



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

Szerkesztette:
KOVÁCS ILONA

Írta:
**KOVÁCS ILONA, NYULÁSZI LÁSZLÓ,
FEKETE CSABA, KÖNCZÖL LÁSZLÓ,
TERLECZKY PÉTER**

Lektorálta:
HORVÁTH ATTILA

ÁLTALÁNOS KÉMIAI LABORATÓRIUMI GYAKORLATOK

Egyetemi tananyag

2. javított kiadás

2012



COPYRIGHT: © 2011-2016, Dr. Kovács Ilona, Dr. Nyulászi László, Fekete Csaba, Könczöl László, Terlezky Péter, BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

LEKTORÁLTA: Dr. Horváth Attila, Pannon Egyetem

KÖZREMŰKÖDÖTT: Véghelyi Ádám

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.



KÉSZÜLT: a [Typotex Kiadó](#) gondozásában

FELELŐS VEZETŐ: Votisky Zsuzsa

AZ ELEKTRONIKUS KIADÁST ELŐKÉSZÍTETTE: Sosity Beáta

ISBN 978-963-279-469-3

KULCSSZAVAK:

munkavédelem, laboratóriumi eszközök, melegítés, hűtés, elválasztási műveletek, térfogatmérés, olvadás, forrás, moláris tömeg, halogenidek, oxidok, nitrátok, szulfátok, foszfátok, karbonátok.

ÖSSZEFOGLALÁS:

A tananyag elsősorban a vegyész-, vegyészmérnök- és biomérnök-hallgatók számára nyújt alapvető, bevezető ismereteket a laboratóriumi munkavégzéshez.

A tananyag első fő fejezete tartalmazza a laboratóriumi munkában nélkülözhetetlen biztonságtechnikai alapismereteket, a munkavédelmi és tűzvédelmi rendszabályokat.

A laboratóriumi munka speciális eszközöket igényel. A Laboratóriumi eszközök fejezetben ismertetjük és képeken mutatjuk be a fontosabb üveg-, porcelán- és fémesszükszereket.

A Laboratóriumi alpműveletek fejezet a gyakorlatok során leggyakrabban előforduló alpműveleteket veszi sorra: melegítés, hűtés, szűrés, átkristályosítás, desztillálás, szublimálás, szárítás, gázokkal végzett műveletek. Mivel a műveletek többségénél elengedhetetlen a hőmérséklet és főként gázoknál a nyomás ismerete, továbbá a laboratóriumi munka során nélkülözhetetlen pontos koncentrációjú oldatok készítése, amely tömegméréssel történik, így ezek mérési lehetőségeit is ebben a fejezetben tárgyaljuk.

A tananyag negyedik fejezetében olyan fizikai-kémiai mennyiségek, mint olvadáspont, forráshőmérséklet, törésmutató, moláris tömeg meghatározásával és sűrűségméréssel foglalkozunk.

Az Egyensúlyok vizes közegben fejezetben a vizes közegben lejátszódó sav-bázis-, csapadékképződési, redoxi- és komplexképződési reakciókat és ezek egyensúlyát vizsgáljuk. A fejezet utolsó része bevezetést nyújt a térfogatossági analízisbe.

A Preparatív feladatok részben tárgyaljuk az egyes szervetlen kémiai preparátumok előállítását a vegyületekben előforduló anionok szerint csoportosítva: halogenidek, oxidok, szulfidok/szulfitok/szulfátok, nitrátok, foszfátok, karbonátok és szerves savak sói, végül komplex vegyületek.

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ.....	6
1. A LABORATÓRIUMI MUNKAVÉGZÉS ALAPISMERETEI.....	7
1.1. Biztonságtechnikai alapismeretek	7
1.2. Laboratóriumi munkarend.....	10
1.2.1. Általános laboratóriumi és munkavédelmi rendszabályok	10
1.2.2. Általános tűzvédelmi tudnivalók	12
1.2.3. Biztonsági jelzőtáblák.....	15
2. LABORATÓRIUMI ESZKÖZÖK	16
2.1. Az üveg és üvegeszközök.....	16
2.1.1. Az üveg tulajdonságai.....	16
2.1.2. Hőálló üvegből készült eszközök	18
2.1.3. Nem hőálló üvegből készült eszközök	19
2.1.4. Üvegeszközök illesztése	20
2.2. A porcelán, porceláneszközök.....	22
2.2.1. Porcelán	22
2.2.2. Porceláneszközök	22
2.3. Fémeszközök.....	22
2.4. Egyéb anyagból készült eszközök, segédanyagok	24
2.5. Laboratóriumi eszközök tisztítása	26
3. LABORATÓRIUMI ALAPMŰVELETEK.....	27
3.1. Hőmérsékletmérés	27
3.2. Nyomásmérés	33
3.3. Melegítés	38
3.3.1. Gázégők	38
3.3.2. Elektromos laboratóriumi fűtési eszközök	41
3.3.3. Közvetett fűtéshez használt melegítő fürdők.....	42
3.4. Hűtés.....	44
3.5. Tömegmérés	47
3.6. Folyadékok térfogatának mérése, oldatkészítés	50
3.6.1. A térfogatmérés eszközei.....	50
3.6.2. Oldás, oldatok töménysége	52
3.6.3. Oldatkészítés.....	54
3.7. Ülepítés, szűrés, centrifugálás	55
3.8. Kristályosítás, átkristályosítás	60
3.9. Szárítás	64
3.10. Fázisátalakulással járó műveletek	67
3.10.1. Fázisátalakulások.....	67
3.10.2. Desztilláció	74
3.10.3. Szublimáció	78
3.11. Műveletek gázokkal	80
3.11.1. Gázokkal kapcsolatos fizikai-kémiai alapismeretek.....	80
3.11.2. Laboratóriumi munka során leggyakrabban előforduló gázok	81
3.11.3. Gázpalackban forgalmazott gázok használata	82
3.11.4. Gázok tisztítása és szárítása.....	88
3.11.5. Gázok laboratóriumi előállítása.....	92
3.11.6. Gázokkal végzett reakciók.....	101
3.11.7. Gázok cseppfolyósítása	103

4. FIZIKAI–KÉMIAI MENNYISÉGEK MEGHATÁROZÁSA	104
4.1. Olvadáspont mérés	104
4.2. Forráshőmérséklet mérése	106
4.3. Törésmutató mérése	108
4.4. Sűrűségmérés	111
4.4.1. Sűrűségmérés piknométerrel	112
4.4.2. Sűrűségmérés areométerrel	114
4.4.3. Sűrűségmérés Mohr–Westphal-mérleggel	115
4.5. Moláris tömeg meghatározása	117
4.5.1. Moláris tömeg meghatározása fagyáspontcsökkenés-méréssel	117
4.5.2. Moláris tömeg meghatározása forráspontemelkedés-méréssel	123
4.5.3. Folyadékkelegy átlagos moláris tömegének meghatározása gőzsűrűségméréssel, Victor Meyer módszerével	126
4.5.4. Molekulatömeg meghatározás ozmózisnyomás-méréssel	130
5. EGYENSÚLYOK VIZES OLDATBAN	134
5.1. Sav–bázis-egyensúlyok	134
5.1.1. Elektrolitos disszociáció	134
5.1.2. A víz öndisszociációja	135
5.1.3. Gyenge savak és bázisok disszociációja	135
5.1.4. Sav–bázis indikátorok	136
5.1.5. Hidrolizáló sók	138
5.1.6. Puffer-oldatok	139
5.2. Szilárd anyag – oldat egyensúlyok	142
5.3. Redoxireakciók és egyensúlyok	143
5.4. Komplex egyensúlyok	147
5.5. Térfogatos mennyiségi analízis	149
5.5.1. Acidi-alkalimetria (sav–bázis titrálás)	151
5.5.2. Redoximetria	155
5.5.3. Csapadékos titrálás: Argentometria	163
5.5.4. Komplexometria	165
6. PREPARATÍV FELADATOK	169
6.1. A hidrogén-halogenidek és sóik, a klór oxosavai és sói	171
6.1.1. A hidrogén-halogenidek és sóik	171
6.1.2. A halogének oxosavai és sói	190
6.2. Oxidok	197
6.2.1. Az oxidok tulajdonságai	197
6.2.2. Az oxidok előállítása	198
6.2.3. Feladatok oxidok előállításához	199
6.3. A kén-hidrogén és a szulfidok, a kén oxosavai és sói	205
6.3.1. A kén-hidrogén és a szulfidok	205
6.3.2. A kén oxosavai és sói	214
6.4. A nitrogén oxosavai és sói	232
6.4.1. A salétromossav és a nitritek	232
6.4.2. A salétromsav és a nitrátok	232
6.5. A foszfor oxosavai és sói	243
6.5.1. A foszfor oxosavainak általános jellemzése	243
6.5.2. Az ortofoszforsav és sói	244
6.6. A szén oxosavai, sói és néhány szerves sav sója	255
6.6.1. A szénsav és sói	255
6.6.2. Szerves savak sói	268

6.7. A bórsav és a borátok	273
6.7.1. A bórsav és a borátok tulajdonságai	273
6.7.2. A borátion analitikai kimutatása	274
6.7.3. Feladatok a bórsav és néhány borát előállításához	275
6.8. Komplex vegyületek.....	278
6.8.1. A komplex vegyületek szerkezete	278
6.8.2. A komplex vegyületek fontosabb izoméria típusai.....	281
6.8.3. A komplex vegyületek elnevezése.....	282
6.8.4. Feladatok komplex vegyületek előállításához	283
7. LEVEGŐKIZÁRÁSOS TECHNIKA ALKALMAZÁSA A PREPARATÍV GYAKORLATBAN	305
7.1. Védőgázok oxigénmentesítése és szárítása	305
7.2. Oldószerek tisztítása.....	306
7.3. Műveletek inert atmoszférában	307
FÜGGELÉK.....	315
F.0. Az elemek periódusos rendszere	316
F.1. táblázat. A fontosabb elemek relatív atomtömege	317
F.2. A veszélyes anyagok veszélyeire/kockázataira utaló R-mondatok és a veszélyes anyagok biztonságos használatára utaló S-mondatok.....	318
F.3. A CLP osztályozásban a veszélyes anyagokra vonatkozó figyelmeztető H-mondatok és óvintézkedésre utaló P-mondatok	325
F.4. Kémiai anyagok	333
F.5. táblázat. Leggyakrabban előforduló szerves vegyületek oldhatósága vízben.....	371
F.6. táblázat. Tömény sav- és lúgoldatok koncentrációja és sűrűsége 15 °C-on.....	372
F.7. táblázat. Egyensúlyi vízgőznyomás adatok [kPa].....	373
F.8. táblázat. Gázok tisztasági fokozatának jelölései és értelmezése	374
F.9. táblázat Szabványos gázpalackok és paramétereik	375
F.10. táblázat Cseppfolyós klór, kén-dioxid, ammónia, szén-dioxid gőznyomása és sűrűsége.....	376
F.11. táblázat. Gázok oldhatósága vízben	377
F.12. táblázat. Gázok fizikai adatai	378
F.13. táblázat A víz sűrűsége a hőmérséklet függvényében.....	379
F.14. táblázat. Néhány szerves vegyület vizes oldatának sűrűsége és tömegszázalékos összetétele 20 °C-on	380
F.15. Elektromos pH-mérés.....	382
F.16. táblázat. Néhány szerves vegyület oldhatósági szorzata 25 °C-on	383
F.17. táblázat Standard redoxipotenciál-értékek 25 °C-on és 101,325 kPa nyomáson	384
F.18. táblázat. Komplex vegyületek bruttó stabilitási állandói	386
F.19. Mintajegyzőkönyv.....	387
F.20. Preparátumok listája.....	389
F.21. táblázat. Néhány sav és bázis disszociációs egyensúlyi állandója 25 °C-on.....	392
ÁBRÁK, ANIMÁCIÓK, FÉNYKÉPEK, VIDEÓK, TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	393
Ábrák.....	393
Animációk	395
Fényképek	396
Videók	400
Táblázatok	401
IRODALOMJEGYZÉK.....	402