

## SADRŽAJ

	Strana
PREDGOVOR DRUGOM IZDANJU .....	5
1. ATOMISTIKA I ATOMISTIČKI POGLED NA STRUKTURU MATERIJE ...	7
1.1 Uvod .....	7
1.2 Potvrda atomističke hipoteze .....	11
1.2.1 Elementarna teorija Braunovog kretanja .....	16
1.2.2 Perenovi ogledi .....	23
2. ATOM ELEKTRICITETA – ELEMENTARNO NAELEKTRISANJE .....	31
2.1 Naelektrisanje elektrona – Milikenov ogled .....	31
2.2 Kretanje elektrona (naelektrisane čestice) u električnom i magnetnom polju .	36
2.2.1 Naelektrisana čestica (elektron) u električnom polju .....	44
2.2.2 Naelektrisana čestica u magnetnom polju: vektori brzine i polja uzajamno normalni .....	46
2.2.3 Čestica u homogenom magnetnom polju – opšti slučaj .....	48
2.2.4 Elektron u električnom polju konačnih dimenzija .....	51
2.2.5 Elektron u magnetnom polju konačnih dimenzija .....	54
2.2.6 Elektron u kombinovanom električnom i magnetnom polju konačnih dimenzija – normalna polja .....	55
2.2.7 Elektron u kombinovanom električnom i magnetnom polju konačnih dimenzija – paralelna polja .....	57
3. KVANT DEJSTVA .....	61
3.1 Zračenje crnog tela .....	61
3.1.1 Eksperimentalno proučavanje zračenja crnog tela .....	66
3.1.2 Zakoni zračenja crnog tela .....	68
3.1.3 Rejli-Džinsov i Vinov zakon zračenja .....	69
3.2 Plankov zakon zračenja .....	75
4. STARA KVANTNA TEORIJA .....	85
4.1 Optički spektar vodonikovog atoma .....	85
4.1.1 Balmerova serija .....	85
4.1.2 Lajmanova, Pašenova i druge serije .....	87
4.2 Borov model atoma .....	89
4.2.1 Osnovne interakcije .....	89
4.2.2 Borovi postulati .....	91
4.2.3 Ridbergova konstanta i spektralne serije .....	92

	Strana
4.2.4 Zavisnost Ridbergove konstante od mase jezgra .....	94
4.3 Frank–Hercovi ogledi .....	98
4.3.1 Pobuđivanje atoma sudarima – određivanje energije pobuđivanja (ekscitacije) .....	98
4.3.2 Određivanje energije jonizacije .....	101
4.4 Sistemi slični atomu vodonika .....	102
4.4.1 Izotopi vodonika .....	103
4.4.2 Jednoelektronski joni .....	104
4.5 Borov model i princip korespondencije .....	107
4.6 Bor-Zomerfeldova teorija .....	110
4.6.1 Harmonijski oscilator .....	117
4.6.2 Atom vodonikovog tipa .....	119
4.6.3 Bor-Zomerfeldovo kvantovanje .....	123
4.6.4 Prostorno kvantovanje .....	127
4.6.5 Kvantni broj $n_\phi$ i fina struktura linija vodonikovog spektra .....	131
4.7 Spektri atoma alkalnih metala .....	136
4.7.1 Efektivno naelektrisanje i konstanta zaklanjanja .....	138
4.7.2 Efektivni kvantni broj i kvantni defekt .....	140
4.8 Fina struktura spektara alkalnih metala i spin elektrona .....	143
5. ATOM – ORBITNI I SPINSKI MAGNETIZAM .....	149
5.1 Magnetni moment atoma vodonika .....	149
5.1.1 Orbitni magnetni moment .....	150
5.1.2 Spinski magnetni moment .....	153
5.2 Precesija i orijentacija (orbitnog i spinskog) magnetnog momenta u magnetnom polju .....	155
5.2.1 Precesija orbitnog magnetnog momenta u magnetnom polju .....	160
5.2.2 Orijentacija orbitnog momenta u magnetnom polju .....	161
5.2.3 Precesija i orijentacija spinskog magnetnog momenta u spoljašnjem magnetnom polju .....	163
5.3 Spin-orbitna interakcija .....	165
5.3.1 Poreklo lokalnog magnetnog polja .....	166
5.3.2 Interakcija spinskog magnetnog momenta i lokalnog magnetnog polja ..	169
5.4 Vektorski model atoma .....	172
5.4.1 Elementi vektorskog modela: vektori ugaonog i magnetnog momenta ..	173
5.4.2 Mehanizam sprezanja momenta .....	179
5.4.3 Ukupni ugaoni moment .....	182
5.4.4 Ukupni magnetni moment .....	188
5.4.5 Spin-orbitno sprezanje .....	191
6. ATOM U MAGNETNOM POLJU .....	197
6.1 Ugaoni moment u magnetnom polju .....	197
6.1.1 Orbitni ugaoni moment u magnetnom polju .....	198
6.1.2 Spinski ugaoni moment u magnetnom polju .....	200
6.1.3 Ukupni ugaoni moment u magnetnom polju .....	201
6.2 Štern-Gerlahov ogled .....	206
6.2.1 Opis ogleda .....	209
6.2.2 Tumačenje rezultata .....	213
6.3 Zemanov efekt .....	215
6.3.1 Normalni Zemanov efekt .....	220

	Strana
6.3.2 Klasična (Lorencova) teorija normalnog Zemanovog efekta .....	221
6.3.3 Opis Zemanovog efekta preko vektorskog modela atoma .....	224
6.3.4 Anomalni Zemanov efekt .....	226
7. FOTON – ELEKTROMAGNETNI KVANT .....	231
7.1 Fotoelektrični efekt .....	231
7.2 $x$ -zračenje .....	249
7.2.1 Difrakcija $x$ -zračenja na kristalnoj rešetki .....	250
7.2.2 Bragov metod difrakcije $x$ -zračenja na kristalima .....	255
7.2.3 Metod kristalnog praha (Debaj-Šererova metoda) .....	258
7.2.4 Kontinualno i karakteristično rendgensko zračenje .....	259
7.2.5 Fina struktura rendgenskih spektralnih linija .....	264
7.2.6 Mozlijev zakon .....	265
7.2.7 Rendgenski apsorpcijski spektri .....	265
7.3 Komptonov efekt .....	267
8. KORPUSKULARNO-TALASNI DUALIZAM .....	277
8.1 De Brojlijeva jednačina .....	277
8.1.1 Eksperimentalna potvrda De Brojlijeve hipoteze .....	278
8.1.2 Devison-Džermerov eksperiment .....	279
8.1.3 Difrakcija elektrona – Tomsonova metoda .....	284
8.1.4 Difrakcija neutralnih atoma .....	286
8.1.5 Difrakcija molekula .....	288
8.1.6 Tumačenje Borovog kvantnog uslova pomoću De Brojlijeve jednačine .	290
8.1.7 Jednačina De Brojlijevih talasa .....	290
8.2 Čestica kao talasni paket .....	291
8.2.1 Talasni paket i Furijeova analiza .....	313
8.3 Princip neodređenosti .....	318
8.3.1 Talasni paket i relacije neodređenosti .....	320
8.3.2 Prirodna širina spektralnih linija .....	325
8.3.3 Difrakcija elektrona i relacija neodređenosti .....	330
8.3.4 Relacija neodređenosti i merenje pločaja elektrona .....	334
8.4 Šredingerova jednačina .....	337
8.4.1 Bornovo tumačenje talasne funkcije .....	347
8.4.2 Svojstvene funkcije i svojstvene vrednosti .....	349
8.4.3 Struja gustine verovatnoće .....	352
8.5 Stacionarna Šredingerova jednačina .....	355
8.5.1 Mlaz elektrona .....	357
8.5.2 Prolaz čestice kroz potencijalnu barijeru: energija čestice $E$ je veća od potencijalne energije barijere $U$ , $E > U$ .....	360
8.5.3 Prolaz čestice kroz potencijalnu barijeru: energija čestice $E$ manja je od potencijalne energije barijere $U$ , $E < U$ .....	364
8.5.4 Prolaz čestice sa energijom $E$ kroz pravougaonu jednodimenzionu potencijalnu barijeru $U$ konačne širine $a$ $E < U$ .....	367
8.5.5 Prolaz čestice kroz potencijalnu barijeru: trodimenzioni slučaj sa sfernom simetrijom .....	371
8.6 Potencijalne jame .....	376
8.6.1 Čestica u jednodimenzionoj jami sa beskonačno visokim zidovima . . . .	376
8.6.2 Čestica u trodimenzionoj jami sa beskonačno visokim zidovima . . . . .	379
8.6.3 Prolaz čestice kroz pravougaonu potencijalnu jamu; Ramzaurov efekt .	382

	Strana
9. ATOM – KVANTNOMEHANIČKA SLIKA .....	391
9.1 Atom vodonika .....	391
9.1.1 Transformacija koordinata .....	391
9.1.2 Transformacija pravougljih (Dekartovih) u sferne koordinate .....	396
9.1.3 Razdvajanje promjenljivih u Šredingerovoj jednačini za vodonikov atom i za sisteme slične vodoniku .....	399
9.1.4 Rešavanje ugaone Šredingerove jednačine (po $\varphi$ ) .....	400
9.1.5 Rešavanje ugaone Šredingerove jednačine (po $\theta$ ) .....	402
9.1.6 Rešavanje radijalne Šredingerove jednačine .....	404
9.1.7 Atomske orbitale .....	410
9.1.8 Orbitni ugaoni moment .....	423
9.2 Atomi sa više elektrona .....	427
9.2.1 Šredingerova jednačina atoma sa N elektrona .....	427
9.2.2 Atom helijuma .....	431
9.2.3 Primena varijacione metode na He atom .....	434
9.2.4 Uticaj spina na energiju i talasne funkcije atoma (He) .....	437
9.2.5 Atomi sa više elektrona .....	444
9.2.6 Periodni sistem elemenata .....	448
9.3 Atom i zračenje energije .....	454
9.3.1 Klasična teorija zračenja .....	455
9.3.2 Verovatnoće optičkih kvantnih prelaza .....	460
9.3.3 Kvantnomehanička slika zračenja – dipolni moment prelaza .....	462
9.3.4 Pravila izbora .....	465
10. ATOMSKO JEZGRO .....	473
10.1 Raderfordov ogled .....	473
10.1.1 Rasejavanje alfa-čestica na tankoj foliji .....	477
10.1.2 Čestica u polju centralne sile (alfa-čestica u polju jezgra) .....	478
10.1.3 Klasični opis eksperimenta rasejavanja .....	482
10.1.4 Rasejavanje alfa-čestica na atomskom jezgru .....	485
10.1.5 Upoređivanje Raderfordove jednačine s eksperimentom .....	487
10.2 Osobine atomskog jezgra .....	497
10.2.1 Sastav jezgra .....	498
10.2.2 Defekt mase .....	501
10.2.3 Veličina i oblik atomskog jezgra .....	502
10.2.4 Sile u jezgru – jaka sila .....	504
10.3 Modeli jezgra .....	505
10.3.1 Model kapi .....	505
11. RASPAD ATOMSKOG JEZGRA – RADIOAKTIVNOST .....	511
11.1 Raspad jezgra: energijski bilans i raspad kao statistička pojava .....	511
11.2 Alfa-raspad .....	514
11.2.1 Emisija alfa-čestice iz jezgra – tunel efekt .....	516
11.3 Beta-raspad .....	524
11.3.1 K-zahvat .....	531
11.3.2 Neutrino i antineutrino .....	533
11.4 Gama-zračenje .....	535
11.4.1 Nuklearna izomerija .....	539
11.4.2 Unutrašnja konverzija gama-zračenja .....	540
11.4.3 Gama-zračenje i nastajanje parova čestica – antičestica .....	541

	Strana
11.4.4 Teorija pozitrona .....	542
11.4.5 Mesbaurov efekt .....	545
12. SUBATOMSKE ČESTICE .....	553
12.1 Istorijski osvrt .....	553
12.2 Osnovne sile .....	555
12.2.1 Gravitaciona sila .....	555
12.2.2 Slaba sila .....	556
12.2.3 Elektromagnetna sila .....	556
12.2.4 Jaka sila .....	557
12.2.5 Kvanti polja – prenosioči sile .....	557
12.2.6 Vreme delovanja i domet sila .....	558
12.3 Familije čestica .....	559
12.3.1 Leptoni .....	559
12.3.2 Mezoni .....	560
12.3.3 Barioni .....	560
12.4 Čestice i antičestice .....	561
12.5 Zakoni održanja .....	562
12.5.1 Održanje leptonskog broja .....	563
12.5.2 Održanje barionskog broja .....	564
12.5.3 Održanje stranosti .....	565
12.6 Model kvarka .....	565
12.6.1 Mezoni .....	566
12.6.2 Barioni .....	567
12.6.3 Osnovna pravila za reakcije kvarkova .....	568
12.6.4 Novi kvarkovi: c, b, t .....	568
12.7 Standardni model .....	570
PERIODNI SISTEM ELEMENATA .....	575
PREPORUČENE VREDNOSTI OSNOVNIH FIZIČKIH KONSTANTI .....	577
FIZIČKE OSOBINE ELEMENATA .....	583
STANDARDNE ATOMSKE TEŽINE KOJE PREPORUČUJE IUPAC .....	587
OSOBINE STABILNIH JEZGARA .....	589
LITERATURA .....	603
INDEKS POJMOVA .....	607

*Tehnički urednici:*  
Jovan ARANĐELOVIĆ  
Slobodan KOVAČIĆ

*Korice*  
Bogdan KRŠIĆ

*Korektura*  
JP Službeni list SCG

*Obim*  
38<sup>3</sup>/<sub>4</sub> štam. tabaka

*Format*  
17 x 24 cm

*Tiraž*  
500 primeraka

*Štampa*  
ATELJE BOGDANOVIĆ – Beograd

CIP – Katalogizacija u publikaciji  
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

539.1(075.8)

MACURA, Slobodan

Atomistika / Slobodan Macura, Jelena Radić-Perić. – 2. prerađeno i dopunjeno  
izd. – Beograd: Službeni list SCG: Fakultet za fizičku hemiju, 2004 (Beograd:  
Bogdanović). – 620 str.: ilustr.; 24 cm

Tiraž 500. – Bibliografija: str. 601-603. – Registar.

ISBN 86-355-0627-8

1. Radić-Perić, Jelena a) Atomska fizika  
COBISS.SR-ID 115715084