



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar  
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Szerkesztette:

**WAGNER ÖDÖN**

Írta:

**WAGNER ÖDÖN, PASINSZKI TIBOR**

Lektorálta:

**FARKAS ETELKA, BUGLYÓ PÉTER**

# **SZERVETLEN KÉMIAI LABORATÓRIUMI GYAKORLATOK**

**Egyetemi tananyag**

**2. javított kiadás**

**2012**



COPYRIGHT: © 2011-2016, Wagner Ödön, BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék; Pasinszki Tibor, ELTE Kémiai Intézet

LEKTORÁLTA: Prof. Dr. Farkas Etelka, dr. Buglyó Péter, Debreceni Egyetem Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Creative Commons NonCommercial-NoDerivs 3.0 (CC BY-NC-ND 3.0)  
A szerző nevének feltüntetése mellett nem kereskedelmi céllal szabadon másolható, terjeszthető, megjelentethető és előadható, de nem módosítható.

#### TÁMOGATÁS:

Készült a TÁMOP-4.1.2-08/2/A/KMR-2009-0028 számú, „Multidiszciplináris, modulrendszerű, digitális tananyagfejlesztés a vegyészmérnöki, biomérnöki és vegyész alapképzésben” című projekt keretében.



ISBN 978-963-279-485-3

KÉSZÜLT: a [Typotex Kiadó](#) gondozásában

FELELŐS VEZETŐ: Votisky Zsuzsa

AZ ELEKTRONIKUS KIADÁST ELŐKÉSZÍTETTE: Benkő Márta

#### KULCSSZAVAK:

szervetlen kémia, anyagismeret, analízis, elemzés, kimutatások, periódusos rendszer, Fresenius-rendszer, Bunsen-rendszer, kémcsőreakciók, csepreakciók, preparátumok.

#### ÖSSZEFOGLALÁS:

A „Szervetlen kémiai laboratóriumi gyakorlatok” tananyag az egyetemi képzések szervetlen kémiai laboratóriumi gyakorlatainak elméleti és gyakorlati anyagát foglalja össze. A szervetlen kémiai gyakorlatok anyagához tartozik a különböző kémiai elemek, illetve szervetlen vegyületek tulajdonságainak alapos megismerése és az egyes anyagok jellemző reakcióinak, kimutatásának elvégzése.

A jegyzet összefoglalja az anyagok azonosításának elméleti alapjait. Tárgyalja a reakciók különböző típusait (sav-bázis, komplexképződési-, redoxi-, csapadékos, stb.), valamint azok körülményektől függő lefutását, illetve az azokkal kapcsolatos számításokat.

Az elemek és a belőlük képzett ionok reakcióinak tárgyalását a periódusos rendszer alapján foglalja össze, de ismerteti az ionok elemzési rendszereit és részletesen tárgyalja a kationok Fresenius szerinti, illetve az anionok Bunsen-féle elemzési rendszerét. A tananyag elsajátítását szemléletes ábrák és képek, valamint a reakciókat bemutató videó felvételek segítik.

A preparatív készség fejlesztését könnyen kivitelezhető, egyszerű előállítási előiratok segítik, melyek alapján különböző vegyület-családba tartozó preparátumok előállítását végezhetik el a hallgatók.

# TARTALOM

1. ELŐSZÓ .....	5
1.1. Munkavédelmi előírások .....	5
2. AZ ANYAGOK AZONOSÍTÁSÁNAK ELMÉLETI ALAPJAI .....	8
2.1. Elektrolitikus disszociáció.....	8
2.2. Disszociáció, egyensúly, egyensúlyi állandó .....	9
2.3. Aktivitás, ionerősség .....	10
2.4. Sav-bázis reakciók.....	11
2.5. A víz disszociációja.....	13
2.6. Savak és bázisok erőssége.....	15
2.7. Sóoldatok pH-ja .....	17
2.8. Pufferoldatok pH-jának kiszámítása .....	19
2.9. Komplexképződési reakciók .....	21
2.10. Redoxireakciók .....	36
2.11. Csapadékos reakciók .....	46
3. AZ ELEMÉK ÉS IONJAİK CSOPORTOSÍTÁSA A PERIÓDUSOS RENDSZER ALAPJÁN .	54
3.1. Az Ia-csoport elemei (Li, Na, K, Rb, Cs) és legfontosabb ionjaik ( $Me^+$ ) .....	54
3.2. A IIa-csoport elemei (Be, Mg, Ca, Sr, Ba) és legfontosabb ionjaik ( $Me^{2+}$ ) .....	60
3.3. A IIIa-csoport elemei: bór és alumínium, valamint a belőlük levezethető legfontosabb ionok [ $B(OH)_4^-$ és $Al^{3+}$ ] .....	72
3.4. A IVa-csoport elemei (C, Si, Ge, Sn, Pb) és legfontosabb ionjaik.....	80
3.5. Az Va-csoport elemei (N, P, As, Sb, Bi) és a belőlük levezethető legfontosabb anionok és kationok.....	96
3.6. A VIa-csoport elemei (O, S, Se, Te) és a belőlük levezethető fontosabb anionok.....	120
3.7. A VIIa-csoport elemei (F, Cl, Br, I) és a belőlük levezethető legfontosabb anionok .....	130
3.8. Pszeudohalogének és pszeudohalogenidek .....	141
3.9. Az Ib-csoport elemei (Cu, Ag, Au) és fontosabb ionjaik .....	145
3.10. A IIb-csoport elemei (Zn, Cd, Hg) és fontosabb ionjaik.....	155
3.11. Titán (IVb-csoport) és fontosabb ionjai .....	170
3.12. Vanádium (Vb-csoport) és fontosabb ionjai .....	171
3.13. A króm (VIb-csoport) és legfontosabb ionjai.....	173
3.14. Mangán (VIIb-csoport) és legfontosabb ionjai .....	182
3.15. A VIIIb-csoport elemei (Fe, Co, Ni) és fontosabb ionjaik .....	187
4. A KIMUTATÁSI REAKCIÓK GYAKORLATI KIVITELEZÉSE.....	202
4.1. A reakciók csoportosítása a felhasznált anyagmennyiség alapján .....	202
4.2. A reakciók csoportosítása az alkalmazott technika alapján .....	202
4.3. A reakciók csoportosítása az észlelhetőség alapján .....	203
4.4. A reakciók érzékenysége.....	205
4.5. A feltárás .....	211
5. AZ IONOK CSOPORTOSÍTÁSA, ELEMZÉSI RENDSZEREK.....	213
5.1. A minőségi analízis fontosabb elemzési rendszerei .....	213
5.2. A kationok Fresenius-féle elválasztási rendszere.....	217
5.3. Az anionok kimutatása .....	224
6. CSEPPELEMZÉS .....	245
6. 1. A kationok cseppreakcióval történő kimutatása.....	247
6.2. Az anionok vizsgálata cseppreakciókkal.....	275
6.3. A kationok kimutatásához használt, legfontosabb szerves reagensek.....	284

7.	ANYAGISMERETI ÉS ELEMZÉSI FELADATOK, PREPARATÍV FELADATOK ELVÉGZÉSÉNEK TEMATIKÁJA.....	288
7.1.	Egyetlen kation azonosítása oldatban .....	288
7.2.	Egyetlen anion azonosítása oldatban.....	290
7.3.	Kationok elválasztása és azonosítása .....	292
7.4.	Az összetettkation-elemzésnél előforduló elválasztási és kimutatási problémák összefoglalása .....	300
7.5.	Anyagismereti és elemzési feladatok .....	302
7.6.	Preparatív és elemzési feladat .....	313
8.	PREPARATÍV FELADATOK .....	315
8.1.	Kálium-tetrafluoro-borát ( $K[BF_4]$ ) előállítása.....	315
8.2.	[Hexammino-nikkel(II)]-tetrafluoro-borát ( $[Ni(NH_3)_6](BF_4)_2$ ) előállítása.....	315
8.3.	Kálium-[trioxaláto-aluminát(III)]-víz(1/3) ( $K_3[Al(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$ ) előállítása .....	316
8.4.	Nátrium-karbonát előállítása, a Solvay-féle szódagyártás .....	316
8.5.	Ólom(IV)-oxid előállítása ( $PbO_2$ ) .....	317
8.6.	Nátrium-[tetratio-antimonát(V)]-víz(1/9) előállítása ( $Na_3SbS_4 \cdot 9H_2O$ ) (Schlipp-só) .....	318
8.7.	Kén-dioxid ( $SO_2$ ) előállítása .....	318
8.8.	Kálium-diszulfid ( $K_2S_2O_5$ ) előállítása.....	318
8.9.	Kálium-nitrozodiszulfonát ( $K_2ON(SO_3)_2$ , Fremy-só) előállítása .....	319
8.10.	Klór-gáz ( $Cl_2$ ) előállítása .....	319
8.11.	Kálium-[trioxo-klorát(V)] ( $KClO_3$ , kálium-klorát) előállítása.....	320
8.12.	[Piridin-jód(I)]-klorid ( $[I(NC_5H_5)]Cl$ ) előállítása.....	321
8.13.	Higany(II)-tiocianát ( $Hg(SCN)_2$ ) előállítása .....	322
8.14.	Kálium-[tetraiodo-merkurát(II)] ( $K_2[Hg(SCN)_4]$ ) előállítása.....	322
8.15.	Réz(I)-klorid ( $CuCl$ ) előállítása .....	323
8.16.	[Tetrakis(piridin)-ezüst(II)]-(peroxo-diszulfát) ( $[Ag(C_5H_5N)_4]S_2O_8$ ) előállítása .....	323
8.17.	[Hexammin-króm(III)]-[pentakloro-kuprát(II)] ( $[Cr(NH_3)_6][CuCl_5]$ ) előállítása .....	324
8.18.	Réz(I)-[tetraiodo-merkurát(II)] ( $Cu_2[HgI_4]$ ) előállítása.....	324
8.19.	Ammónium-[oktaikozaoxo-dekavanadat(V)]-víz (1/6) ( $(NH_4)_6V_{10}O_{28} \cdot 6H_2O$ ) előállítása.....	325
8.20.	Vanádium-pentoxid ( $V_2O_5$ ) előállítása.....	325
8.21.	[Oxo-bisz(pentán-2,4-dionáto)-vanádium(IV)] ( $[VO(H_3CC(O)CHC(O)CH_3)_2]$ ) előállítása.....	325
8.22.	Kálium-dikromát ( $K_2Cr_2O_7$ ) előállítása feltárással.....	326
8.23.	[Hexakarbamido-króm(III)]-klorid ( $[Cr(H_2NCONH_2)_6]Cl_3 \cdot 3H_2O$ ) előállítása .....	326
8.24.	Kálium-[trioxaláto-manganát(III)]-víz(1/3) ( $K_3[Mn(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$ ) előállítása.....	327
8.25.	Hoffmann-típusú nikkeltetratát ( $[Ni(CN)_2 \cdot NH_3] \cdot nC_6H_6$ ( $n \leq 1$ )) előállítása .....	327
8.26.	[Hexammin-kobalt(III)]-klorid ( $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ ) előállítása .....	328
8.27.	Nátrium-[hexanitrito-kobaltát(III)] ( $Na_3[Co(NO_2)_6]$ ) előállítása .....	329
8.28.	[Hexammin-nikkel(II)]-klorid ( $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ ) előállítása.....	329
9.	GYAKORLÓ KÉRDÉSEK A SZERVETLEN KÉMIAI LABORATÓRIUMI GYAKORLATHOZ.....	330
	FÜGGELÉK.....	352
	JAVASOLT IRODALOM .....	360
	ÁBRÁK, VIDEÓK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....	361
	Ábrák.....	361
	Videók.....	362
	Táblázatok.....	365