

GONDOLKODÓ



„MIÉRT?” (WHY? WARUM?)

A rovat megoldása és eredmény hirdetése a szeptemberi-októberi számban.

Feladatok kezdőknek

Alkotó szerkesztő: Dr. Igaz Sarolta

Megoldások

K61. (Sebő Anna megoldása)

Vegyünk az A oldatból 100 grammot, a B oldatból 200 grammot. Az így keletkezett oldatban $8,254 \cdot 3 = 24,762$ gramm oldott anyag van.

Vegyünk az B oldatból 100 grammot, a A oldatból 200 grammot. Az így keletkezett oldatban $6,508 \cdot 3 = 19,524$ gramm oldott anyag van.

Az A oldat legyen x tömeg%-os, így B oldat x mól%-os.

$$2x + (24,762 - x)/2 = 19,524$$

$$x = 4,762$$

Az oldat 200 grammja $24,762 - 4,762 = 20$ gramm oldott anyagot és 180 gramm vizet tartalmaz.

$$4,762 / 95,238 = n / 10$$

$$n = 0,50$$

A moláris tömeg: $20,0 / 0,50 = 40$ gramm/mól.

K62. (Vítay Dóra megoldása)

Vegyünk 100 mól oldatot. Ebben 12,48 gramm kalcium-nitrát és 85,72 gramm víz van.

Az oldat tömege: $12,48 \cdot 164 + 85,72 \cdot 18 = 3622,08$ gramm. $3622,08 / 3 = 1207,36$ gramm kalcium-nitrátot, amely 7,36 mól oldottunk.

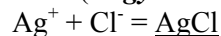
A kristályvizet tartalmazó só anyagmennyisége: $12,48 - 7,36 = 5,12$ mól.

A kristályvizes só $5,12 \cdot 164 = 839,64$ gramm kalcium-nitrátot és $1207,36 - 839,64 = 367,72$ gramm azaz 20,4 mól vizet tartalmaz.

$$20,4 / 5,12 = 4$$

Tehát a só képlete: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

K63. (Nagy Ádám megoldása)



A 100 gramm ezüst-nitrát oldat 17 gramm oldott anyagot tartalmaz, amely 0,1 mól. Tehát 0,1 mól ezüst-klorid csapadék képződött.

Összeöntés után az oldat tömege: $200 - 14,34 = 185,66$ gramm.

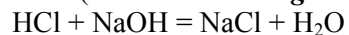
A sósav oldatban x gramm hidrogén-klorid volt. Összeöntés után az oldat $x - 3,65$ gramm hidrogén-kloridot tartalmaz.

$$\text{Tehát: } x/3 = 100(x - 3,65)/185,66$$

$$x = 9,58$$

A sósav oldat 9,58 tömeg%-os volt.

K64. (Vörös Tamás megoldása)



Öntsünk össze 100 gramm illetve 300 gramm, majd 200 gramm és 100 gramm oldatot.

Az első összeöntés esetén $400 \cdot 0,03656 / 58,5 = 0,25$ mól só keletkezik.

A második összeöntés esetén $200 \cdot 0,07312 / 58,5 = 0,25$ mól só keletkezik.

(Az első összeöntésnél a HCl a második összeöntésnél a NaOH teljes mennyisége alakul át. Más variáció nem lehetséges.)

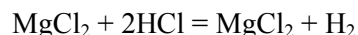
0,25·36,5 = 9,125 tömeg%-os a HCl oldat.

0,375·40 = 15,00 tömeg%-os a NaOH oldat

K65. (Körmöczy László megoldása)

Vegyünk 100 gramm oldatot.

Az oldat 3,5 gramm HCl -ot, 18,25 gramm MgCl_2 -ot és 78,25 gramm vizet tartalmaz.



13,975 g 18,25 g

Az eredeti oldat

HCl tartalma: $13,975 + 3,5 = 17,475$ gramm

Tömege: $17,475 + 78,25 = 95,725$ gramm

Tömeg%-a: $17,475/95,725 = 18,26\%$.

Az oldat 18,26 tömeg%-os volt, a tömege a felhasznált magnézium tömegének 20,55-szöröse.

(Adatok hiányában pontosabban nem határozható meg.)

K66. (Mayer Csilla megoldása)

1000 gramm szén-dioxid 22,73 mól.

$Q_1 = 22,73 \cdot 25,2 = 572800$ J

$Q_2 = 22,73 \cdot 36,8 \cdot 80 = 66917,1$ J

$572800 + 66917,1 = 4,18 \cdot 20 \cdot x$

$x = 7652$ gramm vizet lehet lehűteni.

b) $Q = 572800 + 22,73 \cdot 36,8 \cdot 100 = 656363$ J

$83,6y + y/18 \cdot 6,03 \cdot 10^3 = 656363$ J

$y = 1568$ gramm vizet lehet megfagyasztani.

K67. (Benda Zsuzsanna megoldása)

$\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI}$

Az ezüst-nitrát anyagmennyisége: $0,3 \cdot 0,4 = 0,12$ mól

A nátrium-jodid anyagmennyisége: $0,2 \cdot 0,5 = 0,1$ mól

Tehát az ezüst-nitrát feleslegben van, 0,1 mól ezüst-jodid képződik.

$Q = 0,1(476 + 288 - 808) = 4,4$ kJ az energivaáltozás.

K68. (Molnár Géza megoldása)

100 gramm oldatban 10 gramm HCl van, amely 0,234 mól.

$2 \text{Na}_{\text{sz}} + 2 \text{H}^+_{\text{aq}} = 2 \text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{H}_{2\text{g}}$

$\Delta_r H_1 = -480$ kJ/mól

$\Delta H_1 = -480 \cdot 0,234 = -65,76$ kJ

Tehát a nátrium a vízzel is reagál.

$2 \text{Na}_{\text{sz}} + 2 \text{H}_2\text{O}_{\text{f}} = 2 \text{Na}^+_{\text{aq}} + 2 \text{OH}^-_{\text{aq}} + \text{H}_{2\text{g}}$

$\Delta_r H_2 = -368$ kJ/mól

$-380 = -65,76 + n(-368)$

$n = 1,71$ mól

Összesen $1,71 + 0,274 = 1,984$ mól, azaz 45,632 gramm nátriumot oldottunk.

K69. (Hursán Dorottya megoldása)

Induljunk ki 100 mól keverékből, melyben x mól $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ és $100-x$ mól CuSO_4 van.

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{\text{sz}} = \text{Cu}^{2+}_{\text{aq}} + \text{SO}_4^{2-}_{\text{aq}} + 5\text{H}_2\text{O}_{\text{f}}$

$\Delta_r H_1 = 65 + (-898) + 5(-286) - (-2280) = 17$ kJ/mól

$\text{CuSO}_{4\text{sz}} = \text{Cu}^{2+}_{\text{aq}} + \text{SO}_4^{2-}_{\text{aq}}$

$\Delta_r H_2 = 65 + (-898) - (-770) = -63$ kJ/mól

$17x - 63(100-x) = 0$

$x = 78,75$

Mól%-os összetétel: 78,75% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ és 21,25% CuSO_4 .

100 mól keverék tömege: $78,75 \cdot 249,5 + 21,25 \cdot 159,5 = 23037,5$ gramm

Tömeg%-os összetétel: $78,75 \cdot 249,5 / 23037,5 = 85,29\%$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ és 14,71 % CuSO_4 .

K70. (Bali Krisztina megoldása)

x gramm rézsulfát van az oldatban és $60-x$ gramm kristályban.

Az oldatban $200 - (18 \cdot 5(60-x) / 159,5)$

$20,7 / 100 = x / (200 - (18 \cdot 5(60-x) / 159,5))$

$x = 38,94$ gramm, amely anyagmennyisége 0,2441 mól

21,06 gramm réz-sulfát van a kristályban, amely anyagmennyisége 0,132 mól.

$\text{CuSO}_{4\text{sz}} = \text{Cu}^{2+}_{\text{aq}} + \text{SO}_4^{2-}_{\text{aq}}$

$\Delta_r H_1 = 65 + (-898) - (-770) = -63$ kJ/mól

$\text{CuSO}_{4\text{sz}} + 5\text{H}_2\text{O}_{\text{f}} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{\text{sz}}$

$\Delta_r H_2 = -2280 - [5(-286) + (-770)] = -80$ kJ/mól

$Q = 0,2441(-63) + 0,132(-80) = -25,94$ kJ

A kristály tömege: $0,132 \cdot 249,5 = 32,94$ gramm

$25940 = 0,8 \cdot 32,94 \Delta t + 4 \cdot 227,069 \Delta t$

$\Delta t = 27,76$

Az oldat 47,76 °C hőmérsékletű lenne.

A pontverseny állása

Név, osztály	Iskola	Kémia tanár	Feladatok pontszáma										Σ*	Σ*	Σ*	Σ*	Össz: z: **
			61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	2 f	1f	3f	4f	
Antics Éva, 9.b	Zrínyi Miklós Gimn., Zalaegerszeg	Halmi László												40			40
Bali Krisztina 9.a	Jedlik Ányos Gimn., Budapest.	Elekné Becz Beatrix	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	49	34	47	50	180
Bálint Sára 9. a	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókay Szilveszter											43	31			74
Benda Zsuzsanna 9.	Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	10	10	2	10	7	10	10	10	10	10	49	46	39	50	184
Berta Máté 8. b	Eötvös József Gimn. Budapest.	Dancsó Éva	10	10	5	10	6						50	37	41		128
Borza Ágnes, 8.a	Eötvös József Gimn. Budapest	Dancsó Éva	10	10	10	10	8	2	2	-	-	-	49	50	48	4	151
Csiszár Orsolya 9. h	Földes Ferenc Gimn., Miskolc,	Medve Judit	2	2	2	10	8	10	5	10	10	3	49	47	24	38	158
Dabóczi Mátyás 9. e	Vörösmarty Mihály Gimnázium, ?	?											50				50
Dénes László 8.	Eötvös József Gimn.1053 Budapest	Dancsó Éva	10	0	1	10	-						21	27	21		69

Dénes Péter 10/a	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta																50					50
Düh Adrienn, 9.b	Zrínyi Miklós Gimn., Zalaegerszeg	Halmi László																	30				30
Heiner Vivien 9. b	Zrínyi Miklós Gimn., Zalaegerszeg	Halmi László	-	2	1	1	1	-	-	-	-	-	47	41	5				47	41	5		93
Hursán Dorottya, 9.	SZTE Ságvári Endre Gyak. Gimn.,Szeged	Blázsikné Karácsony Lenke	10	-	6	10	8	9	5	4	10	7	50	46	34	35			50	46	34	35	165
Kisvári Béla 8. b	Eötvös József Gimn. Budapest	Dancsó Éva	10	10	10	10	2	1	0	-	-	-	46	40	42	1			46	40	42	1	129
Körmöczi László 9.	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	10	10	2	7	10	10	5	10	10	1	50	49	39	36			50	49	39	36	174
Libertinyi Nikoletta 9.	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta	10	10	3	10	1							38	34				38	34			72
Lővei Péter 9	Árpád Gimnázium, Budapest	Tóth Judit	10	7	3	0	7	2	3	5	6	3	42	26	27	19			42	26	27	19	114
Mayer Csilla, 9.	Kempelen Farkas Gimn., Budapest	Sebő Péter	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	50	48	50	49			50	48	50	49	197
Molnár Géza 9. a	Bethlen G. Ref. G. Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	10	10	10	10	7	7	5	10	10	3	50	45	47	35			50	45	47	35	177
Nagy Ádám 10. d	Bethlen G. Ref. G. Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	10	10	10	10	10	10	5	10	10	3	50	48	50	38			50	48	50	38	186
Petri László, 9.a	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	0	6	2	10	10	-	5	1	10	-	50	37	28	16			50	37	28	16	131

Sebő Anna 8. e	Csokonai Vit. Mihály Ált. Isk., Bicske.	Bagdi Ágnes	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	43	50	50	49	192
Szécsi Gábor	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta											23				23
Takács Gergely 10.c	Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest	Dr. Varga Márta											50				50
Tóth Anikó, 10. d.	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde, Fehérné Kis Gabriella	9	10	10	10	7	10	3	10	10	8	49	47	46	41	179
Vitay Dóra	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	4	10	10	1	4	10	10	2	10	2	46	46	39	34	165
Vörös Tamás, 10.	Apáczai Csere János Gyak. Gimn., Budapest	Villányi Attila	10	10	10	10	1	10	10	10	10	10	50	50	41	50	191

* az előző forduló pontszáma

** az eddigi összesített pontszám

Gratulálunk a sok szép feladatmegoldáshoz!

Igaz Sarolta és Tóth Judit

A pontverseny végeredménye

	Név, osztály	Iskola	Kémia tanár	Össz:
1	Mayer Csilla, 9.	Kempelen Farkas Gimn., Budapest	Sebő Péter	197
2	Sebő Anna 8. e	Csokonai Vit. Mihály Ált. Isk., Bicske.	Bagdi Ágnes	192
3	Vörös Tamás, 10.	Apáczai Csere János Gyak. Gimn., Budapest	Villányi Attila	191
4	Nagy Ádám 10. d	Bethlen G. Ref. G. Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	186
5	Benda Zsuzsanna 9.	Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	184
6	Bali Krisztina 9.a	Jedlik Ányos Gimn., Budapest.	Elekné Becz Beatrix	180
7	Tóth Anikó, 10 d.	Bethlen Gábor Református Gimn., Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde, Fehérné Kis Gabriella	179
8	Molnár Géza 9. a	Bethlen G. Ref. G. Hódmezővásárhely	Szép Ilona Tünde	177
9	Körmöczy László 9.	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	174
10	Hursán Dorottya, 9.	SZTE Ságvári Endre Gyak. Gimn., Szeged	Blázsikné Karácsony Lenke	165
11	Vitay Dóra	Radnóti Miklós Gimnázium, Szeged	Prókai Szilveszter	165
12	Csiszár Orsolya 9. h	Földes Ferenc Gimn., Miskolc,	Medve Judit	158

Gratulálunk valamennyi tanulónak!

Az első három tanuló könyvjutalomban részesül,
a 4-9. tanuló a KÖKÉL egy éves előfizetését nyerte,
és az első 12 helyezett tanuló elismerő oklevélben részesül.

Gratulálunk valamennyi tanulónak és felkészítő tanárainak!

Igaz Sarolta és Tóth Judit

Feladatok haladóknak

Alkotó szerkesztő: Magyarfalvi Gábor

Megoldások

H61. A pufferoldatban a sav (ecetsav, röviden: HA) bemérési koncentrációja: c_{sav} , a só (nátrium-acetát, röviden: NaA) pedig $c_{\text{só}}$ (mindkettő ismert a feladat szövege alapján). Mivel az oldatban eleve vannak hidrogén illetve hidroxid ionok, a disszociációs folyamatokban ezek is szerepet játszanak. A ecetsav disszociációjának egyenlete illetve egyensúlyi állandója:



Felírhatjuk az ún. töltésmérleget (a kationok illetve az anionok mennyisége azonos):

$$[\text{Na}^+] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{A}^-]$$

Mivel nátrium iont csak a sóval vihetünk be, $[\text{Na}^+] = c_{\text{só}}$. Így könnyen ki tudjuk fejezni az anion-koncentrációt:

$$[\text{A}^-] = [\text{Na}^+] + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-] = c_{\text{só}} + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-]$$

Továbbá azt is figyelembe kell venni, hogy a sav- illetve anion-koncentráció összege megegyezik az eredetileg bemért sav- illetve só-koncentráció összegével:

$$[\text{HA}] + [\text{A}^-] = c_{\text{só}} + c_{\text{sav}}$$

Ebből az egyenletből megkaphatjuk az egyensúlyi savkoncentrációt:

$$[\text{HA}] = c_{\text{só}} + c_{\text{sav}} - (c_{\text{só}} + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-]) = c_{\text{sav}} - [\text{H}^+] + [\text{OH}^-]$$

Ezeket behelyettesítve a savállandó kifejezésébe a következő egyenletet kapjuk:

$$K_s = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}^+] \cdot (c_{\text{só}} + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-])}{c_{\text{sav}} - [\text{H}^+] + [\text{OH}^-]} \quad (1)$$

Az egyenletben az egyik változó a $[\text{H}^+]$, azonban emellett még a $[\text{OH}^-]$ koncentráció is változóként szerepel, közöttük a vízionszorzat teremti

kapcsolatot. Ennek felhasználásával a $[\text{H}^+]$, az (1) egyenlet egyetlen változója – nehézségek árán ugyan – de számítható.

A feladat első felében egy nem túl híg puffer oldatról van szó, mely esetén nyilvánvaló, hogy $[\text{OH}^-]$, $[\text{H}^+] \ll c_{\text{só}}, c_{\text{sav}}$. Tehát a $c_{\text{só}}$ illetve c_{sav} mellett a vízből származó ionokat elhanyagolhatjuk, ekkor a fenti (1) egyenlet az alábbi formára egyszerűsödik:

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

Így a kiindulási oldat H^+ koncentrációja:

$$[\text{H}^+] = K_s \frac{c_{\text{sav}}}{c_{\text{só}}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,10}{0,05} = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol / dm}^3$$

Ebből a pH = 4,44. (Ez az elhanyagolások nélkül – viszonylag nehezen – számított eredménytől csupán 0,01%-kal tér el!)

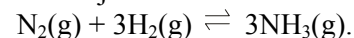
Mint tudjuk, egy puffernek az a legfontosabb jellemzője, hogy viszonylag stabilan tartja az oldat pH-ját savakkal, lúgokkal illetve hígítással szemben. A feladat második része annak megbecslését tűzte ki célul, hogy mekkora hígítással tudjuk jelentősen megváltoztatni a puffer pH-ját. Felírhatjuk, hogy a hígulás miatt a bemérési koncentrációk az alábbi módon változnak:

$$c_{\text{sav}} = \frac{n_{\text{sav}}^{\circ}}{V} = \frac{0,10}{V} \text{ mol / dm}^3 \quad c_{\text{só}} = \frac{n_{\text{só}}^{\circ}}{V} = \frac{0,05}{V} \text{ mol / dm}^3$$

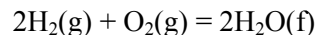
A $[\text{H}^+] = 10^{-5,1} = 7,943 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$, $[\text{OH}^-] = 10^{-14} / (7,943 \cdot 10^{-6}) = 1,259 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$ a pH alapján. Ezeket az értékeket, illetve a c_{sav} és $c_{\text{só}}$ koncentrációkra fent kapott kifejezéseket behelyettesítve az (1) egyenletbe, már csak az oldat térfogata az egyetlen ismeretlen. Ennek megoldása: $V = 6808,5 \text{ dm}^3$, azaz $6807,5 \text{ dm}^3$ desztillált vízre van szükség. Mint láthatjuk, igen nagy mennyiségű desztillált vízzel sikerülne csak megváltoztatni a puffer pH-ját 0,66 egységgel.

Benkő Zoltán

H62. Az adott reakciókörülmények között a következő, egyensúlyra vezető reakció játszódik le:



Az egyensúlyi elegyben lévő hidrogén mennyisége könnyen számítható az égetés során keletkező víz mennyiségéből.



$$n_e(\text{H}_2) = 1,883/18,02 \text{ mol} = 0,1045 \text{ mol.}$$

Az égetés utáni gázelegység térfogata $7,280 \text{ dm}^3$, azaz $7,280 \cdot 101,325 / (8,314 \cdot 298,15) \text{ mol} = 0,2976 \text{ mol}$. A hidrogén elégetéséhez használt oxigén mennyisége: $0,1045/2 \cdot 1,4 \text{ mol} = 0,07315 \text{ mol}$ oxigén, azaz $0,07315/0,21 \text{ mol} = 0,3483 \text{ mol}$ levegő, azaz $0,3483 \cdot 0,79 \text{ mol} = 0,2752 \text{ mol}$ nitrogén. Az égetés után tehát a következő az elegy összetétele:

$$0,07315 - 0,1045/2 = 0,02090 \text{ mol oxigén,}$$

$$0,2752 \text{ mol nitrogén a levegőből,}$$

$$n_e(\text{N}_2) \text{ mol nitrogén az ammónia szintézis gázelegységéből.}$$

$$n_e(\text{N}_2) = (0,2976 - 0,2752 - 0,02090) \text{ mol} = 0,0015 \text{ mol.}$$

$$c(\text{NH}_3) = [\text{OH}^-]^2/K_b = 10^{-(2,72 \cdot 2)} / 1,83 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 = 0,1984 \text{ mol/dm}^3$$

$$n_e(\text{NH}_3) = 1,984 \text{ mol.}$$

$$n_e(\text{össz}) = 2,090 \text{ mol}$$

$$\text{A szintézis során használt tartály térfogata: } V = 2,09 \cdot 8,314 \cdot 673,15 / 500 \text{ dm}^3 = 23,43 \text{ dm}^3.$$

Az elegy összetételét a következő táblázat foglalja össze:

	n_i / mol	x_i	p_i / Pa	$c_i / (\text{mol/dm}^3)$
N_2	0,0015	$7,177 \cdot 10^{-4}$	358,9	$6,402 \cdot 10^{-5}$
H_2	0,1045	$5,000 \cdot 10^{-2}$	$2,500 \cdot 10^4$	$4,460 \cdot 10^{-3}$
NH_3	1,984	0,9493	$4,747 \cdot 10^5$	$8,468 \cdot 10^{-2}$
Összesen	2,090	1,000	$5,000 \cdot 10^5$	$8,519 \cdot 10^{-2}$

A fenti adatokból számítva az egyensúlyi állandók:

$$K_x = x(\text{NH}_3)^2 / (x(\text{H}_2)^3 \cdot x(\text{N}_2)) = 1,005 \cdot 10^7$$

$$K_p = p(\text{NH}_3)^2 / (p(\text{H}_2)^3 \cdot p(\text{N}_2)) = 4,018 \cdot 10^{-5} \text{ 1/Pa}^2$$

$$K_c = c(\text{NH}_3)^2 / (c(\text{H}_2)^3 \cdot c(\text{N}_2)) = 1,263 \cdot 10^9 \text{ 1/M}^2$$

Gázreakciók esetében a parciális nyomásokkal kifejezett egyensúlyi állandó nem függ a nyomástól. Fejezzük ki K_x -et és K_c -t K_p segítségével!

$$\underline{K_x} = x(\text{NH}_3)^2 / (x(\text{H}_2)^3 \cdot x(\text{N}_2)) = p_0^2 \cdot x(\text{NH}_3)^2 / (p_0^3 \cdot x(\text{H}_2)^3 \cdot p_0 \cdot x(\text{N}_2)) \cdot p_0^2 = p(\text{NH}_3)^2 / (p(\text{H}_2)^3 \cdot p(\text{N}_2)) \cdot p_0^2 = \underline{K_p} \cdot p_0^2$$

$$\text{Általánosan } K_x = K_p \cdot p_0^{\Delta v},$$

ahol p_0 az össznyomás, míg Δv a reakció során a sztöchiometriai szám-változás.

$$\underline{K_c} = c(\text{NH}_3)^2 / (c(\text{H}_2)^3 \cdot c(\text{N}_2)) = n(\text{NH}_3)^2 / V_0^2 / (n(\text{H}_2)^3 / V_0^3 \cdot n(\text{N}_2) / V_0) = n(\text{NH}_3)^2 / (n_0^2 \cdot V_0^2) / (n(\text{H}_2)^3 / (n_0^3 \cdot V_0^3) \cdot n(\text{N}_2) / (n_0 \cdot V_0)) \cdot n_0^2 = K_x \cdot n_0^2 / V_0^2 = K_x \cdot (p_0 / R \cdot T)^2 = K_p / p_0^2 \cdot (p_0 / R \cdot T)^2 = \underline{K_p} / (R \cdot T)^2$$

$$\text{Általánosan } K_c = K_p / (R \cdot T)^{\Delta v},$$

ahol R az egyetemes gázállandó, T a rendszer abszolút hőmérséklete, míg Δv a reakció során a sztöchiometriai szám-változás.

Tehát a nyomástól csak a móltörttekkel kifejezett egyensúlyi állandó függ.

A feladatra érkezett megoldások átlaga 7,95 pont.

Varga Szilárd

H63. Az égetés után maradt víz 0,530 mol.

A keletkezett gázkeverék 0,470 mol, amiből 0,094 mol volt CO és 0,376 mol ismeretlen gáz (vagy CO_2 vagy O_2).

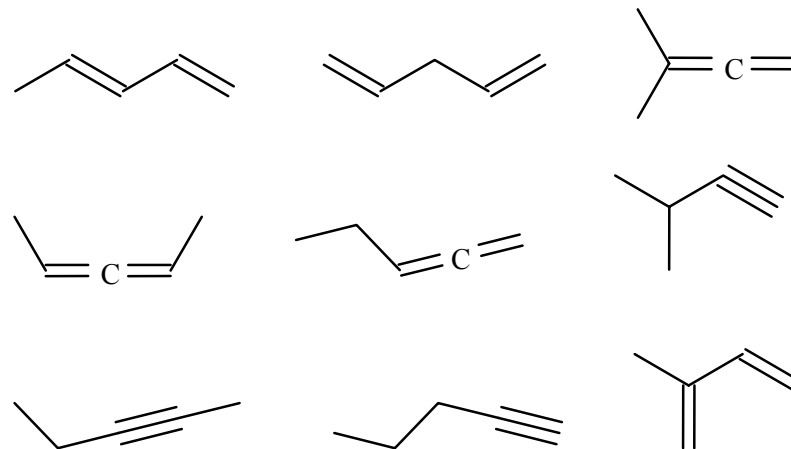
A hexános oldat 0,68 g ismeretlent és 6,02 g (0,07 mol) hexánt tartalmazott. Minthogy ennyi hexán égése során 0,420 mol CO vagy CO_2 keletkezne, a gázkeverékben oxigén nem maradhatott, a másik gáz CO_2 volt.

Az oldott anyag széntartalma tehát 0,050 mol, 0,60 g.

A keletkezett 0,530 mol vízből 0,490 mol származott a hexánból, tehát az anyag 0,080 mol (0,08 g) hidrogént tartalmazott. Ennek megfelelően az ismeretlen nem tartalmazott más elemet szénen és hidrogénen kívül.

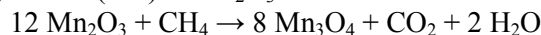
Az anyag összegképlete tehát C_5H_8 .

A feladatban nincs semmilyen információ a molekulatömegről, ezért az összes C_5H_8 izomer szerkezetét kellene megadni, ami gyakorlatilag lehetetlen. A C_5H_8 -nek 9 db nem ciklikus konstitúciós izomere van. Az első izomernek két sztereoizomere is stabil.



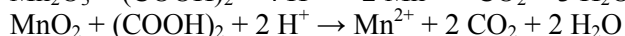
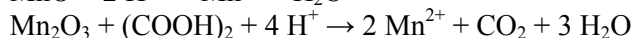
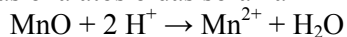
Az égés során felhasznált oxigén mennyisége: $0,376 + 0,53/2 + 0,047 = 0,688$ mol, aminek nyomása az adott körülmények között 343,2 kPa.

H64. a) $2 \text{MnO}(\text{OH}) \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3$

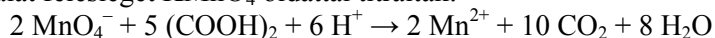


Elfogadtuk a CO keletkezésével felírt egyenleteket is, bár az a folyamat inkább magasabb hőmérsékleten valószínű.

Az első titrálás a Mn(II)-t mérte; ebből volt a_1b_1 mmol a mintában. A kénsavas oxalátos oldás során az Mn(III) és Mn(IV) redukálódik.



Az oxalát feleslegét KMnO_4 oldattal titrálták:



A felhasznált a_2b_2 mmol oxalátból $2,5 a_3b_3$ mmol fogyott a permanganátra, tehát a maradék kellett a redukcióhoz.

A harmadik titrálás a minta összes mangántartalmát adta meg, ez a_1b_4 mmol volt. A felállítható egyenletek alapján:

$$n_{\text{Mn(III)}} = 2 (a_1(b_4 - b_1) - (a_2b_2 - 2,5 a_3b_3))$$

$$n_{\text{Mn(IV)}} = 2 (a_2b_2 - 2,5 a_3b_3) - a_1(b_4 - b_1)$$

H65. Az **E** szilárd anyag, amely jellegzetes szagú gázokból képződik, csak az ammónium-klorid lehet:

E: NH_4Cl

A, **B**, **C** és **D** közül valamelyik az ammónia, másik a hidrogén-klorid. **A** csak magas hőmérsékleten, katalizátor jelenlétében szintetizálható, ez az ammónia. Ezzel szemben **D** szobahőmérsékleten szintetizálható elemeiből, robbanás kíséretében, ez a sósavgáz:

A: NH_3 , **D:** HCl

A és **D** közös alkotóeleme a hidrogén. Az ammónia hidrogénből és nitrogénből képződik: **A** gáz **F**-ből és az inert **C** gázból állítható elő. A sósavgáz hidrogén és klór reakciójával állítható elő: **D** gáz az **F** és **B** gázokból szintetizálható. Egyértelmű tehát, hogy **F** a hidrogén, míg az inert **C** gáz a nitrogén, és **B** a klór:

F: H_2 , **C:** N_2 , **B:** Cl_2

Ha klórt vízzel reagáltatunk, sósav és hipoklórossav képződik. Ezt összevetve azzal, hogy **B** vízzel reagálva **D**-t és **H**-t ad, egyértelmű, hogy **H** a hipoklórossav:

H: HOCl

Ha viszont klórt nátrium-hidroxid oldattal reagáltatunk, nátrium-klorid és nátrium-hipoklorit képződik. Mivel a továbbiakban a hipoklorit reagál, (a nátrium-klorid meglehetősen inert), ezért **J** a nátrium-hipoklorit, és **I** a klorid:

J: NaOCl , **I:** NaCl

Az ammónia moláris tömege 17 g/mol, **G** moláris tömege így $17/0,1411 \approx 120,5$ g/mol. **G** vízzel ammónia és hipoklórossav képződése közben reagál, tehát biztosan tartalmaz nitrogént és klórt. Tartalmazzon mólónként előbbiből x , utóbbiból y mólt. Ekkor:

$$14x + 35,5y = 120,5$$

Innen $y < 4$. Csak $y = 3$ -ra kapunk reális megoldást, ekkor $x = 1$. **G** tehát a nitrogén-triklorid, amely valóban rendkívül robbanékony folyadék:

G: NCl_3

Ha ammónia hipoklórossavval reagál, **L** keletkezik, amelynek moláris tömege $17/0,3301 = 51,5$ g/mol. Ez biztosan tartalmaz nitrogént és klórt, a maradék tömege pedig $51,5 - 35,5 - 14 = 2$ g/mol, ami csak a hidrogén lehet. Tehát

L: NH_2Cl

Ha az NH_2Cl és az NH_3 1:1 molarányban reagálnak, $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$ keletkezik, amely nem más, mint a hidrazinium-klorid. **K** tehát a hidrazin:

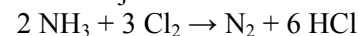
K: N_2H_4

Ellenőrzésképp: 1 g ammónia anyagmennyisége $1/17$ mol, belőle 1,5-szer ennyi, $1/17 \cdot 3/2 = 3/34$ mol víz keletkezik. 1 g hidrazin anyagmennyisége $1/32$ mol, belőle 2-szer ennyi, $1/32 \cdot 4/2 = 1/16$ mol víz keletkezik. $(3/34)/(1/16) = 48/34 = 1,412$, valóban.

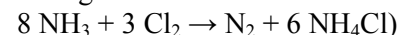
Végül **M** az ammónia, aminklorid, nitrogén-triklorid molekulákkal hasonló alakú, és hasonló körülmények között képződik, mint az amin-klorid.. Ez csak a NHCl_2 lehet:

M: NHCl_2

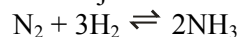
b) **A** és **B** reakciója:



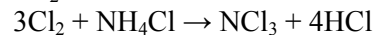
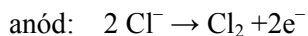
(Ha **A** feleslegben van:



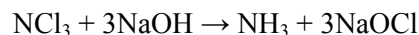
C és F reakciója:



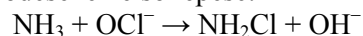
E elektrolízise:



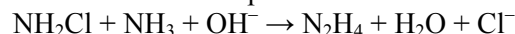
G hipoklórossav képződése közben hidrolizál, ami reagál a nátrium-hidroxid oldattal



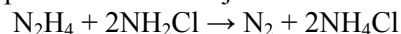
K képződésének első lépése:



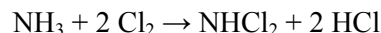
K képződésének második lépése:



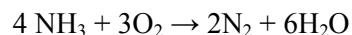
A K képződése során lezajló mellékreakció:



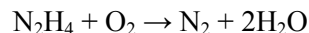
M előállítás:



A elégetése:



K elégetése:



Megjegyzések:

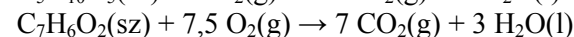
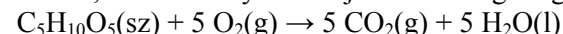
- A feladatra összesen 10 megoldás érkezett, de a megoldások pont átlaga magas: 8,6 pont.
- Bár a feladat szövegében nem szerepelt, illetl volna indoklást írni a megoldásokhoz.
- Az ammónia képződését egyensúlyi folyamatként írjuk föl.
- Az NHCl_2 savas közegben keletkezik, ezért a reakciót is savas közegben kell felírni.
- *Lovas Attila (ELTE Apáczai Csere János Gyak. Gimn., 12.o.) elvégezte a kísérletet. Erről így számolt be: „Enyhén savas, HCl-dal a metilnarancs felső átcsapásáig savanyított (pontosabban savanyított és visszalúgosított) NH_3 -oldatot Cl_2 -ral telítettem, majd a kapott oldatból kb. $0,1\text{ cm}^3$ -t kémcsőben (pajzsban) melengettem. Először víz távozott a rendszerből, majd egy semmihez sem hasonlítható jellegzetes szagú anyag (ez biztos NHCl_2 volt), majd, miután a víz elforrt, egy olajszerű anyagra*

(NCl_3) és fehér szilárd anyagra (NH_4Cl) vált szét a minta. Az olajos anyag felforrás után a pozitív durranógázpróbához hasonló fűtülő hanggal, sárga lánggal elkezdett égni (inkább többször robbanni).”

- Néhány megoldót megtévesztett, hogy **M**-re semmiféle adat nem volt megadva, ezért azt tippelték, hogy **M** az NH_2OH (hidroxilamin).

Komáromy Dávid

HO-24. Ugyan a feladat szövegében nem szerepelt, fel kell tételeznünk, hogy 298 K-re vonatkoznak a megadott adatok, illetve a mérés is ezen a hőmérsékleten, illetve környékén zajlott. A két égés egyenlete:



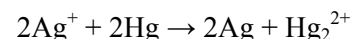
A benzoésav és a ribóz is szilárd anyag, térfogatuk elhanyagolható a keletkező gáz égéstermékek és az oxigén térfogata mellett. A ribóz égése során a keletkező, illetve a kiindulási gázok anyagmennyisége megegyezik, a benzoésav esetén csökkenés várható. A ribóz esetén ezért az állandó nyomáson és állandó térfogaton mért égéshő megegyezik. Ez nem áll pontosan a benzoésavra; állandó nyomáson a térfogatváltozással járó térfogati munka is számításba veendő.

$$W = p\Delta V = \Delta nRT = -1,24\text{ kJ/mol}$$

Az állandó térfogaton vett égéshő tehát csak $-3249,8\text{ kJ/mol}$. A benzoésav égetésekor tehát $21,95\text{ kJ}$ felszabadulása okozza a hőmérséklet-emelkedést. Ez alapján a ribóz égetésekor tapasztalható melegeledést $10,30\text{ kJ}$ felszabadulása okozta.

A ribóz égéshője tehát -2127 kJ/mol mind állandó térfogaton, mind állandó nyomáson. Az égéstermékek képződéshője alapján egyszerűen adódik a ribóz képződéshője is: 1270 kJ/mol .

HO-25. a) A következő reakció játszódik le:



Ugyan a két fém standardpotenciálja megegyezik, de az aktuális potenciálok a kiinduláskor jelentősen eltérnek egymástól és a standardpotenciáloktól is, hisz a koncentrációk nem egyeznek meg és

eltérnek az egységnyitől. Addig fog ezüst kiválni és higany oldódni, amíg a két fém potenciálja meg nem egyezik. A potenciálok a Nernst-egyenlet alapján:

$$\varepsilon(\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}) = \varepsilon^\circ(\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}) + 0,0591/2 \cdot \log [\text{Hg}_2^{2+}]$$

$$\varepsilon(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = \varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) + 0,0591 \cdot \log [\text{Ag}^+]$$

Egyensúlyban:

$$\varepsilon(\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}) = \varepsilon(\text{Ag}^+/\text{Ag})$$

$$\varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) - \varepsilon^\circ(\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}) = 0,0591 \log ([\text{Hg}_2^{2+}]^2/[\text{Ag}^+])$$

$$\Rightarrow K = [\text{Hg}_2^{2+}]^2/[\text{Ag}^+] = 1$$

b) Az ezüstionok kezdeti koncentrációja $c = 0,1 \text{ M}$.

Ha $x \text{ M}$ ezüst reagál, akkor $[\text{Ag}^+] = c - x \text{ M}$, $[\text{Hg}_2^{2+}] = x/2 \text{ M}$. Tehát:

$$(x/2)/(0,1-x)^2 = 1.$$

Innen $x^2 - 0,7x + 0,01 = 0$, ahonnan $x = 1,46 \cdot 10^{-2} \text{ M}$.

Innen $[\text{Hg}_2^{2+}] = 7,29 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ és $[\text{Ag}^+] = 8,54 \cdot 10^{-2} \text{ M}$.

A szilárd fázisból beoldódott $0,01 \text{ dm}^3 \cdot 2 \cdot 7,29 \cdot 10^{-3} \text{ M} = 1,46 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ higany, ami 29,3 mg. A maradék tömege $0,03 \cdot 13,6 \cdot 1000 - 29,3 = 378 \text{ mg}$. Kivált $1,46 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ ezüst, ami 15,7 mg. Az ezüst tömegszázaléka $15,7/(15,7+378) \approx 4,00 \text{ m/m} \% \text{ Ag}$ és $96,0 \text{ m/m} \% \text{ Hg}$.

c) 25,42 mg ezüst $0,2356 \text{ mmol}$, az oldat ezüst-koncentrációja tehát $2,356 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ -mel csökkent. Ez azt jelenti, hogy beoldódott feleannyi, azaz $1,178 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ Hg_2^{2+} , és az oldatban $0,1 - 2,356 \cdot 10^{-2} \text{ M} = 7,644 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ Ag^+ maradt. Tehát $K = (1,178 \cdot 10^{-2})/(7,644 \cdot 10^{-2})^2 = 2,016$. Innen $\varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) - \varepsilon^\circ(\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}) = 0,009$, azaz $\varepsilon^\circ(\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}) = 0,790 \text{ V}$.

d) A $\text{Hg}_2^{2+} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + \text{Hg}$ reakció egyensúlya esetén a Hg^{2+}/Hg és a $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}$ folyamatok potenciáljának kell megegyeznie. A Nernst-egyenleteket a fentiekkel analóg módon felírva:

$$\varepsilon^\circ(\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}) - \varepsilon^\circ(\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}) = 0,0591/2 \log ([\text{Hg}^{2+}]/[\text{Hg}_2^{2+}])$$

$$\Rightarrow K = [\text{Hg}^{2+}]/[\text{Hg}_2^{2+}] = 0,0093$$

e) A kérdéses elektródfolyamatra felírva a Nernst-egyenlet:

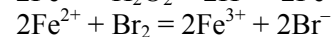
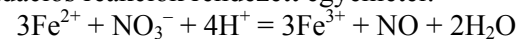
$$\varepsilon(\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}_2^{2+}) = \varepsilon^\circ(\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}_2^{2+}) + 0,0591/2 \cdot \log ([\text{Hg}^{2+}]/[\text{Hg}_2^{2+}])$$

Az ionok koncentrációit az Hg^{2+}/Hg és $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}$ rendszerekre felírható Nernst-egyenletekből kifejezhetjük és behelyettesíthetjük:

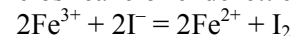
$$\varepsilon^\circ(\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}_2^{2+}) = 2\varepsilon^\circ(\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}) - \varepsilon^\circ(\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}) = 0,910 \text{ V}$$

H66. a) Akkor játszódik le spontán az oxidáció, ha az oxidáló rendszer redoxpotenciál-értéke nagyobb, mint a vas(II)–vas(III) rendszeré. Tehát a vas(II) oxidálható salétromsavval, savas közegben hidrogén-peroxiddal és brómmal, míg jodidionok segítségével a vas(III) redukálható vas(II)-vé.

Az oxidációs reakciók rendezett egyenletei:



A redukációs reakció rendezett egyenlete:



b) Egyértékű gyenge savként kezelhetjük a rendszert, így az oldat pH-ját a $[\text{H}^+]^2 + K[\text{H}^+] - Kc = 0$ másodfokú egyenlet megoldásával számíthatjuk ki. pH = 2,3.

c) Első közelítésben: $K_{\text{sp}} = [\text{Fe}^{3+}][\text{OH}^-]^3$, $[\text{OH}^-] = (K_{\text{sp}}/[\text{Fe}^{3+}])^{1/3} = (6,3 \cdot 10^{-38}/0,010)^{1/3} = 1,847 \cdot 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$, azaz pH = 2,3.

A hivatalos megoldásban nem hanyagolták el a vas(III)-akva komplexének disszociációját. Ebben az esetben a következő a megoldás menete:

$$K_{\text{sp}} = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}][\text{OH}^-]^3$$

$$c(\text{Fe}) = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}] + [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}]$$

$$K = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}][\text{H}^+] / [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}] \Rightarrow$$

$$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}] = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}]K / [\text{H}^+] = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}]\beta,$$

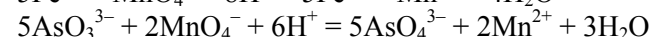
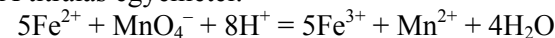
ahol $\beta = K / K_v$, K_v a vízionszorzat. Ha $x := [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}]$ és $y := [\text{OH}^-]$, akkor a következő egyenlethez jutunk $x = c / (1 + \beta y)$, amit iterációval (lásd H55 feladat megoldása) oldhatunk meg. Három iterációs lépésben kapjuk az eredményt, ami pH = 2,4.

d) $(0,2/56)/100 = 3,57 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ a megengedett legmagasabb vas(III)-koncentráció. Első közelítésben:

$[\text{OH}^-] = (K_{\text{sp}}/[\text{Fe}^{3+}])^{1/3} = (6,3 \cdot 10^{-38}/3,57 \cdot 10^{-5})^{1/3} = 1,21 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$, azaz pH = 3,1.

Pontosabb megoldás, ha nem hanyagoljuk el a vas(III)-akva komplexének disszociációját. A hivatalos megoldásban a maximális vas(III)-koncentrációt $1 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$ -nek vették. Az egyenleteket felírva és iterációval megoldva, négy lépés után kapták az eredményt. pH = 4,3

e) A titrálás egyenletei:



$n(\text{As}_2\text{O}_3) = 1,255 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$, amivel $1,255 \cdot 10^{-4} / 5 \cdot 2 \cdot 2 = 1,004 \cdot 10^{-4} \text{ mol KMnO}_4$ ekvivalens. Tehát a mérőoldat koncentrációja $c = 7,850 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$.

A vas(II) mennyisége a mintában $11,80 \cdot 7,850 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 55,85 = 25,87 \text{ mg}$ vas(II). Tehát a minta 1,033%-a van vas(II)-ion formájában.

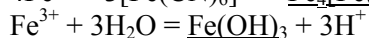
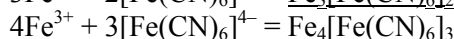
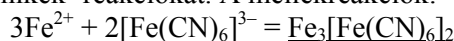
f) $E_{\text{MF}} = +0,132 \text{ V} = E_{\text{Fe}} - E_{\text{kalomel}}$.

$$E_{\text{Fe}} = E_{\text{Fe}}^0 + 0,0591 \cdot \lg([\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}] / [\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}])$$

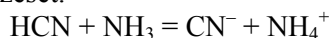
$$(+0,132 + 0,241 - 0,364) / 0,0591 = 0,1523 = \lg([\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}] / [\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}])$$

$$[\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}] / [\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}] = 1,42; \text{ amiből } 41,3\% \text{ a vas(II)-aránya.}$$

A borkősav komplexálja a vas(II)- és vas(III)-ionokat, megakadályozza a hidroxidcsapadékok leválását. A komplexált ionok nem adják a Turnbull- és berlinék- reakciókat. A mellékreakciók:

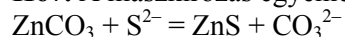


A savas oldatot ammóniával lúgosítjuk, hogy elkerüljük a HCN gáz keletkezését.

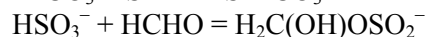


A feladatra érkezett megoldások átlaga **a-e** 94,6%, **f** 76,2%. Hibátlan megoldást küldött be *Kovács Hajnal, Lovas Attila, Sipeki Sándor és Visnyai Krisztina*.

H67. A maszkírozás egyenletei:

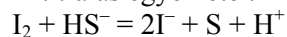


a) feladatréssz

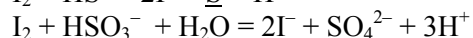


a) feladatréssz

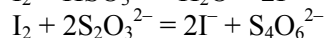
A titrálás egyenletei:



c) feladatréssz



b) feladatréssz



a) feladatréssz

a) Az első analízis során maszkíroztuk a szulfid- és szulfitionokat, így csak a tioszulfátionok mennyiségét határoztuk meg. $5,20 \cdot 0,01000 \cdot 2 / 20 \cdot 50 \text{ mmol} = 0,2600 \text{ mmol}$ tioszulfátion van $20,00 \text{ mL}$ mintában. $29,15 \text{ mg}$ tioszulfátion van 20000 mg oldatban. Tehát 1458 ppm volt a tioszulfátionok koncentrációja az eredeti mintában.

b) A második analízis során a szulfidionokat maszkírozzuk, és a szulfitionokat együtt mérjük a tioszulfátionokkal.

A jód mérőoldatból $0,01000 \cdot 20,00 - 6,43 \cdot 0,01000 / 2 \text{ mmol} = 0,16785 \text{ mmol}$ reagál az eredeti oldat szulfit- és tioszulfáttartalmával.

A tioszulfátionok $0,2600 / 50 \cdot 15 / 2 \text{ mmol} = 0,03900 \text{ mmol}$ jóddal reagálnak.

A szulfitionok mennyisége $0,1289 / 15 \cdot 50 \text{ mmol} = 0,4296 \text{ mmol}$ a mintában.

$34,40 \text{ mg}$ szulfition van 20000 mg oldatban. Tehát 1720 ppm volt a szulfitionok koncentrációja az eredeti mintában.

c) A harmadik analízis során mind a három komponenst együtt mérjük.

A jód mérőoldatból $0,05000 \cdot 10,00 - 4,12 \cdot 0,05000 / 2 \text{ mmol} = 0,3970 \text{ mmol}$ reagál az eredeti oldat kéntartalmú vegyületeivel.

A tioszulfátionok $0,2600 / 2 / 2 \text{ mmol} = 0,06500 \text{ mmol}$ jóddal reagálnak.

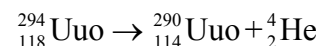
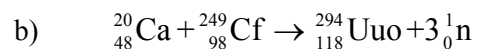
A szulfitionok $0,4296 / 2 \text{ mmol} = 0,2148 \text{ mmol}$ jóddal reagálnak.

A szulfidionok mennyisége $0,1172 \text{ mmol}$ a mintában.

$3,758 \text{ mg}$ szulfidion van 10000 mg oldatban. Tehát $375,8 \text{ ppm}$ volt a szulfidionok koncentrációja az eredeti mintában.

A feladatra érkezett megoldások átlaga **a-b** 84,2%, **c** 88,4%. Hibátlan megoldást küldött be *Lovas Attila*.

H68. a) Az ekaalumínium a gallium, az ekabór a szkandium, az ekaszilícium a germánium.

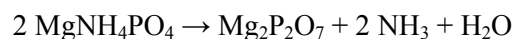
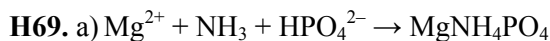


c) Az ununoktium nemesgáz. Elektronszerkezete $[\text{Rn}]5f^{14}6d^{10}7s^27p^6$.

d) Az elem legmagasabb oxidációs száma a xenonhoz hasonlóan +8 lehet. A többi tulajdonságot a nehezebb nemesgázok tulajdonságait az atomszám függvényében ábrázolva lehet megbecsülni.

	T_{olv}/K	T_{forr}/K	r_{kov}/pm	IE/eV
Ar	84	87	97	15,8
Kr	116	120	110	14,0
Xe	161	165	130	12,1
Rn	202	211	145	10,7

A forráspontra -10°C adódik a pontokra egyenest illesztve. Az olvadáspontok általában 4 fokkal vannak az olvadáspont felett, tehát ez várhatóan -6°C . A kovalens atomsugár esetében a lineáris extrapoláció 171 pm-t ad. Az ionizációs energia nem lineárisan változik az atomszámmal. Az atomszám logaritmus szerint ábrázolva az energiákat, a 118-as atomszámú elemre 9,7 elektronvolt várható.

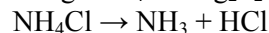


b) A MgO tartalom:

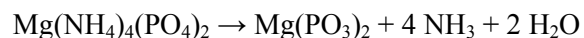
$$\% = \frac{2 \cdot M(\text{MgO})}{M(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7)} \cdot \frac{m(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7)}{m(\text{minta})} = 3,08\%$$

A nyomtatott lapból kimaradt a minta tömege (0,1532 g), de nem vesztett pontot, aki itt nem tudott eredményt megadni.

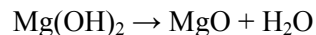
c) Az eredményre nem lenne hatással a következő két szennyező, amelyeknek a bomlása magas hőmérsékleten:



Ha kapott anyag tömegszázalékos magnézium-tartalma alacsonyabb a vártnál, akkor pozitív a hiba:



Ha nagyobb a termék magnézium-tartalma, akkor a kapott eredmény a helyesnél kisebb.



Az $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ hevítésre nem változik.

d) A magnézium-koncentráció $2,1 \cdot 10^{-2}$ M. A csapadékleváláshoz legalább:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{L}{[\text{Mg}^{2+}]}} = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Tehát a pH 10,2 alatt kell, hogy legyen.

e) Az összes foszfát-koncentráció, a foszforsav disszociáció-állandói és a pH ismeretében:

$$[\text{PO}_4^{3-}] = c(\text{foszfát}) \frac{K_1 K_2 K_3}{K_1 K_2 K_3 + K_1 K_2 [\text{H}^+] + K_1 [\text{H}^+]^2 + [\text{H}^+]^3} = 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

Az ammónia ezen a pH-n gyakorlatilag teljesen protonált.

$$L = [\text{Mg}^{2+}][\text{NH}_4^+][\text{PO}_4^{3-}] = 2,4 \cdot 10^{-13}$$

H70. a) A kitöltési hányados a két esetben a kör és a köré írható ismétlődő síkidomok (négyzet, illetve szabályos hatszög) felületének aránya. Az értékek: $\pi/4 = 0,7854$ és $\pi/2\sqrt{3} = 0,9069$.

b) A térkitöltés a gömbök és az őket befoglaló, ismétlődő testek (elemi cellák) térfogatának aránya.

1. Ez az egyszerű köbös szerkezet, aminél a befoglaló test egy $2R$ oldalhosszúságú kocka. A térkitöltés $\pi/6 = 0,5236$

2. Itt szintén kocka az elemi cella, aminek éle $4R/\sqrt{3}$, testátlója mentén érintkeznek a gömbök. Egy kockára két gömb jut. A térkitöltés $\pi\sqrt{3}/8 = 0,6802$.

3. Egy rombusz alapú prizma a befoglaló test. A rombusz élei és a prizma magassága is $2R$. A térkitöltés $\pi/3\sqrt{3} = 0,6046$

4a. Ismét rombusz alapú prizma az elemi cella alakja. A rombusz éle $2R$, de a prizma magassága a gömbökből összeálló tetraéder magasságának kétszerese, $4R\sqrt{6}/3$. Egy prizmára két gömb jut, ezért a térkitöltés $\pi/3\sqrt{2} = 0,7405$. Ez a leggazdaságosabb elrendezés tehát.

c) Ha a rétegeket elcsúsztatjuk, nem változtatunk a térkitöltésen. Ha a rétegek elrendeződése keveredik, vagy éppen a lapcentrált köbösnek felel meg, megegyezik a 4a-ra fent számítottal. Ez gyors számolással ellenőrizhető, ugyanis a lapcentrált köbös elemi cella is egy kocka, aminek lapátlói mentén érintkeznek a gömbök. A kocka élhossza így $2R\sqrt{2}$, egy kockában pedig négy gömb van.

d) Az üregek sugarát kell az egyes elrendezésekben kiszámítani.

i) Az üreg egy $2R$ élhosszú kocka közepén van. A testátló mentén nézve látszik, hogy legfeljebb $R(\sqrt{3}-1)$ sugarú gömbök férnek itt el. A keresett hányados $0,7321$.

ii) A tércentrált rácsban az üregek a $4R/\sqrt{3}$ élhosszúságú kocka lapjainak közepén találhatóak. Hat gömbszomszédjuk közül nem mind egyforma távolságra van. Kettő található a kockák közepén, négy a csúcson. A csúcson levő gömbök között az átlós távolság $4R\sqrt{6}/3$, ennél kisebb a két középponti távolsága, $4R/\sqrt{3}$. Ebbe az üregbe tehát csak $2R/\sqrt{3} - R$ sugarú gömb férne el. A hányados ezért $0,1547$ csupán.

iii) Lapcentrált rácsban a kérdéses üregek a $2R\sqrt{2}$ élhosszú kockák közepén és az élközepeken helyezkednek el. Legközelebbi szomszédai a lapközepeken levő gömbök, amelyek közé $R(\sqrt{2}-1)$ sugarú gömbök férnek. A sugarak hányadosa $0,4142$.

e) Az i) esetben egy cellára egy gömb és egy üreg jut. Teljesen kitöltött üregek esetén a térkitöltés legfeljebb $0,721$.

A ii) esetben egy tércentrált elemi cellában két gömb és hat üreg van. A maximális térkitöltés itt $0,6878$ lehet.

A iii) esetben a lapcentrált cellákra 4 gömb és 4 üreg jut. A maximális kitöltés $0,7931$.

f) A lapcentrált esetben egy üregnek (a kocka közepén) hat üreghomszédja van (az élközepeken). Ha csak a cella közepén tölthető be az üreg, szomszédai nem, akkor 4:1 lesz a gömbök és betölthető üregek aránya.

Tércentrált rács esetén a lapközepeken levő üregeknek kétféle közeli üreghomszédja van, 8 db közelebb és 6 db távolabb. Ha egyik helyre sem kerül semmi, akkor eredeti cellánként fél üreg tölthető be. Ez is tehát 4:1 arálynak felel meg.

A négy gömb által körbezárt helyek a lapcentrált elrendezés esetén az élek felezésével kapható nyolcadkockák közepén vannak. Egy cellára (4 gömb) tehát 8 jut, azaz gömbönként kettő.

A pontverseny eredményei

A KÖKÉL haladó pontversenyében 20 feladat szerepelt ebben a tanévben. A feladatok többsége 10 pontot ért.

A kijavított dolgozatokat visszajuttattuk a versenyzők részére.

A pontversenybe 24 fő nevezett be; a végeredményéből a legjobb teljesítményt elérő 10 diák eredményeit tesszük közzé:

Lovas Attila, 12. o., ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest, tanára: Villányi Attila, 192 pont

Visnyai Krisztina, 10. o., Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen, tanára: Hotziné Pócsi Ildikó, 184,5 pont

Sarka János, 11. o., Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen, tanára: Hotziné Pócsi Ildikó, 184 pont

Kovács Hajnal, 12. o., ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest, tanára: Villányi Attila, 183 pont

Farkas Ádám László, 12. o., Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc, tanára: Endrész Gyöngyi, 170,5 pont

Sipeki Sándor, 11. o., Krúdy Gyula Gimnázium, Nyíregyháza, tanára: Oláh Krisztina, 168,5 pont

Kovács Bertalan, 11. o., Németh László Gimnázium, Budapest, tanára: Zagyi Péter, 159 pont

Hetényi Gergely, 11. o., ELTE Radnóti Miklós Gimnázium, Budapest, tanára: Szabó Szabolcs, 157 pont

Vörös Tamás, 10. o., ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest, tanára: Villányi Attila, 154,5 pont

Sárkány Lőrinc, 12. o., Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged, tanára: Bán Sándor, 147 pont

Teljesítményüket a KÖKÉL egy éves előfizetésével jutalmazzuk. Az első három helyezett munkáját könyvjutalommal honoráljuk. Gratulálunk az összes megoldónak és tanáraiknak! Köszönjük a közös munkát!

A kémia diákolimpiára való válogatásban és felkészítésben a **H** és a **HO** feladatok együttes pontversenye számított. Ebben az összesítésben némileg más volt a sorrend. A pontos eredmény a diákolimpia honlapján: <http://olimpia.chem.elte.hu> érhető el.