

UNIVERZITET U BEOGRADU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET

Vladana N. Rajaković-Ognjanović

# KVALITET VODA

FIZIČKOHEMIJSKE OSNOVE  
SA ODABRANIM ZADACIMA

Beograd, 2023.

UNIVERZITET U BEOGRADU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET

**KVALITET VODA  
FIZIČKOHEMIJSKE OSNOVE SA  
ODABRANIM ZADACIMA**

Vladana N. Rajaković-Ognjanović

Beograd, 2023

**Dr Vladana Rajaković-Ognjanović**, dipl.inž.tehnol.

Vanredni profesor Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

**KVALITET VODE  
TEORIJSKE OSNOVE SA ODABRANIM ZADACIMA**

**Izdavač:**

Univerzitet u Beogradu - Građevinski fakultet  
Beograd, Bulevar Kralja Aleksandra 73

**Recenzenti:**

Dr Vladimir Pavićević, dipl. inž.

Vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Dr Zorana Naunović, dipl. inž.

Vanredni profesor Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Dr Tatjana Vulić, dipl. inž.

Redovni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu

**Glavni i odgovorni urednik:**

Dr Vlada Kuzmanović, dipl. inž. grad.,

Redovni profesor Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Dekan GF

**Štampa:**

Razvojno-istraživački centar grafičkog inženjerstva TMF-a, Karnegijeva 4, 11120 Beograd

Tiraž: 100

CIP - Каталогизација у публикацији Народна библиотека Србије, Београд

543.3(075.8)

\*РАЈАКОВИЋ-ОГЊАНОВИЋ, Владана, 1975-\*

Kvalitet vode : fizičkohemiske osnove sa odabranim zadacima /

Vladana N.Rajković-Ognjanović

Beograd, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet, 2023

(Beograd : Razvojno-istraživački centar grafičkog inženjerstva TMF-a)

146 str.:graf. prikazi, tabele

24 cm

Tiraž 100

Rečnik pojmove: str. 128-133

Bibliografija: str. 134

ISBN 978-86-7518-236-8

a)Вода - Хемијска анализа

COBISS.SR-ID 122537737

## Sadržaj

Predgovor	
I. Voda, osnovni pojmovi .....	1
I.1 Priroda vode .....	1
I.2 Pregled osnovnih veličina za definisanje sastava rastvora .....	6
I.2.1 Koncentracija .....	8
I.3 ZADACI I PRIMERI .....	13
II. Osnovni tipovi reakcija u vodama .....	21
II.1 Hemijske ravnoteže .....	21
II.1.1 Aktivnost jona.....	21
II.1.2 Stepen disocijacije .....	22
II.1.3 Konstante ravnoteže .....	23
II.1.4 Vrste konstanti .....	25
II.2 ZADACI I PRIMERI.....	27
III. Ravnoteže u rastvorima kiselina i baza .....	29
III.1 Teorija elektrolitičke disocijacije.....	29
III.2 Protolitička teorija .....	31
III.3 Jačina kiselina i baza .....	33
III.3.1 Jake kiseline i baze .....	34
III.3.2 Slabe kiseline i baze .....	38
III.3.3 pH vrednost .....	41
III.3.4 Voda kao kiselina i baza - autoprotoliza vode .....	45
III.4 PRIMERI I ZADACI.....	47
IV Ravnoteže u redoks sistemima .....	56
IV.1 Izračunavanje karakterističnih veličina redoks reakcija pomoću Nernstove jednačine.....	58
IV.2 Izračunavanje elektrohemijских potencijala .....	58
IV.3 PRIMERI I ZADACI .....	59
V. Heterogene ravnoteže - Ravnoteže u rastvorima teško rastvorljivih soli .....	69
V.1 ZADACI I PRIMERI .....	69
V.1.1 Odnos rastvorljivosti i proizvoda rastvorljivosti .....	69
V.1.2 Taloženje teško rastvorljivih taloga .....	70
V.1.3 Uticaji na rastvorljivost .....	72
VI. Termodynamičke osnove hemijskih reakcija .....	77
VI.1 Entalpija.....	78
VI.2 Entropija .....	79
VI.3 Slobodna energija .....	80
VI.4 PRIMERI I ZADACI .....	84
VI.5 Konstanta reakcije, $Q$ .....	84
VI.6 Uticaj temperature na ravnotežu hemijskih reakcija .....	92
VII. Kinetika .....	94
VII.1 Mehanizam, molekularnost i brzina hemijske reakcije.....	98

VII.2 Elementarne reakcije .....	100
VII.3 Izrazi za brzinu hemijskih reakcija .....	102
VII.4 PRIMERI I ZADACI .....	106
VII.5 Uticaj temperature na brzinu hemijskih reakcija .....	114
VIII REČNIK POJMOVA.....	129
IX Literatura .....	135
X Prilozi.....	136
Tabela 1 Relativne atomske mase elemenata .....	136
Tabela 2 Konstante disocijacije (protolize) kiselina i baza (na 20°C).....	138
Tabela 3 Proizvodi rastvorljivosti teško rastvornih elektrolita (na 25 °C) .....	139
Tabela 4 Standardni elektrodni potencijali nekih elektrohemihskih reakcija u vodenim rastvorima (na 25 °C) .....	141
XI Primeri ispita .....	144

## PREDGOVOR

Ova knjiga, Kvalitet voda fizičkohemijske osnove sa odabranim zadacima, nastala je kao prirodna potreba za udžbenikom koji predstavlja osnovu za rad na predmetu Kvalitet voda koji slušaju studenti treće godine Hidrograđevinskog smera, Građevinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu.

Ovom knjigom, uz prethodno izdat Laboratorijski praktikuma sa teorijskim osnovama, Beograd, GRF, 2011, zaokružuje se celina potrebna za savladavanje programa predmeta Kvalitet vode. Uz teorijske pojmove i proračune koji se obrađuju na predavanjima i vežbama, ovaj udžbenik predstavlja dragocen materijal za učenje. Knjiga predstavlja rezultat višegodišnjeg iskustva i rada na oblikovanju i unapređivanju programa predavanja i vežbi iz predmeta Kvalitet voda.

U knjizi su obrađene osnovne fizičkohemijske karakteristike vode, dat je pregled osnovnih veličina za definisanje sastava vodenih rastvora i osnovnih tipova reakcija u vodi. Definisane su hemijske ravnoteže u vodi: ravnoteže u rastvorima kiselina i baza, ravnoteže u redoks sistemima, heterogene ravnoteže, kao i termodinamičke i kinetičke osnove hemijskih reakcija u vodi. Svako poglavlje prati odabrana grupa računskih zadataka kojima se produbljuje i proverava znanje o kvalitetu voda.

Knjiga je prvenstveno prilagođena nastavnim potrebama predmeta Kvalitet voda, treće godine osnovnih studija Građevinskog fakulteta, ali se može koristiti i na drugim fakultetima i smerovima koji imaju u fokusu kvalitet vode.

Knjiga, pored osnovnih poglavlja sadrži i korisne celine: rečnik osnovnih pojmoveva, korišćenu literaturu i priloge sa tabelama (relativne atomske mase elemenata, konstante disocijacije-protolize kiselina i baza, proizvode rastvorljivosti teško rastvornih elektrolita, standardne elektrodne potencijale elektrohemijских reakcija u vodenim rastvorima).

Ovo izdanje predstavlja prvo štampano izdanje. Više od 70% teksta iz ovog prvog izdanja, objavljivano je uskcesivno na internetu i široki krug korisnika imao je pristup materijalima za nastavu i računske vežbe iz Kvaliteta voda. Unapred se zahvaljujem korisnicima ovog udžbenika na svim primedbama i sugestijama, koje će biti razmotrene i uključene u naredno izdanje.

Na kraju, neophodno je naglasiti da se autor ove knjige iskreno nada da će studenti pored napornog rada uživati u dobrim rezultatima i primetnom napretku u sticanju teorijskog i praktičnog znanja u oblasti kvaliteta voda.

Dr Vladana Rajaković-Ognjanović  
Beograd, 2023.

