

Praktikum iz hemije

Aleksandar Mijatović, Ana Kesić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Praktikum iz hemije | Aleksandar Mijatović, Ana Kesić | | 2023 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007429>

Univerzitet u Beogradu
Rudarsko-geološki fakultet



Praktikum iz hemije

Aleksandar Mijatović ▪ Ana Kesić



Beograd, 2023

Praktikum iz hemije

I izdanje, 2023. godina

Autori:

Dr Aleksandar M. Mijatović, docent
Univerzitet u Beogradu-Rudarsko-geološki fakultet

Dr Ana S. Kesić, naučni saradnik
Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije Kragujevac

Recezent:

Dr Rada Baošić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Hemijski fakultet

Izdavač:

Univerzitet u Beogradu-Rudarsko-geološki fakultet
Đušina 7, 11120 Beograd

Za izdavača:

Prof. Dr Biljana Abolmasov, dekan
Univerzitet u Beogradu-Rudarsko-geološki fakultet

Nastavno-naučno veće Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu od 23. februara 2023. godine (br. 8/18) prihvatilo je recenziju ovog teksta i odobrilo štampu kao pomoćnog udžbenika na osnovnim akademskim studijama.

Tiraž:

100

Copyright © 2023 Autor

Štampa i korićenje:

SaTCIP, Vrnjačka Banja

Predgovor

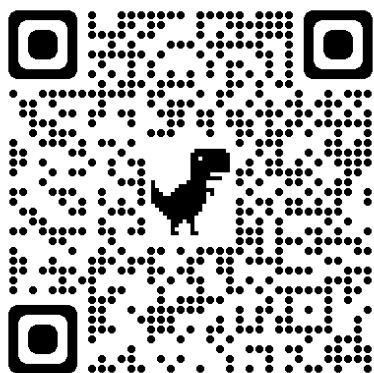
Ovaj praktikum je namenjen studentima prve godine Rudarsko-geološkog fakulteta a pisan je sa ciljem da studentima koji se prvi put susreću sa praktičnim radom u laboratoriji olakša izvođenje eksperimenata. Pored toga praktikum mogu koristiti studenti svih studijskih programa koji podrazumevaju rad u hemijskoj laboratoriji.

Praktikum se sastoji iz 15 poglavlja pri čemu prva dva omogućavaju sticanje osnovnih znanja o radu u hemijskoj laboratoriji. Ostala poglavlja su celine koje daju praktična znanja najznačajnijih delova opšte hemije, a pritom prate i produbljuju teoretska znanja. Pored vežbi obuhvaćenih planom i programom predmeta, Praktikum obuhvata i elemente teorije iz opšte hemije neophodne za razumevanje hemije i realizaciju eksperimentalnih i računskih vežbi.

Ovaj praktikum će pomoći studentima da ovladaju osnovnim laboratorijskim veštinama i nauče osnove opšte hemije. Cilj autora je da praktikum olakša savladavanje gradiva iz Opšte hemije, kao i da studenti ovladaju eksperimentalnim veštinama u laboratoriji.

Posebnu zahvalnost na korisnim savetima, primedbama i sugestijama dugujemo recenzentu dr Radi Baošić redovnom profesoru Hemijskog fakulteta i dr Mariju Gabričeviću redovnom profesoru Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta iz Zagreba. Zahvaljujemo se i dipl. inženjeru Nataši Biočanin tehničkom saradniku na pomoći prilikom pisanja eksperimentalnog dela ovog praktikuma. Saveti i pomoć na tehničkom uređenju prog. dr Marije Živković, dipl. informatičara Željka Savića, dipl. biologa Maje Đeković Novković, i dipl. inž. telekomunikacija Nikole Čarkića doprineli su da praktikum bude jasniji i pristupačniji studentima u cilju lakšeg savladavanja gradiva, na čemu im se autori ovog praktikuma posebno zahvaljuju.

Autori



Aleksandar Mijatović



Ana Kesić

SADRŽAJ

1. HEMIJSKA LABORATORIJA	5
1.1. Ponašanje u laboratoriji	6
1.2. Laboratorijske nezgode	7
1.3. Laboratorijska pravila	7
1.4. Rad u laboratoriji.....	9
2. LABORATORIJSKO POSUĐE I LABORATORIJSKE OPERACIJE	11
2.1. Laboratorijsko posuđe	12
2.2. Hemikalije i reagensi.....	14
2.3. Međunarodni sistem mernih jedinica	19
2.4. Laboratorijske operacije.....	21
MERENJE MASE	21
Eksperiment 1. Merenje mase uzorka.....	22
Eksperiment 2. Merenje na elektronskoj (automatskoj) tehničkoj vagi	23
MERENJE TEMPERATURE	23
Eksperiment 3. Merenje temperature uzorka	24
MERENJE ZAPREMINE	24
Eksperiment 4. Merenje zapremine uzorka	29
MERENJE GUSTINE	29
Eksperiment 5. Merenje gustine uzorka.....	30
Eksperiment 6. Određivanje gustine CO ₂ (ugljenik(IV)-oksida) prema vazduhu	31
RASTVARANJE, MEŠANJE I USITNJAVANJE.....	32
DEKANTOVANJE ili ODLIVANJE.....	33
TALOŽENJE	33
CEĐENJE ili FILTRIRANJE.....	34
Eksperiment 7. Filtriranje	35
Eksperiment 8. Taloženje i ceđenje	36
FILTRIRANJE POD VAKUMOM	37
Eksperiment 9. Vakumska filtracija uz pomoć <i>Buchner</i> -ovog levka	37
CENTRIFUGIRANJE.....	38
ZAGREVANJE i UPARAVANJE.....	38
UPARAVANJE.....	39
Eksperiment 10. Uparavanje vodenog rastvora natrijum-hlorida	40

DESTILACIJA.....	41
Eksperiment 11. Razdvajanje dvokomponentne smeše koja sadrži etanol i vodu.....	42
EKSTRAKCIJA	44
Eksperiment 12. Ekstrakcija joda iz vodenog rastvora dihlormetanom	45
SUBLIMACIJA.....	46
Eksperiment 13. Sublimacija joda	46
KRISTALIZACIJA I REKRISTALIZACIJA.....	47
HROMATOGRAFIJA	48
Eksperiment 14. Odvajanje olova, arsena i kadmijuma tankoslojnom hromatografijom....	51
3. SMEŠE	53
Eksperiment 1. Razdvajanje trokomponentne smeše (I_2 , K_2CrO_4 , SiO_2) kombinacijom više različitih metoda razdvajanja	55
4. HEMIJSKE REAKCIJE	57
4.1. Osnovna podela hemijskih reakcija	58
4.2. Tipovi hemijskih reakcija.....	59
Eksperiment 1. Zakon o održanju mase	60
Eksperiment 2. Fizičke i hemijske promene	61
Eksperiment 3. Reakcija sjedinjavanja	62
Eksperiment 4. Reakcija analize (razlaganja) (<i>Ogled se izvodi u digestoru</i>)	62
Eksperiment 5. Reakcija proste izmene	63
Eksperiment 6. Reakcija dvostruke izmene.....	63
5. OKSIDO-REDUKCIONE REAKCIJE.....	65
5.1. Elektrodni potencijal.....	67
Eksperiment 1. Oksido-redukcione reakcije kalijum-permanganata ($KMnO_4$) u kiseloj, neutralnoj i baznoj sredini.....	68
Eksperiment 2. Oksido-redukcione reakcije sa kalijum-jodidom (KI).....	69
Eksperiment 3. Elektrohemijski niz elemenata. Istiskivanje vodonika.	70
Eksperiment 4. Elektrohemijski niz metala (Zn/Cu)	71
Eksperiment 5. Elektrohemijski niz metala (Fe/Sb)	71
6. RASTVORI.....	72
6.1. Rastvorljivost (koeficijent rastvorljivosti, R)	75
Eksperiment 1. Priprema rastvora NaCl različitih zasićenja	75
Eksperiment 2. Rastvorljivost $Ca(CH_3COO)_2$	76
6.2. Maseni udeo (procentna koncentracija, %)... ..	77

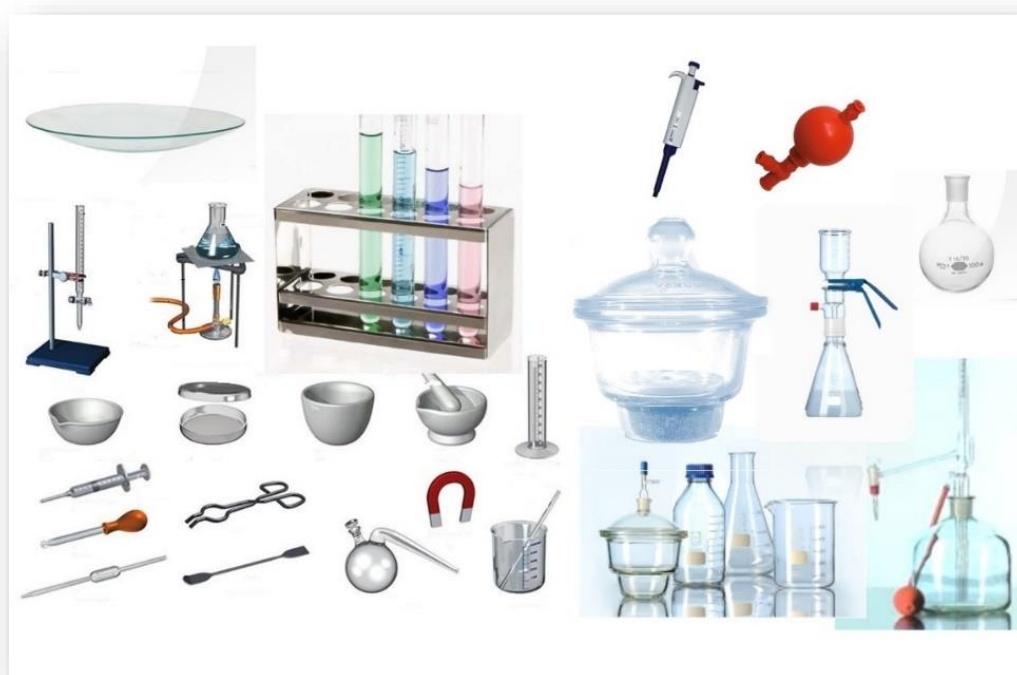
Eksperiment 3. Priprema rastvora NaCl zadate procentne koncentracije	77
6.3. Molski udeo (molska frakcija, x_i)	78
6.4. Molaritet (količinska, molarna koncentracija, M)	78
Eksperiment 4. Priprema rastvora NaCl zadate količinske koncentracije i priprema razblaženog rastvora od osnovnog koncentrovanijeg rastvora	79
6.5. Molalitet (molalna koncentracija, b)	80
6.6. Masena koncentracija (γ)	80
6.7. Normalitet (normalna koncentracija, N)	80
6.8. Koncentracije ppm, ppb, ppt	81
7. KRISTALOHIDRATI	82
Eksperiment 1. Rad sa kristalohidratima	83
Eksperiment 2. Određivanje količine vode u kristalohidratima	83
Eksperiment 3. Rastvaranje kristalohidrata i anhidrovanih soli	84
8. ELEKTROLITI, ELEKTROLITIČKA DISOCIJACIJA	85
Eksperiment 1. Određivanje elektroprovodljivosti	88
Eksperiment 2. Razlike u hemijskoj aktivnosti jakih i slabih elektrolita	89
Eksperiment 3. Reakcije elektrolita u kojima nastaju slabo disosovana jedinjenja	90
9. HEMIJSKA KINETIKA. BRZINA HEMIJSKE REAKCIJE	91
Eksperiment 1. Uticaj prirode reaktanata, katalizatora i veličine čestica (dodirne površine, S) na brzinu hemijske reakcije (V)	93
Eksperiment 2. Uticaji koncentracije reaktanata i temperature na brzinu hemijske reakcije (V)	94
10. HEMIJSKA RAVNOTEŽA U HOMOGENIM SISTEMIMA	97
Eksperiment 1. Uticaj koncentracije reaktanata na hemijsku ravnotežu	100
Eksperiment 2. Uticaj temperature na hemijsku ravnotežu	101
Eksperiment 3. Uticaj pritiska na hemijsku ravnotežu (teorijski)	102
11. HEMIJSKA RAVNOTEŽA U HETEROGENIM SISTEMIMA, PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI	103
Eksperiment 1. Uticaj zajedničkog jona na pomeranje ravnoteže	106
Eksperiment 2. Taloženje teško rastvornog jedinjenja u zavisnosti od proizvoda rastvorljivosti	106
Eksperiment 3: Promena koncentracije jona teško rastvornog jedinjenja	107
Eksperiment 4: Frakciono taloženje teško rastvornog jedinjenja	108
12. HIDROLIZA SOLI	109

Eksperiment 1. Hidroliza različitih tipova soli	113
Eksperiment 2. Uticaj temperature na hidrolizu soli	113
Eksperiment 3. Uticaj razblaženja na hidrolizu soli i suzbijanje hidrolize.....	114
Eksperiment 4. Nepovratnost hidrolize.....	114
13. pH VREDNOST I PUFERI	116
Eksperiment 1. Uticaj jačine elektrolita i razblaženja na pH vrednost	121
Eksperiment 2. Suzbijanje jonizacije	121
Eksperiment 3. Određivanje pH vrednosti pomoću indikatora.....	121
Eksperiment 4. Pripremanje acetatnog pufera	122
14. KOMPLEKSNA JEDINJENJA.....	124
Eksperiment 1. Sinteza kompleksnih jedinjenja	127
Eksperiment 2. Uticaj spoljašnjih uslova na stabilnost i sintezu kompleksa.....	128
Eksperiment 3. Sličnosti i razlike između prostih, dvojnih i kompleksnih soli u vodenim rastvorima	129
Eksperiment 4. Razaranje kompleksa	129
15. OSOBINE RAZBLAŽENIH RASTVORA.....	131
15.1. Osmotski pritisak.....	132
15.2. Napon pare, tačka ključanja i tačka mržnjenja	133
Eksperiment 1. Morsko dno / Hemijska bašta	136
PRILOG	138
Prilog 1. Periodni sistem elemenata (IUPAC)	139
Prilog 2. Važne fizičke konstante izražene jedinicama SI Sistema	140
Prilog 3. Merne jedinice u međunarodnom SI sistemu.....	141
Prilog 4. Standardni elektrodni redukcionni potencijal (E°) za odabrane redoks parove...	143
Prilog 5. Konstante disocijacije odabranih kiselina i baza	144
Prilog 6. Jonski proizvod vode (pK_w) u zavisnosti od temperature.....	145
Prilog 7. Trivijalni nazivi i primena pojedinih jedinjenja u poljoprivredi, tehnici i svakodnevnom životu	146
Prilog 8. Proizvod rastvorljivosti (P) nekih jedinjenja na 25 °C	147
LITERATURA	148

1. HEMIJSKA LABORATORIJA



2. LABORATORIJSKO POSUĐE I LABORATORIJSKE OPERACIJE



2.1. Laboratorijsko posuđe

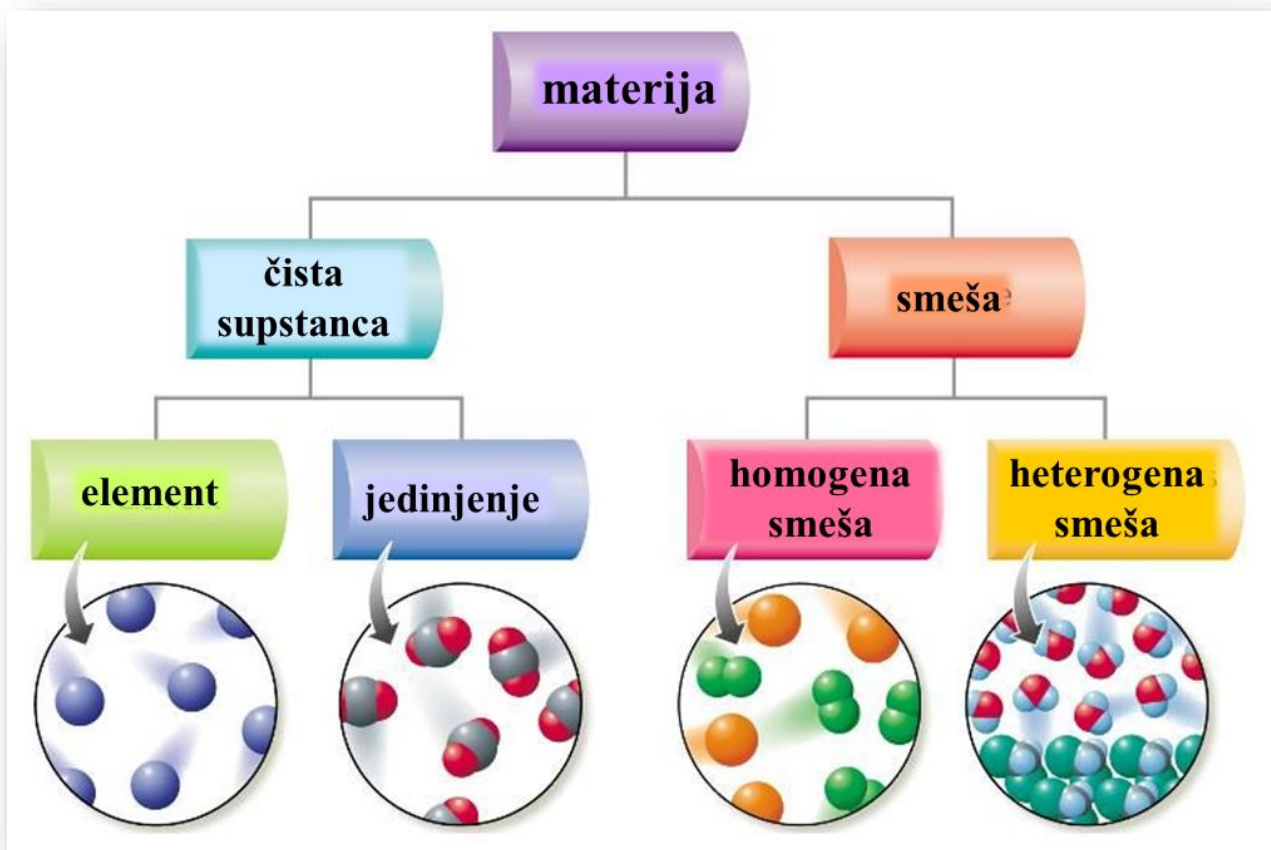
Svaka hemijska laboratorija sadrži dosta raznovrsnog laboratorijskog posuđa. Zato je neophodno da se svaki eksperimentator prvo upozna sa opremom koju će koristiti u toku izvođenja eksperimenata. Posuđe u laboratoriji je najčešće izgrađeno od stakla ili porcelana, nekih metala, ređe od drveta, a u novije vreme i od plastike (*Slike 1. i 2.*). Danas naučnici vrše istraživanja i eksperimente u moderno opremljenim hemijskim laboratorijama.

Stakleno posuđe u obliku čaša, epruveta, Petrijevih šolja, bočica, bireta i menzura, oduvek je bilo deo čak i najmanjih laboratorija. Razlog tome je inertnost staklenih posuda. Međutim, nisu sve staklene posude jednake. Za izradu laboratorijskog stakla koriste se različiti materijali, poput kvarca, borosilikata i drugih vrsta stakala.



Slika 1. Laboratorijska oprema i posuđe

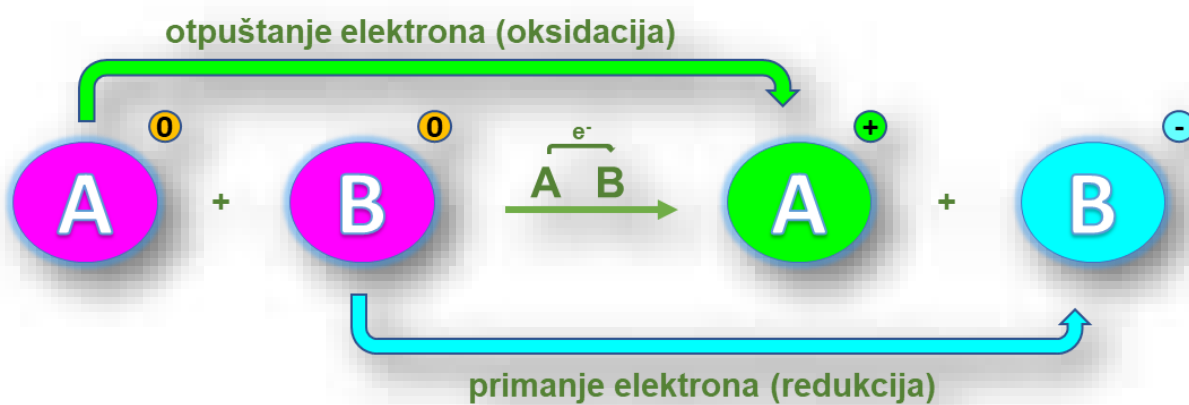
3. SMEŠE



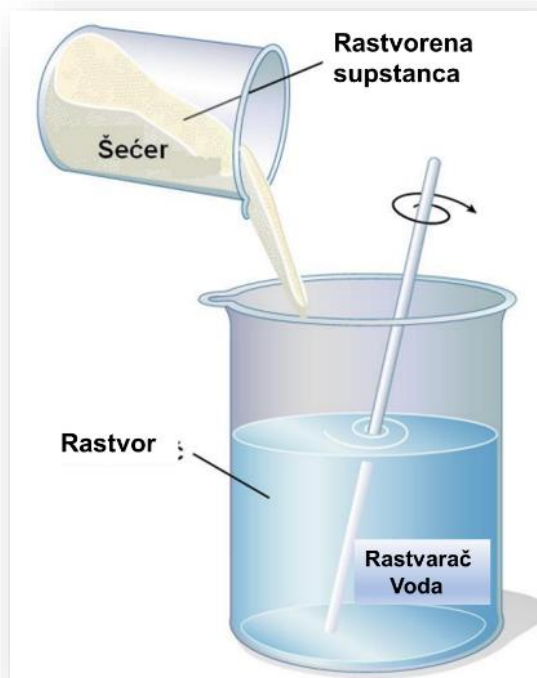
4. HEMIJSKE REAKCIJE



5. OKSIDO-REDUKCIONE REAKCIJE



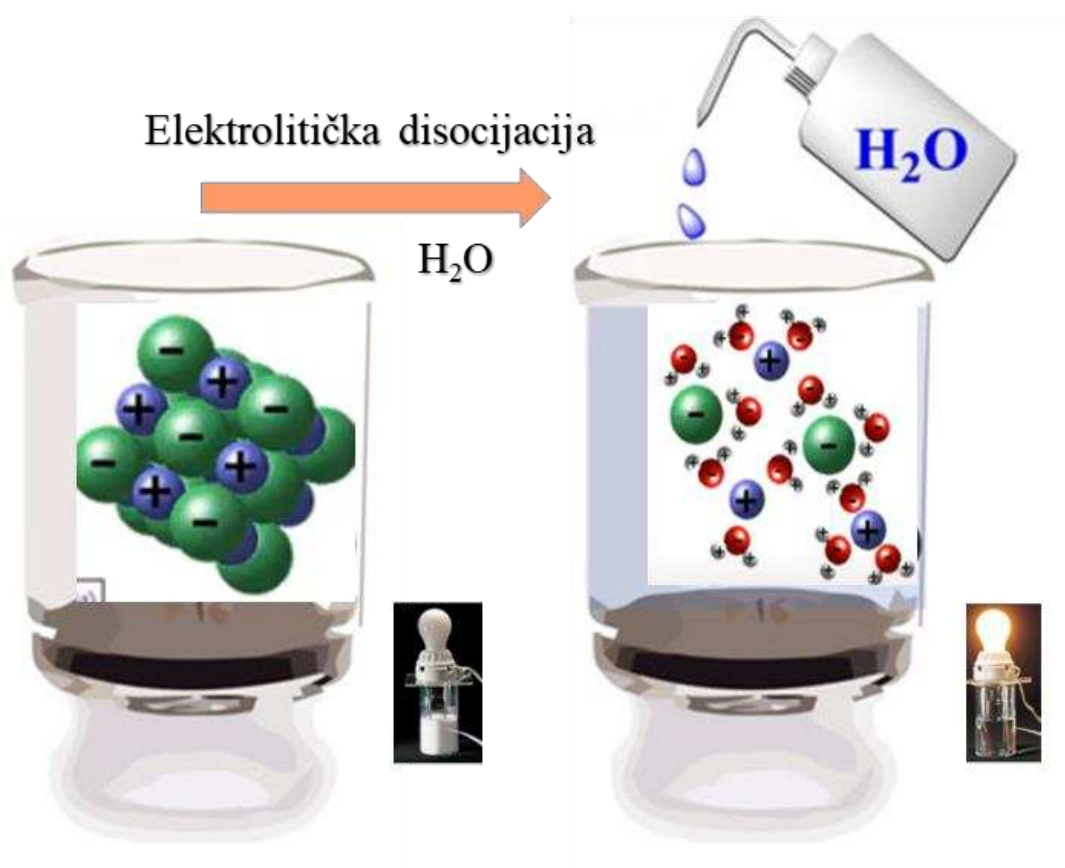
6. RASTVORI



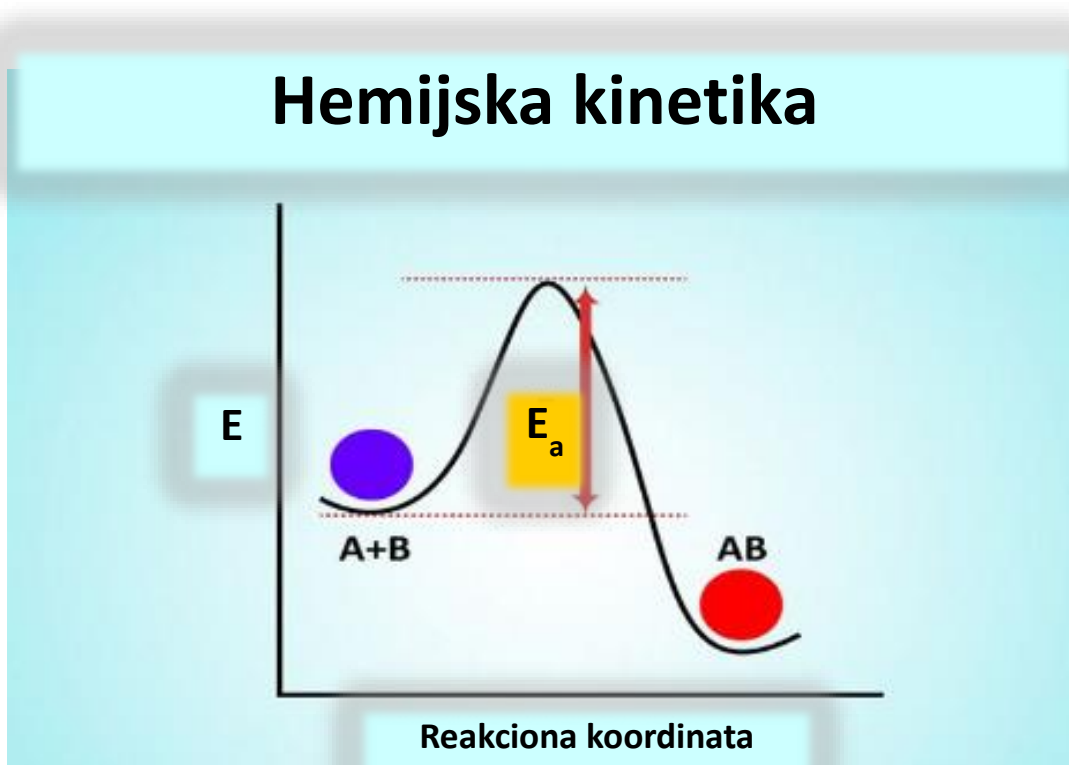
7. KRISTALOHIDRATI



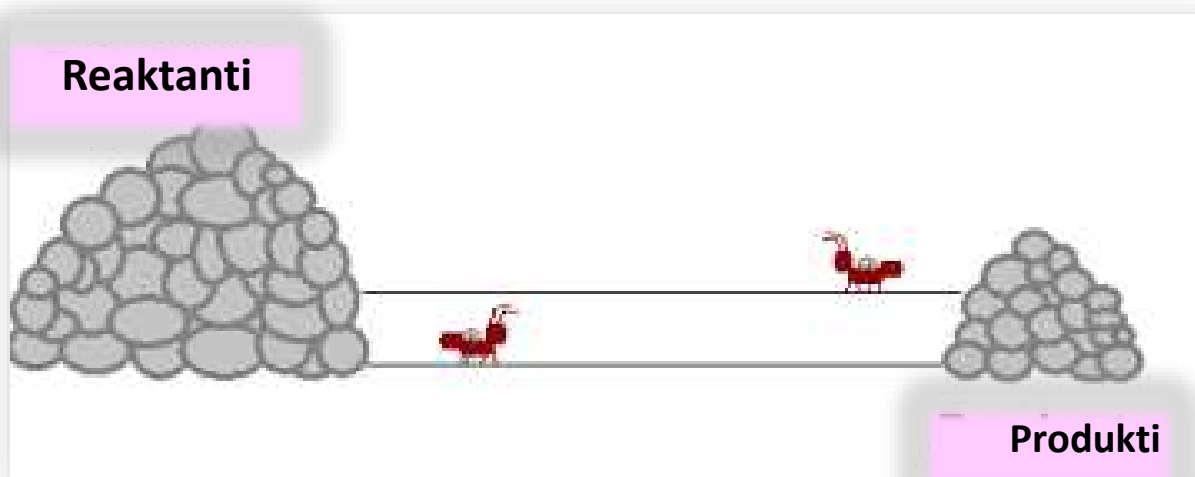
8. ELEKTROLITI, ELEKTROLITIČKA DISOCIJACIJA



9. HEMIJSKA KINETIKA. BRZINA HEMIJSKE REAKCIJE



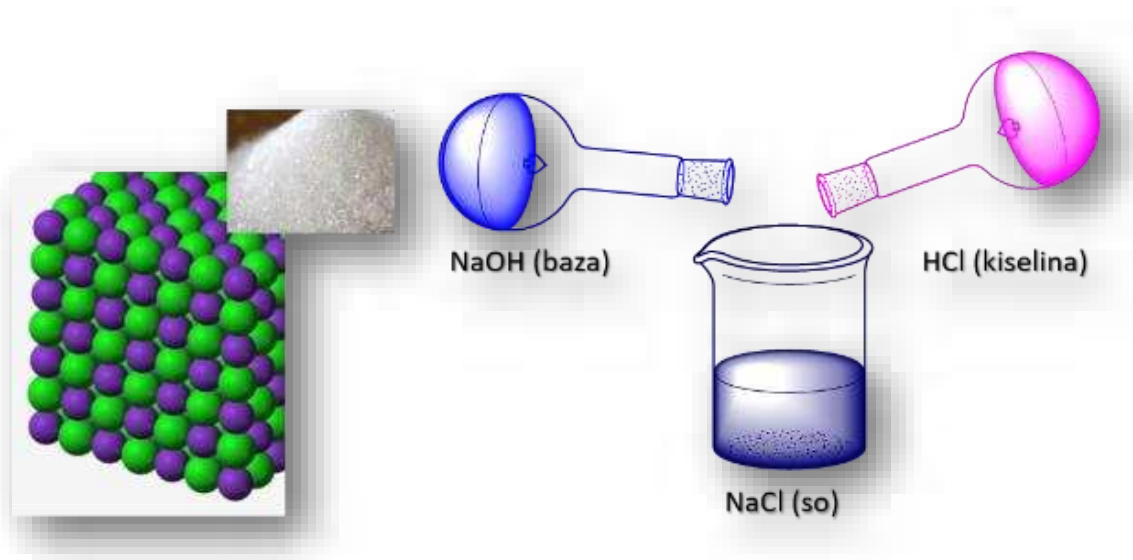
10. HEMIJSKA RAVNOTEŽA U HOMOGENIM SISTEMIMA



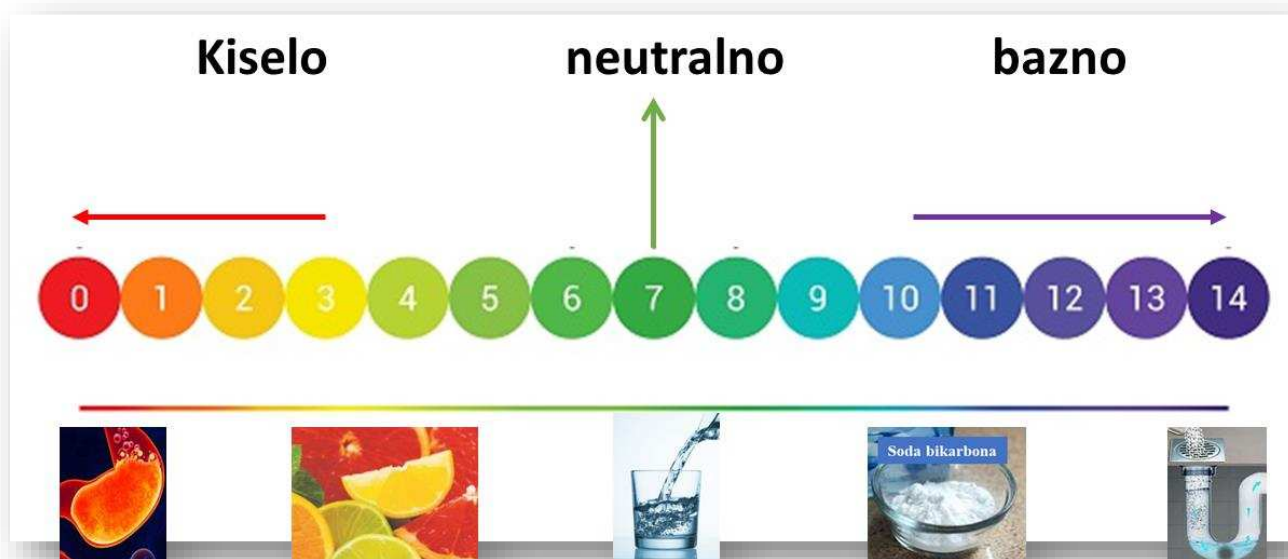
11. HEMIJSKA RAVNOTEŽA U HETEROGENIM SISTEMIMA, PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI



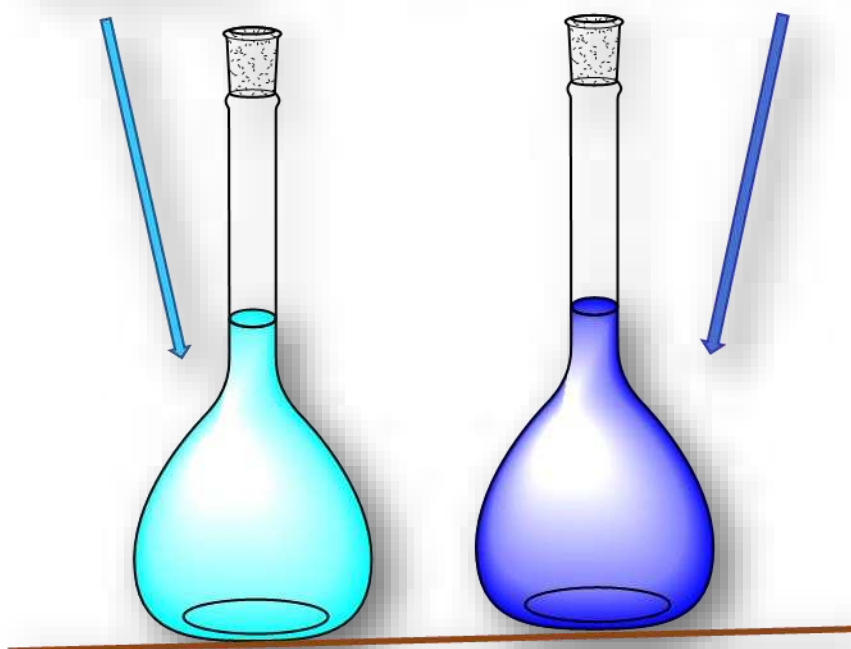
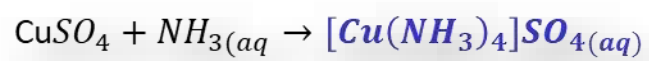
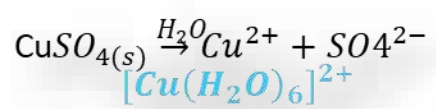
12.HIDROLIZA SOLI



13. pH VREDNOST I PUFERI



14. KOMPLEKSNA JEDINJENJA



15. OSOBINE RAZBLAŽENIH RASTVORA



Izotoni rastvori (oni koji imaju isti osmotski pritisak) imaju ista povišenja tačke ključanja i sniženja tačke mržnjenja. Na primer 1 kg vode koji sadrži 46 g etanola (1 mol) ili 180 g glukoze (1 mol) imaće iste vrednosti za Δt_e i Δt_k .

Poznavanjem tačke ključanja i tačke mržnjenja može se izračunati relativna molekulska masa rastvorene supstance. To znači da poznavajući konstanu K_k , odnosno K_e za određeni rastvarač može se na osnovu eksperimentalno dobijene vrednosti sniženja tačke mržnjenja ili povišenja tačke ključanja Δt_k odrediti molarna masa (M_2), odnosno relativna molekulska masa ispitivane supstance rastvaranjem m_2 kg supstance u m_1 kg rastvora.

$$\frac{p^0 - p}{p^0} = \frac{n_2}{n_2 + n_1} \approx \frac{n_2}{n_1} = \frac{m_2 \cdot M_1}{m_1 \cdot M_2}$$

$$M(B) = \frac{K_k \cdot m(B)}{\Delta t_k \cdot m(A)}$$

Eksperiment 1. Morsko dno / Hemijska bašta

U ovom eksperimentu se može napraviti hemijski vrt ili morsko dno (Slika 50.). Nastanak jednog ovakvog fenomena je posledica difuzije. To se postiže dodavanjem soli različitih boja u rastvor natrijum-silikata.



Slika 50. Nastajanje hemijske bašte

Pribor:

- laboratorijska kada
- kašičice ili špatule za dodavanje soli

Hemikalije:

- natrijum-silikat, Na_2SiO_3 . Ova supstanca se može dobiti u laboratorijskim uslovima rastvaranjem 32 g natrijum-hidroksida u 80 cm^3 vode. Kada se natrijum-hidroksid rastvori, polako dodati 48 g zdrobljenih granula silika-gela. Po potrebi, ako silik-gel nije potpuno rastvoren, rastvor baze se blago zagreva.
- destilovana voda
- čvrsta supstanca CaCl_2 - beo
- čvrsta supstanca $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ - beo
- čvrsta supstanca MnCl_2 - ljubičast
- čvrsta supstanca CuSO_4 - plav
- čvrsta supstanca CoCl_2 -crven
- čvrsta supstanca MnSO_4 - roze
- čvrsta supstanca FeCl_3 - narandžast
- čvrsta supstanca FeCl_2 - žut
- čvrsta supstanca $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ - zelen

Eksperimentalni postupak:

U laboratorijsku kadu sipati na dno malo peska (kako bi se dočaralo morsko dno) i preko toga dodati pripremljen rastvor natrijum-silikata (Na_2SiO_3 , vodeno staklo). Nakon toga, dodavati 2 – 5 g sledećih soli: kalcijum(II)-hlorida, olovo(II)-nitrata, mangan(II)-hlorida, bakar(II)-sulfata, kobalt(II)-hlorida, mangan(II)-sulfata, gvožđe(III)-hlorida, gvožđe(II)-hlorida i nikal(II)-nitrata. Navedene soli mogu se dodavati u obliku anhidrovanih soli ili kao kristalohidrati. Obratiti pažnju na kristale koji su pali na dno kade. Na površini kade se stvara metasilikatni sloj i taj sloj se ponaša kao polupropustljiva membrana za molekule vode, koja na površini zadržava jone metala kao i silikatne jone. Unutar membrane se zadržavaju kristali dodatih soli, polako se rastvaraju i u tom delu dolazi do smanjenja koncentracije vode. Usled toga započinje proces difuzija vode kroz membranu. U tom procesu raste pritisak i dolazi do pucanja membrane čime se koncentrovan rastvor soli izliva u spoljašnji deo rastvora. Ponovo se formira membrana, a kasnije ponovo i kida. Proces se ponavlja više puta, a kao krajnji efekat nastaju formacije slične biljkama koje se nalaze na morskom dnu. Nastali kristali su krhki pa treba voditi računa prilikom premeštanja staklene posude.

- Objasniti ovu pojavu i skicirati eksperiment.

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd
54(075.8)(076)
Mijatović, Aleksandar, 1984-
Praktikum iz hemije / Aleksandar Mijatović, Ana Kesić. – 1.izd. - Beograd : Univerzitet u Beogradu,
Rudarsko-geološki fakultet, 2023
(Vrnjačka Banja: SaTCIP). – 148. str. ; ilustr. ; 30 cm
Tiraž 100. – Bibliografija: str. 148.
ISBN 978-86-7352-385-9
Kesić, Ana, 1984- [autor]
a) Hemija – Vežbe
COBISS.SR-ID 110494473