g}$ kálium-jodátból $500,0 \text{ cm}^3$ térfogatú oldatot készítenek. A meghatározáshoz szükséges jódot úgy állítják elő, hogy savas közegben feleslegben kálium-jodidot adnak a kálium-jodát-oldathoz. A számításokhoz az alábbi, rendezendő reakcióegyenletet használjuk:



A jód a nátrium-tioszulfáttal az alábbi, rendezendő reakcióegyenlet szerint lép kölcsönhatásba: $\text{I}_2 + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

b) Írja fel a meghatározáshoz használt reakciók rendezett egyenletét! A nátrium-tioszulfát-oldat $10,00 \text{ cm}^3$ -ével a fenti kálium-jodát-oldatból $20,20 \text{ cm}^3$ reagál.

c) Számítsa ki a nátrium-tioszulfát-oldat anyagmennyiség-koncentrációját! (2018. május II.)

Megoldás: (13 pont)

a) Az oldat oxóniumion-koncentrációja: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ 1 pont

A savi disszociációs állandó: $K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_e \cdot [\text{IO}_3^-]_e}{c_s - [\text{H}_3\text{O}^+]_e}$ 1 pont

A savi disszociációs állandóra felírható egyenlet: $1,66 \cdot 10^{-1} = \frac{10^{-2} \cdot 10^{-2}}{c_s - 10^{-2}}$ 1 pont

Az egyenlet megoldása: $c_s = 1,06 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ 1 pont

A jódsav anyagmennyisége: $n(\text{HIO}_3) = 4,00 \text{ dm}^3 \cdot 1,06 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 = 4,24 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ 1 pont

A jódsav tömege: $m(\text{HIO}_3) = 7,46 \text{ g}$ 1 pont

b) $\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ = 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ 1 pont

$\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 1 pont

c) Az $500,0 \text{ cm}^3$ oldatban lévő kálium-jodát anyagmennyisége:

$$n(\text{KIO}_3) = \frac{1,7835 \text{ g}}{214,0 \text{ g/mol}} = 8,3341 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Az oldat koncentrációja:

$$c(\text{KIO}_3)_o = \frac{8,3341 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{5,000 \cdot 10^{-1} \text{ dm}^3} = 1,667 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$
 1 pont

A titrálásra fogyott mérőoldatban lévő kálium-jodát anyagmennyisége:

$$n(\text{KIO}_3) = 2,020 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \cdot 1,667 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 = 3,367 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$
 1 pont

A keletkező jód anyagmennyisége:

$$n(\text{I}_2) = 3n(\text{KIO}_3) = 3 \cdot 3,367 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,010 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$
 1 pont

A nátrium-tioszulfát anyagmennyisége:

$$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 2n(\text{I}_2) = 2 \cdot 1,010 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,020 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$
 1 pont

A nátrium-tioszulfát-oldat koncentrációja:

$$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{2,020 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,000 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3} = 2,020 \cdot 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$$
 1 pont

15. A benzoésav vízben rosszul oldódó, egyértékű szerves sav. 25,0 °C-on a savállandója $6,30 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$. Nátriumsója viszont vízben kitűnően oldódik. Például 25,0 °C-on 100 g víz 62,9 g nátrium-benzoátot old.

a) Szilárd benzoésavat oldunk desztillált vízben. Számítsa ki a benzoésav oldhatóságát g/100 cm³ oldat egységben, ha tudjuk, hogy a telített oldat pH-ja 2,89!

b) 100 cm³ 4,00 mol/dm³ koncentrációjú, 1,15 g/cm³ sűrűségű NaOH-oldatba pontosan annyi benzoésavat akarunk adagolni, hogy végül az oldat csak nátrium-benzoátot tartalmazzon oldott anyagként. Számítsa ki, mekkora tömegű benzoésavat kellene a lúgoldathoz adagolni! Hány tömegszázalékos nátrium-benzoát oldathoz jutunk így?

c) Állapítsa meg, kiválik-e szilárd nátrium-benzoát a reakció közben felforrósodott oldatból, ha visszahűtjük 25,0 °C-ra!

(2018. október)

Megoldás: (15 pont)

a) $\text{pH} = 2,89 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ 1 pont

Az egyensúlyi koncentrációk:

$[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-] = [\text{H}^+] = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ 1 pont

$[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}] = c - 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$,
ha c a telített benzoésavoldat koncentrációja. 1 pont

Az adatokat a savállandóba helyettesítve:

$$K_s = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} \rightarrow 6,30 \cdot 10^{-5} = \frac{(1,29 \cdot 10^{-3})^2}{c - 1,29 \cdot 10^{-3}}$$
 1 pont

Ebből $c = 0,0277 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont

100 cm³-ben 0,00277 mol, amelynek tömege: $m = 0,00277 \text{ mol} \cdot 122 \text{ g/mol} = 0,338 \text{ g}$.

1 pont

(Amennyiben csak az egyensúlyi $[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}]$ koncentrációt számítja ki, és azt használja kiindulási koncentrációként (0,0264 mol/dm³), akkor erre a részkérdésre legfeljebb 3 pont adható.)

b) 100 cm³ lúgoldatban van: $0,100 \text{ dm}^3 \cdot 4,00 \text{ mol/dm}^3 = 0,400 \text{ mol NaOH}$ 1 pont

A reakcióegyenlet:

$\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{NaOH} = \text{C}_6\text{H}_5\text{-COONa} + \text{H}_2\text{O}$ (vagy ennek alkalmazása a számításban)

1 pont

Az egyenlet alapján 0,400 mol benzoésav szükséges, amelynek tömege:

$m = 0,400 \text{ mol} \cdot 122 \text{ g/mol} = 48,8 \text{ g}$. 1 pont

0,400 mol Na-benzoát keletkezik, amelynek tömege:

$m = 0,400 \text{ mol} \cdot 144 \text{ g/mol} = 57,6 \text{ g}$, 1 pont

A 100 cm³ NaOH oldat tömege a sűrűség alapján 115 g.

1 pont

A keletkező oldat tömege: $115 \text{ g} + 48,8 \text{ g} = 163,8 \text{ g}$.

1 pont

Ennek Na-benzoát-tartalma: $57,6 \text{ g} / 163,8 \text{ g} = 0,352$,

azaz **35,2 tömegszázalék**.

1 pont

c) Az oldhatóság alapján a telített oldat: $62,9 \text{ g} / 162,9 \text{ g} = 0,386$,

azaz 38,6 tömegszázalékos.

1 pont

Ennél hígabb az oldatunk (35,2%-os),

vagyis **nem válik ki nátrium-benzoát**

1 pont

16. Egy egyértékű, gyenge szerves savról tudjuk, hogy molekulája 46,15 tömegszázalék oxigént tartalmaz. 2,196 g-jából 250,0 cm³ törzsoldatot készítve, annak pH-ját 2,90-nek mérjük. Ezután a törzsoldat 20,00 cm³ -es részleteit megfelelő sav-bázis indikátor mellett megtitrálva átlagosan 16,64 cm³ 0,1015 mol/dm³ -es nátrium-hidroxid-oldat fogyást mérünk.

a) Határozza meg a sav moláris tömegét és az összegképletét (molekulaképletét)!

b) Számítsa ki a vegyület savállandóját!

c) Határozza meg a vegyület konstitúcióját, ha tudjuk, hogy a sav akirális, és enyhe oxidációját követően adja az ezüsttükörpróbát!

(2019. május)

Megoldás: (13 pont)

a) $n(\text{NaOH}) = cV = 1,689 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

A $\text{HA} + \text{NaOH} = \text{NaA} + \text{H}_2\text{O}$ egyenlet alapján ugyanennyi HA

1 pont

A teljes törzsoldatban: $\frac{250,0}{20,00} \cdot 1,689 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,02111 \text{ mol HA}$

1 pont

A sav moláris tömege: $M = 2,196 \text{ g} : 0,02111 \text{ mol} = \mathbf{104,0 \text{ g/mol}}$

1 pont

Az oxigéntartalom alapján: $104,0 \text{ g/mol} \cdot 0,4615 = 48,00 \text{ g/mol} \rightarrow 3 \text{ O}$

1 pont

A maradék: $104,0 \text{ g/mol} - 48,0 \text{ g/mol} = 56,0 \text{ g/mol}$, amelyből reálisan csak a C₄H₈ adódik.

1 pont

A vegyület képlete: **C₄H₈O₃**

1 pont

b) $\text{pH} = 2,90 \rightarrow [\text{H}^+] = 1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

1 pont

Az oldat bemérési koncentrációja:

$c = 0,02111 \text{ mol} : 0,2500 \text{ cm}^3 = 0,08444 \text{ mol/dm}^3$.

1 pont

Az egyensúlyi koncentrációk:

$[\text{H}^+] = [\text{A}^-] = 1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

$[\text{HA}] = 0,08444 \text{ mol/dm}^3 - 1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = 0,08318 \text{ mol/dm}^3$

1 pont

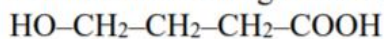
$K_s = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$

1 pont

$K_s = (1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3)^2 / 0,08318 \text{ mol/dm}^3 = \mathbf{1,91 \cdot 10^{-5} (\text{mol/dm}^3)}$.

1 pont

c) A feltételeknek megfelelő képlet:



2 pont

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

17. Rendelkezésünkre áll 500 cm^3 $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldat, illetve $25,0$ tömegszázalékos, $0,910 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű ammóniaoldat. Ez utóbbiból is $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatot kell készítenünk.

a) Számítsa ki, hogy 500 cm^3 $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammóniaoldat készítéséhez mekkora térfogatú $25,0$ tömegszázalékos ammóniaoldatot kell felhígítani! $\text{pH} = 11,00$ -es oldatot szeretnénk készíteni a NaOH-, illetve az elkészített ammóniaoldat hígításával.

b) 500 cm^3 $\text{pH} = 11,00$ -es NaOH-oldat készítéséhez hány cm^3 $0,500 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldatot hígítsunk fel?

c) 500 cm^3 $\text{pH} = 11,00$ -es ammóniaoldat készítéséhez hány cm^3 $0,500 \text{ mol/dm}^3$ -es ammóniaoldatot hígítsunk fel? (Az ammónia bázisállandója: $K_b = 1,78 \cdot 10^{-5}$.)

(2020. május)

Megoldás: (9 pont)

- a) $n(\text{NH}_3) = 0,500 \text{ dm}^3 \cdot 0,500 \text{ mol/dm}^3 = 0,250 \text{ mol}$.
 $m(\text{NH}_3) = 0,25 \text{ mol} \cdot 17,0 \text{ g/mol} = 4,25 \text{ g}$ *1 pont*
 A 25 tömegszázalékos oldat: $m(\text{oldat}) = 4,25 \text{ g} : 0,250 = 17,0 \text{ g}$
 $V(\text{NH}_3\text{-oldat}) = 17,0 \text{ g} : 0,910 \text{ g/cm}^3 = \mathbf{18,7 \text{ cm}^3}$. *1 pont*
- b) $\text{pH} = 11,0 \rightarrow \text{pOH} = 3,0 \rightarrow [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. *1 pont*
 500 cm^3 oldatban $5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ hidroxidion, azaz ugyanennyi NaOH,
 $V = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} : 0,500 \text{ mol/dm}^3 = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$,
 tehát $\mathbf{1,00 \text{ cm}^3}$ NaOH-oldatot kell felhígítani. *1 pont*
- c) Az ammónia gyenge bázis, így
 $[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+] = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 Ha c a kiindulási ammóniakoncentráció, akkor:
 $[\text{NH}_3] = c - 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 A bázisállandóba helyettesítve:
 $(1,00 \cdot 10^{-3})^2 / (c - 1,00 \cdot 10^{-3}) = 1,78 \cdot 10^{-5}$ *1 pont*
 Ebből: $c = 0,05718 \text{ mol/dm}^3$. *1 pont*
 500 cm^3 oldatban $0,5 \cdot 0,05718 \text{ mol} = 0,02859 \text{ mol}$ ammóniának kell lennie,
 ezért $0,02859 \text{ mol} : 0,500 \text{ mol/dm}^3 = 0,05718 \text{ dm}^3$,
 vagyis $\mathbf{57,2 \text{ cm}^3}$ $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammóniaoldatra van szükség. *1 pont*

18. Egy nitrogéntartalmú, folyékony szerves vegyület vizes oldatának anyagsűrűség-koncentrációja $1,502 \text{ mol/dm}^3$, tömegkoncentrációja $127,9 \text{ g/dm}^3$. A vegyület bázisállandója: $K_b = 1,66 \cdot 10^{-3}$.

a) Számítsa ki a vegyület moláris tömegét! A vegyület tömegszázalékos összetétele: C: 70,52 % N: 16,45 % H: 13,03 %

b) Számítással határozza meg a vegyület molekulaképletét!

c) A telített oldatot százszoros térfogatra hígítjuk. Határozza meg a keletkezett oldat pH-ját!

(2020. október)

Megoldás: (10 pont)

a) A vegyület moláris tömege:

$$M = \frac{127,9 \text{ g/dm}^3}{1,502 \text{ mol/dm}^3} = 85,15 \text{ g/mol}$$

2 pont

(Minden más elvileg helyes, követhető, a fent megadott végeredményre vezető megoldás elfogadható, s a feladatrészeire járó **2 ponttal** értékelendő)

b) A vegyület 1,000 molnyi mintájában lévő alkotórészek anyagsűrűsége:

$$n(C) = \frac{0,7052 \cdot 85,15}{12,01} \text{ mol} = 5,000 \text{ mol}$$

$$n(N) = \frac{0,1645 \cdot 85,15}{14,01} \text{ mol} = 1,000 \text{ mol}$$

$$n(H) = \frac{0,1303 \cdot 85,15}{1,008} \text{ mol} = 11,01 \text{ mol}$$

1 pont

Tehát a molekulaképlet: $C_5H_{11}N$

1 pont

c) A bemérési koncentráció: $c_B = 1,502 / 100 = 1,502 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

1 pont

$[OH^-] = [BH^+]$ és $[B] = c_B - [OH^-]$

1 pont

A hidroxidionok koncentrációja az alábbi másodfokú egyenlet megoldásával kapható meg:

$$1,66 \cdot 10^{-3} = \frac{[OH^-]^2}{0,01502 - [OH^-]}$$

1 pont

A másodfokú egyenlet kémiailag is értelmezhető megoldása:

$$[OH^-] = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

1 pont

Az oxóniumionok koncentrációja a vízionszorzat ismeretében határozható meg

$$[H_3O^+] = 2,35 \cdot 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$$

1 pont

Az oldat pH-ja:

$$pH = -\lg[H_3O^+] = -\lg 2,35 \cdot 10^{-12} = 11,6$$

1 pont

(Minden más elvileg helyes, követhető, a fent megadott végeredményre vezető megoldás elfogadható, s a feladatrészeire járó **6 ponttal** értékelendő)

19. A galluszsav az egyik legelterjedtebb növényi sav. A természetben főként kötött állapotban fordul elő a tanninokban, amelyek kis mennyiségben szabad galluszsavat is tartalmaznak. A legnagyobb mennyiségben a gubacsokban található. Innen származik a neve is, ugyanis a „galla” latinul gubacsot jelent. A galluszsavat Scheele fedezte fel 1786-ban.

a) Határozza meg a galluszsav savállandóját, ha $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatában $8,25\%$ -os a disszociáció! Mennyi ebben az oldatban a pH értéke? (Feltételezzük, hogy a galluszsav egyértékű savként viselkedik.)

b) A galluszsavból $1,00$ tömegszázalékos oldatot készítettünk. Az oldat készítésekor a savat 935 -szörös anyagmennyiségű, illetve 168 -szoros térfogatú vízben oldottuk. Határozza meg a galluszsav moláris tömegét és sűrűségét!

c) A galluszsav kristályvizet is felvehet. A víz a kristályvizes anyag tömegének $9,57\%$ -a. Határozza meg ebben a kristályvizes anyagban a galluszsav és a víz anyagmennyiségarányát! (Ha nem sikerült a b) részben a moláris tömeget meghatározni, számoljon 162 g/mol moláris tömeggel, és $47,1$ tömegszázalékos kristályvíztartalommal!)

(2021. május)

Megoldás: (12 pont)

- a) $[H^+] = 0,1 \cdot 0,0825 = 8,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ *1 pont*
 $pH = -\lg(8,25 \cdot 10^{-3}) = 2,08$ *1 pont*
A savállandó ismerete *1 pont*
 $K_s = (8,25 \cdot 10^{-3})^2 : (0,1 - 8,25 \cdot 10^{-3})$
 $K_s = 7,42 \cdot 10^{-4} \text{ (mol/dm}^3\text{)}$ *1 pont*
- b) Jelölje X a sav **moláris tömegét**
 $1 \text{ mol savat } 935 \text{ mol vízben oldva a sav és víz tömegaránya:}$
 $X : (935 \cdot 18) = 1,00 : 99,0$ *1 pont*
 $X = 170 \text{ g/mol}$ *1 pont*
 $935 \text{ mol víz tömege } 16830 \text{ g, térfogata } 16830 \text{ cm}^3,$ *1 pont*
 $1 \text{ mol sav tömege } 170 \text{ g, térfogata } 16830 : 168 = 100 \text{ cm}^3$ *1 pont*
A sav sűrűsége $1,70 \text{ g/cm}^3$ *1 pont*
- c) $1 \text{ mol galluszsav tömege } 170 \text{ g, ez a kristályvizes anyag } 90,43\%-a$ *1 pont*
A kristályvíz tömege $(170 : 90,43) \cdot 9,57 = 18,0 \text{ g}$ *1 pont*
- $n(\text{galluszsav}) : n(\text{kristályvíz}) = 1,00 : 1,00$ *1 pont*
(Ha $1 \text{ mol sav tömege } 162 \text{ g, ez a kristályvizes anyag } 52,9\%-a$ *1 pont*
A kristályvíz tömege $(162 : 52,9) \cdot 47,1 = 144 \text{ g}$ *1 pont*
 $n(\text{galluszsav}) : n(\text{kristályvíz}) = 1,00 : 8,00$ *1 pont)*

20. Egy egyértékű gyenge bázisból készült oldat pH-ja 12,0. Ennek az oldatnak 10,0 cm³ -es részletéhez 12,0 cm³ 1,00 mol/dm³ koncentrációjú sósavat öntöttünk, majd titrálással meghatároztuk a keletkezett oldatban a savfelesleget. A titrálás során a 0,500 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid mérőoldatból az átlagfogyás 9,30 cm³ volt.

a) Határozza meg a bázis vizes oldatának bemérési koncentrációját!

b) Határozza meg a gyenge bázis bázisállandóját!

(2021. május id.)

Megoldás: (7 pont)

a) $n(\text{HCl}) = 1 \text{ mmol/cm}^3 \cdot 12 \text{ cm}^3 = 12 \text{ mmol}$	<i>1 pont</i>
$n(\text{NaOH}) = 0,5 \cdot 9,3 = 4,65 \text{ mmol}$	<i>1 pont</i>
$n(\text{bázis}) = 12 - 4,65 = 7,35 \text{ mmol}$	<i>1 pont</i>
$c_b = 7,35 : 10 = \mathbf{0,735 \text{ mol/dm}^3}$	<i>1 pont</i>
b) $[\text{OH}^-] = 0,01 \text{ mol/dm}^3$	<i>1 pont</i>
$[\text{B}^+] = 0,735 - 0,01 = 0,725 \text{ mol/dm}^3$ (vagy ennek alkalmazása)	<i>1 pont</i>
$K_b = (10^{-2})^2 : (0,735 - 10^{-2}) = \mathbf{1,38 \cdot 10^{-4} (\text{mol/dm}^3)}$	<i>1 pont</i>

21. Egy egyértékű amin 1,80 g-jából desztillált vízzel 500 cm³ oldatot készítünk. A pH-ját 11,62-nek mérjük. Az oldat 25,00 cm³ -es részleteit – megfelelő indikátor mellett – 0,1015 mol/dm³ koncentrációjú sósavval titráljuk. Az átlagfogyás 8,78 cm³.

a) Határozza meg az amin moláris tömegét és összegképletét!

b) Határozza meg az amin bázisállandóját!

c) 100 cm³ 11,00-es pH-jú oldatot készítünk a vizsgált amin oldatából. A fenti 500 cm³ oldatból hány cm³-t kell ehhez kimérni és vízzel felhígítani?

(2022. május)

Megoldás: (14 pont)

a) 8,78 cm³ 0,1015 mol/dm³-es HCl-oldatban:

$0,00878 \cdot 0,1015 = 8,912 \cdot 10^{-4}$ mol HCl van, amely ugyanekkora anyagmennyiségű aminnal egyenértékű.

1 pont

A teljes törzsoldatban: $\frac{500}{25,00} \cdot 8,912 \cdot 10^{-4}$ mol = 0,01782 mol amin volt.

1 pont

$M(\text{amin}) = 1,80 \text{ g} : 0,01782 \text{ mol} = 101 \text{ g/mol}$

1 pont

Az egyértékű amin: C_xH_yN, ezért $M(\text{C}_x\text{H}_y) = 101 \text{ g/mol} - 14 \text{ g/mol} = 87 \text{ g/mol}$

1 pont

A 87 g/mol-ban reálisan csak 6 szénatom és 15 hidrogénatom lehet (5 C mellett 27 H túl sok, 7 C mellett 3 H túl kevés.)

A képlet: C₆H₁₅N.

1 pont

b) C₆H₁₅N + H₂O ⇌ C₆H₁₅NH⁺ + OH⁻

(vagy ennek alkalmazása a számításban)

1 pont

Az amin bemérési koncentrációja:

$8,912 \cdot 10^{-4} \text{ mol} : 0,02500 \text{ dm}^3 = 0,03565 \text{ mol/dm}^3$

1 pont

pH = 11,62 → pOH = 2,38 → [OH⁻] = $4,169 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

1 pont

[OH⁻] = [C₆H₁₅NH⁺] és

[C₆H₁₅N] = $0,03565 - 4,169 \cdot 10^{-3} = 0,03148 \text{ mol/dm}^3$

1 pont

$K_b = \frac{(4,169 \cdot 10^{-3})^2}{0,03148} = 5,52 \cdot 10^{-4} \text{ (mol/dm}^3\text{)}$

1 pont

c) pH = 11,00 → pOH = 3,00 → [OH⁻] = $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ = [C₆H₁₅NH⁺]

[C₆H₁₅N] = $c - 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$,

ahol c az amin új bemérési koncentrációja

1 pont

A bázisállandóba helyettesítve:

$\frac{(1,00 \cdot 10^{-3})^2}{c - 1,00 \cdot 10^{-3}} = 5,52 \cdot 10^{-4}$

1 pont

$c = 2,81 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

1 pont

100 cm³-ben kell, hogy legyen $2,81 \cdot 10^{-4}$ mol amin,

így a töményebb oldatból:

$2,81 \cdot 10^{-4} \text{ mol} : 0,03565 \text{ mol/dm}^3 = 7,89 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$,

azaz 7,89 cm³-t kell felhígítani.

1 pont

22. A salétromossav (HNO_2) tiszta állapotban, közönséges körülmények között nem létezik, de vizes oldatát könnyen előállíthatjuk. Ha bárium-nitrit 0°C -on telített vizes oldatához sztöchiometrikus mennyiségű kénsavoldatot öntünk, a keletkező bárium-szulfát csapadék leszűrése után tiszta salétromossav-oldathoz jutunk.

- a) Számítsa ki, hogy 80,0 g 0°C -on telített bárium-nitrit-oldathoz hány cm^3 5,00 m/m%-os kénsavoldatot kell adni, hogy tiszta salétromossav-oldatot kapjunk! Az 5,00 m/m%-os kénsavoldat sűrűsége $1,04 \text{ g/cm}^3$.

A bárium-nitrit oldhatósága 0°C -on $50,3 \text{ g} / 100 \text{ g}$ víz. A keletkezett oldatot – szűrés után – vízzel pontosan $3,00 \text{ dm}^3$ -re hígítjuk.

- b) Mekkora az így kapott oldat pH-ja? $K_s(\text{HNO}_2) = 6,92 \cdot 10^{-4}$ (Ha az a) feladatrészt nem tudta megoldani, számoljon úgy, hogy az oldat a hígítás előtt $0,240 \text{ mol}$ salétromossavat tartalmazott.)

Enyhe melegítés hatására a salétromossav a következő egyenlet szerint elbomlik:
 $3 \text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + 2 \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

- c) Az említett folyamat redoxireakció. Állapítsa meg, hogy melyik atom oxidálódik és melyik redukálódik a reakcióban!

oxidálódik:

redukálódik:

- d) Feltéve, hogy az összes salétromossav elbomlik, és az oldat térfogata továbbra is $3,00 \text{ dm}^3$ marad, mennyi lesz a keletkező oldat pH-ja 25°C -on? (Ha a korábbi feladatrészeket nem tudta megoldani, itt számoljon úgy, hogy a kiindulási salétromossav-oldat $0,240 \text{ mol}$ salétromossavat tartalmazott.)

(2022. május id)

Megoldás: (15 pont)

- a) 80,0 g telített $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ -oldatban
 $80,0 \text{ g} \cdot (50,3/150,3) = 26,8 \text{ g}$ $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ van 1 pont
 Ennek anyagmennyisége $26,8 \text{ g} : (229,3 \text{ g/mol}) = 0,117 \text{ mol}$ 1 pont
 $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2 \text{HNO}_2$ (vagy ennek alkalmazása) 1 pont
 Szükséges $0,117 \text{ mol}$ H_2SO_4 , melynek tömege
 $0,117 \text{ mol} \cdot 98,1 \text{ g/mol} = 11,5 \text{ g}$.
 A kénsavoldat tömege $11,5 \text{ g} / 0,0500 = 230 \text{ g}$, 1 pont
 térfogata $230 \text{ g} : (1,04 \text{ g/cm}^3) = 221 \text{ cm}^3$ 1 pont
- b) Az oldatban $2 \cdot 0,117 \text{ mol} = 0,234 \text{ mol}$ HNO_2 van. 2 pont
 $c(\text{HNO}_2) = 0,234 \text{ mol} : (3,00 \text{ dm}^3) = 0,0780 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 Egyensúlyban: $[\text{H}^+] = [\text{NO}_2^-]$; $[\text{HNO}_2] = c - [\text{H}^+]$
 $K_s = \frac{[\text{H}^+][\text{NO}_2^-]}{c - [\text{H}^+]}$ 1 pont
 $6,92 \cdot 10^{-4}$
 Ebből $[\text{H}^+] = 7,01 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 pH = 2,15 1 pont
 (0,240 mol-lal is 2,15 a pH)
- c) oxidálódik: N csak együtt: 1 pont
 redukálódik: N
- d) A bomlás után a HNO_3 koncentrációja harmada a HNO_2 koncentrációjának: 1 pont
 $c(\text{HNO}_3) = 0,0780 \text{ mol} : 3 = 0,0260 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 $[\text{H}^+] = c(\text{HNO}_3) = 0,0260 \text{ mol/dm}^3$ 1 pont
 pH = 1,59 1 pont
 (0,240 mol kiindulási adattal számolva a pH = 1,57.)

23. A feladatban szereplő egyértékű (és más funkciós csoportot nem tartalmazó) észterből elsősorban olyan szálakat, rostokat készítenek, amelyeket szintetikus szőnyegek gyártására használnak.

a) Határozza meg az észter molekulaképletét, ha tömegszázalékos összetétele a következő: 55,8% szén, 7,0% hidrogén és 37,2% oxigén!

b) Azonosítsa az észtert, ha tudjuk, hogy a lúgos hidrolízisekor kapott nátriumsó tömege az észter kiindulási tömegénél 9,3 %-kal nagyobb! Adja meg az azonosított észter nevét!

c) Az észter előállításához szükséges karbonsav folyadék halmazállapotú, a sűrűsége $1,05 \text{ g/cm}^3$. $7,82 \text{ cm}^3$ térfogatú savból desztillált vízzel 500 cm^3 oldatot készítve a kapott oldat pH-ja 2,45. Számítsa ki a savállandó értékét! (Ha nem sikerült a savat azonosítani, számoljon 74 g/mol moláris tömeggel!)

(2023. október)

Megoldás: (11 pont)

a) Az észter molekulaképletének meghatározása:

3 pont

A két O-atom miatt

$$M(\text{észter}) = 32 : 0,372 = 86 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{C}) = 86 \cdot 0,558 = 48 \text{ g, ez 4 mol szén}$$

A molekulaképlet $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$

b) $M(\text{só}) = 1,093 \cdot 86 = 94 \text{ g/mol}$

1 pont

A só: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COONa}$

1 pont

Az észter: **metil-propenoát** (propénsav-metilészter, metil-akrilát)

1 pont

c) $m(\text{sav}) = 7,82 \text{ cm}^3 \cdot 1,05 \text{ g/cm}^3 = 8,21 \text{ g}$

$$n(\text{sav}) = 8,21 \text{ g} : 72,1 \text{ g/mol} = 0,114 \text{ mol}$$

1 pont

$$c_s = 0,114 \text{ mol} : 0,5 \text{ dm}^3 = 0,228 \text{ mol/dm}^3$$

1 pont

$$[\text{H}^+] = 10^{-2,45} = 3,55 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

1 pont

A savállandó ismerete

1 pont

$$K_s = (3,55 \cdot 10^{-3})^2 : (0,228 - 3,55 \cdot 10^{-3})$$

$$K_s = 5,61 \cdot 10^{-5} \text{ (mol/dm}^3\text{)}$$

1 pont

$$(\text{74 g/mol moláris tömeggel } c_s = 0,222 \text{ mol/dm}^3, K_s = 5,77 \cdot 10^{-5}.)$$