

Fizika 1

Zbirka ispitnih zadataka sa rešenjima

Predrag Marinković

Jovan Cvetić

Milan Tadić

FIZIKA 1
Zbirka ispitnih zadataka sa rešenjima

Autori:

Dr Predrag Marinković
redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu u penziji

Dr Jovan Cvetić
redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu

Dr Milan Tadić
redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu

Recenzenti:

Dr Rajko Šašić
redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu

Dr Vladimir Arsoski
vanredni profesor Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu

Izdavač

Akademski misao, Beograd

Štampa

Štamparija "Planeta print", Beograd

Tiraž

300 primeraka

ISBN 978-86-7466-822-1

Beograd, 2019.

”Promašio sam više od 9000 šuteva u karijeri. Izgubio sam skoro 300 utakmica. Povereno mi je da uputim šut za pobjedu 26 puta, a ja sam promašio. U životu sam bezbroj puta padao i padao. I baš zbog toga sam uspeo.”

Majkl Džordan, košarkaš, NBA liga, SAD

Predgovor

Zbirka zadataka "Fizika 1: Zbirka ispitnih zadataka sa rešenjima" sadrži detaljno rešene zadatke koji su se pojavljivali na ispitima iz predmeta Fizika 1, koji je sastavni deo plana studija za polaznike Odseka za elektrotehniku i računarstvo Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu. U zbirku su uključeni skoro svi zadaci sa ispita održanih tokom poslednjih 10 godina, od novembra 2009. do septembra 2019. Izostavljeno je nekoliko zadataka koji su se pojavljivali na ispitima, a koji predstavljaju male varijacije onih koji su uključeni u zbirku. Tekstovi pojedinih zadataka su neznatno izmenjeni, kako bi se poboljšala formulacija postavljenog problema. U zbirku je uključen i izvestan broj zadataka koji su se pojavljivali na ispitima pre novembra 2009., kao i zadaci koji se nisu pojavljivali na ispitima iz Fizike 1. Ovi zadaci su označeni zvezdicom (*).

Zbirka je namenjena studentima Elektrotehničkog fakulteta, ali se može koristiti u nastavi opštih kurseva fizike i na drugim fakultetima. Rešenje svakog zadatka je dato odmah posle teksta zadatka, što može olakšati praćenje nastave. Tekst većine zadataka je dopunjen slikom, a u nekim slučajevima slike su uključene i u rešenja. Na svim slikama označene strelice predstavljaju vektore. Na nekim ispitinim rokovima, međutim, pojavljivali su se zadaci bez posebnog označavanja vektora. U prvom izdanju ovi zadaci su uključeni u zbirku onako kako su dati na ispitima.

Zadaci su svrstani u 5 poglavlja, u skladu sa programom kursa "Fizika 1". U ovom izdanju, međutim, zadaci nisu dodatno klasifikovani unutar posebnih poglavlja (npr. na zadatke iz sile trenja i otporne sile). Na kraju zbirke dati su prilozi koji sadrže korisne rezultate iz matematike i fizičke konstante. Pored toga, poglavje *Indeks* sadrži spisak zadataka poređanih po ispitnim rokovima i ukazuje na brojeve strana na kojima se zadaci nalaze, što bi trebalo da omogući efikasniju pripremu ispita iz "Fizike 1".

Autori žele da se zahvale prof. dr Rajku Šašiću, redovnom profesoru Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu, na primedbama i sugestijama

koje je pružio autorima tokom izrade zbirke. Autori se posebno zahvaljuju kolegi prof. dr Vladimiru Arsoskom, sa kojim izvode nastavu iz predmeta Fizika 1. Prof. Arsoski je proverio rešenja velikog broja zadataka, ukazao na greške, omaške i propuste i na taj način značajno doprineo poboljšanju tekstova zadataka i njihovih rešenja.

Autori su svesni činjenice da je priloženi tekst moguće poboljšati i unaprediti. Ovo se posebno odnosi na rešenja zadataka. Stoga je dobrodošla svaka sugestija i savet autorima za poboljšanje zbirke. Svoje ideje za izmene i dopune teksta čitaoci mogu direktno slati autorima na marinkovic@etf.bg.ac.rs.

Autori

Sadržaj

1	Kinematika	1
1.1	Kinematika tačke	1
1.2	Kosi hitac	41
1.3	Relativno kretanje	52
2	Dinamika materijalne tačke	65
2.1	Direktni i inverzni problem dinamike	65
2.2	Mehanički rad i potencijalna energija	107
3	Dinamika sistema	117
3.1	Centar mase i statika	117
3.2	Zakoni održanja	123
3.2.1	Dinamika tela promenljive mase	137
3.2.2	Sudari	152
3.3	Rotacija i moment inercije	172
4	Oscilacije	213
4.1	Slobodne oscilacije	213
4.2	Prigušene i prinudne oscilacije	247
5	Talasi	263
6	Prilog A	285
6.1	Trigonometrija	285
6.1.1	Trigonometrijske funkcije	285
6.1.2	Osnovne trigonometrijske formule	288
6.2	Inverzne trigonometrijske funkcije	290
6.3	Hiperbolična geometrija	291
6.3.1	Hiperbolične funkcije	291
6.3.2	Inverzne hiperbolične funkcije	292
6.4	Diferencijalni račun	293

6.5	Integralni račun	294
6.5.1	Osnovna pravila integraljenja	294
6.5.2	Integrali racionalnih funkcija	294
6.5.3	Integrali iracionalnih funkcija	298
6.5.4	Integrali trigonometrijskih funkcija	299
6.5.5	Integrali drugih transcendentálnih funkcija	301
6.6	Razvoj funkcija u redove potencija	303
6.7	Neki limesi	304
7	Prilog B	305
7.1	Fizičke konstante	305
7.1.1	Osnovne fizičke konstante	305

Poglavlje 1

Kinematika

1.1 Kinematika tačke

1. [*Januar 2018.* — *zadatak 1.*] Parametarske jednačine kretanja tačke u ravanskom xOy sistemu su:

$$x(t) = a \cos \omega t, \quad y(t) = (b/\omega^2)(1 - \cos \omega t),$$

gde su $a, b, \omega > 0$ konstante. Odrediti: (a) jednačinu trajektorije i grafički je prikazati, (b) vremensku zavisnost lučne koordinate i (c) intenzitete brzine i ubrzanja tačke u proizvoljnom trenutku.

Rešenje 1. (a) Eliminacijom vremena iz parametarskih jednačina sledi jednačina trajektorije u koordinatnom obliku, zapisana kao eksplicitna funkcija $y(x)$:

$$y(x) = \frac{b}{\omega^2}(1 - x/a), \quad |x| \leq a.$$

Lako je zaključiti da trajektoriji pripadaju tačke za koje je $y \in [0, 2b/\omega^2]$.

Prema tome, trajektorija nije prava data sa $y(x) = \frac{b}{\omega^2}(1 - x/a)$, već duž na toj pravoj ograničena sa $|x| \leq a$ i $y \in [0, 2b/\omega^2]$ — slika 1.1.

(b) Elementarna promena lučne koordinate je:

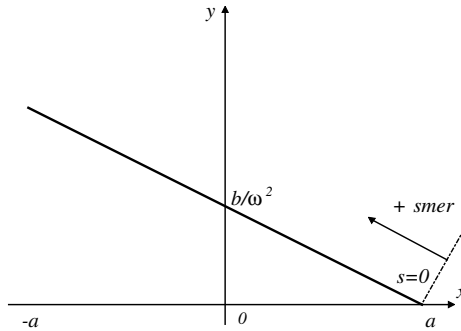
$$ds = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = s_0 \omega \sin(\omega t) dt,$$

gde je:

$$s_0 = a \sqrt{1 + [b/(a\omega^2)]^2}.$$

Ako se referentna tačka O prirodnog koordinatnog sistema i referentni smer postave kao na slici 1.1, integracijom prethodnog izraza sledi:

$$s(t) = \int s_0 \omega \sin(\omega t) dt + C = s_0 [1 - \cos(\omega t)],$$



Slika 1.1: Uz rešenje zadatka 1.

gde je vrednost integracione konstante C određena iz uslova $s(t = 0) = 0$.

(c) Intenzitet brzine je:

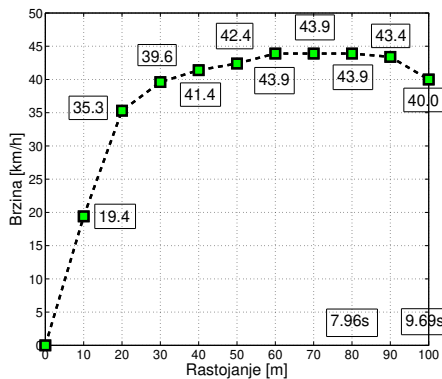
$$v(t) = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} = |\dot{s}(t)| = s_0\omega |\sin(\omega t)|.$$

Intenzitet ubrzanja je:

$$a(t) = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2} = |\ddot{s}(t)| = s_0\omega^2 |\cos(\omega t)| = |a_\tau|.$$

Tačka se kreće po pravolinijskoj trajektoriji, pa postoji samo tangencijano ubrzanje a_τ ; normalno ubrzanje je nula.

2. [*] Na Olimpijskim igrama u Pekingu 2008. godine atletičar Jamajke Jusejn Bolt je postigao novi svetski rekord pretrčavši stazu od 100 m za 9.69 s. Grafik njegove brzine u funkciji pretrčane dužine staze je prikazan na slici 1.2. (a) Za koje vreme je pretrčao poslednje dve deonice 80 – 90 m i 90 – 100 m,



Slika 1.2: Uz zadatak 2.