



PRAKTIKUM IZ FIZIKE

**Aleksander Kregar
Tomaž Kranjc**

**UNIVERZA V LJUBLJANI
Pedagoška fakulteta**

UNIVERSITY OF LJUBLJANA
Faculty of Education

Univerza v Ljubljani
Pedagoška fakulteta
Inštitut za raziskovalno in razvojno delo



Aleksander Kregar
Tomaž Kranjc

PRAKTIKUM IZ FIZIKE

Ljubljana, 2007

mag. Aleksander Kregar, doc. dr. Tomaž Kranjc
PRAKTIKUM IZ FIZIKE

Recenzija: dr. Franci Cvelbar, redni profesor, Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani
dr. Janez Ferbar, izredni profesor, Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani

Lektoriranje: Jasna Kamin

Izdala in založila: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani

Za izdajatelja: izr. prof. dr. Cveta Razdevšek Pučko, dekanja

Oblikovanje in računalniški prelom: mag. Aleksander Kregar

Oblikovanje naslovnice: Igor Cerar

Tisk: Tiskarna Littera picta d.o.o. Ljubljana

Naklada: 300 izvodov (5. ponatis)

©1992, 1993, 1996, 1999, 2003, 2007 avtorja

Vse pravice pridržane. Vsako kopiranje ali preslikavanje celote ali posameznih delov v katerikoli tehniki je mogoče le z dovoljenjem avtorjev.

Po Zakonu o davku na dodano vrednost (Uradni list RS št. 89/98, 7. točka, 25. člen)
sodi knjiga med proizvode, za katere se plačuje 8 % davek od prometa proizvodov.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

53(075.8)(076)

KREGAR, Aleksander

Praktikum iz fizike / Aleksander Kregar, Tomaž Kranjc. - 5. ponatis. - Ljubljana :
Pedagoška fakulteta, Inštitut za raziskovalno in razvojno delo, 2007

ISBN 978-86-7735-040-6
1. Kranjc, Tomaž, 1950-
235655424

Kazalo

UVOD	5
1 ANALIZA GIBANJA	7
1.1 KINEMATIKA	7
1.2 DINAMIKA PREMEGA GIBANJA	8
1.3 GIBALNA KOLIČINA	10
1.4 EKSPERIMENTALNO DELO	12
1.4.1 NALOGE	12
1.4.2 NAVODILA	12
1.4.3 VPRAŠANJA	15
2 LASTNOSTI SNOVI	17
2.1 GOSTOTA SNOVI	17
2.2 PROŽNOSTNI MODUL SNOVI	18
2.3 VISKOZNOST KAPLJEVIN	19
2.4 POVRŠINSKA NAPETOST	19
2.5 EKSPERIMENTALNO DELO	20
2.5.1 NALOGE	20
2.5.2 NAVODILA	21
2.5.3 VPRAŠANJA	21
3 GIBANJE TOGEGA TELESA	23
3.1 KROŽENJE TOČKASTEGA TELESA	23
3.2 VRTENJE TOČKASTEGA TELESA OKROG STALNE OSI	24
3.3 VRTENJE TOGIH TELES OKROG STALNE OSI	25
3.4 EKSPERIMENTALNO DELO	27
3.4.1 NALOGE	27
3.4.2 NAVODILA	27
3.4.3 VPRAŠANJA	33
4 NIHANJE	35
4.1 HARMONIČNO NIHANJE	35
4.2 NEDUŠENO NIHANJE NIHAL	36
4.2.1 NITNO NIHALO	36
4.2.2 VZMETNO IN POLŽASTO VZMETNO NIHALO	36
4.2.3 ELEKTRIČNI NIIAJNI KROG	37
4.3 DUŠENO NIHANJE	38
4.3.1 MEHANSKA NIHALA	38

4.3.2	ELEKTRIČNO NIHALO	39
4.4	VSILJENO NIHANJE	39
4.4.1	MEHANSKA NIHALA	39
4.4.2	ELEKTRIČNO NIHALO	40
4.5	EKSPERIMENTALNO DELO	41
4.5.1	NALOGE	41
4.5.2	NAVODILA	42
4.5.3	VPRAŠANJA	43
5	RAZTEZANJE	45
5.1	ENAČBE ZA RAZTEZANJE SNOVI	45
5.2	TEMPERATURNI RAZTEZANJE	45
5.3	PLINSKA ENAČBA	46
5.3.1	SPLOŠNA PLINSKA ENAČBA	46
5.3.2	BOYLOV IZREK	47
5.3.3	GAY-LUSSACOV IZREK	47
5.4	EKSPERIMENTALNO DELO	47
5.4.1	NALOGE	47
5.4.2	NAVODILA	48
5.4.3	VPRAŠANJA	50
6	ENERGIJSKI ZAKON	51
6.1	ENERGIJSKI IZREKI	51
6.2	NOTRANJA ENERGIJA	51
6.3	JOULOV POSKUS	53
6.4	DELO IN MOČ ELEKTROMOTORJA	54
6.5	EKSPERIMENTALNO DELO	54
6.5.1	NALOGE	54
6.5.2	NAVODILA	55
6.5.3	VPRAŠANJA	55
7	TOPLLOTNE SNOVNE KONSTANTE	57
7.1	SPECIFIČNA TOPLOTA	57
7.1.1	TOPLLOTNO IZOLIRANI SISTEMI	57
7.1.2	MERJENJE SPECIFIČNE TOPLOTE VODE	57
7.1.3	MERJENJE SPECIFIČNE TOPLOTE TRDNINE	59
7.1.4	MERJENJE TALILNE TOPLOTE LEDU	59
7.2	TOPLLOTNA PREVODNOST	59
7.3	EKSPERIMENTALNO DELO	60
7.3.1	NALOGE	60
7.3.2	NAVODILO	60
7.3.3	VPRAŠANJA	61
8	ZVEZA MED NAPETOSTJO IN TOKOM	63
8.1	ELEKTRIČNA NAPETOST	63
8.2	ELEKTRIČNI TOK	64
8.3	TOK V ELEKTROLITIH	65
8.4	EKSPERIMENTALNO DELO	68
8.4.1	NALOGE	68

8.4.2	NAVODILA	68
8.4.3	VPRAŠANJA	69
9	KIRCHHOFFOVA PRAVILA IN OHMOV ZAKON	71
9.1	KIRCHHOFFOVA IZREKA	71
9.2	GONILNA NAPETOST IN NOTRANJI UPOR ČLENA	72
9.3	MERJENJE UPORA	73
9.4	ELEKTRIČNI TOK IN TOPLOTNI POJAVI	74
9.4.1	TEMPERATURNNA ODVISNOST UPORA	74
9.4.2	TERMISTOR	74
9.4.3	ENERGIJSKI ZAKON	75
9.4.4	TERMIČNA GONILNA NAPETOST	75
9.5	EKSPERIMENTALNO DELO	76
9.5.1	NALOGE	76
9.5.2	VPRAŠANJA	78
10	KONDENZATOR	79
10.1	GAUSSOV ZAKON	79
10.2	KONDENZATOR	80
10.3	PRAZNJENJE (POLNJENJE) KONDENZATORJA	82
10.4	VEZAVA KONDENZATORJEV	84
10.5	KAPACITIVNI UPOR	84
10.6	ENERGIJA ELEKTRIČNEGA POLJA	84
10.7	EKSPERIMENTALNO DELO	86
10.7.1	NALOGE	86
10.7.2	NAVODILO	86
10.7.3	VPRAŠANJA	88
11	MAGNETNO POLJE	89
11.1	GOSTOTA MAGNETNEGA POLJA	89
11.1.1	MAGNETNA SILA	89
11.1.2	HALLOVA SONDA	90
11.1.3	AMPEROV ZAKON	90
11.1.4	MAGNETNO POLJE TULJAVE	91
11.2	INDUKCIJA	92
11.2.1	MAGNETNI PRETOK	92
11.2.2	INDUKCIJSKI ZAKON	92
11.2.3	PRIMERI INDUKCIJE	93
11.2.4	MERJENJE B Z GALVANOMETROM	94
11.2.5	TRANSFORMATOR	94
11.3	EKSPERIMENTALNO DELO	96
11.3.1	NALOGE	96
11.3.2	NAVODILA	96
11.3.3	VPRAŠANJA	97

12 ODBOJ IN LOM SVETLOBE	99
12.1 LOMNI ZAKON	99
12.2 ODBOJNI ZAKON	100
12.3 PLANPARALELNA PLOŠČA	100
12.4 OPTIČNA PRIZMA	100
12.5 OPTIČNE PRESLIKAVE	101
12.6 SFERIČNA ZRCALA	102
12.7 EKSPERIMENTALNO DELO	105
12.7.1 NALOGE	105
12.7.2 NAVODILA	105
12.7.3 VPRAŠANJA	106
13 LEČJA	107
13.1 TANKA LEČA	107
13.2 SISTEM TANKIH LEČ	109
13.3 OPTIČNE NAPRAVE	111
13.3.1 LUPA, MIKROSKOP	111
13.3.2 PROJEKTOR	112
13.3.3 DALJNOGLED	113
13.4 EKSPERIMENTALNO DELO	115
13.4.1 VPRAŠANJA	116
14 IZMENIČNI KROGI	117
14.1 KAPACITIVNI UPOR	117
14.2 KONDENZATOR IN UPORNIK V KROGU	118
14.3 INDUKTIVNI UPOR	119
14.4 TULJAVA IN UPORNIK V KROGU	121
14.5 EKSPERIMENTALNO DELO	123
14.5.1 NALOGE	123
14.5.2 NAVODILA	123
14.5.3 VPRAŠANJA	123
15 VALOVI	125
15.1 OPIS VALOVANJA	125
15.2 INTERFERENCA SVETLOBE	127
15.3 OPTIČNA SPEKTROSKOPIJA	129
15.4 POLARIZACIJA SVETLOBE	130
15.5 STOJEČE VALOVANJE	131
15.6 EKSPERIMENTALNO DELO	132
15.6.1 NALOGE	132
15.6.2 NAVODILO	132
15.6.3 VPRAŠANJA	133

UVOD

Praktikum iz klasičnih poglavij fizike je namenjen študentom, ki so si izbrali dvopredmetni študij s poodročja matematike, naravoslovja ali tehnike, med katerima niso izbrali fizike. Gre torej za eksperimentalne vaje iz fizike za nefizike.

Učbenik pokriva dva študijska programa: 30 urni krajši (biološki) in 45 urni daljši (tehniški) program. Pri obeh izvedbah opravimo vse vaje. V krajšem programu opustimo nekatere naloge ali meritve, ki biologom niso pomembne.

Fizikalne eksperimentalne vaje dopolnjujejo predavanja iz fizike. Zato težimo, da pri vajah vzporedno s študijem fizike preverjamo nekatere relacije med količinami in ugotavljamo nekatere lastnosti snovi, ki jih je odkrila fizikalna znanost. Da bi vajam postavili čvrsto teoretično osnovo in jih vsebinsko enolično opredelili, smo vsako vajo opremili s teoretičnim poglavjem. Vsaka vaja obravnava smiselno zaključeno celoto, ki se pogosto ne ujema povsem niti z učbenikom, ki ga študen prebira, niti s predavanji, ki jih posluša. To lahko predstavlja določeno prednost, saj si študent s študijem po tem učbeniku in izdelavo nalog v njem pridobi nekoliko drugačen pogled na fiziko, s čimer si znanje poglobi in zato zanesljiveje zagotovi končen uspeh. Dvomimo pa, da bi lahko obširnejši teoretični del uspešno zamenjali z navodili, ki bi študenta usmerila k drugim ustreznim virom. Izkušnje namreč kažejo, da bi bila v splošnem ta pot neučinkovita, kljub temu, da bi bila lahko tudi uspešna. Nobenega dvoma ni, da mora biti študent, ki želi doseči z delom pri eksperimentalnih vajah največji učinek, za vajo kar najboljše teoretično pripravljen. Zato bi bilo koristno, da študent pred opravljanjem meritev pregleda teoretični del vaje.

Vsaka vaja ima ob nalogah kratka navodila. Navodila niso recepti, kako vajo izdelati in kako opraviti meritve po natanko določeni poti. To naj vsak študent izbere sam na podlagi premisleka in teoretičnega znanja. Vsekakor je temeljni cilj, da študent izvede vajo v celoti kar se da samostojno, ne le, ko opravlja meritve, ampak tudi, ko oblikuje odgovorove. Študent naj izkoristi svojega partnerja pri meritvah za poglobljeno medsebojno izmenjavo stališč, nikakor pa ne za prilaščanje tujega znanja in dela.

Bistvena posebnost tega praktikuma je, da vsi študentje delajo isto vajo. Takšna frontalna zasnova vaj ima po našem mnenju prednost pred cikličnimi vajami, ko študenti delajo hkrati pri različnih vajah. Prednosti frontalne izvedbe so zlasti v tem, da vsi študentje pripravijo isto vajo, da dobijo pri meritvah hkrati dodatne informacije učitelja, da je mogoče vajo bolje načrtovati in prilagoditi predavanjem, da so vsi študentje pri vajah v enakem položaju in da bistveno izboljšamo učinek opravljenega dela. Če vaje izvajamo ciklično, študent začne s katerokoli vajo iz že predelane snovi ali iz neznane snovi. V tem primeru na eni strani študijsko gradivo, ki se obravnava pri predavanjih, prehitevamo, na drugi strani pa za njim zaostajamo in tako se pri vajah ne obravnava aktualna snov. Ob začetku semestra je razkorak večji v smislu prvega dela trditve, ob koncu semestra pa je večji v smislu drugega dela trditve. Ciklična izvedba ima sicer prednost pred frontalno, da so študentje pri opravljanju vaj bolj samostojni in omogoča boljše izrabo dražje učne tehnologije, ki je ni mogoče zagotoviti v več izvedbah. Vsekakor pa se odločamo za frontalno izvedbo vaj, ki zagotavlja sinhronizacijo med predavanji in vajami in

tako večjo učinkovitost.

Pri takšnem konceptu vaj lahko nastanejo težave z učno tehnologijo, saj bi morali zagotoviti veliko število enakih kompletov. Temu se izognemo, da izvedemo kroženje študentov znotraj iste vaje. Če lahko zagotovimo delo na štirih enakih vajah, dela prva polovica študentov prvo polovico nalog, druga polovica pa drugo polovico nalog, ob polčasu pa zamenjamo. Če so na voljo trije kompleti vaj, menjavamo ob tretjinah. Ker vsaka vaja traja dve ali tri ure, zamenjava ob polčasu ali ob tretjini ni ovira. V bližnji prihodnosti bomo tehnologijo dopolnili zlasti z računalniki, kar pa teoretičnih uvodnih poglavij praktikuma ne bo bistveno spremenilo.

Izbor vaj in njena zasnova je visokošolska. Prilagojena je študijskemu konceptu in v mnogo manjši meri razpoložljivi opremi, kljub temu, da ta ni zadovoljiva. Učno tehnologijo dopolnjujemo in zato se včasih navodila k vajam povsem ne ujemajo, saj dopolnitev opreme prehiteva popravke v učbeniku. Marsikateri pripomoček je izdelan v domači hiši, za kar ima največje zasluge tehnični sodelavec Peter Ramšak.

Recenzijo učbeninika sta več kot vestno in prizadevno opravila prof. dr. Franci Cvelbar in doc. dr. Janez Ferbar, za kar se jima iskreno zahvaljujem. Če je učbenik uspel, je to nedvomno tudi njuna zasluga.

Učbenik je avtor napisal v programu $\text{\LaTeX}$ letu 1991. Uporabljeni viri so Fizikalni eksperimenti v 3 delih istega avtorja, kjer so citirani drugi uporabljeni viri.

Ljubljana, 27. januar 1992

Aleksander Kregar

Pri ponatisu smo popravili tipkarske napake in večino slik izdelali v $\text{\PCTeX}$.

Ljubljana, 10. oktober 1993

Aleksander Kregar

Pri ponovnem ponatisu smo nebstveno korigirali tekst, s čimer smo sledili izkušnjam, ki smo si jih v teh letih pridobili in ga prilagodili novi tehnologiji. Vse slike smo izdelali v $\text{\PCTeX}$ tako, da je bil učbenikov original narejen z $\text{\LaTeX}$ ovim računalniškim programom v eni potezi.

Ljubljana, 5. oktober 1996

Aleksander Kregar

Pri ponovnem ponatisu smo nekatere vaje prilagodili računalniški tehnologiji. Pri tem gre zahvala doc. dr. Slavku Kocijančiču in tehničnemu sodelavcu Gregorju Tarmanu, pred. učitelju fizike, ki sicer vesto pripravlja učno tehnologijo.

Ljubljana, 5. oktober 1999

Tomaž Kranjc, Aleksander Kregar

Univerza v Ljubljani
Pedagoška fakulteta



5,40 EUR

ISBN 978-86-7735-040-6



9 788677 350406