

UNIVERZITET U BEOGRADU  
SAOBRAĆAJNI FAKULTET

**Dr Olivera ŠAŠIĆ**

**PREDAVANJA IZ FIZIKE**  
**za studente Saobraćajnog fakulteta**

– IV izdanje –

BEOGRAD  
2024.

Dr Olivera Šašić  
PREDAVANJA IZ FIZIKE za studente Saobraćajnog fakulteta  
IV izdanje

---

Recenzenti: dr Dragoslav Kuzmanović  
dr Jasmina Jovanović

Za izdavača: dr Nebojša Bojović, dekan

Glavni i odgovorni urednik: dr Mirjana Bugarinović

Tehnički urednik: Predrag Knežević

Korice: Predrag S. Zdravković

Izdavač: Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet,  
Vojvode Stepe 305; telefon: 011 3976 017;  
faks: 011 3096 704; [www.sf.bg.ac.rs](http://www.sf.bg.ac.rs)

Priprema: Izdavačka delatnost Saobraćajnog fakulteta;  
telefon: 011 3091 344; [idsf@sf.bg.ac.rs](mailto:idsf@sf.bg.ac.rs);  
(skriptarnica) [sfknjige@sf.bg.ac.rs](mailto:sfknjige@sf.bg.ac.rs)

Štampa: DONAT GRAF DOO BEOGRAD,  
Vučka Milićevića, 29, 11306 Grocka;  
telefon: 011 29 28 265; [www.donatgraf.com](http://www.donatgraf.com)

Tiraž: 150 primeraka

ISBN 978-86-7395-383-0

Na osnovu odluke Uređivačkog odbora Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu broj 1044/2 od 29. avgusta 2024. godine, odobrava se za upotrebu u nastavi kao osnovni udžbenik za predmet „Fizika” na osnovnim studijama.

# Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Predgovor</b>  | <b>ii</b> |
| <b>1 Prvo predavanje</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2 Drugo predavanje</b>   | <b>17</b> |
| 2.1 Uvod: Osnovni pojmovi u kinematici . . . . .  | 17        |
| 2.2 Položaj materijalne tačke . . . . .   | 19        |
| 2.3 Brzina materijalne tačke . . . . .  | 22        |
| 2.4 Ubrzanje materijalne tačke . . . . .  | 25        |
| 2.5 Translatorno kretanje krutog tela . . . . .   | 30        |
| 2.6 Kinematika rotacionog (obrotnog) kretanja krutog tela . . . . .                         | 31        |
| 2.7 Ugaoni položaj i ugaoni pomeraj . . . . .   | 32        |
| 2.8 Ugaona brzina i ugaono ubrzanje . . . . .   | 34        |
| 2.9 Veza između linijske i ugaone brzine i ubrzanja . . . . .                               | 35        |
| <b>3 Treće predavanje</b>   | <b>39</b> |
| 3.1 Neravnomerno ubrzano pravolinijsko kretanje - izračunavanje brzine i položaja . . . . . | 39        |
| 3.2 Ravnomerno ubrzano pravolinijsko kretanje . . . . .                                     | 40        |
| 3.3 Ravnomerno pravolinijsko kretanje . . . . .   | 41        |
| 3.4 Kretanje u gravitacionom polju Zemlje . . . . .   | 42        |
| 3.5 Neravnomerno i ravnomerno rotaciono kretanje . . . . .                                  | 47        |
| <b>4 Četvrto predavanje</b>   | <b>49</b> |
| 4.1 Osnovni pojmovi u dinamici: masa, impuls, sila . . . . .                                | 49        |
| 4.2 Njutnovi zakoni dinamike . . . . .  | 53        |
| 4.2.1 Prvi Njutnov zakon . . . . .  | 53        |
| 4.2.2 Drugi Njutnov zakon . . . . .   | 54        |
| 4.2.3 Treći Njutnov zakon . . . . .   | 56        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>5</b> | <b>Peto predavanje</b>  | <b>59</b>  |
| 5.1      | Gravitaciona sila. Njutnov zakon gravitacije . . . . .  | 59         |
| 5.2      | Normalna sila . . . . .   | 64         |
| 5.3      | Sila trenja i otpora . . . . .  | 65         |
| 5.4      | Sila zatezanja . . . . .  | 72         |
| 5.5      | Elastična sila . . . . .  | 73         |
| 5.6      | Centripetalna sila . . . . .  | 75         |
| 5.7      | Inercijalna sila . . . . .  | 76         |
| 5.7.1    | Inercijalni sistemi reference . . . . .   | 76         |
| 5.7.2    | Neinercijalni sistemi . . . . .   | 78         |
| 5.7.3    | Neinercijalni sistemi - primeri . . . . .   | 80         |
| <b>6</b> | <b>Šesto predavanje</b>   | <b>85</b>  |
| 6.1      | Rad . . . . .   | 86         |
| 6.2      | Snaga . . . . .   | 89         |
| 6.3      | Energija . . . . .  | 90         |
| 6.4      | Konzervativne sile . . . . .  | 91         |
| 6.5      | Potencijalna energija . . . . .   | 93         |
| 6.5.1    | Gravitaciona potencijalna energija - referentni nivo energije<br>smešten u beskonačnost ( $E_p(r = \infty) = 0$ ) . . . . . | 94         |
| 6.5.2    | Gravitaciona potencijalna energija-referentni nivo<br>postavljen na površinu zemlje ( $E_p(r = R_z) = 0$ ) . . . . .        | 95         |
| 6.5.3    | Elastična potencijalna energija . . . . .   | 96         |
| 6.6      | Centar mase . . . . .   | 97         |
| 6.7      | Moment inercije . . . . .   | 100        |
| 6.8      | Moment sile . . . . .   | 104        |
| 6.9      | Rad i snaga kod rotacionog kretanja . . . . .   | 108        |
| 6.10     | Moment impulsa (količine kretanja) . . . . .  | 108        |
| <b>7</b> | <b>Sedmo predavanje</b>   | <b>111</b> |
| 7.1      | Zakon održanja impulsa . . . . .  | 111        |
| 7.2      | Zakon održanja momenta impulsa . . . . .  | 113        |
| 7.3      | Zakon održanja energije . . . . .   | 114        |
| 7.4      | Sudari . . . . .  | 117        |
| 7.4.1    | Apsolutno elastični centralni i čeonni sudar . . . . .  | 118        |
| 7.4.2    | Apsolutno elastičan sudar sa rasejanjem . . . . .   | 121        |
| 7.4.3    | Apsolutno neelastičan sudar . . . . .   | 122        |
| <b>8</b> | <b>Osmo predavanje</b>  | <b>125</b> |
| 8.1      | Linearno harmonijsko oscilovanje . . . . .  | 126        |
| 8.2      | Matematičko klatno . . . . .  | 133        |
| 8.3      | Fizičko klatno . . . . .  | 134        |

---

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 8.4       | Slobodne i prigušene (amortizovane) oscilacije . . . . .                        | 135        |
| 8.5       | Prinudne harmonijske oscilacije . . . . .                                       | 138        |
| <b>9</b>  | <b>Deveto predavanje</b>  | <b>143</b> |
| 9.1       | Hajgensov princip . . . . .   | 149        |
| 9.2       | Uticao sredine na prostiranje talasa.<br>Princip superpozicije talasa . . . . . | 150        |
| 9.3       | Jednačina progresivnog talasa . . . . .   | 151        |
| 9.4       | Brzina prostiranja talasa u različitim sredinama . . . . .                      | 154        |
| 9.5       | Energija, snaga, intenzitet talasa . . . . .                                    | 155        |
| 9.6       | O fiziološkom osećaju zvuka . . . . .   | 157        |
| <b>10</b> | <b>Deseto predavanje</b>  | <b>159</b> |
| 10.1      | Odbijanje talasa . . . . .  | 159        |
| 10.2      | Prelamanje talasa . . . . .   | 163        |
| 10.3      | Interferencija talasa . . . . .   | 165        |
| 10.4      | Stojeći talasi . . . . .  | 167        |
| 10.5      | Difrakcija talasa . . . . .   | 170        |
| 10.6      | Doplerov efekat za mehaničke talase . . . . .                                   | 171        |
| <b>11</b> | <b>Jedanaesto predavanje</b>  | <b>175</b> |
| 11.1      | Temperatura . . . . .   | 176        |
| 11.2      | Toplota. Nulti zakon termodinamike . . . . .                                    | 179        |
| 11.3      | Toplotno širenje čvrstih tela i tečnosti . . . . .                              | 183        |
| 11.4      | Gasovi. Braunovo kretanje . . . . .   | 185        |
| 11.5      | Gasni zakoni. Jednačina stanja idealnog gasa . . . . .                          | 187        |
| 11.6      | Pritisak. Osnovna jednačina za pritisak . . . . .                               | 192        |
| 11.7      | Unutrašnja energija . . . . .   | 195        |
| 11.8      | Realan gas . . . . .  | 196        |
| <b>12</b> | <b>Dvanaesto predavanje</b>   | <b>197</b> |
| 12.1      | Veza između toplote i rada . . . . .  | 197        |
| 12.2      | Prvi zakon termodinamike . . . . .  | 201        |
| 12.3      | Toplota i termodinamički procesi . . . . .                                      | 202        |
| 12.4      | Povratni i nepovratni procesi . . . . .   | 205        |
| 12.5      | Drugi zakon termodinamike i toplotne mašine . . . . .                           | 206        |
| 12.6      | Karnoov ciklus . . . . .  | 209        |
| <b>13</b> | <b>Trinaesto predavanje</b>   | <b>215</b> |
| 13.1      | Osnovni zakoni geometrijske optike . . . . .                                    | 216        |
| 13.2      | Refleksija (odbijanje) svetlosti na ravnim površima . . . . .                   | 217        |
| 13.3      | Prelamanje (refrakcija) na ravnim površima . . . . .                            | 220        |
| 13.4      | Totalna unutrašnja refleksija . . . . .   | 221        |

|   |            |
|---|------------|
| 13.5 Disperzija . . . . .                                     | 222        |
| 13.6 Odbijanje na sfernim površima. Sferna ogledala . . . . . | 223        |
| 13.7 Prelamanje na sfernim površima. Sočiva . . . . .         | 227        |
| <b>Literatura</b>   | <b>233</b> |
| <b>Beleška o autoru</b>                                       | <b>235</b> |
| <b>Registar pojmova - pojmovnik</b>                           | <b>237</b> |

# Predgovor

Udžbenik *Predavanja iz fizike za studente Saobraćajnog fakulteta* nastao je kao rezultat mog višegodišnjeg angažovanja u nastavi na ovom fakultetu i napisan je u skladu sa akreditovanim nastavnim planom i programom. Studenti Saobraćajnog fakulteta predmet Fizika pohađaju u prvom semestru studija tokom petnaest radnih nedelja, od kojih su dve nedelje predviđena za proveru znanja putem kolokvijuma. Zbog toga ovaj udžbenik nije podeljen na tematska poglavlja, kako je uobičajeno, već na trinaest predavanja. Ovo bi studentima trebalo da olakša praćenje nastave i pripremanje za časove predavanja i vežbi, na kojima se praktično primenjuje stečeno teorijsko znanje kroz izradu zadataka. Zbirka zadataka je u pripremi i uskoro će na taj način, zajedno sa ovim udžbenikom, biti, po prvi put, kompletirana neophodna literatura za praćenje kursa fizike na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Kako će se čitalac uveriti, sva predavanja nisu jednaka po obimu, niti po težini izložene materije. To je posledica iskustva rada sa studentima i sagledavanja potrebe da pojedine teme budu detaljnije i strpljivije obrađene, pomoću većeg broja primera i kroz izradu većeg broja zadataka.

Nadam se da će ovaj udžbenik pomoći studentima da lakše razumeju i usvoje najbitnije sadržaje i ohrabrujem ih da svojim pitanjima i primedbama učine da u budućnosti on bude bolji.

Zahvaljujem se recenzentima, prof. dr Jasmini Jovanović i prof. dr Dragoslavu Kuzmanoviću na predlozima, primedbama i podršci pri pisanju ove knjige. Posebnu zahvalnost dugujem prof. Kuzmanoviću čije angažovanje u tehničkoj obradi ovog rukopisa daleko prevazilazi ulogu recenzenta.

Na kraju, zahvalnost dugujem svojoj porodici na strpljenju i razumevanju.

Rad na ovoj knjizi podržan je projektom ON 171037 MPNTR Republike Srbije.