

Aleš Mohorič, Vitomir Babič

FIZIKA 1

Učbenik za fiziko v 1. letniku gimnazij
in štiriletnih strokovnih šol

FIZIKA 1

Učbenik za fiziko v 1. letniku gimnazij in štiriletnih strokovnih šol

Avtorja:	dr. Aleš Mohorič, mag. Vitomir Babič
Recenzenta:	dr. Janez Strnad, Miran Tratnik
Strokovna sodelavka:	Maruša Potokar
Ilustrator:	Matej de Cecco
Slikovno gradivo:	dr. Aleš Mohorič, mag. Vitomir Babič, Shutterstock in drugi
Urednica:	Valentina Praprotnik
Lektorica:	Vera Jakopič

© Mladinska knjiga Založba, d. d., 2012

Izdala in založila:	Mladinska knjiga Založba, d. d., Ljubljana, 2019
Za založbo:	Peter Tomšič
Glavni urednik:	Bojan Švigelj
Oblikovanje:	Simon Kajtna
Prelom in priprava za tisk:	Tomo Resnik
Oprema:	Pia Rihtarič, Peter Svetek
Tehnični urednik:	Peter Svetek
Tisk:	Tiskarna Grafika Soča, d. o. o., Nova Gorica, 2019

Naklada: 1000 izvodov

2. izdaja, 1. natis

Dodatno gradivo tudi na izobraževalnem portalu www.ucimte.com in www.iucbenikimk.si

Vse informacije o knjigah Mladinske knjige Založbe lahko dobite tudi na spletnih straneh:
www.mladinska.com in www.emka.si

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

53(075.3)

MOHORIČ, Aleš, 1969-

Fizika 1 : učbenik za fiziko v 1. letniku gimnazij in štiriletnih strokovnih šol / Aleš Mohorič, Vitomir Babič ; [ilustrator Matej de Cecco ; slikovno gradivo Aleš Mohorič, Vitomir Babič, Shutterstock in drugi]. - 2. izd., 1. natis. - Ljubljana : Mladinska knjiga, 2019

ISBN 978-961-01-5537-9

1. Babič, Vito

COBISS.SI-ID 300742912

Zahvaljujemo se članom evalvacijske skupine, v kateri so sodelovali:

Damjan Štrus (Gimnazija Litija), Rudolf Šuligoj (Gimnazija Nova Gorica), Miha Hadl (Gimnazija Novo mesto), Maruša Potokar (Srednja šola Josipa Jurčiča Ivančna Gorica), Felicita Zupančič (Gimnazija Ravne na Koroškem, Gimnazija Velenje), Peter Jevšenak (Gimnazija Velenje), Vladimir Anžel (Škofjjska gimnazija Vipava), Sebastjan Mozetič (Škofjjska gimnazija Vipava).

Na podlagi 25. člena Zakona o organizaciji in financiranju vzgoje in izobraževanja (Uradni list RS, št. 115/03 – ZOFVI-UPB3) in 15. člena Pravilnika o potrjevanju učbenikov (Ur. l. RS, št. 57/06) ter Pravilnika o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o potrjevanju učbenikov (Uradni list RS, št. 45/2010) je Strokovni svet Republike Slovenije za splošno izobraževanje na seji dne 19. 4. 2012 sprejel sklep št. 6130-1/2012/28 o potrditvi učbenika Fizika 1, ki sta ga napisala Aleš Mohorič in Vitomir Babič.

Avtorja se za pomoč pri pripravi učbenika zahvaljujeta Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani ter Šolskemu centru Celje, Gimnazija Lava. Za pomoč in mentorstvo ter mnoge koristne nasvete iz prakse se še posebej zahvaljujeta dr. Gorazdu Planinšiču in dr. Janezu Strnadu.

Zahvaljujemo se podjetju Vernier Software & Technology za dovoljenje za uporabo grafičnih prikazov po programu Logger Pro.

Vse pravice pridržane. Brez pisnega dovoljenja Založbe je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba avtorskega dela in njegovih delov v kakršnem koli obsegu ali postopku, hkrati s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki, v okviru določil Zakona o avtorski in sorodnih pravicah.

VSEBINA


1. Merjenje, fizikalne količine in enote	7
1.1 Enote in količine	8
1.2 Zapis količin	12
1.3 Skalarji in vektorji	14
1.4 Merjenje količin	17
1.5 Napake pri merjenju.....	18
1.6 Zaokroževanje.....	22
1.7 Prikaz količin z grafi	24
1.8 Vprašanja in naloge	25
2. Premo in krivo gibanje.....	30
2.1 Opazovalni sistem	31
2.2 Premo gibanje	35
2.2.1 Lega, premik, pot.....	37
2.2.2 Hitrost.....	40
2.2.3 Pospešek.....	43
2.2.4 Graf gibanja	45
2.2.5 Premo enakomerno gibanje	54
2.2.6 Premo enakomerno pospešeno gibanje	56
2.2.7 Prosti pad	60
2.2.8 Navpični met	62
2.2.9 Relativnost gibanja	65
2.3 Gibanje v ravnini.....	66
2.3.1 Vodoravni met	70
2.3.2 Poševni met.....	72
2.4 Kroženje	73
2.4.1 Enakomerno kroženje	75
2.4.2 Enakomerno pospešeno kroženje	78
2.5 Vprašanja in naloge	80
3. Sila in navor.....	83
3.1 Sila	84
3.2 Sila je vektor	88
3.3 Zakon o vzajemnem učinku.....	89
3.4 Opazovani sistem	91
3.5 Sestavljanje sil.....	94
3.6 Ravnovesje sil.....	96
3.7 Sila vzmeti	98
3.8 Sile trenja, lepenja in upora	100

3.9	Navor.....	105
3.10	Težišče	109
3.11	Tlak	111
3.12	Vzgon.....	116
3.13	Preprosti stroji.....	118
3.14	Vprašanja in naloge	121
4.	Newtonovi zakoni in gravitacija.....	127
4.1	Newtonov zakon gibanja.....	128
4.2	Sile pri premem gibanju.....	131
4.3	Sile pri kroženju in vrtenju.....	138
4.4	Gravitacijski zakon.....	144
4.5	Vprašanja in naloge	150
5.	Gibalna količina.....	153
5.1	Sunek sile in gibalna količina.....	154
5.2	Izrek o gibalni količini	157
5.3	Gibalna količina sistema.....	160
5.4	Nekaj o Newtonovem zakonu	163
5.5	Ohranitev gibalne količine	163
5.6	Trki	164
5.7	Sila curka	168
5.8	Vprašanja in naloge	171
6.	Vrtilna količina.....	173
6.1	Kroženje in vrtenje	174
6.2	Izrek o vrtilni količini.....	175
6.3	Vrtilna količina sistema.....	181
6.4	Ohranitev vrtilne količine	181
6.5	Vprašanja in naloge	184

INTERAKTIVNI UČBENIK

Zaradi razvoja tehnologije v 2. izdaji učbenika Fizika 1 nadomeščamo DVD z interaktivno različico učbenika na spletni strani www.iucbenikimk.si.

Interaktivni učbenik sledi tiskanemu učbeniku in ohranja celotno vsebino DVD-ja (posnetki poskusov z analizo, interaktivne naloge za ponavljanje in utrjevanje znanja, dodatne razlage, zbirke računskih nalog in izbirnih vprašanj), do katere dostopate preko interaktivnih ikon. V interaktivnem učbeniku lahko povečujete slikovno gradivo, rešujete interaktivne naloge s takojšnjo povratno informacijo ter si oblikujete svojo različico učbenika (podčrtujete izbrano vsebino, dodajate zaznamke in beležke).

Interaktivne vsebine so v tiskanem učbeniku označene z ikono .

UVOD

Temeljni cilj fizike je razumevanje bistva naravnih pojavov. Fizika proučuje naravo in poskuša odkrivati zakonitosti, po katerih se odvijajo naravni procesi. Opis naravnih pojavov zapišemo v matematičnem jeziku, v obliki enačb, s katerimi podamo odnos med fizikalnimi količinami.

Včasih spoznanj niso opisovali z enačbami. Galileo Galilei je enakomerno pospešeno gibanje opisal takole: »Gibanje je enako ali enakomerno pospešeno natanko tedaj, ko začne iz mirujočega položaja njegov moment (celeritatis momenta) v enakih časih prejemati enako velika povečanja.« To z enačbo zdaj zapišemo: $v = at$. Isaac Newton je svoj drugi zakon povzel: »Sprememba gibanja je vselej sorazmerna z vtisnjeno silo gibanja, ki ima smer ravne črte, na kateri je ta sila vtisnjena.« Zdaj ga zapišemo: $\vec{F} = m\vec{a}$.

Pri opisu naravnih pojavov si pomagamo z definicijami, izreki in zakoni. Definicije so predpisi, ki vpeljejo količino na podlagi drugih količin, npr. hitrost definiramo kot kvocient premika in časovnega intervala. Izreke izpeljemo iz zakonov s predpostavkami in matematičnimi prijemi. Osnovni zakoni narave temeljijo na opazovanju naravnih pojavov in na ustreznih poskusih, s katerimi preverjamo njihovo veljavnost. Zakonov ne moremo izpeljati ali definirati. Veljajo tako natančno, kolikor so natančni poskusi, s katerimi preverjamo njihovo veljavnost. Klasična mehanika, ki temelji na Newtonovih zakonih, zadovoljivo opiše naravne pojave v makroskopskem svetu, katerega del smo. Ko se podamo v svet atomov in jeder, se zakoni klasične mehanike ne ujemajo z rezultati meritev. Opis narave v tem mikro svetu temelji na zakonih kvantne mehanike. Dokler opisujemo telesa, ki se gibljejo s hitrostjo, mnogo manjšo od svetlobne, shajamo s klasično mehaniko. V svetu hitrih teles pa se zatečemo k posebni teoriji relativnosti. Če v igro stopi še gravitacija, denimo pri gibanju planetov in zvezd ali pa pri GPS-u, uporabimo splošno teorijo relativnosti.

Čeprav se zavedamo, da je narava enotna in so vsi pojavi tako ali drugače prepleteni med seboj, se zdi, da je mogoče fizikalno proučevanje in opisovanje narave razdeliti na posamezna področja. Fiziko tako v grobem razdelimo na mehaniko, termodinamiko, elektromagnetizem, optiko in moderno fiziko. V prvi knjigi obravnavamo uvodni del o merjenju ter del mehanike, ki obsega premo in krivo gibanje, silo in navor, Newtonove zakone in gravitacijo ter izreka o gibalni in vrtilni količini.

Vsebinsko je učbenik razdeljen na splošna in posebna znanja (posebej označena). Razlaga je podprta z zgledi, vprašanji, poskusi, računskimi nalogami ter pestrim in nazornim slikovnim gradivom. Namen teh vsebin je utrjevanje znanja in spodbujanje k razumevanju in prepoznavanju fizikalnih pojavov v vsakdanjem življenju. Okvirčki s povzetki vsebin in ključnih pojmov vam bodo v dodatno pomoč pri ponavljanju in utrjevanju znanja. Vsa poglavja dopolnjuje pester nabor izbirnih vprašanj, ki so podobna vprašanjem na maturi, in računskih nalog, ki si sledijo od lažjih k težjim. Učbenik je nadgrajen z interaktivno različico, ki vsebuje posnetke poskusov z analizo, interaktivne naloge različnih tipov za ponavljanje in utrjevanje znanja, dodatne razlage (zahtevnejši matematični prijemi, poglobljene razlage vsebin iz učbenika, izbirne vsebine in zanimivosti), dodatne računske naloge, povečave slikovnega gradiva in druge vsebine.

Pri snovanju učbenika sva se oprla na različne vire in literaturo, med drugim tudi na deli *Didaktika fizike – Aktivno učenje ob poskusih* Gorazda Planinšiča in *O poučevanju fizike* Janeza Strnada.

Avtorja vam želiva veliko veselja ob učenju fizike in obilico novih, koristnih spoznanj. Kar ozrite se in videli boste, da je fizika povsod okoli nas.

3. Sila in navor



Star pregovor pravi, da zlepa več dosežemo kot s silo. Sila je pojem, ki ga v življenju pogosto slišimo v povezavah, ki ne pomagajo nujno pri razumevanju tega sila pomembnega fizikalnega pojma. Omenimo nekaj okoliščin, v katerih naletemo na raz: policija uporablja silo, sila vojne urne, politična sila, pomorska sila, neizmerna sila ljubezni, cenena delovna sila. Nezolmijiva sila naj bi bila menda močna volja. Nujna nas sili v dejanja. Avto lahko gre za silo, za silo se lahko ogreje ali posušimo, za silo se lahko sporazumevamo, po vsej sili bi radi uspehi, od silo nastanili smo redno, vedno pa imamo od silo opravkov in v sili se hudič muhe žre. Sila se nam mudi ali pa nam je kaj sila všeč, in ko hodimo, je vse sila daleč ...

Sila ima smer navzdol, navzgor, od osi, proti osi, tangento, pravokotno, poševno, pod kotom, levo, desno, sem, tja, nazaj, aksialno, radialno, centripetalno, centrifugalno. Sila je teža, vzgon, je sila podlage, sila na klancu, sila ote, vrvi, droga, vzmeti, upora, trenja, lepjenja, površinske napetosti, natezna sila, sila curka, magnetna, električna, pogoonska, zaviralna, sila sunka. Sila je torej silo pisan pojem in kar zamislite si življenje, v katerem silo ne bi bilo. Bi silo? Pravzaprav ne. Na silo naletimo povsod. Sila živčuje atome, ki nas sestavljajo. Zaradi teže ne odričemo v vesolje, zaradi silo podlage pa ne pademo proti središču Zemlje. Sila poskbi tudi, da svinčnik na papirju pusti sled, in sila omogoča, da se premikamo naokoli. Kakorkoli razpolika je že sila, v naravi lahko zasledujemo njen vter da stih temeljni sil, ki jih na ravni gradnikov snovi imenujemo interakcije. To so elektromagnetna, gravitacijska, šibka in močna interakcija. V našem svetu imamo večnoma opravka s sila v prvima dveh.

V fiziki je sila natančno definirana količina: sila deformira telesa, pospešuje, opravlja delo. Sila je lahko privlačna, odbojna, stržna, povezuje, razdira, stiska, razteza, potiska, zavira in premika. Sila prijemlje, vpliva, deluje v točki, po krivulji, površini, prostornini.

1. Prazgodovinska uprta na telo drago telo, a v 18. stoletju je vloga vlogi postavljena v pogovorno silo. Res je tudi, da sila ne opravlja nobene dela, od bi se močilo jarmati silo prenesti, zato bi bilo namerano vneto, bodje vti v vti, potiska, vpliva, prijemlje, kaj pa je iz vsega nekajev vnetih, kaj bo močilo uporabljati.

Zgledi navajajo k razmisleku in razumevanju fizikalnih pojavov.

Uvodna motivacija

Posebna znanja in zahtevnejše vsebine so označeni z rumenimi pasicami.

Povzetki vsebin in ključnih pojmov vam bodo v pomoč pri ponavljanju in utrjevanju znanja.

Vprašanje: Kvačasto kladu potiskamo po vodoravni podlagi, enkrat postavljeno šokanci, drugič leže. Kaj veva za silo trenja v obeh primerih?



- A Sila trenja je v prvem primeru manjša.
- B Sila trenja je manjša v drugem primeru.
- C Sila trenja je v obeh primerih enaka.

Opomba: Pravi odgovor je C, kar pa veva samo v publikaciji silo trenja, ki je v vseh primerih enako. Če v prvem primeru pride do silo trenja, ki je namerano silo trenja, vpliva na podlago sila, da se podlaga pri drsenju upornost. Taki zgledi so namerano in drsenje. Vsi o vseh pojavih je v interaktivnem učbeniku.

Vzroke trenja na mikroskopski ravni lahko razložimo z zatikanjem izboklin na navidezno ravni površini ter z vzpostavljanjem in trganjem atomskih vezi med telesom in površino. Pri drsenju telesa po podlagi lahko pride tudi do prenosa snovi. Snow se odrga s telesa in pripripi na podlago (ali obratno). Na ta način puška sled svinčnik ali guma. Trenje je manjše, če je med telesom in podlago plast maziva.



Slika 3.33: Smer sile lepjenja (ali trenja) je narisana z rdečo puščico in nasprotuje sili, s katero skuhamo telo spraviti v gibanje (modra puščica). Smer sile lahko razberemo tudi iz usmerjenosti ščitin na kraku.

Pojav komponente sile podlage, ki nasprotuje gibanju, imenujemo trenje. Tudi na telo, ki miruje, lahko deluje sila podlage s komponento, ki leži v stični ploskvi. Ta pojav je lepjenje. Lepenje telesa preprečuje zdrs, tudi če na telo delujejo druge sile s skupno komponento F , vzporedno s podlago. Sila lepjenja uravnoteži F , dokler F ne preseže mejne vrednosti. Tedaj se telo začne premikati in na telo deluje sila trenja, ki je navadno nekoliko manjša od največje sile lepjenja. Mejna vrednost sile lepjenja je $F = k_s F_N$, kjer je k_s koeficient lepjenja in je odvisen od snovi, iz katere sta telo in podlaga, in oblike površine. Koeficient lepjenja je značilno večji od koeficienta trenja.



Slika 3.34: Guma zaradi trenja pusti sled na asfaltu.

SILA LEPENJA
Podlaga vzporedna komponenta sile podlage, ki nasprotuje relativnemu gibanju telesa in deluje, dokler telo miruje. Doseže lahko največ vrednost $F = k_s F_N$, kjer je koeficient lepjenja.



Zbirka vprašanj in nalog na koncu poglavja

Kazalka opozarja na vsebine, ki jih najдете v interaktivni različici učbenika.

3. Sila in navor

Zgled

NORMALNA SILA
Komponenta sile podlage, ki je na podlago pravokotna.

SILA TRENJA
Podlaga vzporedna komponenta sile podlage, ki nasprotuje relativnemu gibanju telesa:
 $F_t = k_s F_N$
 k_s je koeficient trenja.

KOEFICIENT TRENJA

telo/podlaga	k_s
aluminij/jeklo	0,61
bakar/jeklo	0,53
modrina/jeklo	0,51
lino/lesnabaker	1,05
guma/alata beton	0,30
guma/nah beton	1,0
leštec/beton	0,62
bakar/steklo	0,68
staklo/steklo	0,94
kovina/les	0,2-0,6
jeklo/jeklo	0,80
jeklo/črna	0,04
črna/črna	0,04
leštec	0,25-0,5
guma/guma	1,1
leštec/jeklo	0,03
leštec/leštec	0,02-0,5

Najmanjši koeficient trenja 0,02 ima slatina bosa, največji pa magnetje.
*Dvignit na ledu ni enostaven pojav in ga lahko v treznem opazimo le približno.

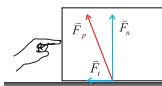
3.8 Sile trenja, lepjenja in upora

S kolesom se peljemo po ravni cesti in se navečimo poganjati. Čeč čas se ustavimo. To se zgodi zato, ker na nas delujejo tla in okoliški zrak s silo, ki nasprotuje gibanju. Ti sili sta posledici trenja in upora.

Nekdaj so verjeli, da se telo ne more gibati, če nanj ne deluje zunanja sila. To napačno prepričanje izhaja iz izkušnje, da telo (avto, žoga, plošček na ledu ...) prej ali slej obmiruje, če ga nekaj ne poganja, četudi se telo premika po vodoravni površini. Vendar pri tej razlagi spregledamo trenje. Sila trenja povzroči zaviranje telesa. Telo na podlago deluje s silo, kar nazorno opazimo, če hodimo po svežem snegu in za seboj puščamo sledi. Tudi podlaga deluje na telo z nasprotno enako silo, kot nas uči zakon o vzajemnem učinku. Silo podlage lahko razdelimo na dve pravokotni komponenti (slika 3.32): **normalno silo** (komponenta, ki je pravokotna, normalna na podlago) in silo, vzporedno podlago. Normalna komponenta poskbi, da se telo ne ugreza v podlago ali odmika od podlage. Pri togem telesu¹⁰, ki se giblje po podlagi, je vzporedna komponenta sile podlage **sila trenja**. Po smeri sila trenja nasprotuje gibanju. V približju je sila trenja neodvisna od hitrosti telesa ter velikosti stične ploskve in je po velikosti sorazmerna normalni komponenti sile podlage:

$$F_t = k_s F_N$$

k_s je koeficient trenja in je odvisen od snovi, iz katere sta telo in podlaga, ter načina obdelave stične ploskve (na gladki ploščki je trenje manjše kot na hrupavi). Koeficient trenja ima enoto ena.



Slika 3.32: Silo podlage razdelimo na normalno komponento (pravokotno na podlago), ki uravnoteži teža, ter komponento, vzporedno podlago, ki nasprotuje gibanju telesa.

10 Tu namerano govornico o togem telesu. Pri gibanju človeka ali avtomobila imamo s tem prepričanim opazno izjemo. Podlaga prisila, ki se giblje relativno na tla, stoji na šahi pri miru in obeh sila lepjenja pravzaprav omogoča gibanje.

3.14 Vprašanja in naloge

Vprašanja

- Na sliki 3.85 prest stiska žogico, ki stoji na mizi. S kakšno silo žogica deluje na prest?
 - A S silo nič, sila na prest pride od mize.
 - B S polovično silo, saj druga polovica pride od mize.
 - C S telo žogice.
 - D Z enako silo kot deluje prst na žogico.
 - E Z dvojno silo, kot je sila prsta, saj se sili žogice pridruži tudi sila podlage.



Slika 3.85

Odgovor: D

- Fanta si stojita nasproti in drug drugega potiskata z rokama. Ali kdo od njiju druga pritisaka z večjo silo (močnejše)?
 - A Močnejši potiska z večjo silo.
 - B Oba potiskata z enako silo.
 - C Ni mogoče odgovoriti.



Slika 3.86

Odgovor: B

- Kaj pa, če je drugi na kotalkah in ga prvi odrine? Ali kdo od njiju druga pritisaka z večjo silo?
 - A Z večjo silo potiska prvi.
 - B Z večjo silo pritisaka drugi.
 - C Oba delujeta z enako silo.



Slika 3.87

Odgovor: C

- Knjiga leži na mizi. Ali sta teža knjige in navpična sila, s katero miza deluje na knjigo, par iz tretjega Newtonovega zakona?
 - A Da.
 - B Ne.
 - C $F_1 = -F_2$
 - D $F_1 = F_2$

Odgovor: B. Par sta sila teže knjige in sila knjige na stičnici Zemlje ter sila mize na knjigo in sila knjige na mizo.

- Katera od spodaj navedenih sil spada med sile, ki učinkujejo na daljavo?
 - A Gravitacijska sila (ali »teža«).
 - B Trenje.
 - C Vgon.
 - D Sila vzmeti.

Odgovor: A

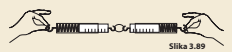
- Slika 3.88 kaže fanta, ki sedi na stolu. Fant in stol skupaj predstavljata opazovani sistem telesa. Katera od navedenih sil je notranja sila?
 - A Sila tal na stol.
 - B Sila stola na fanta.
 - C Teža stola.
 - D Teža fanta.



Slika 3.88

Odgovor: B

- Lahek obroček povlečemo s silometerom v nasprotni smeri hoda tako, da je v ravnovesju. Levi silometer vsebuje mehko vzmet s praznotnim koeficientom k , desni silometer vsebuje tršo vzmet s praznotnim koeficientom $2k$. Katera od izjav je pravilna?
 - A $F_1 = F_2$
 - B $F_1 = \frac{F_2}{2}$
 - C $F_1 = -F_2$
 - D $F_1 = 2F_2$



Slika 3.89

Odgovor: C

- Dve sili ponazorimo z usmerjenima daljicama tako, kot kaže slika 3.90. Katera od spodnjih izjav je pravilna?
 - A $F_1 = F_2$
 - B $F_1 = -F_2$
 - C $F_1 = -F_2$
 - D $F_1 = F_2$



Slika 3.90

Odgovor: D