

# SADRŽAJ

## OPŠTI DEO

<b>1. PRAVILA RADA U LABORATORIJI.....</b>	<b>2</b>
1.1. OPŠTA PRAVILA PONAŠANJA U LABORATORIJI.....	2
1.2. RUKOVANJE HEMIKALIJAMA.....	3
1.2.1. Rad sa toksičnim hemikalijama.....	3
1.2.2. Rad sa korozivnim hemikalijama.....	4
1.2.2. Rad sa zapaljivim materijama.....	4
1.3. OPASNOSTI OD MEHANIČKIH POVREDA I EKSPLOZIJE.....	5
<b>2. OBRADA REZULTATA.....</b>	<b>6</b>
2.1. PREDSTAVLJANJE BROJEVA.....	6
2.2. OSNOVNI KVALITETI MERENJA.....	7
2.3. IZVORI GREŠAKA.....	8
2.3.1. Greška koja potiče od ekperimentatora i aparature.....	9
2.3.2. Razmatranje slučajne greške pomoću teorije verovatnoće.....	9
2.3.3. Procena slučajne greške za mali broj merenja-Studentova raspodela.....	14
2.3.4. Približne jednačine kao izvor greške.....	16
2.3.5. Greške pri računskim operacijama.....	16
<b>3. ZAPISIVANJE I PRIKAZ REZULTATA.....</b>	<b>23</b>
3.1. RADNA SVESKA.....	23
3.2. IZVEŠTAJ.....	23
3.3. PREDSTAVLJANJE REZULTATA.....	25
3.3.1. Tablice.....	25
3.3.2. Grafici.....	27
3.4. METODA NAJMANJIH KVADRATA.....	30
<b>4. MERENJE MASE – ANALITIČKA VAGA.....</b>	<b>32</b>
4.1. ANALITIČKA VAGA.....	32
4.2. KVALITETI MERENJA MASE.....	36
4.3. METODE MERENJA MASE.....	37
<b>5. LABORATORIJSKE HEMIKALIJE.....</b>	<b>39</b>
5.1. REAGENSI.....	39
5.2. VODA KAO REAGENS.....	40
5.2.1. Destilacija vode.....	41
5.2.2. Dejonizacija vode.....	41
5.3. KOMPRIMOVANI GASOVI.....	42
5.3.1. Mere opreza.....	42
5.3.2. Ventili za kontrolisano ispuštanje gasova.....	43
5.3.2. Prečišćavanje gasova.....	45
5.3.4. Komprimovani vazduh.....	47

5.4	SPECIJALNE TEHNIKE RUKOVANJA HEMIKALIJAMA.....	47
5.4.1.	Boksovi sa kontrolisanom atmosferom.....	47
5.4.2	Tehnike prenosa hemikalija .....	48
<b>6.</b>	<b>STAKLENE CEVI I ELEMENTARNI RAD SA STAKLOM.....</b>	<b>49</b>
6.1	SEČENJE STAKLENIH CEVI.....	49
6.2	POLIRANJE PLAMENOM.....	50
6.3	IZVLAČENJE KAPILARE.....	50
6.4	SAVIJANJE STAKLENIH CEVI.....	50
6.5	SPAJANJE STAKLENIH CEVI.....	51
6.6	BUŠENJE PLUTENIH ZAPUŠAČA.....	52
<b>7.</b>	<b>OSNOVNA LABORATORIJSKA OPREMA I TEHNIKE.....</b>	<b>53</b>
7.1	LABORATORIJSKO POSUĐE OD STAKLA.....	53
7.2	PLASTIČNO LABORATORIJSKO POSUĐE .....	55
7.3	PORCELANSKO LABORATORIJSKO POSUĐE.....	55
7.4	OBELEŽAVANJE LABORATORIJSKOG POSUĐA.....	55
7.5	BOCE ZA DESTILOVANU VODU.....	55
7.6	PRIBOR ZA MEŠANJE.....	56
7.7	PRIBOR ZA ZAGREVANJE.....	57
7.8	KONTROLA NAPAJANJA ZA ELEKTRIČNE UREĐAJE.....	61
7.9	ELASTIČNA CREVA.....	61
7.10	STEZALJKE (KLEME) ZA CREVA.....	62
7.11	PRIBOR ZA MLEVENJE I SPRAŠIVANJE.....	62
7.12	ŠPATULE.....	63
7.13	INDIKATORSKI PAPIR.....	63
<b>8.</b>	<b>TEHNIKE RAZDVAJANJA I PREČIŠĆAVANJA.....</b>	<b>64</b>
8.1	FILTRACIJA.....	64
8.1.1	Spontana filtracija.....	64
8.1.2	Filtriranje pomoću vakuuma.....	66
8.2	CENTRIFUGIRANJE.....	67
8.3	EKSTRAKCIJA.....	68
8.4	DESTILACIJA I UPARAVANJE.....	69
8.4.1	Prosta destilacija.....	69
8.4.2	Frakciona destilacija.....	71
8.4.3	Destilacija pod sniženim pritiskom (vakuum destilacija.....	32
8.4.4	Destilacija sa vodenom parom.....	83
8.5	UPARAVANJE.....	84
8.6	KRISTALIZACIJA I SUBLIMACIJA.....	85
8.6.1	Kristalizacija i rekristalizacija.....	85
8.6.2	Sublimacija.....	86

8.7	SUŠENJE.....	86
8.7.1	Hemijska sušila.....	86
8.8	EKSIKATOR.....	88
<b>9.</b>	<b>VOLUMETRIJSKI SUDOVI I MERENJA .....</b>	<b>90</b>
9.1	VRSTE VOLUMETRIJSKIH SUDOVA I NJIHOVA PRIMENA.....	90
9.1.1	Normalni sudovi.....	91
9.1.2	Birete.....	92
9.1.3	Pipete.....	94
9.1.4	Menzure.....	95
9.1.5	Paralaksa.....	96
9.2	TAČNOST I PRECIZNOST VOLUMETRIJSKIH SUDOVA.....	86
9.3	KALIBRACIJA VOLUMETRIJSKIH SUDOVA.....	87
9.4	PRANJE VOLUMETRIJSKIH SUDOVA.....	88
9.5	VOLUMETRIJSKA MERENJA.....	89
9.6	INDIKATORI.....	89
9.6.1	Kiselinsko-bazni indikatori.....	90
9.6.2	Indikatori za redoks titracije.....	91
9.6.3	Indikatori za kompleksometrijske titracije.....	92
9.6.4	Indikatori za taložne titracije.....	93
<b>10.</b>	<b>MERENJE I KONTROLA TEMPERATURE.....</b>	<b>93</b>
10.1	TEMPERATURSKE SKALE.....	93
10.2	MERENJE TEMPERATURE.....	95
10.3	KONTROLA TEMPERATURE I TERMOSTATI.....	98
<b>11.</b>	<b>OBNAVLJANJE OSNOVNIH HEMIJSKIH POJMOVA .....</b>	<b>100</b>
11.1	NOMENKLATURA NEORGANSKIH JEDINJENJA.....	100
11.1.1	Binarna jedinjenja koja sadrže dva nemetala.....	100
11.1.2	Binarna jedinjenja koja sadrže metal i nemetal.....	101
11.1.3	Ternarna i viša jedinjenja.....	101
11.1.4	Kiseline.....	103
11.1.5	Baze.....	103
11.1.6	Soli.....	103
11.1.7	Kristalohidrati.....	104
11.2.	HEMIJSKA REAKCIJA I HEMIJSKA JEDNAČINA.....	107
11.2.1	Osnovni tipovi hemijskih reakcija.....	108
11.2.2	Uravnotežavanje hemijskih jednačina.....	109
11.3.	ODREĐIVANJE OKSIDACIONIH BROJEVA ELEMENATA U JEDINJENJIMA ILI JONIMA.....	111
11.3.1	Uravnotežavanje oksido-redukcionih jednačina. Metoda oksidacionog broja.....	112
11.4.	OSNOVNI STEHIOMETRIJSKI PRORAČUNI.....	115
<b>12.</b>	<b>RASTVORI.....</b>	<b>124</b>

12.1	POJAM RASTVORA.....	124
12.2	KVANTITATIVAN SASTAV RASTVORA .....	125
12.3	MEĐUSOBNA PRERAČUNAVANJA RAZLIČITIH NAČINA IZRAŽAVANJA KONCENTRACIJE.....	128
12.4	RASTVORLJIVOST.....	130
12.5	PRIPREMA RASTVORA RAZBLAŽIVANJEM POLAZNOG RASTVORA.....	135
12.6	pH VREDNOST RASTVORA.....	137
12.6.1	Izračunavanje pH vrednosti tokom titracije.....	138

## **EKSPERIMENTALNI DEO**

1.	ODREĐIVANJE MASE - ANALITIČKA VAGA.....	143
2.	MERENJE TEMPERATURE POMOĆU ŽIVINOG TERMOMETRA I TERMOPARA	150
3.	MERENJE ELEKTRIČNOG OTPORA RASTVORA KONDUKTOMETROM.....	153
4.	MERENJE NAPONA PARE .....	157
5.	KALIBRACIJA VOLUMETRIJSKIH SUDOVA.....	161
6.	ODREĐIVANJE RASTVORLJIVOSTI SOLI.....	166
7.	KVANTITATIVNO RAZDVAJANJE SOLI RAZLIČITE RASTVORLJIVOSTI.....	173
8.	PRIPREMANJE RASTVORA ZADATE PROCENTNE I MOLARNE KONCENTRACIJE...	176
9.	ODREĐIVANJE FORMULE KRISTALOHIDRATA.....	179
10.	ODREĐIVANJE KONCENTRACIJE OH <sup>-</sup> JONA U VODENOM RASTVORU TITRACIJOM HLOROVODONIČNOM KISELINOM.....	183
11.	KVANTITATIVNO TALOŽENJE HROMATNOG JONA .....	
12.	ODREĐIVANJE KONSTANTE RAVNOTEŽE K <sub>C</sub> ZA REAKCIJU DISOCIJACIJE SLABE KISELINE.....	187
13.	ELEMENTARNI RAD SA STAKLENIM CEVIMA.....	193

## Predgovor

Udžbenik *Uvod u laboratorijski rad* namenjen je studentima prve godine Fakulteta za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu, a nastao je kao rezultat višedodišnjeg iskustva rada grupe nastavnika i saradnika na realizaciji odgovarajućeg nastavnog programa.

Udžbenik se sastoji iz tri dela:

- Opšti deo, u kojem se izlažu teorijske osnove eksperimentalnih vežbi,
- Obnavljanje osnovnih hemijskih pojmova i Rastvori, i
- Eksperimentalni deo.

U eksperimentalnom delu data su uputstva za izvođenje 13 eksperimentalnih vežbi, od kojih svaka obuhvata četiri tematske celine (Kratko uputstvo za obavljanje vežbe, Zadatak vežbe, Prikaz rezultata i Obrada rezultata).

Udžbenik je nastao kao rezultat zajedničkog rada prof. D. Minić i saradnika koji su učestvovali i učestvuju u realizaciji ovog programa na Fakultetu za fizičku hemiju. Autori udžbenika su pored D. Minić i D. Stanisavljev (I, II, III i V poglavlje), Lj. Ignjatović (IV i VIII poglavlje), M. Kuzmanović (VI, VII i IX poglavlje), N. Cvjetičanin (X poglavlje) i G. Čirić-Marjanović (XI i XII poglavlje). Program, izbor, obim i način izlaganja definisala je D. Minić, koja je, takođe tehnički pripremila udžbenik za štampu.

Autori toplo zahvaljuju svim kolegama sa Fakulteta za fizičku hemiju koji su svojim konstruktivnim sugestijama doprineli realizaciji ovog važnog zadatka.

Autori izražavaju posebnu zahvalnost recenzentima koji su pažljivo pregledali udžbenik, te dali sugestije koje su doprinele kvalitetu ovog udžbenika.

Koristimo ovu priliku da se zahvalimo i svim asistentima pripravnicima koji su učestvovali u pripremi i realizaciji vežbi.

Autori