



Zorica Zavirovska
Gabrijela Boškowska

FIZIKA

za VII razred
u osnovnom obrazovanju

ARS
studio

FIZIKA za VII razred u osnovnom obrazovanju

Autori:

Zorica Zavirovska
Gabrijela Boškovska

Recenzenti:

prof. dr Danica Krstovska
prof. dr Boce Mitrevski
Igor Nikolovski

Naslov originala:

ФИЗИКА за VII одделение во основно образование
Зорица Завировска
Габриела Бошковска

Prevod sa makedonskog jezika na bosanski jezik: Izeta Babačić

Lektor: Aida Zuković

Stručna redakcija: Aida Petrovska, Zorica Zavirovska

Urednik: Aida Petrovska, Zorica Zavirovska

Kompjuterska obrada, ilustracije, korica i dizajn: Vladimir Mladenovski - ARS STUDIO

Grafičko i tehničko uređenje: Krsto Gligorjadić - ARS STUDIO

Štampa: Polisterdej, ul. 1552, br. 10, 1000 Skoplje

Tiraž: 40

Mjesto i godina izdavanja: Skoplje, 2025. godina

Izdavač: ARS STUDIO

Ul. Maksim Gorki br. 31a-2, 1000 Skoplje

© ARS STUDIO Skoplje, 2025

Sva prava su zadržana. Nijedan dio ove knjige ne može biti preštampan, umnožen ili iskorišten u bilo kojem obliku ili na bilo koji elektronski, mehanički ili drugi način, sada poznat ili koji će nastati u budućnosti, uključujući fotokopiranje i snimanje, niti se može pohraniti ili vratiti u bilo koji sistem za čuvanje i povrat informacija bez pismene dozvole izdavača.

Sa Odlukom o odobravanju udžbenika za predmet Fizika za VII razred u osnovnom obrazovanju br. 26-829/3 od 26.8.2025. godine, donetom od Nacionalne komisije za udžbenike.

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

372.8:53(075.2)=163.41(497.6)

ZAVIROVSKA, Zorica

Fizika : za VII razred u osnovnom obrazovanju / Zorica Zavirovska, Gabrijela Boškovska ; [prevod sa makedonskog jezika na bosanski jezik Izeta Babačić]. - Skoplje : Ars studio, 2025. - [2] 102, стр. : илустр.; 30cm

Превод на делото: Физика за VII одделение во основно образование

ISBN 978-608-239-516-6

1. Boškovska, Gabrijela [автор]

COBISS.MK-ID 66842885

PREDGOVOR

Udžbenik je izrađen u skladu s nastavnim programom za predmet FIZIKA za VII (sedmi) razred. Sadržaj udžbenika pažljivo je usklađen s didaktičkim i metodičkim smjernicama programa, s ciljem da učenicima omogući ne samo teorijsko znanje, nego i praktičnu primjenu naučenog u svakodnevnom životu. Uključeni su brojni primjeri iz stvarnog života koji razjašnjavaju fizičku dinamiku okruženja, potičući kritičko razmišljanje i razvijanje naučnog interesa.

Udžbenik obuhvata različite aspekte fizike i istražuje ih kroz zanimljive i kreativne zadatke, koji nude više mogućnosti za rješavanje. Ti zadaci ne samo da razvijaju vještine rješavanja problema, već ohrabruju učenike da razmišljaju na različite načine i da eksperimentišu s različitim pristupima kako bi došli do rezultata. Tokom učenja, učenici će se susresti s prijedlog-simulacijama koje olakšavaju demonstracije i eksperimente, pomažući im da steknu praktično razumijevanje fizičkih pojmova i zakona.

Nastavni materijal podijeljen je u tri tematske cjeline, koje obuhvataju ključne aspekte fizike:

- **TEMA 1 – TIJELA, FIZIČKE VELIČINE I NJIHOVO MJERENJE**
- **TEMA 2 – MEĐUDJELOVANJA TIJELA**
- **TEMA 3 – PRITISAK**

Na kraju svake tematske cjeline uključena su dodatna pitanja i zadaci koji ohrabruju učenike da primijene stečena znanja i vještine. Ti zadaci ne samo da provjeravaju njihovo razumijevanje fizike, nego ih potiču i na daljnje istraživanje, samostalno učenje i kritičko razmišljanje.

Udžbenik je osmišljen tako da omogućava učenicima da izraze svoje ideje i razviju istraživački duh, koji je ključan za njihov daljnji razvoj. Istovremeno, on služi i kao alat koji se može koristiti za dodatna istraživanja i istraživačke projekte, koji se mogu prilagoditi ili zamijeniti sličnima, u skladu s interesima i potrebama učenika.

Skoplje, 2025
Autori

SADRŽAJ

PREDGOVOR

3

Tema 1

TIJELA, FIZIČKE VELIČINE I NJIHOVO MJERENJE

7

1.1

UVOD U FIZIKU

8

1.2

FIZIČKE VELIČINE I NJIHOVO MJERENJE

11

1.2.1

VELIČINE I JEDINICE MJERE U SVAKODNEVICI

15

1.3

MJERENJE VOLUMENA

20

1.4

MASA I INERTNOST

24

1.5

ODREĐIVANJE GUSTINE

28

TEMATSKO PONAVLJANJE

34

Tema 2

MEĐUDJELOVANJA TIJELA

37

2.1

SILA

38

2.1.1

SLAGANJE SILA

41

2.1.2

VRSTE SILA I MJERENJE SILE

44

2.2

ELASTIČNA SILA

47

2.3.

ZEMLJINA TEŽA I TEŽINA

50

2.4.	SILA TRENJA	55
2.5.	TEŽIŠTE I RAVNOTEŽA TIJELA	61
2.6.	POLUGA I NJENA PRIMJENA	63
	TEMATSKO PONAVLJANJE	66
Tema 3		
	PRITISAK	69
3.1	SILA I PRITISAK	70
3.1.1	PRENOŠENJE PRITISKA. PASKALOV ZAKON	73
3.1.2	HIDRAULIČNE MAŠINE	75
3.2.	HIDROSTATIČKI PRITISAK	77
3.3	ATMOSFERSKI PRITISAK	81
3.4.	SILA POTISKA	85
3.5.	PLIVANJE, TONJENJE I LEBDENJE TIJELA	89
	TEMATSKO PONAVLJANJE	91
	RJEŠENJA	93



TIJELA, FIZIČKE VELIČINE I NJIHOVO MJERENJE

1.1.
UVOD U FIZIKU

1.2.
FIZIČKE VELIČINE I NJIHOVO MJERENJE

1.2.1.
VELIČINE I JEDINICE MJERE U SVAKODNEVNOM ŽIVOTU

1.3.
MJERENJE VOLUMENA

1.4.
MASA I INERTNOST

1.5.
ODREĐIVANJE GUSTINE

1.1

UVOD U FIZIKU

Priroda je skup svih živih i neživih stvari koje postoje na Zemlji, nezavisno od ljudske aktivnosti. Ona obuhvata biljke, životinje, vode, planine, zrak i sve prirodne pojave poput kiše, vjetra i sunčeve svjetlosti.

Još od davnina, ljudi su posmatrali ono što se dešava oko njih i pokušavali to razumjeti. Vremenom, kroz stalna posmatranja, ljudi su počeli učiti sve više o prirodi. Tako je nastala jedna od najstarijih nauka o prirodi – fizika, koja je dobila ime od grčke riječi (φύσις, physis), što znači priroda.

Fizika je naučna disciplina koja se bavi proučavanjem osnovnih zakona **prirode**, posebno svojstava materije, energije i njihove međusobne interakcije. Da bismo razumjeli neku pojavu, potrebno je ispitati sve uslove pod kojima se ona dešava, utvrditi šta na nju utiče i shvatiti kako su ti faktori međusobno povezani.

POJMOVI

- prirodne nauke
- fizika
- fizička pojava
- fizičko tijelo
- supstanca
- posmatranje
- eksperiment
- naučna metoda

PRIRODA NEŽIVA ŽIVA



Prirodne pojave su oduvijek bile zanimljive ljudima, a posebno one koje su utjecale na njihov život, kao što su kiša, grmljavina, duga i dr. Ljudi su ih posmatrali i pokušavali da ih razumiju. Iz tog znanja i tumačenja razvile su se prirodne nauke. **Prirodne nauke su naučne discipline koje se bave proučavanjem prirode i prirodnih pojava.** One obuhvataju oblasti kao što su fizika, hemija, biologija, astronomija i geologija.

Svaki predmet ili materijalni objekt koji zauzima prostor i ima masu nazivamo fizičko tijelo. Ono može biti napravljeno od različitih materijala i može imati različite oblike, veličine i osobine. Primjeri fizičkih tijela su: kamen, lopta, drvo, automobil ili čaša. Svako fizičko tijelo može se proučavati prema svojim fizičkim karakteristikama, kao što su masa, volumen, gustina i oblik.

Fizičke pojave su promjene u prirodi koje ne uzrokuju promjenu sastava materije. Kod fizičkih pojava materijali ostaju isti, ali se može promijeniti njihov oblik, stanje ili kretanje. Primjeri fizičkih pojava su: topljenje leda, isparavanje vode, savijanje metala ili kretanje automobila. Ove pojave ne stvaraju nove supstance, već samo mijenjaju fizička svojstva postojećih. Fizička svojstva mogu se posmatrati i mjeriti pomoću instrumenata, pri čemu supstanca ostaje ista, s nepromijenjenim identitetom (masa, volumen, gustina, temperatura, agregatno stanje, boja, miris, rastvorljivost).

PODSJETITE SE:

Materija i supstanca

Materija je sve što postoji oko nas. Ima masu, zauzima prostor i neprestano se kreće.

Materija ne može nestati niti nastati ni iz čega, već se samo mijenja – na primjer, led se topi u vodu, a voda isparava u paru.

Oblici materije

Postoje dva glavna oblika materije:

- 1 **Supstanca** (materija od koje su napravljeni svi predmeti i živa bića.)
Supstanca može biti: čista (voda, željezo, kisik) ili smjesa (zrak, sok, slana voda). Svaka vrsta supstance ima svoje karakteristike: boju, miris, ukus ili sposobnost da se rastvori u vodi.
- 2 **Fizičko polje** (oblik materije putem kojeg se ostvaruje beskontaktno međudjelovanje među tijelima.)

Primjeri fizičkih polja:

- Električno polje – sitni papirići se lijepe za lenjir protrljan o kosu.
- Magnetno polje – kompas i Zemljin magnetsko polje.
- Gravitacijsko polje – Zemlja u orbiti oko Sunca.



Slika 1 - Koraci naučnog metoda

Da bi se upoznala svojstva tijela i priroda pojava koristi se naučni metod.

Naučni metod podrazumijeva postavljanje pitanja o određenom problemu, posmatranje i istraživanje (prikupljanje podataka), postavljanje hipoteze (teorijski odgovor na pitanje, jedan od mogućih odgovora), osmišljavanje eksperimenta koji će pobiti ili potvrditi tu hipotezu, provođenje eksperimenta, analizu podataka dobijenih eksperimentom i, na kraju, izvođenje zaključka.

Posmatranje je pažljivo praćenje ili uočavanje pojava koje se dešavaju oko nas, s ciljem da prikupimo informacije i steknemo nova znanja. To može biti posmatranje prirodnih pojava, poput rasta biljaka, kretanja oblaka ili ponašanja životinja. Posmatranje je važan dio učenja i istraživanja jer nam pomaže da bolje razumijemo svijet.

Kada govorimo o posmatranju, ne mislimo samo na gledanje. Pomoću čula sluha razlikujemo različite zvukove, pomoću čula mirisa možemo osjetiti mirise supstanci koje ne možemo vidjeti, a pomoću čula dodira osjećamo težinu, teksturu i temperaturu predmeta oko nas.



Slika 2 – Prirodne pojave

Posmatranje prirodnih pojava u prirodnim uslovima ponekad može nas dovesti do pogrešnih zaključaka jer su te pojave kratkotrajne i teško se proučavaju. Zato naučnici nastoje da stvore te pojave u laboratorijama, tako da ih mogu ponavljati više puta ili učiniti da traju duže vrijeme.

Proces proučavanja tih prirodnih pojava, kada ih naučnici vještački stvaraju u laboratoriji ili učionici, naziva se **eksperiment**.

Fizika pri proučavanju fizičkih pojava koristi eksperiment, koji je praktična aktivnost izvedena radi ispitivanja, dokazivanja ili otkrivanja nečeg novog. Pomoću eksperimenata naučnici i učenici testiraju određene ideje ili teorije, posmatraju kako se nešto ponaša ili saznaju više o prirodnim zakonima.

Primjer eksperimenta je miješanje boje s vodom da bi se vidjelo kako se rastvara u zavisnosti od temperature vode ili mjerenje brzine isparavanja vode. Eksperimenti se često izvode

ZAPAMTITE:

- Prirodne nauke su naučne discipline koje se bave izučavanjem prirode i prirodnih pojava.
- Fizičke pojave su promjene u prirodi koje ne mijenjaju promjenu sastava materije.
- Vještačko izazivanje prirodne pojave u laboratoriji naziva se eksperiment.
- Svi predmeti u prirodi nazivaju se fizička tijela.
- Materija od koje su izgrađena sva fizička tijela naziva se supstanca.

u laboratorijama ili u školama, ali mogu se raditi i kod kuće ili u prirodi.

Fizika je nauka koja se zasniva na eksperimentalnim istraživanjima. Kada naučnici sprovode eksperimente, oni dobijaju rezultate koje analiziraju i povezuju. Na taj način nastaju fizički zakoni i teorije koji objašnjavaju kako funkcioniše svijet oko nas. Ti zakoni i teorije koriste se za izgradnju različitih uređaja i tehnologija koje upotrebljavamo u svakodnevnom životu, kao što su televizori, frižideri, telefoni, računari i medicinski aparati.

Zbog toga se fizika naziva: eksperimentalna (jer se zasniva na eksperimentima), teorijska (jer koristi teorije za objašnjenje pojava), primijenjena (jer se njena otkrića i zakoni primjenjuju u tehnologiji i svakodnevnom životu).

Fizika je povezana s drugim prirodnim naukama (hemijom, biologijom, astronomijom i dr.), kao i s matematikom, jer se preko nje opisuju prirodne pojave. Posebno je bliska hemiji, nauci koja proučava atome (hemijske elemente) i molekule (hemijska jedinjenja).

Otkrića u fizici doprinijela su razvoju tehnologije, ali i obrnuto – tehnička otkrića doprinijela su razvoju fizike.

PITANJA:

- 1 Šta predstavlja priroda?
- 2 Koja nauka proučava prirodu i dobila je ime po grčkoj riječi?
- 3 Šta je fizičko tijelo? Navedi jedan primjer.
- 4 Šta je posmatranje?
- 5 Šta su fizičke pojave? Navedi dva primjera.
- 6 Koja se čula koriste pri posmatranju?
- 7 Objasni šta je eksperiment i gdje se može izvoditi.
- 8 Opiši naučni metod u nekoliko koraka.
- 9 Zašto se fizika naziva eksperimentalna, teorijska i promjenljiva?
- 10 Kako je fizika povezana s drugim naukama i tehnologijom?

POJMOVI

- fizička veličina,
- mjerna jedinica,
- mjerni instrument,
- osnovna fizička veličina,
- simbol/oznaka,
- dužina, metar (m),
- lenjir,
- metarska traka,
- prefiksi mjernih jedinica,
- greške pri mjerenju.



Slika 3 - Mjerni instrumenti

1.2

FIZIČKE VELIČINE I NJIHOVO MJERENJE

U svakodnevnom životu redovno vršimo različita mjerenja.

Na primjer, prilikom školskim pregledima mjere nam se visina, masa, kapacitet pluća, krvni pritisak i broj otkucaja srca.

Mjerimo vrijeme kada putujemo od kuće do škole, kao i trajanje školskih časova i odmora.

Kada idemo na pijacu, mjerimo masu voća i povrća koje kupujemo.

Mjerimo i količinu vode koja nam je potrebna za kuhanje supe ili pudinga.

Fizičke veličine su svojstva tijela ili pojava koja se mogu izmjeriti, kao što su dužina, masa, vrijeme, temperatura i mnoga druga. Mjerenjem tih veličina možemo opisati tijela i pojave koje nas okružuju.

Za svaku fizičku veličinu definisana je jedinica mjere. Da bismo izmjerili neku veličinu, koristimo odgovarajući mjerni instrument, kao što su lenjir, vaga, sat ili termometar.

Mjerni instrument je naprava koju koristimo da bismo izmjerili fizičke veličine.

Na primjer:

Za mjerenje dužine koristimo **lenjir** ili **metarsku traku**.



Za mjerenje mase koristimo **vagu** ili **terazije**.

Za mjerenje vremena koristimo **sat** ili **hronometar**.



Za mjerenje temperature koristimo **termometar**.



Pomoću ovih instrumenata možemo tačno izmjeriti različite fizičke veličine u svakodnevnom životu.

Jedna fizička veličina smatra se izmjenom kada se uporedi s fizičkom veličinom iste vrste čija je veličina uzeta kao jedinica mjere.

Nakon izvršenog mjerenja dobijamo brojnu vrijednost veličine, uz koju se zapisuje odgovarajuća mjerna jedinica (3 kg, 9 m, 24°C).

Tako zapisane vrijednosti nazivaju se imenovani brojevi.

Ranije su se u različitim zemljama koristili različiti sistemi mjerenja. Na primjer, Francuzi su koristili metar kao mjernu jedinicu, a Englezi funte i inče.

To dovodi do konfuziju i bilo je teško uspostaviti međunarodne standarde za trgovinu i nauku.

Fizičke veličine, mjerne jedinice i njihove oznake

Fizička veličina		Jedinica	
naziv	oznaka	naziv	oznaka
dužina	ℓ	metar	m
masa	m	kilogram	kg
vrijeme	t	sekunda	s
jačina električne struje	I	amper	A
termodinamička temperatura	T	kelvin	K
Količina supstance	n	mol	mol
Intenzitet svjetlosti	I_v	kandela	cd

Tada su se, 1960. godine, naučnici i inženjeri iz različitih zemalja okupili na Generalnoj konferenciji za mjerenje i težinu i uspostavili Međunarodni sistem jedinica, poznat kao SI sistem. Cilj je bio da se ima jedinstven, unificiran sistem koji će se koristiti u svim zemljama.

U SI sistemu definiše se 7 osnovnih mjernih jedinica za različite fizičke veličine, a sve ostale veličine i njihove mjerne jedinice izvedene su iz osnovnih.

SI je veoma važan sistem jer omogućava ujednačeno i precizno mjerenje u nauci, industriji i svakodnevnom životu, što olakšava komunikaciju rezultata na globalnom nivou.

Sistem je dizajniran da bude jednostavan za korištenje i da se prilagođava kroz vrijeme kako nauka napreduje.

Simbol je kratka oznaka koja se koristi da bi se prikazala fizička veličina ili njena mjerna jedinica. Simboli su standardizovani i koriste se na globalnom nivou kako bi se pojednostavila komunikacija u nauci i tehnologiji.

Simbol za fizičku veličinu je kratka oznaka koja predstavlja samu veličinu.

Primjer:

v za brzinu,

t za vrijeme,

m za masu.

Simbol za mjernu jedinicu je oznaka koja predstavlja mjernu jedinicu za određenu fizičku veličinu.

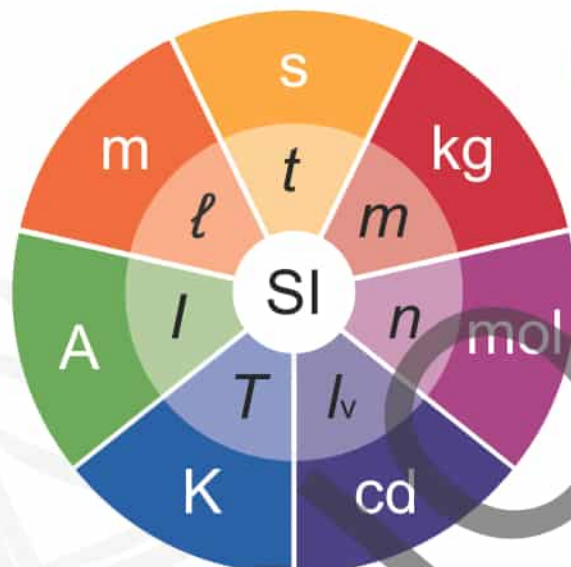
Primjer:

m za metar (jedinica za dužinu),

s za sekundu (jedinica za vrijeme),

kg za kilogram (jedinica za masu).

Simboli za mjerne jedinice pomažu nam da izrazimo veličinu izmjerenih vrijednosti na kratak, precizan i razumljiv način. Bez tog usklađivanja bilo bi teško pravilno razumjeti podatke, posebno kada se koriste u različitim jezicima i oblastima nauke.



Slika 4 – Osnovne veličine i jedinice u SI

Ponekad izmjerene vrijednosti mogu biti veoma velike ili veoma male. Da bismo ih lakše zapisivali i razumjeli, koristimo prefikse. Prefiksi su skraćenice koje stavljamo ispred mjernih jedinica kako bismo pokazali koliko puta je brojna vrijednost veća ili manja od osnovne jedinice.

Na primjer, umjesto da kažemo 1 000 metara, možemo reći 1 kilometar (km), umjesto 1 000 000 metara, možemo reći 1 megametar (Mm), umjesto 0,001 metar, možemo reći 1 milimetar (1 mm), umjesto 0,000001 metar, možemo reći 1 mikrometar (μm).

Prefiksi u Međunarodnom sistemu jedinica

Vrijednost	Naziv	Oznaka	Vrijednost	Naziv	Oznaka
10^{-24}	jokto	y	10^{24}	jota	Y
10^{-21}	zepto	z	10^{21}	zeta	Z
10^{-18}	ato	a	10^{18}	eksa	E
10^{-15}	femto	f	10^{15}	peta	P
10^{-12}	piko	p	10^{12}	tera	T
10^{-9}	nano	n	10^9	giga	G
10^{-6}	mikro	μ	10^6	mega	M
10^{-3}	mili	m	10^3	kilo	k
10^{-2}	centi	c	10^2	hekto	h
10^{-1}	deci	d	10^1	deka	da

Kada nešto mjerimo, uvijek može doći do male greške. Nijedno mjerenje nije savršeno tačno, ali važno je da znamo zašto nastaju greške i kako ih možemo smanjiti.

Vrste grešaka:

Grube (velike) greške nastaju se ako pogrešno pročitamo broj ili pogrešno zapišemo rezultat. Primjer: Htjeli smo izmjeriti 12 cm, ali smo greškom zapisali 21 cm.

Slučajne greške dešavaju se bez namjere da pogriješimo, zbog malih pokreta ruke ili instrumenta. Primjer: Ako više puta mjerimo dužinu knjige, svaki put možemo dobiti malo drugačiji rezultat.

Sistematske greške dešavaju se ako mjerni instrument nije ispravan ili ako uvijek mjerimo na pogrešan način. Primjer: Ako je lenjir položen i počinje od 0,5 cm umjesto od 0 cm, sva mjerenja će biti netačna.

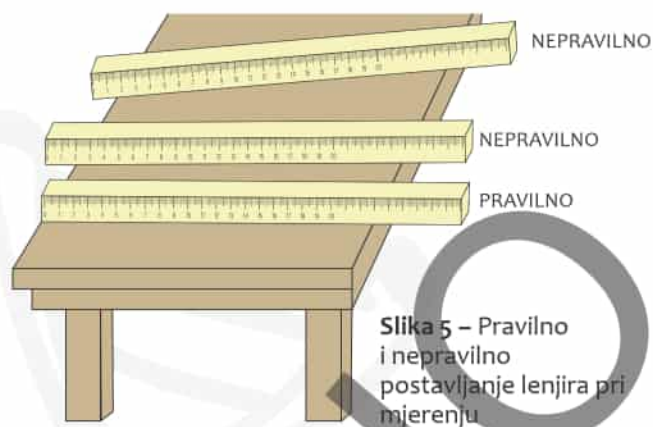
Kako da smanjimo greške?

- Da pazimo kako mjerimo i zapisujemo.
- Da koristimo ispravne instrumente.
- Da mjerimo više puta i da pronademo prosječnu vrijednost.
- Da gledamo pravo u instrument, a ne pod uglom (kako bismo izbjegli grešku pri očitavanju).

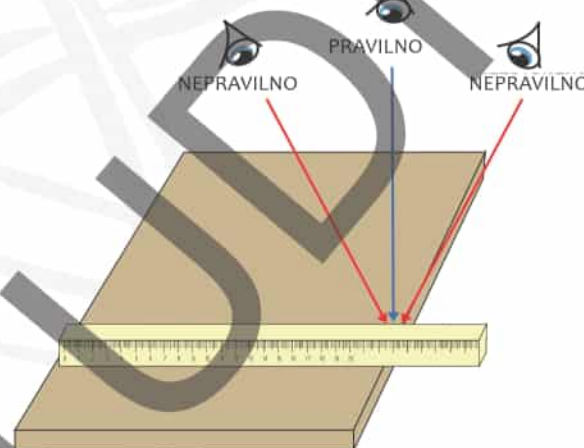
Nauka nam pomaže da budemo precizniji, ali uvijek treba da zapamtimo da ne postoji potpuno tačno mjerenje.

ZAPAMTITE:

- Fizička veličina je svojstvo tijela ili pojave koje mjerimo.
- Mjerni instrument je naprava za mjerenje fizičkih veličina.
- Jedna fizička veličina je izmjerena ako je upoređena s fizičkom veličinom iste vrste čija je veličina uzeta za jedinicu mjere.



Slika 5 – Pravilno i nepravilno postavljanje lenjira pri mjerenju



Slika 6 – Pravilno i nepravilno gledanje (postavljanje ljudskog oka) pri mjerenju lenjirom

PITANJA:

- 1 Šta je fizička veličina?
- 2 Navedi tri primjera mjerenja fizičkih veličina koje obavljam u svakodnevnom životu.
- 3 Koja je jedinica mjere za masu u SI sistemu?
- 4 Šta označava skraćenica SI?
- 5 Zašto se koriste simboli za fizičke veličine i njihove jedinice?
- 6 Šta je mjerni instrument? Navedi dva primjera.
- 7 Šta je prefiks i zašto se koristi? Navedi jedan primjer.
- 8 Objasni kako se dobija „imenovani broj“. Navedi jedan primjer.
- 9 Koje su tri glavne vrste grešaka pri mjerenju i kako se mogu smanjiti?
- 10 Zašto je stvoren SI sistem i kakav značaj ima danas?

1.2.1

VELIČINE I JEDINICE MJERE U SVAKODNEVICI

Već si naučio da je sve što nas okružuje sastavljeno od tijela i pojava. Kada želimo da uporedimo ili opišemo ta tijela, često koristimo riječi kao što su: „viši“, „teži“, „topliji“ ili „brži“. Za nauku, takvi opisi nisu dovoljni. Zato u fizici koristimo fizičke veličine koje su mjerljiva svojstva tijela i pojava u prirodi.

Vrlo je važno razlikovati fizičku veličinu od jedinice mjere. Već znaš da svojstvo tijela ili pojave koju mjerimo predstavlja fizičku veličinu. Jedinica mjere je standardizovana i dogovorena veličina za izražavanje mjernih vrijednosti.

Primjer:

Ako kažemo da jedno pakovanje brašna ima masu od 3 kg, tada: „masa“ je fizička veličina, „kg“ je mjerna jedinica, a „3“ je brojna vrijednost.

U fizici postoje:

a) Osnovne fizičke veličine — one su nezavisne, ne izvede se iz drugih.

Primjeri:

- dužina (l),
- masa (m),
- vrijeme (t),
- temperatura (T).



Slika 7 – Vrste metra



b) Izvedene fizičke veličine – dobijaju se kombinacijom osnovnih veličina.

Primjeri:

- Brzina = $\frac{\text{dužina}}{\text{vrijeme}}$
- Simbol: v , mjerna jedinica: metar u sekundi (m/s)
- Gustina = $\frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$
- Simbol: ρ , mjerna jedinica: kg/m³
- Površina = dužina · širina
- Simbol: P , , mjerna jedinica: kvadratni metar (m²)
- Volumen = dužina · širina · visina
- Simbol: V , mjerna jedinica: kubni metar (m³)

Fizičke veličine nam pomažu da tačno opišemo tijela i pojave. Mjerne jedinice nam omogućavaju da damo smislen brojčani izraz tim mjerenjima. Ako naučimo pravilno da ih koristimo, moći ćemo naučno i jasno da komuniciramo i istražujemo sve što se dešava oko nas.

Hajde da uradimo nekoliko aktivnosti u kojima ćemo mjeriti dužine na različite načine i bilježiti ih u različitim mjernim jedinicama.

Mjerenje dužine predmeta

Koraci:

- Uzmite tri predmeta: knjigu, olovku i gumicu.
- Odgovarajućim mjernim instrumentom (lenjir ili metarska traka) izmjerite njihovu dužinu.
- Zapišite izmjerene vrijednosti u centimetrima (cm).
- Pretvorite ih u osnovnu mjernu jedinicu za dužinu – metre (m).
- Tabela za rezultate:

predmet	dužina (cm)	dužina (m)
knjiga		
olovka		
gumica		

Formula za pretvaranje:

$$1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

Da biste pretvorili centimetre u metre, množite sa 0,01 ili dijelite sa 100.

Pitanja za razmišljanje:

- 1 Koji predmet ima najveću, a koji najmanju dužinu?
- 2 Šta bi se desilo ako bismo koristili drugi mjerni instrument?
- 3 Može li doći do greške pri mjerenju? Kako je možemo smanjiti?
- 4 Zapišite svoje rezultate i razgovarajte o njima sa svojim školskim drugovima.

Mjerenje veoma malih dimenzija bez odgovarajućeg pribora

Kada imamo potrebu da izmjerimo veoma male dimenzije, a nemamo odgovarajući mjerni instrument (kao što su šubler ili mikrometar), možemo iskoristiti lenjir, koji je sastavni dio svakog školskog pribora.

Primjer: **Mjerenje prečnika (dijametra) žice pomoću lenjira**

Da bismo izmjerili prečnik žice, najbolje je da je savijemo u oblik kalema (spirale) tako da jedan zavoj bude neposredno pored drugog.

Koraci:

- 1 Napravite desetak zavoja (spirala) od žice, poredajući ih blizu jedne do druge.
- 2 Lenjirom izmjerite ukupnu dužinu svih zavoja zajedno (L_s).
- 3 Tu ukupnu dužinu podijelite s brojem zavoja (n) da biste dobili prečnik žice (d): $d = L_s/n$
- 4 Ponovite postupak tri puta i izračunajte srednju vrijednost prečnika.
- 5 Mjerenja unosite u tabelu:



Slika 8 - Spirala

Šta mjerimo	mjerenje 1	mjerenje 2	mjerenje 3	sr. vr.
Ukupna dužina 10 zavoja (L_s)				
Prečnik žice (d)				

Ova metoda nam omogućava preciznije mjerenje, jer mjerenje više zavoja smanjuje moguću grešku.

Uporedite dobijene rezultate s drugim parovima i razgovarajte o njima.

AKTIVNOST 3

Mjerenje rastojanja pomoću koraka

Cilj: Da naučimo kako možemo mjeriti rastojanje koristeći vlastite korake kao mjernu jedinicu.

Koraci za izvođenje aktivnosti:**1 Odredi dužinu svog koraka**

- Izmjeri rastojanje od 5 metara pomoću metarske trake.
- Hodaj uobičajeno normalno duž tog rastojanja i prebroj korake.
- Izračunaj dužinu jednog koraka:

dužina koraka = ukupno rastojanje podijeljeno s brojem koraka

2 Izmjeri rastojanje pomoću koraka

- Odaberi rastojanje, na primjer, dužinu učionice, hodnika ili igrališta.
- Hodaj normalno i prebroj korake do kraja rastojanja.
- Izračunaj približnu dužinu rastojanja množenjem broja koraka s dužinom jednog koraka.

3 Uporedi rezultat

- Uporedi svoje mjerenje sa mjerenjem napravljeno metarskom trakom.
- Razgovaraj o tome zašto postoje razlike (veći ili manji koraci, netačnost pri brojanju itd.)
- Tabela s mjerenjima:

Šta mjerimo	Br. koraka	Dužina koraka u metrima	Izmjerena dužina u metrima
Dužinu učionice			
Dužinu hodnika			

Pitanja za razmišljanje:

- 1 Da li svi ljudi imaju istu dužinu koraka?
- 2 Da li se mijenja dužina koraka kada žurimo ili hodamo sporije?
- 3 Da li je mjerenje pomoću koraka dovoljno tačno? Zašto da/ne?

Ova aktivnost pokazuje kako možemo mjeriti bez instrumenata i kako da procijenimo rastojanje oko nas.

Od sjenki do sekundi

Prisjetimo se vremena kao jedne od najvažnijih fizičkih veličina koje svakodnevno koristimo. Vrijeme nam govori koliko dugo traje neka pojava ili aktivnost. Ljudi su oduvijek bili zainteresovani za vrijeme – kada izlazi sunce, kada završava dan, kada dolazi zima ili proljeće.

U prošlosti, ljudi nisu koristili satove kao danas. Umjesto toga, posmatrali su sjenke koje baca Sunce. Tako su izmislili sunčev sat, gdje je sjenka približno pokazivala koliko je sati.

Kasnije, tokom vremena su se pojavili: pješčani satovi, u kojima pijesak pada iz jedne posude u drugu, vodeni satovi, sa kapanje vode; a danas

koristimo mehaničke, digitalne i atomske satove koji mjere vrijeme s velikom preciznošću.

U fizici se vrijeme mjeri u sekundama i označava se simbolom t . Jedna minuta ima 60 sekundi, a jedan sat – 3600 sekundi.

Primjeri iz svakodnevnog života:

Vrijeme trčanja u trci, trajanje školskog časa, kuhanje jajeta, gledanje filma, kao i mnoge druge svakodnevne aktivnosti čije trajanje mjerimo – čak i prilikom organizacije jednog običnog dana, od ustajanja do odlaska na spavanje.

Dakle, vrijeme je fizička veličina koju mjerimo odgovarajućim instrumentom, a brojčanu vrijednost zapisujemo zajedno s jedinicom mjere.

Jedinice mjere i njihove oznake

oznaka	ime	veličina u odnosu na s
h	sat	3600
min	minuta	60
s	sekunda	1
ms	milisekunda	$0,001 = 10^{-3}$
μs	mikrosekunda	$0,000001 = 10^{-6}$



Slika 9 – Sunčani sat

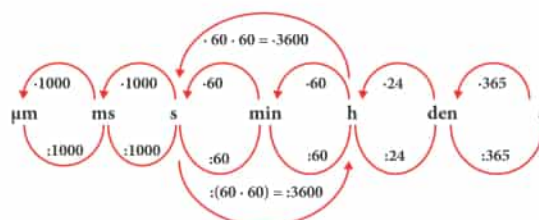
ZAPAMTITE:

- Dužina puta, rastojanje, visina, širina i debljina su različite vrste fizičke veličine „dužina“.
- Osnovna jedinica mjere za dužinu je metar (m).
- Mjerni instrumenti za dužinu su: metarska traka, lenjir, šubler, mikrometarski zavrtanj i dr.
- Sve fizičke pojave odvijaju se u određenom vremenu (t).
- Vrijeme mjerimo različitim vrstama časovnika.
- Osnovna jedinica mjere za vrijeme je sekunda (s).
- Vrijeme nam omogućava da saznamo kada je fizička pojava počela (vremenski trenutak), koliko je trajala (vremenski interval) i kada je završila (vremenski trenutak).

PITANJA:

- 1 Izmjeri debljinu jedne vlasi kose pomoću lenjira. U kojoj mjernoj jedinici ćeš zapisati rezultat?
- 2 Izmjeri debljinu jednog lista iz svoje sveske. Zapiši rezultat.
- 3 Zapiši osnovnu mjernu jedinicu za dužinu u:
 - a) centimetrima _____
 - b) milimetrima _____
 - c) kilometrima _____
- 4 Azra je visoka 1,5 metara. Pretvori njenu visinu u:
 - a) centimetre _____
 - b) milimetre _____
- 5 Petar živi na udaljenosti od 4,2 km od škole. Koliko je to metara?
- 6 Odredi da li se u sljedećim rečenicama radi o vremenskom trenutku ili vremenskom intervalu:
 - a) „Školski veliki odmor traje 25 minuta.“ _____
 - b) „Priredba počinje u 3 sata.“ _____
 - c) Milka od kuće do škole putuje 20 minuta.“ _____
- 7 Pretvori sljedeće vremenske vrijednosti:
 - a) $360 \text{ s} = \text{_____ min}$
 - b) $2,3 \text{ h} = \text{_____ min}$
 - c) $45 \text{ min} = \text{_____ s}$
- 8 Pretvori dolje date vrijednosti
 - a) 3 dana = _____ sati
 - b) 264 sata = _____ dana
 - c) 1 godina = _____ sati
- 9 Objasni zašto je važno da znamo pretvarati mjerne jedinice u fizici. Navedi jedan primjer iz svakodnevnog života.
- 10 Izaberi dvije fizičke veličine iz svakodnevnog života i napiši:
 - njen simbol,
 - mjernu jedinicu,
 - primjer kada je koristimo.

Jedinice mjere za vrijeme



1.3

MJERENJE VOLUMENA

Volumen je fizička veličina koja opisuje koliko prostora zauzima neko tijelo, posuda ili supstanca, bez obzira u kojem se agregatnom stanju nalazi. Mjerenje volumena je veoma važno u mnogim oblastima života, kao što su nauka, inženjerstvo, kuhinja i mnoge druge. Na primjer, kada sipate vodu u čašu ili kada izračunavate koliko tečnosti stane u jednu bocu, vi zapravo mjerite njihov volumen.

Svako tijelo zauzima prostor koji se može izmjeriti, bilo da je riječ o tečnosti, čvrstom tijelu ili gasu. Različiti oblici tijela zahtijevaju različite metode i alate za mjerenje i izračunavanje njihovog volumena. Za pravilno mjerenje volumena potrebno je koristiti odgovarajući pribor i metode, koji će nam omogućiti da dobijemo tačne rezultate.



Slika 10 – Tijela s pravilnim geometrijskim oblikom

Mjerne jedinice za volumen i njihove oznake

oznaka veličina	ime	veličina u odnosu na m ³
m ³	kubni metar ¹	1
dm ³	kubni decimetar	0,001 = 10 ⁻³
cm ³	kubni centimetar	0,000001 = 10 ⁻⁶
mm ³	kubni milimetar	0,000000001 = 10 ⁻⁹

POJMOVI

- volumen
- kubni metar (m³)
- litar (L)



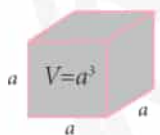
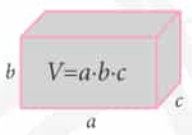
Tijela u prirodi mogu imati **pravilan oblik** (kocka, pravougaonik, cilindar, lopta) i **nepravilan oblik** (kamen, krompir, jabuka, potkovica, skulptura, ključ).

Slika 11 – Tijela s nepravilnim geometrijskim oblikom

Osnovna mjerna jedinica za volumen je **kubni metar** (m³), ali se koriste i druge mjerne jedinice. Jedinice veće od kubnog metra koriste se rjeđe, dok se manje jedinice koriste vrlo često, kao što su kubni centimetar (cm³) ili kubni milimetar (mm³).

Volumen tečnosti se obično izražava u litrima (L) i mililitrima (mL).

Kod tijela s pravilnim geometrijskim oblikom, volumen se izračunava pomoću matematičke formule i svodi se na mjerenje dužina. U slučaju kocke mjeri se dužina ivice, u slučaju pravougaonika dužina stranica, a u slučaju lopte poluprečnik (radijus).

GEOMETRIJSKO TIJELO		VOLUMEN
KOCKA		$V = a \cdot a \cdot a = a^3$
KVADAR		$V = a \cdot b \cdot c$
LOPTA/SFERA		$V = \frac{4}{3} r^3 \pi$

AKTIVNOST

1

Proračun volumena predmeta pravilnog oblika

Cilj aktivnosti: Da naučimo kako da izračunamo volumen predmeta pravilnog oblika (kao što su gumica, sveska ili klupa) koristeći matematičke formule.

Materijali: Predmeti pravilnog oblika (gumica, sveska, škaf i slično), metarska traka, lenjir.

Koraci aktivnosti:

■ Izaberite predmet pravilnog oblika – gumica, sveska ili klupa.

■ Izmjerite dimenzije predmeta pomoću lenjira.

dužina a

širina b

visina c

Sva tri predmeta imaju oblik pravougaonika pa ćete koristiti formulu za volumen- zapreminu pravougaonika: $V = a \cdot b \cdot c$

Dobijeni rezultat u cm^3 pretvorite u m^3 .

Da biste pretvorili rezultat u kubne metre, podijelite ga sa 1 000 000 ili pomnožite sa 0,000001 m^3 ($1 \text{ cm}^3 = 0,000001 \text{ m}^3$).

Unesite dobijene rezultate mjerenja i preračuna u tabelu.

Br. mjerenja	a (cm)	b (cm)	c (cm)	V (cm^3)	V (m^3)
1					
2					
3					
srednja vrijednost					

Menzura je laboratorijska posuda koja se koristi za precizno mjerenje volumena tečnosti. Obično ima graduisanu skalu, što znači da je podijeljena na male dijelove, pri čemu svaki dio označava određeni volumen tečnosti. Menzura je najčešće napravljena od stakla ili plastike i dolazi u različitim veličinama, u zavisnosti od potreba i primjene.

Kada se mjeri volumen tečnosti, važno je obratiti pažnju na to kako posmatrate tečnost u menzuri. Da bi se izbjegle greške pri mjerenju, važno je da se menzura posmatra tako da nivo

tečnosti bude u ravnini s vašim očima. Ovo je poznato kao „nivo očiju“ i pomaže da se izbjegnu vizuelne greške koje mogu nastati ako gledate iz više ili niže tačke.

Menzura se može koristiti i za mjerenje volumena malih čvrstih tijela nepravilnog oblika, ali samo ako se ta tijela ne rastvaraju u tečnosti koju mjerite (najčešće voda) i ako ne plutaju na njenoj površini. Kada se predmet stavi u menzuru, nivo vode će se podići, a razlika u nivou vode prije i poslije stavljanja predmeta pokazuje volumen tog predmeta.

AKTIVNOST

2

Mjerenje volumena čvrstih tijela nepravilnog oblika pomoću menzure

Cilj aktivnosti: Naučiti kako da izmjerimo volumen predmeta nepravilnog geometrijskog oblika.

POTREBNI MATERIJALI:

- Tijelo nepravilnog geometrijskog oblika koje se ne rastvara u vodi i ima dimenzije koje omogućavaju da se stavi u menzuru
- Menzura
- Voda
- Konac
- Ključ, komad plastelina, kamen

KORACI:

Sipajte vodu u menzuru (otprilike do polovine), kako biste bili sigurni da će se tijelo u potpunosti potopiti.

Očitajte početni volumen vode (V_1) na graduisanoj skali menzure.

Povežite tijelo koncem i pažljivo ga spustite u menzuru tako da potpuno potone u vodu.

Očitajte novi volumen vode (V_2) na graduisanoj skali.

Izračunajte volumen tijela pomoću razlike između dva izmjerena volumena:

$$V = V_2 - V_1$$

mjerenje	V_1 (voda) cm^3	V_2 (tijelo i voda) cm^3	V (tijelo) cm^3
Tijelo 1			
Tijelo 2			
Tijelo 3			

Jedan litar (1 L) jednak je volumenu kocke čija ivica iznosi 1 decimetar (dm).

Objašnjenje:

- Dužina ivice kocke: **1 dm**
- Volumen kocke: $V = a^3 = (1 \text{ dm})^3 \Rightarrow V = 1 \text{ dm} \cdot 1 \text{ dm} \cdot 1 \text{ dm} = 1 \text{ dm}^3$
- Pošto je $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$, slijedi da je 1 litar jednak jednom kubnom decimetru: ($1 \text{ L} = \text{dm}^3$).



PRIMJERI RIJEŠENIH ZADATAKA:

- ❶ Koliki prostor zauzima plakar čije su dimenzije: dužina 2 metra, širina 80 centimetara i visina 18 decimetara?

RJEŠENJE:

Dato:

- $a = 2 \text{ m}$
- $b = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$
- $h = c = 18 \text{ dm} = 1,8 \text{ m}$

Traži se:

- $V - ?$

Kako ćete pronaći:

- $V = a \cdot b \cdot c$
- $V = 2 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ m} \cdot 1,8 \text{ m}$
- $V = 2,88 \text{ m}^3$

- ❷ Koliko litara vode je primio bazen u obliku pravougaonika sa dužinom od 6 metara, širinom 4 metra i visinom 2 metra, koji je napunjen vodom 20 centimetara ispod vrha?

RJEŠENJE:

Dato:

- $a = 6 \text{ m}$
- $b = 4 \text{ m}$
- $h = 2 \text{ m} - 20 \text{ cm} = 200 \text{ cm} - 20 \text{ cm} = 180 \text{ cm} = 1,8 \text{ m}$

Traži se:

- $V - ? (\text{L})$

Kako ćete pronaći:

- $V = a \cdot b \cdot h \Rightarrow V = 6 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} \cdot 1,8 \text{ m}$
- $V = 43,2 \text{ m}^3$

Znamo da je $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$, $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$, $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$

Odakle slijedi:

$$V = 43,2 \text{ m}^3 \Rightarrow V = 43,2 \cdot 1000 \text{ L} \Rightarrow V = 43200 \text{ L}$$

Jedan mililitar (1 mL) jednak je volumenu kocke čija je ivica duga 1 centimetar (1 cm).

Objašnjenje:

- Dužina ivice kocke: 1 cm
- Volumen kocke:
 $V = a^3 = (1 \text{ cm})^3 \Rightarrow$
 $V = 1 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} = 1 \text{ cm}^3$
- Pošto je $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$, slijedi da je 1 mililitar jednak jednom kubnom centimetru ($1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$).

ZAPAMTITE:

- Osnovna mjerna jedinica za volumen je kubni metar (m^3).
- Volumen tečnosti se obično izražava u litrima (L) i mililitrima (mL).
- Kod tijela pravilnog geometrijskog oblika, volumen se izračunava pomoću matematičke formule.
- Menzura je posuda koja se koristi za mjerenje volumena tečnosti.
- Jedan litar (1 L) definisan je kao volumen jednak volumenu kocke čija je ivica duga jedan decimetar (dm).

PITANJA:

- ❶ Šta predstavlja volumen?
- ❷ Koja je osnovna mjerna jedinica za volumen?
- ❸ Kojim priborom se najčešće mjeri volumen tečnosti?
- ❹ Koliko mililitara ima u jednom litru?
- ❺ Kako se pravilno očitava volumen iz menzure da ne dođe do greške?
- ❻ Pretvori:
 - a) $1 \text{ L} = \text{---} \text{ dm}^3$
 - b) $1 \text{ mL} = \text{---} \text{ cm}^3$
- ❼ Koja se metoda koristi za mjerenje volumena malih tijela nepravilnog oblika?
- ❽ Izračunaj volumen kocke čija je ivica 3 cm. Izrazi u cm^3 i mL.
- ❾ Kocka ima ivicu dužine 1 dm. Izračunaj njen volumen i napiši odgovarajuću vrijednost u litrima.
- ❿ Zašto je važno koristiti različite metode za mjerenje volumena kod čvrstih tijela i tečnosti? Objasni.

1.4



Slika 12 – Terezijska vaga



Slika 13 – Digitalna vaga

POJMOVI

- masa
- inernost / tromost
- kilogram (kg)
- tona (t)

MASA I INERTNOST

Inernost je svojstvo tijela da se suprotstavi promjeni stanja.

To znači da se tijelo koje miruje opire promjeni da se pokrene, a tijelo koje se kreće opire tome da stane.

Objašnjenje:

Zamisli da guraš jednu praznu kutiju i jednu kutiju punu knjiga.

Koju kutiju ćeš lakše pokrenuti?

- Praznu kutiju.

Zašto?

Zato što ima manju masu i manju inernost.

Tijelo s većom masom ima veću inernost – teže se pokreće ili zaustavlja.

Tijelo s manjom masom ima manju inernost

– lakše se pokreće ili zaustavlja.

Dakle:

Masa je mjera inernosti tijela i pokazuje koliko se tijelo opire pri promjeni stanja, pokretanju ili zaustavljanju.

Primjeri iz svakodnevnog života:

- Mnogi od nas su se našli u situaciji da treba pomoći pri guranju automobila. Velik automobil ili kamion teško je pokrenuti jer ima veliku masu i veliku inernost. Mali automobil može pogurati i jedna osoba.
- Vjerovatno si se vozio u autobusu. Kada autobus naglo zakoči, tvoje tijelo se nagne naprijed jer želi nastaviti da se kreće.

AKTIVNOSTI

Napravite nekoliko jednostavnih eksperimenata koji će vam pomoći da razumijete pojam inernosti i kako inercija utiče na kretanje različitih predmeta, u zavisnosti od njihove mase i primijenjene sile. Možete se podijeliti u male grupe. Svaka grupa neka izvede po jednu aktivnost, a zatim podijelite svoja iskustva i zaključke s ostalima.

Za eksperimente će vam biti potrebno:

1 čaša, 1 novčić, komad kartona, kartonski cilindar od toalet papira, olovka, plastična flaša s vodom, krpa, drvene kocke, lenjir, kolica, 2 kvadra s različitim masama.

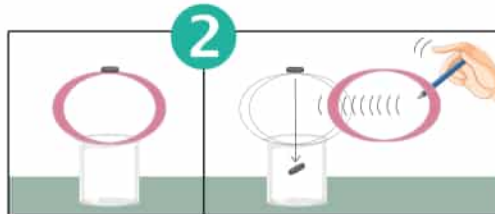
- 1 Poklopite čašu kartonom. Na karton stavite novčić. Naglo povucite ili pogurnite karton. Šta se desilo?

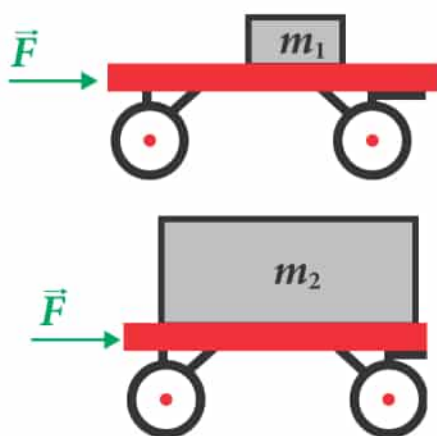
- 2 Na otvor čaše postavite kartonski cilindar! Na cilindar stavite novčić! Umetnite olovku u unutrašnjost cilindra i naglo je povucite! Šta se desilo?

- 3 Napunite plastičnu flašu vodom i postavite je na prostrtu krpu na klupi! Povucite krpu ispod flaše. Šta se desilo?

- 4 Na mala metalna kolica postavite kvadar (ili drugo tijelo) manje mase! Pogurnite kolica rukom ili pomoću opruge! Zatim povećajte teret s većom masom, ali djelujte istom silom! Šta primjećujete?

- 5 Diskutujte i izvedite zaključke! Kako masa i inercija utiču na kretanje predmeta? Šta ste naučili o inerciji iz ovih eksperimenata?





Slika 14 – Kolica s tijelima različitih masa

Kada naglo ubrza, tijelo ti se „lijepi“ za sjedište jer želi ostati u mirovanju ili se kretati ravnomjerno pravolinijski.

Zaključak:

Inertnost je svojstvo tijela da se suprotstavlja promjeni kretanja.

Masa je mjera te inertnosti – što je masa veća, teže je promijeniti kretanje tijela.

Kroz brojne primjere iz svakodnevnog života možemo opisati inertnost. Na primjer: prazna plastična čaša se lakše pomjera nego plastična čaša puna vode ili soka. Dodavanjem vode povećava se masa čaše, pa se ona teže pomjera. Tijela s većom masom teže se pomjeraju, zaustavljaju ili mijenjaju pravac kretanja, pa kažemo da imaju veću tromost ili inerciju od tijela s manjom masom. Isto smo zaključili i iz eksperimenta s kolicima.

U svakodnevnom govoru kažemo da je tijelo s većom masom „teže“ od onog koje ima manju

masu ali u fizici oni imaju drugačije značenje

Zamislite dva predmeta: jednu laganu loptu i jedan težak kamen. Ako na oba tijela djelujemo istom silom, koje će se kretati brže? Lopta ili kamen?

Zašto je to tako?

U ovom primjeru također dolazi do izražaja inercija tijela. Inertnost je osobina tijela da ostane u stanju mirovanja ili da se kreće istom brzinom i u istom pravcu, sve dok nešto ne uzrokuje promjenu tog stanja.

Koliko će se lako ili teško tijelo pokrenuti zavisi od njegove mase. To znači da što je veća masa tijela, to će teže doći do promjene njegovog kretanja – tijelo ima veću inertnost ili, kako se često kaže, veću „lijenost“.

Zato kažemo da je masa mjera inertnosti. Na primjer, ako pokušate da pomjerite jednu stolicu i jedan ormar, da li će vam to biti jednako lako? Odgovor je NE! Ormar ima veću masu i zato ga je teže pomjeriti.

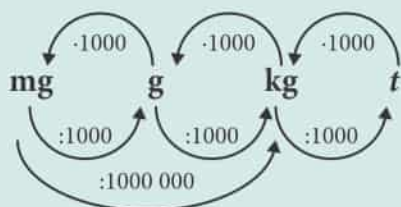
Masu označavamo sa m , a mjerimo je mjernim instrumentom – vagom ili terazijama. Masa ne zavisi od mjesta na kojem se mjeri i uvijek ima istu vrijednost, bez obzira na to da li se nalazite na Zemlji ili na nekoj drugoj planeti.

Jedinica mjere za masu je kilogram (kg), a u praksi se koriste i manje i veće mjerne jedinice, u zavisnosti od potreba. Za velike mase najčešće se koristi ton (t), – jedinica koja je 1000 puta veća od kilograma, a za manje mase gram (g) – jedinica koja je 1000 puta manja od kilograma.

Mjerni jedinice za masu i njihovi simboli

Oznaka	Ime	Veličina u odnosu na gram (g):
t	ton	$1000000 = 10^6$
kg	kilogram	$1000 = 10^3$
hg	hektogram	$100 = 10^2$
dag	dekagram	$10 = 10^1$
g	gram	1
dg	decigram	$0,1 = 10^{-1}$
cg	centigram	$0,01 = 10^{-2}$
mg	miligram	$0,001 = 10^{-3}$

Pretvaranje iz manjih u veće jedinice mjere za masu i obrnuto:



Isak Njutn (1642 – 1727) – engleski fizičar, matematičar, astronom, filozof prirodnih nauka.

AKTIVNOST

1

Da li se masa tijela mijenja kada se mijenja njegov oblik?

Potrebno: Vaga, tegovi, plastelin (jedno pakovanje)

Koraci:

- Stavite komad plastelina na kuhinjsku vagu i očitajte njegovu masu.
- Promijenite oblik plastelina.
- Ponovo izvršite mjerenje.
- Diskusija: Šta primjećujete?
- Da li se masa plastelina promijenila kada se mijenjao njegov oblik?

AKTIVNOST

2

Ako tijelo podijelimo na više dijelova, da li će se masa tijela (sistema od više dijelova) promijeniti?

Potrebno: Vaga, tegovi, plastelin (jedno pakovanje).

Koraci:

- Stavite komad plastelina na kuhinjsku vagu i očitajte masu.
 - Razlomite plastelin na manje komade i ponovo izmjerite masu svih dijelova zajedno.
- Diskusija: Šta primjećujete?
- Da li se masa plastelina promijenila nakon razlamanja?

AKTIVNOST

3

Kako odrediti masu malih predmeta?

Kako da izmjerite masu malog predmeta kao što je špenadla?

Da biste odredili masu špenadle, potrebno je izmjeriti masu većeg broja istih špenadli.

Potrebno: elektronska vaga ili analogna vaga s tegovima, kutija sa špenadlama.

Koraci:

- Prije nego što počnete s mjerenjem, provjerite da li vaga pokazuje 0 kg.
- Postavite svih 100 špenadli na vagu i očitajte ukupnu masu svih špenadli. Tu masu označit ćemo kao m_v .
- Zatim podijelite masu m_v sa 100 i dobit ćete m_1 (masu jedne špenadle).

PRIMJERI RIJEŠENIH ZADATAKA:

- 1 Na jedan tas vage postavljamo kesu punu jabuka. Ako je vaga u ravnoteži, kolika je masa jabuka s kesom ako smo na drugi tas stavili tegove od 1 kg, 50 dag i 50 g?

Rješenje:

$$m_1 = 1 \text{ kg}$$

$$1 \text{ dag} = 0,01 \text{ kg}$$

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}$$

$$m_2 = 50 \text{ dag} = 50 \cdot 0,01 \text{ kg} = 0,5 \text{ kg}$$

$$m_3 = 50 \text{ g} = 50 \cdot 0,001 \text{ kg} = 0,05 \text{ kg}$$

$$m = m_1 + m_2 + m_3$$

$$m = 1 \text{ kg} + 0,5 \text{ kg} + 0,05 \text{ kg} =$$

$$m = 1,55 \text{ kg}$$

Kesa s jabukama ima masu od 1,55 kilograma.

- 2 Na jedan tas vage stavljen je teg od 10 kilograma, a na drugi tas jedna lubenica. Pored lubenice smo stavili tegove od 1 kg, 500 g i 100 g da bi vaga bila u ravnoteži. Kolika je masa lubenice?

Rješenje:

$$m_1 = 10 \text{ kg}$$

$$m_2 = 1 \text{ kg}$$

$$m_3 = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$$

$$m_4 = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$m_5 = m_2 + m_3 + m_4$$

$$m_5 = 1 \text{ kg} + 0,5 \text{ kg} + 0,1 \text{ kg} = 1,6 \text{ kg}$$

$$m_\ell = ?$$

$$m_\ell = m_1 - m_5$$

$$m_\ell = 10 \text{ kg} - 1,6 \text{ kg}$$

$$m_\ell = 8,4 \text{ kg}$$

Lubenica ima masu od 8,4 kg.

ZAPAMTITE:

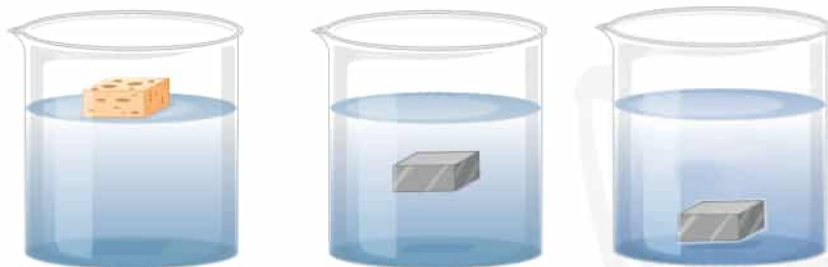
- Inertnost je svojstvo tijela da zadrži stanje mirovanja ili ravnomjernog pravolinijskog kretanja sve dok neka druga sila, odnosno neko drugo tijelo, ne djeluje na njih da promijene to stanje.
- Masa je mjera za inertnost tijela i pokazuje koliko se jedno tijelo opire promjeni stanja.
- Osnovna mjera za masu je kilogram (kg).

PITANJA:

- 1 Šta predstavlja inertnost?
- 2 Koja čaša se lakše pomjera – prazna ili napunjena vodom? Objasni zašto.
- 3 Kako reaguje tijelo putnika kada autobus naglo zakoči? Zašto se to dešava?
- 4 Zamisli da guraš dvije kolice – jedna s malom, a druga s velikom masom. Ako djeluješ istom silom, koja će se kolica brže pokrenuti? Objasni zašto.

Velicina	Pretvori u kg
2 t	
500 g	
75 dag	
1000 mg	

- 5 Popunite tabelu s ispravnim pretvaranjem jedinica za masu
- 6 Šta se dešava s masom tijela kada mu promijenimo oblik?
- 7 Kolika je ukupna masa koju će pokazivati vaga ako stavimo: 1 kilogram brašna, 300 grama šećera i 20 dekagrama soli?
- 8 U eksperimentu s kolicima, prvo smo stavili lakši, a zatim teži kvadar. Djelovali smo istom silom. Objasni zašto su se kolica sporije kretala kada su imala teži kvadar.
- 9 Masa jedne kutije je 1,2 kg. Ako u nju stavimo tri knjige od po 500 g, kolika će biti ukupna masa kutije s knjigama?
- 10 Ako imaš 100 špenadli koje zajedno imaju masu od 150 g, kolika je masa jedne špenadle. Objasni kako si izračunao izračunala.



POJMOVI

- gustina supstance
- kilogram po metru kubnom (kg/m^3)
- gram po kubnom centimetru (g/cm^3)
- homogeno tijelo
- heterogeno tijelo
- areometar

1.5

ODREĐIVANJE GUSTINE

Kako da odredimo gustinu čvrstog tijela?

- a) Čvrsto tijelo sa pravilnim geometrijskim oblikom (primjer: kocka ili pravougaoni blok).

Potrebno:

Vaga da izmjerimo masu (m) tijela.

Lenjir za mjerenje dimenzija (dužina, širina, visina)

Proračun:

Primjer:

Drveni blok dimenzija: $2 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm} \cdot 4 \text{ cm}$ ima masu 48 g.

Kolika je gustina drveta od kojeg je napravljen blok?

$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$V = 2 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm} \cdot 4 \text{ cm} = 24 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 48 \text{ g} / 24 \text{ cm}^3 = 2 \text{ g/cm}^3$$

- b) Čvrsto tijelo sa nepravilnim geometrijskim oblikom (kamen, komad metala...).

Potrebno:

Vaga i menzura s vodom

Postupak:

Izmjeri masu tijela ($m = 26 \text{ g}$).

U menzuru stavi poznatu količinu vode (primjer: $V_1 = 50 \text{ mL}$).

Stavi tijelo u menzuru.

Pročitaj novu količinu vode

($V_2 = 63 \text{ mL}$).

Volumen (V) tijela je razlika između V_1 i V_2

$$V = V_2 - V_1$$

$$V = 63 \text{ mL} - 50 \text{ mL} = 13 \text{ mL} = 13 \text{ cm}^3$$

Izračunaj gustinu.

Primjer:

Masa = 26 g

Volumen = 13 cm^3

$$\rho = m/V$$

$$\rho = 26 / 13 = 2 \text{ g/cm}^3$$

Zaključak:

Za pravilne oblike volumen se računa matematički.

Za nepravilne oblike volumen se dobija eksperimentalno.

U oba slučaja, gustina se dobija kao količnik mase i volumena.

AKTIVNOST

1

Izmjerite masu jedne željezne kocke sa zapreminom od 1 cm^3 , masu aluminijske kocke sa zapreminom od 1 cm^3 i masu drvene kocke sa zapreminom od 1 cm^3 koristeći vagu! Zapišite rezultate za svaku od kocki i objasnite razlike u masi između ovih materijala!

Sa uvodne aktivnosti mogli ste zaključiti da, iako kocke imaju iste dimenzije, njihove mase nije iste. To znači da volumeni različitih materijala mogu imati različitu masu.

Slične zaključke možete donijeti ako uspoređujete volumene materijala koji imaju istu masu. Na primjer, ako izmjerite po 1 gram željeza, olova, šećera i vode, primijetit ćete da svi ti materijali, iako imaju istu masu od 1 gram, imaju različite volumene.

Zašto je ovo važno?

Ove razlike su rezultat različitih gustina

materijala. Gustina je fizička veličina koja izražava masu određenog volumena supstance.

Odnosno, gustina je fizička veličina koja je karakteristična za svaku supstancu i jednaka je količniku njene mase i volumena.

Gustina se označava malim grčkim slovom ρ (ρ):

$$\rho = m / V$$

Osnovna mjerna jedinica za gustinu je kilogram po kubnom metru (kg/m^3).

Gustina se može izraziti i u drugim mjernim jedinicama, na primjer g/cm^3 , kg/L , g/mL itd.

AKTIVNOST

2

Određivanje gustine čvrstih tijela: tijelo pravilnog oblika i tijelo nepravilnog oblika

Potrebni materijali:

Za svaku grupu učenika:

1 lenjir (ili šubler), 1 vaga, 1 menzura (100 mL), voda, čvrsto tijelo pravilnog oblika (drvena kocka, metalni kockasti predmet...), čvrsto tijelo nepravilnog oblika (kamen, školjka, metalni komad...)

Tok aktivnosti:

❶ Određivanje gustine tijela pravilnog oblika
Izmjerite dimenzije (dužinu, širinu, visinu) blenjirom ili šublerom.

Izračunajte zapreminu:

$$V = \text{dužina} \cdot \text{širina} \cdot \text{visina}$$

Izmjerite masu tijela vagom.

Izračunajte gustinu:

$$\rho = m/V$$

Učenici zapisuju sva mjerenja i proračune.

❷ Određivanje gustine tijela nepravilnog oblika

Izmjerite masu tijela.

U menzuru sipajte vodu (primjer: 50 mL).

Potopite tijelo u menzuru.

Zabilježite novi nivo vode.

Izračunajte zapreminu:

$$V = \text{nova količina} - \text{početna količina}$$

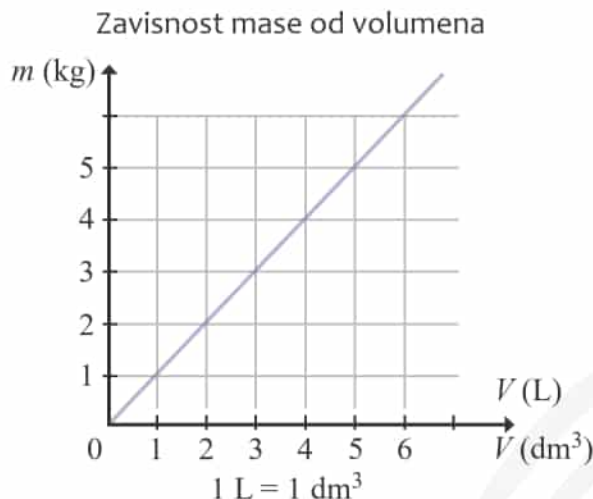
Izračunajte gustinu:

$$\rho = m/V$$

Učenici zapisuju mjerenja i rezultate u tabelu.

tijelo	masa (g)	volumen (cm^3)	gustina (g/cm^3)
pravilna forma			
nepravilna forma			

Možemo grafički prikazati zavisnost mase od volumena kod određene supstance. Na primjer:



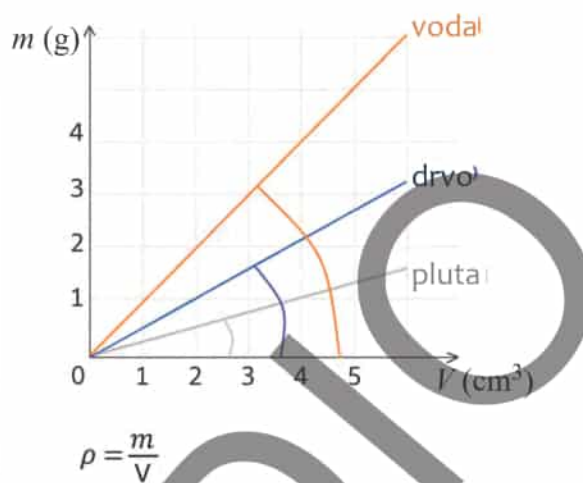
Dati grafikon prikazuje odnos između mase i volumena jedne supstance (konkretno vode). Na horizontalnoj osi (x-osi) prikazan je volumen, izražen u kubnim decimetrima (dm^3), dok je na vertikalnoj osi (y-osi) prikazana masa, izražena u kilogramima (kg).

Linija na grafikonu je prava i počinje iz koordinatne tačke (0,0). To znači da kada je volumen 0, tada je i masa 0. Ovo je očekivano, jer ako nema supstance – nema ni mase. Dalje, kako se volumen povećava, povećava se i masa. Ovo pokazuje da postoji prava proporcionalnost između mase i volumena (koliko puta povećamo volumen – toliko puta se povećava i masa).

U praktičnom smislu, to znači da što više supstance imamo, to će njena masa biti veća. Na primjer, ako uzmemo volumen od 1 kubnog centimetra neke supstance i izmjerimo da ima masu od 5 grama, tada će 2 kubna centimetra te iste supstance imati masu od 10 grama. Ova pravilnost nam omogućava da predvidimo kolika će biti masa za bilo koji volumen, ako znamo gustinu.

Tabela: Masa vode i ulja prilikom istih volumena

Volumen	Masa vode (g)	Masa masla (g)
50	50	46
100	100	92
150	150	138
200	200	184



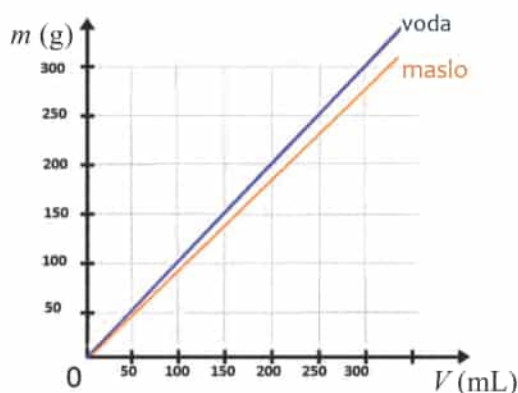
Kako analizirati grafikon:

- 1 Dali grafikon (linija) počinje od koordinatnog početka (0, 0)? Ako je odgovor da, to znači da pri malom volumenu (nekoliko kapi vode ili nekoliko zrna pijeska) i masa supstance je mala i vaga ne može da je registruje.
- 2 Oblik grafikona – da li je prava linija? Ako je odgovor da (kao u datom primjeru), to pokazuje da su masa i volumen pravoproporcionalni (koliko puta povećamo volumen, toliko puta se poveća i masa).
- 3 Nagib linije – pokazuje gustinu supstance. ($\rho = m/V$)
- 4 Poređenje grafikona – ako ima dva ili više grafikona s različitim nagibima, veću gustinu ima supstanca prikazana strmijom linijom (linijom koja pravi veći ugao s osom na kojoj je predstavljen volumen).

Primjer iz svakodnevnog života:

Zamislj da puniš dvije menzure – jednu s vodom, a drugu s uljem – i za isti natočeni volumen mjeriš im masu.

Masa vode i ulja prilikom istih volumena



$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$

Zaključak: Iako su volumeni isti, masa vode je veća. To znači da je voda gušća od ulja, odnosno, ima više mase u istom prostoru.

PRIMJER PRETVARANJA JEDINICA MJERE:

Pretvori 1 g/cm^3 u kg/m^3 :

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 0,000001 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ g/cm}^3 = 0,001 \text{ kg} / 0,000001 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Ako je tijelo **homogeno**, odnosno izgrađeno samo od jedne supstance, tada je njegova gustina jednaka gustini te supstance od koje je izgrađeno. Tako će gustina željeznog ključa biti jednaka gustini željeza.

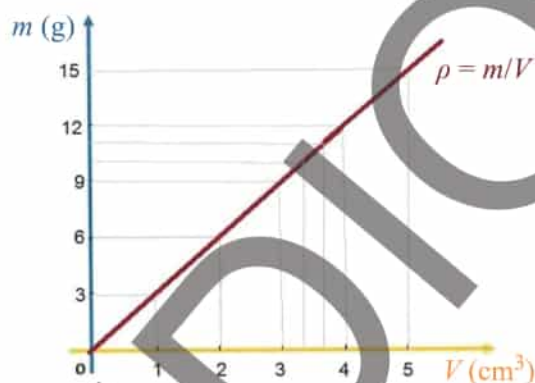


Slika 15 - Homogeno tijelo

Ako je tijelo **heterogeno**, odnosno izgrađeno od više različitih supstanci, njegova se gustina ne može odrediti samo na osnovu gustina tih supstanci. U takvim slučajevima gustina tijela se izračunava dijeljenjem ukupne mase s ukupnim volumenom tijela.

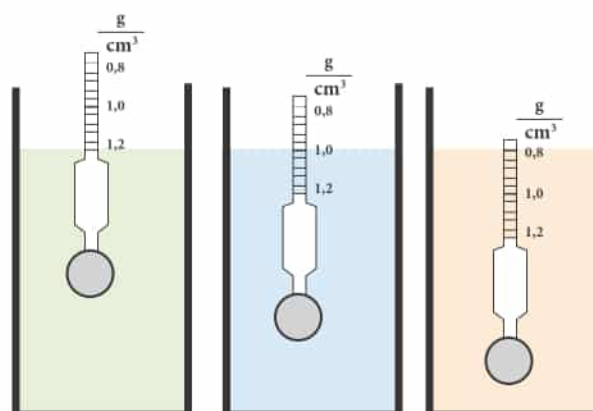
VJEŽBA

Napravi analizu datog grafikona i zapiši šta se iz njega može saznati.



Slika 16 – Heterogeno tijelo

Areometar je stakleni cilindar ispunjen zrakom i mjernom skalom. U donjem dijelu ima prošireni prostor ispunjen olovim zrcima ili živom, što mu omogućava da pluta u uspravnom položaju (kao plovak). Tijelo areometra uranja se u tečnost sve dok težina istisnute tečnosti ne bude jednaka težini areometra. Zato će se areometar uroniti dublje u tečnost manje gustine. Gustina tečnosti se očitava mjernom skalom.



Slika 17 – Mjerenje gustine tečnosti sa areometrom

Gustina supstanci u kg/m^3

supstanca	kg/m^3	supstanca	kg/m^3
kisik	1,43	kost	1850
pluta	250	beton	2200
drvo (javor)	690	kreda	2360
benzin	710	staklo	2600
bukovo drvo	750	granit	2650
nafta	800	aluminijum	2700
mraz	917	željezo	7800
puter	940	olovo	11300
čovekovo tijelo	995	zlatu	19300
voda	1000	osmium	22600

AKTIVNOST

3

Potrebni materijali: providna posuda s vodom, kocka leda, malo boje (plava), bočica s toplom obojenom vodom (crvena).

Tok aktivnosti:

- 1 Napunite providnu posudu s vodom!
- 2 Sačekajte malo da se voda umiri, a zatim dodajte jednu kocku leda!
- 3 Kapnite nekoliko kapi plave boje na led i posmatrajte bez da tresete ili dodirujete vodu!
Šta se dešava?

- 4 U istu posudu s vodom stavite malu bočicu s toplom obojenom vodom (crvena) i pažljivo je položite da leži na površini vode u providnoj posudi! Šta primjećujete?

Pitanja za razmišljanje:

- Kakav zaključak možete izvesti iz ove aktivnosti?
- Šta nam pokazuju različite boje i temperatura vode?

PRIMJERI RIJEŠENIH ZADATAKA:

- 1 Kvadar od bakra ima masu od 178 grama i volumen od 20 kubnih centimetara.

Odredi gustinu bakra!

Dato:

$$m = 178 \text{ g}$$

$$V = 20 \text{ cm}^3$$

Traži se: ρ - ?

Kako ćemo pronaći: $\rho = m/V$

Rješenje:

$$\rho = m/V \Rightarrow \rho = 178 \text{ g}/20 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 0,000001 \text{ m}^3$$

$$\rho = 8,9 \cdot 0,001 \text{ kg}/0,000001 \text{ m}^3$$

$$\rho = 8900 \text{ kg/m}^3$$

- 2 Stubovi za krov jedne kuće napravljeni su od 5 bukovih greda, a svaka od njih ima masu od 1200 kilograma. Izračunajte volumen svih 5 greda zajedno!

Dato:

$$m = 5 \cdot 1200 \text{ kg} = 6000 \text{ kg}$$

$$\rho = 750 \text{ kg/m}^3$$

Traži se: V - ?

Kako ćemo pronaći: $V = m/\rho$

Rješenje:

$$V = m/\rho \Rightarrow V = 6000 \text{ kg}/750 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow V = 8 \text{ m}^3$$

KO ŽELI DA SAZNA VIŠE

DOPUNSKE INFORMACIJE O SADRŽAJU

U ljeto jezero je toplije, a zagađenje iz okoline ostaje na površini.

Međutim, kada dođe zima, gornji slojevi vode se hlade i postaju teži od toplijih slojeva na dnu. Oni počinju da se spuštaju prema dnu, a sa dna se prema gore podiže toplija voda. Tako se zagađenje miješa kroz cijelo jezero.

Izazov: Voda je najgušća na +4 °C. Razmisli šta će se desiti sa slojevima vode kada temperatura padne ispod ove vrijednosti. Gdje će ostati led i zašto ribe mogu da prežive ispod njega?



ZAPAMTITE:

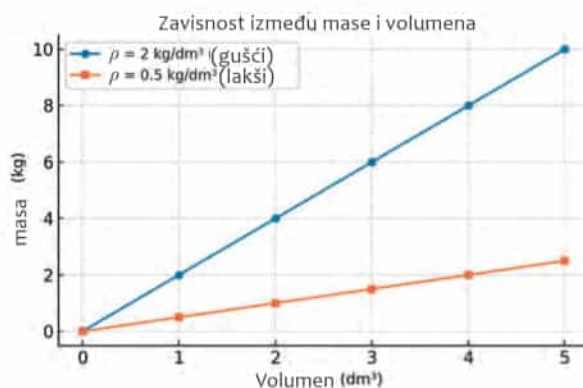
- Gustina je fizička veličina koja je karakteristična za svaku supstancu i jednaka je količniku njene mase i volumena. Označava se malim slovom grčkog alfa-beta ro (ρ).

$$\rho = m / V$$

- Osnovna mjerna jedinica za gustinu naziva se kilogram po kubnom metru (kg/m^3).
- Gustina se može izražavati i u drugim mjernim jedinicama, na primjer: g/cm^3 .

PITANJA:

- 1 Kojim simbolom se označava gustina?
- 2 Koja je osnovna mjera za gustinu u SI sistemu?
- 3 Šta nam pokazuje prava linija na grafikonu masa - volumen?
- 4 Kako dobijamo volumen tijela nepravilnog oblika koristeći menzuru? Opiši postupak.
- 5 Ako kamenčić ima masu od 26 g i u menzuri poveća volumen sa 50 mL na 63 mL, izračunaj njegovu gustinu.
- 6 Zašto kocke sa istom volumenom, napravljene od različitih materijala, imaju različite mase?
- 7 Masa vode za 100 mL je 100 g, a ulja 92 g. Koji materijal je gušći i zašto?
- 8 Na grafikonu zavisnosti između mase i volumena, prikazane su dvije linije, jedna je strmija od druge. Šta možemo zaključiti?



- 9 Objasni zašto ne možemo izračunati gustinu heterogenog tijela samo znajući gustine materijala od kojih je sastavljeno.
- 10 Kolika je masa staklene ploče sa dužinom 2 metra, širinom 1,2 metra i debljinom 10 centimetara?

TEMATSKO PONAVLJANJE:

1	Šta je gustina?
2	Koje su mjerne jedinice za gustinu?
3	Šta predstavlja simbol ρ ?
4	Koji se uređaji koriste za mjerenje mase i volumena?
5	Kako se izračunava volumen kocke?
6	Šta pokazuje areometar?
7	Kakav je odnos između m , V i ρ ?
8	Ako tijelo ima masu od 10 g i volumen od 5 cm ³ , kolika je njegova gustina?
9	Da li je gustina ista za sve supstance? Objasni.
10	Kolika je gustina vode u g/cm ³ ?
11	Čvrsto tijelo nepravilnog oblika ima masu od 30 g. U menzuru sa 100 mL vode, nivo se podigao na 115 mL. Kolika je gustina?
12	Pretvori: 1 cm ³ = _____ mL
13	Pretvori: 0,75 g/cm ³ = _____ kg/m ³
14	Drveni blok ima dimenzije 2 cm · 2 cm · 5 cm i masu 40 g. Izračunaj gustinu.
15	Zašto se koriste različite metode za izračunavanje volumena za pravilna i nepravilna tijela?

TEMATSKO PONAVLJANJE:

16	Koja supstanca ima veću gustinu, voda ili gvožđe?
17	Da li će parče leda stavljeno u čašu sa vodom pasti na dno čaše? Objasni odgovor.
18	Izračunaj volumen tijela ako znaš da je $m = 60 \text{ g}$, $\rho = 3 \text{ g/cm}^3$.
19	Koje tijelo će imati veću masu: kocka od gvožđa ili od drveta istih dimenzija? Zašto?
20	Ako $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$, koliko L ima $0,5 \text{ m}^3$?
21	Ako treba da odrediš gustinu nekog tijela, koje veličine ti trebaju biti poznate?
22	Kako možemo da znamo da li je tijelo homogeno prema gustini?
23	Tijelo sa masom 200 g ima gustinu $2,5 \text{ g/cm}^3$. Izračunaj njegov volumen.
24	Objasni zašto je grafikon masa–volumen prava linija.
25	Tijelo sa gustinom $\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$ stavimo u posudu sa vodom. Da li će tijelo plutati ili potonuti u vodi?
26	Voda i ulje sa istim volumenom (150 mL) imaju mase 150 g i 138 g , redom. Odredi koja od ove dvije supstance ima veću gustinu?
27	Koliko litara vode možemo da nalijemo u posudu u obliku kocke sa ivicom od 30 cm ?
28	Zašto različite supstance sa istom masom imaju različite volumene?
29	Kolika je masa 16 litara vode? Podatak za gustinu vode uzmi iz tabele.
30	Na internetu ili u literaturi potraži vrijednost gustine ljudskog tijela. Da li je ljudsko tijelo homogeno ili heterogeno? Objasni odgovor.



MEĐUDJELOVANJA TIJELA

2.1. SILA

2.1.1. SABIRANJE SILA

2.1.2. VRSTE SILA I MJERENJE SILE

2.2. ELASTIČNA SILA

2.3. ZEMLJINA TEŽA I TEŽINA

2.4. SILA TRENJA

2.5. TEŽIŠTE I RAVNOTEŽA TIJELA

2.6. POLUGA I NJENA PRIMJENA



POJMOVI

- međudjelovanje / interakcija
- vektor
- pravac
- smjer
- veličina
- napadna tačka
- skalarne veličine
- vektorske veličine
- sila
- gravitacija
- električna sila
- magnetna sila
- sila trenja
- fizičko polje
- njutn (N),
- komponenta
- rezultanta

2.1

SILA

AKTIVNOST

1

Pred vama se nalaze nekoliko poznatih predmeta: lopta, balon, prazna konzerva, sitni papirići, nekoliko spajalica i magnet.

- Gurnite rukom loptu koja miruje na klupi. Šta primjećujete?
- Udrite rukom o klupu. Šta ste osjetili?
- Podignite konzervu na određenu visinu, pa je pustite. Šta se dogodilo?

- Naduvajte balon i protrljajte ga o rukav ili kosu, pa ga polako približite sitnim papirićima. Šta ste primijetili?
- Polako približavajte magnet spajalicama. Šta se dogodilo?
- Koja su tijela međudjelovala kada su bila u kontaktu, a koja kada su bila udaljena?
- Šta mislite, zašto je to tako?

Iz izvedenih aktivnosti zaključujemo:

Tijela koja su u stanju mirovanja ne mogu da se pokrenu dok na njih ne djeluje neka sila. Slično važi i za tijela koja su već u kretanju. Da bi smanjila brzinu, zaustavila se ili promijenila kretanje, potrebno je dejstvo druge sile. Kada na njih djeluje neka sila, tijela ne mijenjaju samo pravac, već mogu da promijene i smjer kretanja, kao i veličinu veličine kojom je opisano kretanje, kao i sam tip kretanja. Uzajamno dejstvo može biti neposredno ili posredno. Neposredno dejstvo nastaje kada se tijela dodiruju, odnosno kada su u kontaktu, dok posredno dejstvo nastaje preko posrednika, kada su tijela udaljena. Posrednici

(prenosioci) sila su gravitaciono polje, električno polje i magnetno polje.

PODSJETITE SE:

Vektor je veličina koja se odlikuje pravcem, smjerom i intenzitetom (veličinom). Vektor se grafički prikazuje kao usmjerena duž, odnosno linija sa strelicom. **Pravac** je određen pravom na kojoj leži usmjerena duž, a **smjer** je određen strelicom ka krajnjoj tački.

Radite u parovima

Na katedri se nalaze različiti predmeti: igla za pletenje, papirni brodić, gumena lopta, autić-igračka, puna i prazna limenka, prazna plastična flaša, šnala za kosu, plišani medvjedić i opruga iz hemijske olovke.

Pažljivo radite isključivo na površini svoje klupe.

- Odaberite koji predmet će, pod djelovanjem sile vaših ruku, promijeniti oblik (formu) i više se nikada neće vratiti u prvobitno stanje.
- Koji predmet će promijeniti oblik (formu), ali će se vratiti u prvobitno stanje nakon prestanka djelovanja sile?
- Gurnite punu i praznu limenku jednakom silom. Koja od njih se brže i duže kotrlja?
- Pokrenite autić igračku. Nakon nekog vremena će se zaustaviti. Šta mislite, zašto se autić zaustavio?

Iz izvedene aktivnosti zaključujemo da je **sila mjera međusobnog djelovanja između tijela**. Ona je uzrok promjena u formi (obliku), položaju i brzini tijela.

Sila se mjeri pomoću uređaja koji se zove dinamometar. Označavamo je slovom F , a izražava se u jedinici njutn (N).

Njutn (N) je osnovna jedinica za mjerenje sile.

Tijelo mase **102 g** djeluje na podlogu silom od **1 N**.

Često koristimo i **veće ili manje mjerne jedinice** od 1 N, a to su:

1 GN - giganjutn	$1000000000 \text{ N} = 10^9 \text{ N}$
1 MN - meganjutn	$1000000 \text{ N} = 10^6 \text{ N}$
1 kN - kilonjutn	$1000 \text{ N} = 10^3 \text{ N}$
1 N - njutn	
1 mN - milinjutn	$0,001 \text{ N} = 10^{-3} \text{ N}$
1 μN - mikronjutn	$0,000001 \text{ N} = 10^{-6} \text{ N}$

Zamisli da se nalaziš u ovakvoj situaciji: sam si, u nepoznatoj zemlji, na velikom raskršću. Čitaš adresu do koje želiš da stigneš, pronalaziš ulicu, ali se ona proteže s obje strane raskrsnice. Jedan dio ulice vodi ka sjeveru, a drugi ka jugu. Pitaš slučajne prolaznike, ali te ne razumiju. Tada se pojavljuje jedan čovjek, pogleda adresu na mapi i pokazuje rukom prema sjeveru i na koji dio ulice treba da ideš. Pet puta skupi i pusti prste obje ruke – to znači da treba da ideš još 50 metara.



- Prepoznaj i navedi glavne karakteristike vektora prema tekstu.

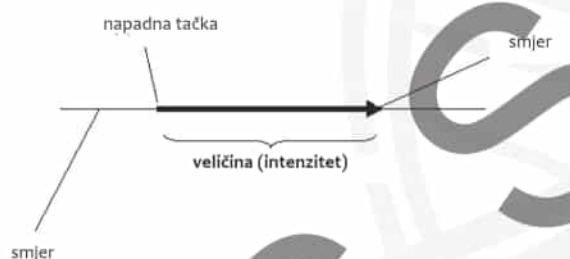
AKTIVNOST 3

ILI:

- Koliko daleko treba da odete od raskrsnice do adrese, odnosno kolika je udaljenost koju treba da pređete? (To je veličina vektora.)
- Da li treba da idete ka sjeveru ili ka jugu? (To je smjer – ono što vam je čovjek pokazao rukom.)
- Ulica kojom ćete ići. (To je pravac.)

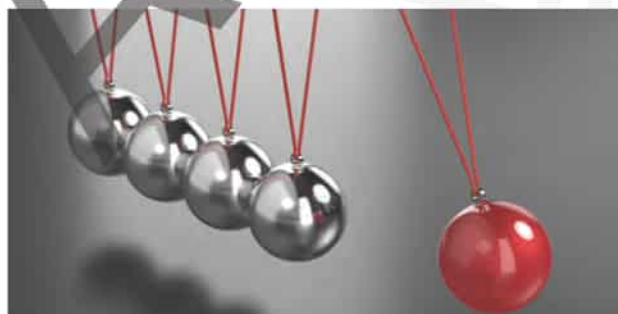
Silu najčešće definišemo kao vektorsku veličinu koja je potpuno određena svojom veličinom (intenzitetom), pravcem, smjerom i napadnom tačkom.

Iz ove definicije silu grafički prikazujemo kao vektor. Dužina vektora predstavlja intenzitet, početna tačka je napadna tačka, strelica pokazuje smjer, a prava na kojoj leži vektor jeste pravac.



Pored sile, i druge **vektorske veličine** poput brzine, ubrzanja i pomjeranja su vektorske veličine, jer su potpuno određene svojom veličinom, pravcem i smjerom.

S druge strane, postoje i **skalarne veličine**, koje se određuju brojčanom vrijednošću i mjernom jedinicom (masa, dužina, vrijeme, površina i volumen).

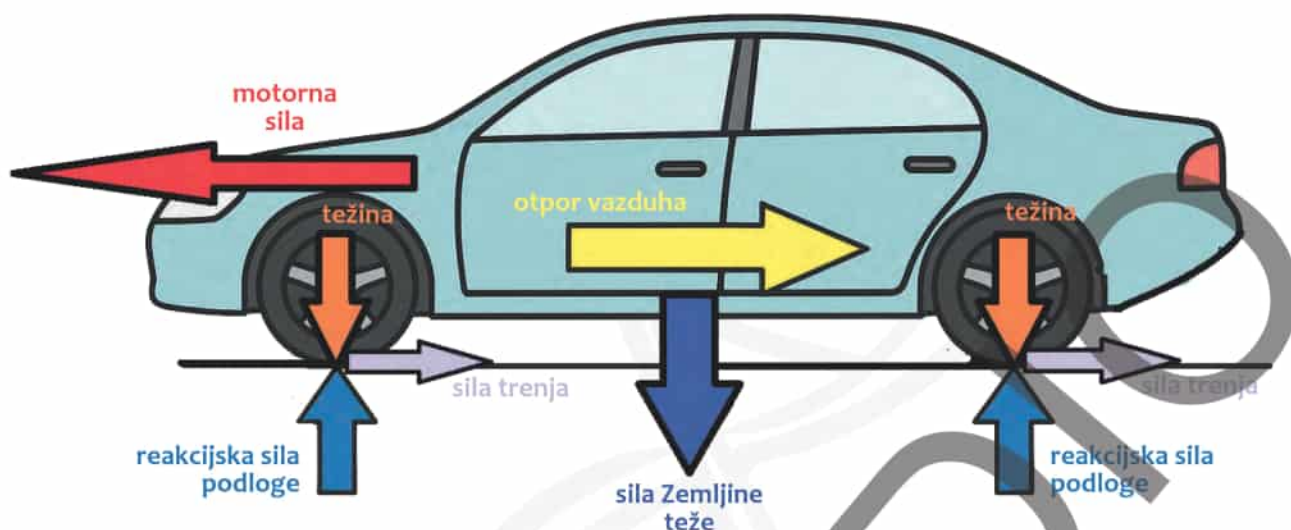


ZAPAMTITE:

- **Sila** je vektorska veličina koja je potpuno određena svojom veličinom (intenzitetom), pravcem, smjerom i napadnom tačkom.
- **Dinamometar** je uređaj za mjerenje sile.
- Njutn (N) je osnovna jedinica za mjerenje sile.
- **Međudjelovanje ili interakcija** uvijek postoji u prirodi – ako jedno tijelo djeluje na drugo, i drugo tijelo istovremeno djeluje na prvo tijelo.
- **Skalarne veličine** su one koje se određuju brojčanom vrijednošću i mjernom jedinicom.
- **Vektorske veličine** su one veličine koje su potpuno određene svojom veličinom (intenzitet), pravcem i smjerom.

PITANJA:

- 1 Šta je sila?
- 2 Koja je osnovna mjerna jedinica za silu?
- 3 Koji primjeri iz izvedenih aktivnosti pokazuju neposredno međudjelovanje?
- 4 Koja tijela djeluju bez dodira (posredno)?
- 5 Objasni zašto prazna limenka, kada se pusti s visine, počinje da se kreće.
- 6 Šta će se desiti s gumenom loptom kada je pritisnemo, a zatim pustimo?
- 7 Zašto isto tijelo (na primjer, plastična flaša) može da promijeni i oblik i položaj?
- 8 Objasni kako se sila prikazuje kao vektor.
- 9 Koje je međudjelovanje između čovjeka i podloge kada stoji na njoj?
- 10 Koje su skalarne, a koje vektorske veličine?



Slika 1 – Vrste sile

2.1.1

SLAGANJE SILA

Kada na jedno tijelo istovremeno djeluje više sila, one se mogu zamijeniti jednom silom koja ima isto dejstvo kao sve te sile zajedno. Ta sila se naziva rezultatna sila. Proces zamjene više sila jednom silom naziva se slaganje sila.

Tijelo u fizici predstavlja svaki predmet koji ima masu i zauzima prostor. To može biti mali predmet poput gumice, hemijske olovke, lopte ili boce, ali i veći objekti poput automobila, stolice ili zgrade. Čak se i ljudi, životinje

i planete smatraju fizičkim tijelima.

U svakodnevnom životu, tijela se rijetko nalaze u situaciji da na njih djeluje samo jedna sila. Obično djeluje dvije ili više sila – na primjer, kada guramo sto, jedan učenik može gurati s jedne strane, a drugi s druge. Svaka sila koja djeluje na tijelo naziva se komponenta, a njihov zajednički rezultat predstavljamo kao rezultatnu silu.



Slika 2 - Sile u ravnoteži

Slaganje kolinearnih sila

Rad u timovima (grupama)

Potreban materijal:

- Konac (oko 0,5–1 metar)
- Dinamometar (po mogućnosti dva)
- Težak predmet (npr. drvena kutija ili mali sto)

a) Prva aktivnost:

- 1 Postavite drvenu kutiju na ravnu površinu.
- 2 Pričvrstite jedan kraj konca za kutiju, a drugi kraj za dinamometar.
- 3 Jedan učenik vuče dinamometar silom od 5 N.
- 4 Drugi učenik se priključuje sa drugim dinamometrom i zajedno vuku u smjeru.
- 5 Prvi učenik vuče silom od 5 N, a drugi silom od 3 N.
- 6 Diskusija:
 - Da li se kutija kretala brže kada su obje sile bile kombinovane?
 - Šta će se desiti ako se treći učenik uključi i povuče u istom smjeru?
 - Zaključak: Kada dvije ili više sila djeluju u istom pravcu i smjeru, njihovi

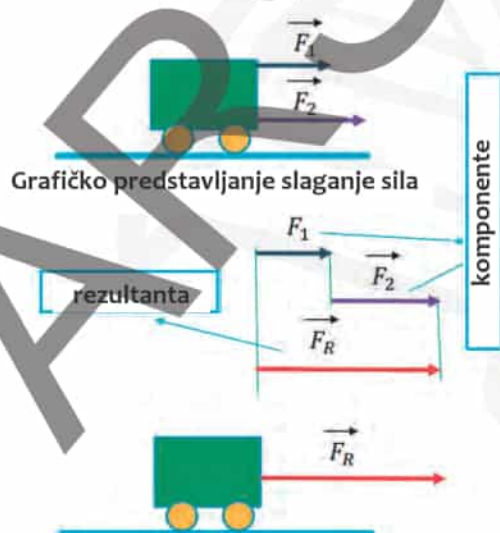
intenziteti se sabiraju i ukupna sila se povećava.

b) Druga aktivnost:

- 1 Postavite drvenu kutiju/gajbu na ravnu površinu.
- 1 Pričvrstite jedan kraj konca za kutiju, a drugi za dinamometar.
- 1 Pričvrstite još jedan konac s suprotne strane kutije i vežite ga za drugi dinamometar.
- 1 Jedan učenik vuče dinamometar silom od 5 N.
- 1 Drugi učenik vuče drugi dinamometar u suprotnom smjeru.
- 1 Prvi učenik vuče silom od 5 N, a drugi silom od 3 N.
- 1 Diskusija:
 - Kako se kretala kutija kada su dvije sile bile kombinovane?
 - Šta će se desiti ako treći učenik povuče u smjeru manje sile, sa silom od 2 N?

Ako dvije sile djeluju u istom pravcu i istom smjeru (na primjer, obje prema desno), tada je njihova rezultantna sila zbir tih dviju sila:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$



Slika 3 – Slaganje sila sa istim pravcem i istim smjerom.

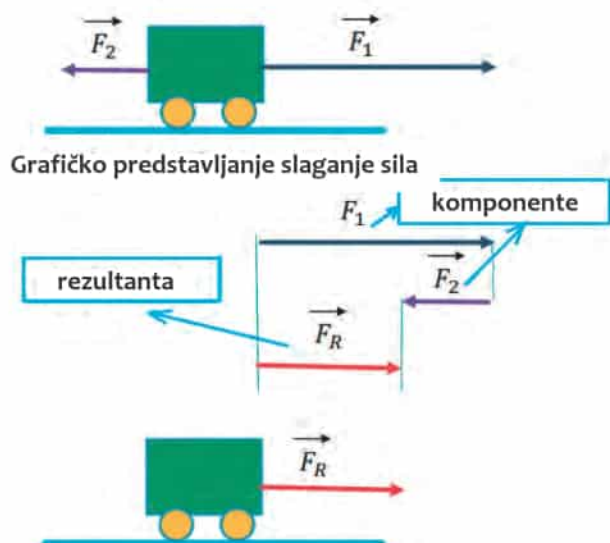
U ovom slučaju, veličina rezultantne sile određuje se kao zbir veličina dviju sila $F_R = F_1 + F_2$

Ako dvije sile djeluju u istom pravcu, ali u suprotnim smjerovima (jedna prema desno, a druga prema lijevo), tada će rezultantna sila biti razlika između njih, a smjer će biti isti kao smjer jače sile $F_R = F_1 - F_2$

Na primjer, ako jedna sila iznosi 10 N, a druga 6 N, rezultantna sila je 4 N i usmjerena je u pravcu veće sile.

Kada na dato tijelo deluju dvije sile koje su jednake po veličini, ali suprotno usmjerene, tada se njihovo rezultantno dejstvo poništava i tijelo miruje ili se kreće ravnomjerno. Znači, rezultantna sila u tom slučaju je nula.

$$\vec{F}_R = 0$$



Slika 4 – Slaganje sila sa istim pravcem i suprotnim smjerom.

U svim ovim slučajevima govorimo o slaganju sila, odnosno više sila zamjenjujemo jednom – rezultatnom silom. Na taj način lakše možemo predvidjeti da li će se tijelo kretati, mirovati ili ubrzavati.

Kada prikazujemo sile na crtežu, predstavljamo ih kao usmjerene strelice (vektore). Prvo se nacrtava jedna sila, a zatim se od njenog kraja nastavlja sa drugom. Rezultantna sila je strelica koja počinje na početku prve sile, a završava na kraju posljednje strelice.

Ako je rezultatna sila veća od nule, tijelo će se kretati u smjeru te sile. Ako je rezultatna sila jednaka nuli, tijelo će mirovati ili će se kretati ravnomjernom brzinom (ako je tijelo već bilo u pokretu).

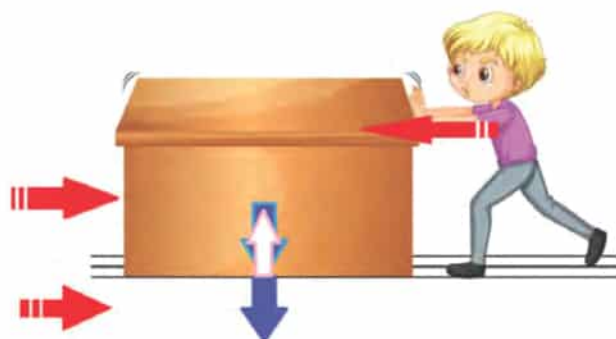
ZAPAMTITE:

- Tijelo je svaki predmet ili materijalni objekat koji zauzima prostor i ima masu (kamen, drvo, olovka, čaša, automobil...).
- Postoje sile koje djeluju na daljinu (nekontaktne/posredne sile) i sile koje djeluju pri neposrednom kontaktu između tijela (kontaktne/neposredne sile).
- Komponente su sile koje djeluju na tijelo i mogu se zamijeniti rezultantom.

Ova pravila nam pomažu da razumijemo zašto neka tijela miruju, a neka se kreću – poput točka bicikla, stola koji guramo ili lopte koju šutiramo.

PITANJA:

- 1 Šta je rezultatna sila?
- 2 Kako se naziva proces u kojem se više sila zamjenjuje jednom silom?
- 3 Koji je pravac rezultatne sile ako obje sile djeluju u istom smjeru i pravcu?
- 4 Šta se dešava s tijelom ako na njega djeluju dvije jednake sile u suprotnim pravcima?
- 5 Jedan učenik vuče silom od 40 N, a drugi silom od 30 N u istom pravcu i smjeru. Kolika je rezultatna sila?
- 6 Jedan učenik vuče silom od 60 N, a drugi u suprotnom smjeru silom od 40 N. Kolika je rezultatna sila i u kojem smjeru?
- 7 Opiši kako se grafički prikazuje zbir dviju sila koje djeluju u istom smjeru.
- 8 Ako trojica učenika vuku konopac: prvi sa 40 N ulijevo, drugi sa 30 N udesno, a treći sa 20 N ulijevo – kolika je rezultatna sila i u kojem smjeru?
- 9 Tijelo miruje. Vučeno je s obje strane silama od po 45 N. Šta možemo zaključiti o smjeru i intenzitetu tih sila?
- 10 Objasni zašto je važno koristiti dinamometar pri sabiranju sila u stvarnim aktivnostima.



2.1.2

VRSTE SILA I MJERENJE
SILE

Sila je fizička veličina koja uzrokuje promjene u stanju tijela, kao što su ubrzanje, usporavanje ili deformacija.

Postoji više vrsta sila:

Neposredne ili kontaktne sile djeluju kada su tijela u direktnom kontaktu, kao što su sila trenja, sila pritiska ili elastična sila.

Posredne su fizičke interakcije između tijela koja nisu u direktnom kontaktu, kao što su gravitacijska, električna i magnetska sila.

Gravitacijska sila djeluje između svih tijela, privlačeći jedno tijelo ka drugom. Najčešće je povezujemo sa Zemljom, koja privlači sva tijela ka svom centru.

Električna sila javlja se između naelektrisanih tijela a ostvaruje se električnim poljem.

Magnetska sila javlja se između magneta ili između magneta i magnetnog materijala.

Elastična sila nastaje kada se neko tijelo deformiše (na pr. rastegne, stisne ili saviye), a zatim se vraća u prvobitni oblik ili veličinu kada prestane djelovati sila na njega.

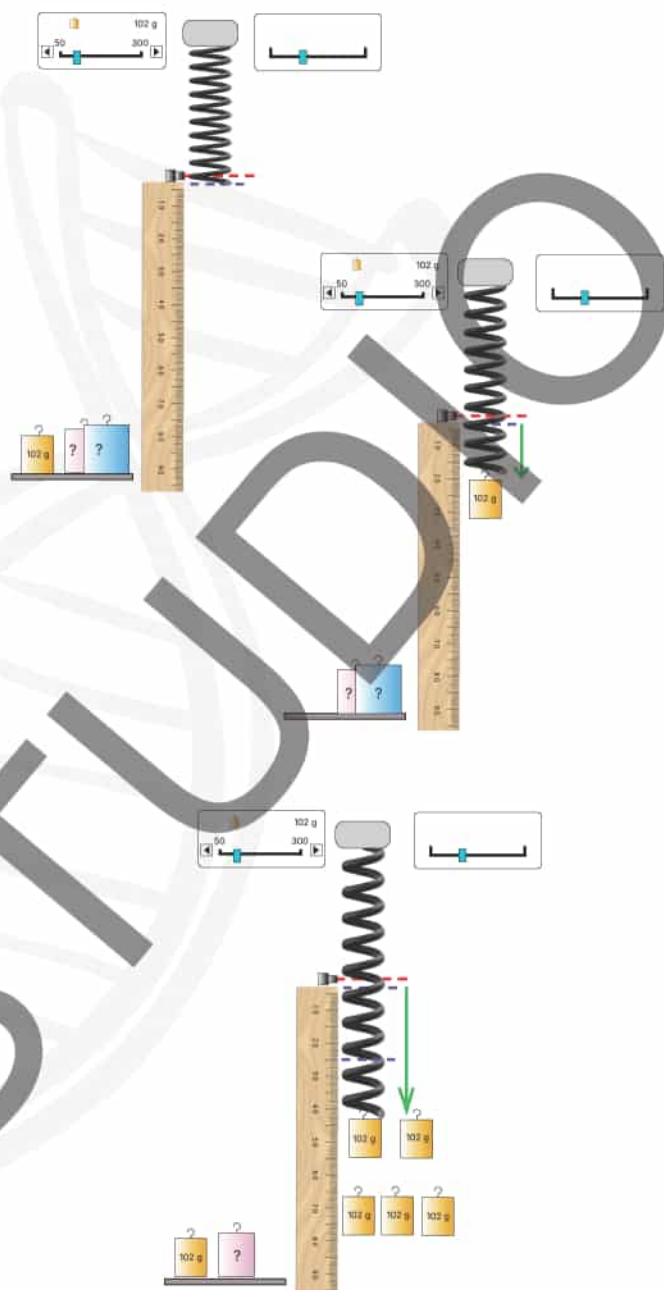
Sila trenja javlja se kada se dvije površine kreću ili pokušavaju da se kreću jedna u odnosu na drugu. Ova sila djeluje suprotno od smjera kretanja ili sprečava kretanje.

Mjerenje sile:

Sila se mjeri pomoću uređaja koji se zovu dinamometri.

Dinamometar može mjeriti različite vrste sila, ali se najčešće koristi za mjerenje težine, sile trenja i elastične sile.

Dinamometar funkcioniše na principu



Slika 5 - Mjerenje sa dinamometar

istezanja elastične opruge (spirale).

Kada na dinamometar djeluje neka vanjska sila – na primjer, kada se okači teg – ona isteže oprugu. Elastična sila opruge se tada suprotstavlja toj vanjskoj sili. Kada se ove dvije sile izjednače, očitava se vrijednost sile na skali dinamometra.

Dinamometri mogu imati različite oblike i koristiti se za mjerenje manjih ili većih sila.

AKTIVNOST 1

Napravite vlastiti dinamometar

Potrebni materijali:

- Stativ za oprugu
- Opruga (spirala)
- Lenjir
- 5 tegova s kukom po 100 g
- 5 tegova s kukom po 2 g
- Predmeti za mjerenje mase do 5 N (tijela čiju težinu ćete mjeriti)
- Olovka

Tok rada:

- Na tablu ili zid zalijepite list papira.
- Postavite stativ tako da na njega objesite

jednu elastičnu oprugu.

- Na papiru označite mjesto gdje završava opruga kada nije opterećena – to će biti početna tačka za mjerenje istezanja.
- Od te tačke, vertikalno pričvrstite lenjir. Lenjir će vam služiti za mjerenje koliko se opruga istegla.
- Na oprugu zakačite jedan teg od 100 g.
- Da bi izmjerili istezanje, napravite crticu pored lenjira i zapišite vrijednost kao 1 N (1 njutn) na papiru.
- Ponovite postupak dodajući još 4 tega po 100 g + 2 g, svaki put mjereći istezanje i upisujući vrijednosti u pripremljenu tabelu.

Tabela 1:

masa tegova (g)	dužina opruge l (cm)	istezanje Δl (cm)
0		
100		
200		
300		
400		
500		

- Kada izmjerite istezanje sa svih 5 parova tegova, podijelite istezanja na manje podjele kako biste povećali tačnost vašeg dinamometra. Ovo će vam omogućiti lakše mjerenje manjih težina.
- Kada završite sa skalom, skinite sve tegove i koristite dinamometar za mjerenje težine drugih predmeta.

- Da biste izmjerili težinu predmeta, zakačite predmet na oprugu i pogledajte dokle se opruga istegla. Zapišite izmjerene vrijednosti u pripremljenu tabelu.

Tabela 2:

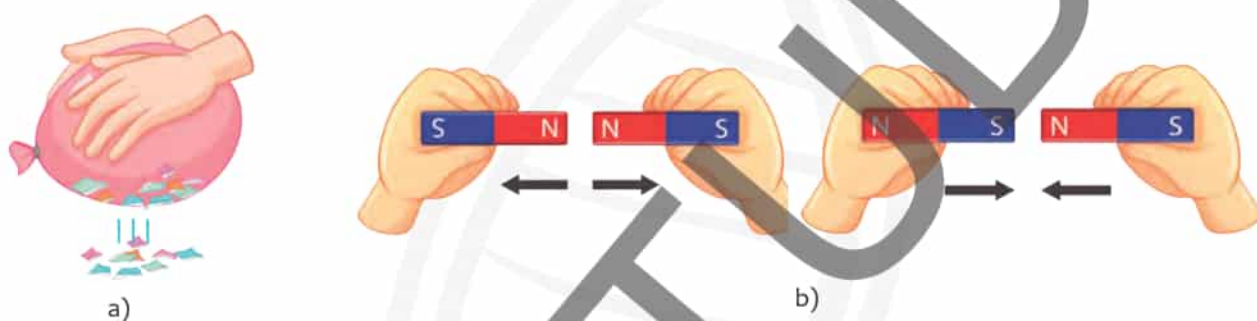
predmet	težina G (N)
1	
2	
3	

Zaključak:

Od jednostavnih materijala možete uraditi funkcionalni dinamometar kojim možete mjeriti sile do 5 N.

ZAPAMTITE:

- **Električna sila** predstavlja uzajamno djelovanje između naelektrisanih tijela. Može biti privlačna ili odbojna u zavisnosti od naelektrisanja tijela.
 - **Magnetna sila** se javlja pri interakciji između magneta ili između magneta i željeza.
- Može biti privlačna ili odbojna.
- **Sila trenja** je sila koja se suprotstavlja kretanju jednog tijela u odnosu na drugo pri neposrednom kontaktu.
 - **Dinamometri** mogu imati različite oblike, a koriste se za mjerenje različitih sila.



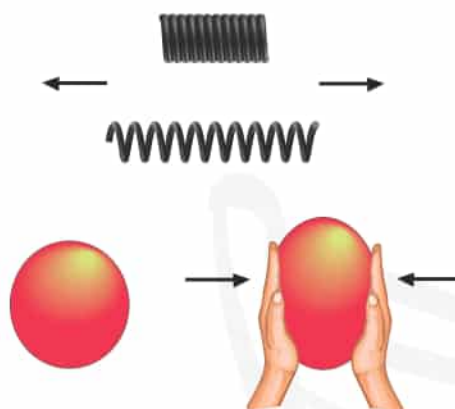
Slika 6 – Posredno djelovanje: a) uzajamno dejstvo naelektrisanog balona sa sitnim papirićima
b) Međusobno djelovanje između dva magneta (odbojno i privlačno)

PITANJA:

- 1 Koja sila se javlja kada se magnet približi predmetu od željeza?
- 2 Kada se javlja sila trenja?
- 3 Šta se dešava s oprugom u dinamometru kada se dodaju tegovi?
- 4 Koja sila uzrokuje vraćanje opruge u početni položaj nakon što se teg ukloni?
- 5 Nabroji nekoliko posrednih djelovanja sila.
- 6 Kako funkcioniše dinamometar?
- 7 Zašto električna sila može biti i privlačna i odbojna?
- 8 Po čemu se magnetska sila razlikuje od gravitacione sile?
- 9 Opiši kako možeš napraviti skalu za dinamometar koristeći samo tegove i oprugu.
- 10 Kada se čita vrijednost sile sa skale dinamometra?

POJMOVI

- elastičnost
- plastičnost
- elastična sila
- izduženje
- Hukov zakon
- koeficijent elastičnosti.



Slika 7 - Elastična tijela: opruga, lopta

2.2

ELASTIČNA
SILA

AKTIVNOST

1

Ispitivanje elastičnosti materijala

Na klupi imaš gumicu, oprugu, plastelin, tegove ili predmete različite mase i lenjir.

■ Postupak:

❶ Ispruži gumicu prstima i pusti je.

Da li se vratila u prvobitni oblik?

❷ Zakači mali teg na oprugu. Zatim ga ukloni i posmatraj šta se dešava s oprugom.

Zatim zakači veći teg i ponovi postupak. Nakon toga, zakači još veći teg i posmatraj šta će se dogoditi.

Da li se opruga uvijek vraća na početnu dužinu?

❸ Pritisni grudvu plastelina rukom, a zatim je pusti.

Da li se sama vratila u prvobitni oblik?

Zapiši svoja zapažanja u pripremljenu tabelu:

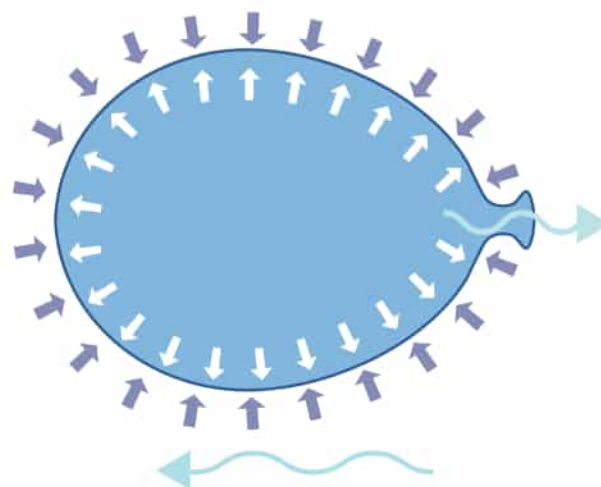
Tabela 3:

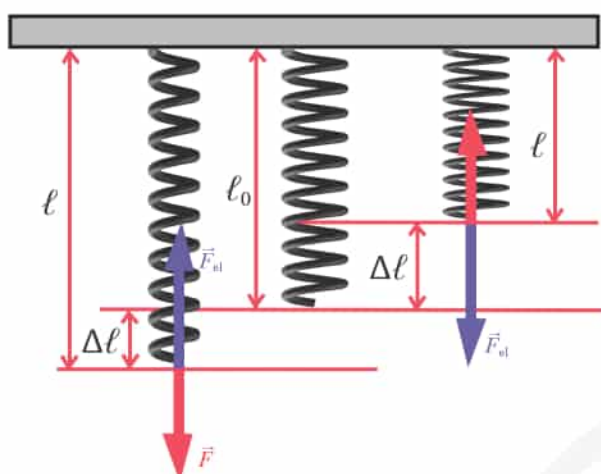
materijal	Vraća se u prvobitni položaj
gumica	
opruga	
plastelin	

Elastična sila je sila koja vraća oblik tijela nakon djelovanja neke sile.

Stisni lopticu rukama, pa je pusti. Isteži lastiš, ga pusti. Šta se dešava? Da li se tijela vraćaju u prvobitni položaj ili ne?

Može se zaključiti da, kada se sila ukloni, tijelo će se vratiti u svoj prvobitni oblik – ako nije pređena određena granica. Ako se ta granica pređe, tijelo gubi elastična svojstva i ne može se vratiti u prvobitni oblik.





Slika 8 – Deformacija elastične opruge je proporcionalna sili.

Ako ste se ikada igrali oprugom iz hemiske olovke, znate da kada djelujete malom silom, opruga se istegne, ali se vrati u početni oblik. No, ako je previše istegneta, neće se vratiti i deformirat će se.

Tijela koja se ne vraćaju u prvobitni oblik i volumen nakon prestanka djelovanja vanjskih sila nazivaju se **plastična tijela**, a deformacije koje tada nastaju su **plastične deformacije**.

Kada na elastično tijelo primijenimo silu, ono mijenja svoj oblik.

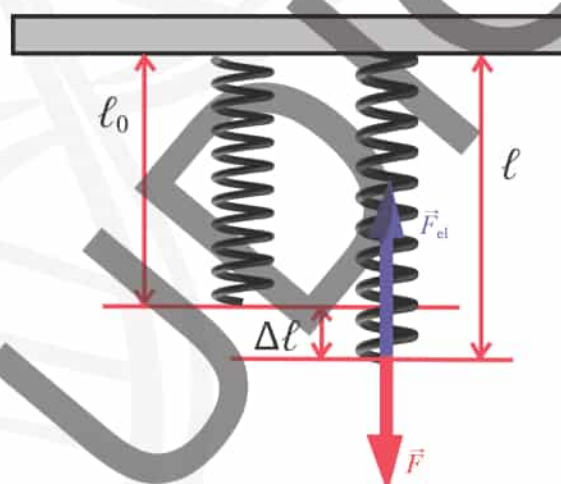
Na primjer, ako stisnemo (komprimiramo) oprugu, nakon prestanka sile iz naših ruku, elastična sila će je rastegnuti i vratiti u prvobitni oblik.

Kada rukama istegnemo lastiš za vježbanje i pokušamo ga zadržati istegnutog, osjetit ćemo naprezanje u rukama i biće nam teško da ga držimo u tom položaju. Lastiš nastoji da se vrati u svoj prvobitni oblik, pri čemu se stvara sila koja se suprotstavlja našoj sili. Ta sila se naziva elastična sila.

Ako primijenimo malu silu, lastiš će se malo istegnuti. Ako primijenimo veću silu, on će se više istegnuti i suprotstaviti se istezanju koje vršimo.

Izduživanje je deformacija elastičnog tijela izražena kao razlika između njegove dužine djelovanjem sile i njegovog prvobitnog položaja.

$$(\Delta \ell = \ell - \ell_0).$$



Slika 9 – Izduženje ($\Delta \ell = \ell - \ell_0$)

ℓ_0 – dužina prije opterećenja
 ℓ – dužina prilikom opterećenja
 $\Delta \ell$ – izduženje

Dakle, **što je sila kojom djelujemo na elastično tijelo veća, to će izduženje biti veće**. Ovu zavisnost sile od opruge ispitivao je engleski fizičar Robert Huk, pa se u njegovu čast naziva **Hukov zakon**.

$$F_{el} = k \cdot \Delta \ell$$

Gdje:

F_{el} je elastična sila,

k je koeficijent elastičnosti,

$\Delta \ell$ je istezanje ili sabijanje opruge.

PRIMJERI RIJEŠENIH ZADATAKA

- 1 Sila od 40 N isteže oprugu za 2 cm. Koliko će se opruga istegnuti kada se na nju primijeni sila od 120 N?

Dato:

- $F_1 = 40 \text{ N}$
- $\Delta \ell_1 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$
- $F_2 = 120 \text{ N}$
- Traži se: $\Delta \ell_2 - ?$

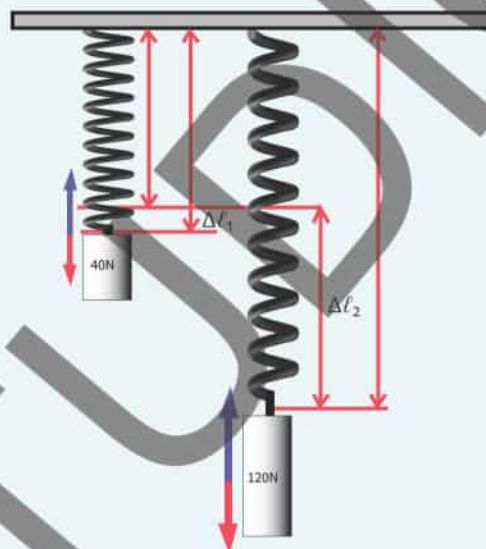
Kako ćemo naći:

$$F = k \cdot \Delta \ell$$

$$k = \frac{F_1}{\Delta \ell_1}, k = \frac{40 \text{ N}}{0,02 \text{ m}}, k = 2000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\Delta \ell_2 = \frac{F_2}{k}, \Delta \ell_2 = \frac{120 \text{ N}}{2000 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$$

$$\Delta \ell_2 = 0,06 \text{ m}, \Delta \ell_2 = 6 \text{ cm}$$



- 2 Kada na elastičnu oprugu s koeficijentom elastičnosti od 200 N/m djeluje sila, ona je istegne za 6 cm. Koliko je velika ta sila?

Dato:

- $k = 200 \text{ N/m}$
- $\Delta \ell = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$
- $F_{el} - ?$
- $F_{el} = k \cdot \Delta \ell$
- $F_{el} = 200 \text{ N/m} \cdot 0,06 \text{ m}$
- $F_{el} = 12 \text{ N}$

ZAPAMTITE:

Elastična sila je sila kojom se tijelo suprotstavlja deformaciji (istezanju ili sabijanju) i vraća oblik tijela nakon djelovanja neke sile.

Elastična sila se računa prema Hukovom zakonu:

$$F_{el} = k \cdot \Delta \ell$$

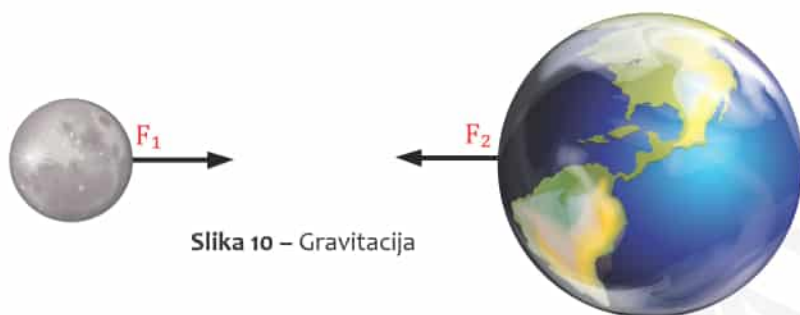
gdje je

- F_{el} elastična sila,
- k koeficijent elastičnosti, koji zavisi od vrste materijala
- $\Delta \ell$ je istezanje ili sabijanje opruge.

Za bolje razumijevanje elastičnih sila i Hukovog zakona, posjeti PhET Gravitacijsku laboratoriju:
https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_all.html

PITANJA:

- 1 Šta je elastična sila?
- 2 Kada tijelo gubi svoja elastična svojstva?
- 3 Šta se dešava s lastišom kada se istegne i potom pusti?
- 4 Šta predstavlja izduženje kod elastičnog tijela?
- 5 Objasni razliku između elastičnog i plastičnog tijela.
- 6 Kako se izračunava izduženje? Napiši formulu i objasni je.
- 7 Šta predstavlja simbol k u Hukovom zakonu?
- 8 Kako je usmjerena elastična sila u odnosu na deformaciju (izduženje ili sabijanje) date opruge?
- 9 Kako se mijenja dužina opruge ako se sila povećava, prema Hukovom zakonu?
- 10 Ako imaš dvije opruge na koje djeluješ istom silom, jednu s malom vrednošću k , a drugu s velikom vrijednošću – koja će se lakše istegnuti i zašto?



Slika 10 – Gravitacija

POJMOVI

- zemljina težina (P)
- težina (G)
- masa (m)
- zemljino ubrzanje (g)
- bestežinsko stanje
- reakcijska sila

2.3.

ZEMLJINA TEŽA I TEŽINA

Sva tijela se međusobno privlače. Ova privlačna sila je poznata kao gravitacija. Gravitaciono privlačenje je uočljivo kada jedno ili oba tijela imaju velike mase i kada su blizu jedno drugome. Zemlja ima mnogo veću masu od tijela koja su na njoj ili oko njega je njeno privlačenje vrlo vidljivo. Na primjer, gravitaciju osjećamo kao silu koja nas privlači prema Zemlji.

Ova međusobna privlačnost bila je prvobitno istraživana i opisana od strane Isaka Njutona. Gravitacija je sila koja igra ključnu ulogu u oblikovanju našeg svijeta. Od kretanja planeta i mjeseca do svakodnevnih situacija u kojima se nalazimo, gravitacija utiče na sve aspekte našeg života. Sila kojom Zemlja privlači sve što ima masu čini gravitaciju jednom od najvažnijih sila u svemiru.

Gravitacijsku silu Zemlje najčešće nazivamo zemljina teža, ili jednostavno teža. To je sila kojom Zemlja privlači tijela ka svojoj površini i djeluje na sva tijela sa masom koja se nalaze u blizini Zemlje.

Zemljina teža je sila čiji je vektor uvijek usmjeren nadole, a njena veličina se određuje relacijom:

$$\blacksquare P = m \cdot g$$

gdje je

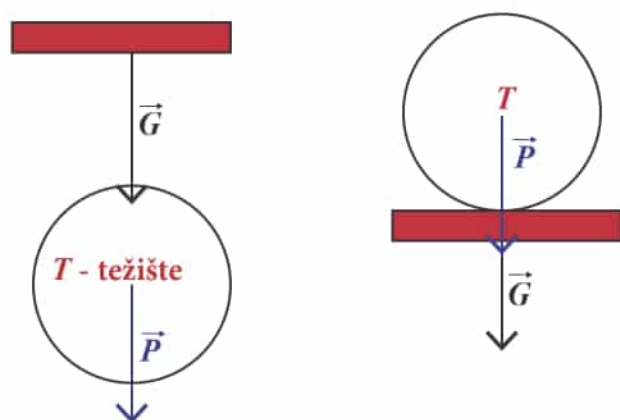
- P – Zemljina teža,
- m – masa tijela,
- g – zemljino (gravitaciono) ubrzanje.

Primjeri dejstva gravitacije:

- 1 Kada baciš predmet s visine — bilo da je riječ o kamenu ili lopti — on će pasti na tlo zbog sile gravitacije koja privlači sva tijela prema centru Zemlje.
- 2 Gravitacija je također ta koja drži Zemlju na njenoj orbiti oko Sunca.

Pošto tijela na koja Zemlja djeluje imaju zanemarljivu masu u odnosu na masu Zemlje, umjesto da kažemo uzajamna privlačnost, kažemo da Zemlja privlači tijela, tj. da na tijela djeluje samo sila gravitacije. Moramo imati na umu da svjesno zanemarujemo jednu silu, iako ona postoji i djeluje u isto vrijeme, odnosno tijela privlače Zemlju silom koja ima isti pravac i intenzitet, ali suprotan smjer.

Pojam „gravitaciona sila” ne odnosi se samo na privlačenje koje Zemlja ostvaruje nad drugim tijelima, već na međusobno privlačenje svih tijela koja imaju masu. Ova sila djeluje bez obzira na veličinu tijela ili udaljenost između njih.



Slika 11 – Težina i zemljina teža

TEŽINA TIJELA (G)

Zbog gravitacione sile, tijela imaju težinu. Kada se postave ili objese na podlogu koja ih sprečava da padnu, tijela djeluju na nju. Podloga pak djeluje na tijela reakcijskom silom iste jačine i pravca, ali suprotnog smjera. Ove sile se ne poništavaju jer djeluju na dva različita tijela.

Kako se gravitaciona sila između dvaju tijela može vidjeti i ispitati, možete posjetiti PhET Gravitacionu laboratoriju:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab/latest/gravity-force-lab_all.html

Težina tijela je sila kojom tijelo djeluje na podlogu ili na vješalicu, ako je obješeno.

Težina tijela i Zemljina težina su dva različiti pojmovi. Sila Zemljine težine djeluje na tijelo, dok težina tijela djeluje na podlogu ili vješalicu. Obje sile (težina i Zemljina teža) imaju isti pravac i smjer, ali se razlikuju po napadnoj tački i po jačini u zavisnosti od okolnosti. Napadna tačka Zemljine težine (R) nalazi se u težištu tijela, dok se napadna tačka težine tijela nalazi na površini kontakta s podlogom ili u tački vješanja.

AKTIVNOST

1

Kutija za pribor u obliku kvadra. Podignite je na određenu visinu i potom je pustite. Šta će se desiti i kako će se kutija ponašati?

Istu kutiju postavite na klupu, a zatim je objesite na kuku u učionici. U svojim bilješkama vektorski prikažite sile koje deluju na kutiju u sledećim slučajevima:

- **Kada kutija pada**
- **Kada stoji na klupi**
- **Kada je obješena**
- **Kada kutija pada** – Kada kutija pada, na nju djeluje Sila težine. To je sila koja je vuče nadole, prema centru Zemlje. Nacrtajte vektor usmjeren prema dolje.
- **Kada stoji na klupi** – Kada kutija stoji na klupi, na nju djeluju dvije sile: Zemljina teža (koja je vuče nadole zbog gravitacije) i normalna sila klupe (koja je sprječava da padne i potiskuje nagore). Ove sile su jednake po jačini, ali suprotno usmjerene, pa kutija miruje.
- **Kada je obješena** – Kada je kutija obješena na kukicu, na nju djeluju dvije sile: težina (koja je vuče nadole) i sila napetosti konca (koja je drži i djeluje nagore). Te dvije sile su jednake po veličini i suprotno usmjerene, zbog čega kutija ostaje obješena i ne pada.

Težina je sila i izračunava se prema **zakonu sile** ($F = m \cdot a$).

■ F – sila, m – masa, a – ubrzanje.

Zamenjujemo „ F “ sa „ G “, a „ a “ sa „ g “ i dobijamo jednačinu za težinu:

■ $G = m \cdot g$

■ G – težina, m – masa, g – Zemljino ubrzanje.

Iz ove jednačine $G = m \cdot g$, vidi se da je težina pravoproporcionalna masi. Masa tijela je postojana bez obzira gdje se nalazi. Na primjer, predmet mase 1 kg ima istu masu bez razlike da li je na Zemlji i na Mjesecu.

Težina datog tijela se može promijeniti u zavisnost od gravitacione sile dok njegova masa ostaje nepromijenjena.

Ne sva mjesta na površini Zemlje su jednako udaljena od njenog centra, pa se zato razlikuje i intenzitet sile Zemljine teže. Na polovima Zemlje, koji su najbliže centru Zemlje, privlačna sila je najveća. Hodanjem ka ekvatoru, ta sila se umanjuje (ekvator je najudaljeniji od centra Zemlje).

Svako tijelo koje se kreće samo pod dejstvom Zemljine teže nalazi se u bestežinskom stanju. Sva tijela koja se nalaze u veštačkim satelitima koji kruže oko Zemlje nalaze se u bestežinskom stanju. Ona se kreću po određenoj orbiti oko Zemlje i nalaze se u stalnom slobodnom padu ka Zemlji. Kosmonauti u brodovima lebde i lako se kreću u svim pravcima.

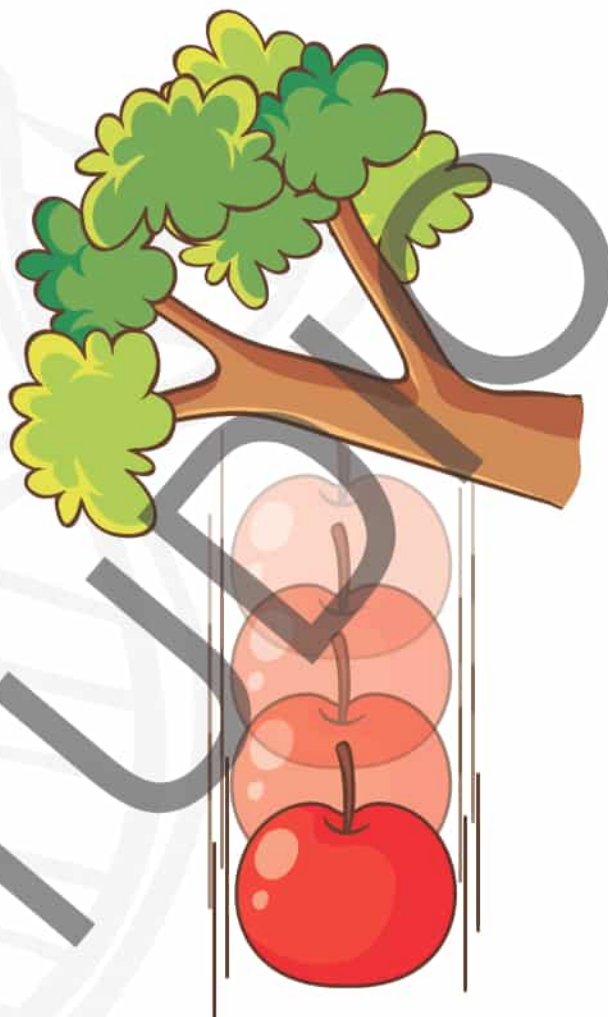
Oko Zemlje postoji gravitaciono polje. Ovo polje je razlog što Zemlja privlači sva tijela gravitacionom silom. Gravitaciono polje ima svoju jačinu.

Jačina gravitacionog polja je vektorska veličina i obilježava se sa G_p .

$$G_p = P/m$$

Jedinicu mjere za gravitaciono polje nalazimo ako zamijenimo u formuli za gravitaciono polje:

P osnovnom jedinicom mjere za silu 1 N i m osnovnom jedinicom mjere za masu 1 kg.



Slika 12 – Zemljina teža privlači sva tijela ka centru Zemlje

$$G_p = P/m = 1 \text{ N}/1 \text{ kg}$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

$$G_p = 1 \text{ N}/1 \text{ kg} = (1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2) / 1 \text{ kg} = 1 \text{ m/s}^2$$

$$G_p = g$$

Ubrzanje pri slobodnom padu na Zemlji je približno 10 m/s^2 .

Gravitaciona sila Zemlje na masu od 1 kg iznosi približno 10 N.

Na polovima, $G_p = 9,83 \text{ N/kg}$, na ekvatoru $G_p = 9,78 \text{ N/kg}$, a na srednjoj geografskoj širini $G_p = 9,81 \text{ N/kg}$ (g približno 10 m/s^2 .)



AKTIVNOST

2

Potreban pribor:

- dinamometar
- teg
- konac
- makaze
- stalak

Tijek rada:

- 1 Na stalak obesite školski dinamometar pomoću konca, a na dinamometar zakačite teg.
- 2 Šta primjećujete? (diskusija)
- 3 Zatim, makazama presečite konac i posmatrajte šta se dešava s dinamometrom dok pada.
- 4 Šta primjećujete? (diskusija)
- 5 Zaključak.

Objašnjenje:

- 1 Posmatramo dinamometar na kojem je zakačen uteg i diskutujemo.
- 2 U ovoj fazi treba primijetiti kako dinamometar mjeri težinu utega. To se manifestuje kao deformacija opruge unutar dinamometra.
- 3 Ovdje se javlja situacija slobodnog pada utega i dinamometra, i važno je obratiti pažnju na promjenu u ponašanju dinamometra u tom stanju.
- 4 Treba uočiti da, kada teg i dinamometar padaju, dinamometar više ne pokazuje težinu tega - jer nema kontakta s podlogom. Oni su u slobodnom padu.
- 5 Zaključak treba da objasni razliku u ponašanju dinamometra kada je teg zakačen i kada je u slobodnom padu. Treba pomenuti da dinamometar mjeri silu (težinu) koja djeluje na njega, ali kada on i teg padaju, nema sile koja ga deformiše, pa ne može ništa da izmjeri, odnosno nalazi se u bestežinskom stanju.



PRIMJERI RIJEŠENIH ZADATAKA:

- 1) Kolika je težina tijela mase 40 kg. (Zemljino ubrzanje od $9,81 \text{ m/s}^2$ zaokruži na 10 m/s^2)

Dato:

- $m = 40 \text{ kg}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ (N/kg)}$
- $G = ?$
- $G = m \cdot g$
- $G = 40 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg}$
- $G = 400 \text{ N}$

- 2) Kamen mase 64 kg na Mjesecu ima težinu 104 N.

- a) Koliko iznosi ubrzanje slobodnog pada na Mjesecu?

- b) Koliko je kamen težak na Zemlji?

Dato:

- $m = 62 \text{ kg}$
- $G = 104 \text{ N}$
- $g = ?$

a) $G_m = m \cdot g_m$

$$g_m = G_m / m$$

$$g_m = 104 \text{ N} / 64 \text{ kg}$$

$$g_m = 1,625 \text{ m/s}^2$$

b) $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$$G = m \cdot g$$

$$G = 62 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 608,22 \text{ N}$$

ZAPAMTITE:

- Sila kojom Zemlja privlači sva tijela koja su na njoj ili u njenoj blizini naziva se gravitaciona sila Zemlje, a također je nazivamo Zemljina teža ili jednostavno težina.
- Težina tijela je sila kojom tijela djeluju na podlogu ili na vješalicu, ukoliko su obješena.
- Napadna točka zemljine težine (P) nalazi se u težištu tijela, dok se napadna točka težine nalazi na podlozi ili u vješalici.
- Težina se određuje relacijom $G = m \cdot g$ (G – težina, m – masa, g – Zemljino ubrzanje).

PITANJA:

- 1) Šta je gravitacija?
- 2) Šta je težina?
- 3) Kako se određuje težina nekog tijela?
- 4) Zašto kažemo da tijelo ima i masu i težnu, a ne samo jednu od njih?
- 5) Zašto predmeti padaju na zemlju kada ih pustimo s neke visine?
- 6) Šta se dešava s težinom tijela ako ga premjestimo sa Zemlje na Mjesec?
- 7) Zašto je težina jednog tijela različita na ekvatoru i na polovima?
- 8) Objasni razliku između Zemljine teže i težine tijela.
- 9) Zašto kažemo da je težina promjenljiva, a masa nepromjenljiva veličina?
- 10) Tijelo ima težinu od 4 N. Koju masu ima tijelo?



POJMOVI

- sila trenja
- koeficijent trenja
- trenje pri klizanju
- trenje pri kotrljaju

2.4.

SILA TRENJA

Kod čvrstih tijela postoje tri vrste sila trenja:

- sila trenja pri klizanju
- sila trenja pri kotrljanju
- sila trenja pri mirovanju

Sila trenja pri mirovanju veća je od sile trenja pri klizanju ili kotrljanju. Zato, da bismo pokrenuli kretanje, moramo primijeniti veću silu, a kad tijelo počne da se kreće, sila trenja se smanjuje.

Primjeri dejstva sila trenja:

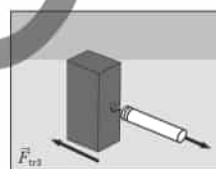
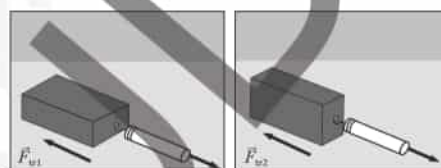
Kada isključimo motor u pokretu automobila, bez pritiskanja kočnica, on će nakon nekog vremena stati.

Shodno tome, i šutnuta lopta, gurnuti kamen ili bilo koji drugi čvrst predmet staju kratko nakon što su pušteni.

Ako isto učinimo na ledu, sva pomenuta tijela će stati, ali će preći veće udaljenosti.

Uzrok usporavanja i zaustavljanja ovih tijela jeste sila trenja.

Sila trenja se javlja kada se jedno čvrsto tijelo kreće po površini drugog čvrstog tijela i uvijek je usmjerena suprotno smjeru kretanja.



$$\vec{F}_{tr1} = \vec{F}_{tr2} = \vec{F}_{tr3}$$

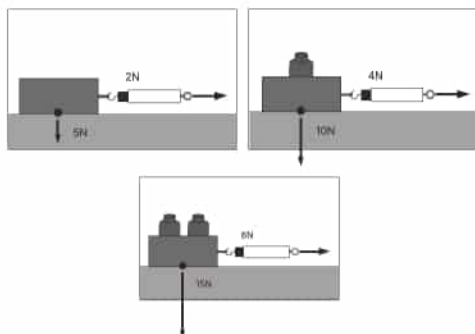
Mjerenje sile trenja pri klizanju

Tijelo u obliku kvadra nalazi se na horizontalnoj površini, na klupi. Na njega je zakačen dinamometar, pomoću kojeg tijelo može da se vuče paralelno sa podlogom. Ako vučna sila iznosi nula, tada je i sila trenja nula. Čim se počne vući, odnosno primijeni vučna sila, javlja se i sila trenja.

Kada se veličina (intenzitet) sile trenja i vučne sile izjednače, tijelo se kreće jednoliko i pravolinijski, odnosno konstantnom brzinom. U tom stanju sile su u ravnoteži, a njihovu vrijednost možemo očitati na dinamometru.

Mjerenja pokazuju da sila trenja datog tijela ne zavisi od veličine njegove kontaktne površine sa podlogom. Tijelo u obliku kvadra se može pomicati na tri različite strane, ali je u sva tri slučaja sila trenja ista.

Od čega zavisi sila trenja prilikom klizanja?



Slika 13 – Sila trenja se povećava povećavanjem težine

Ako na kvadru stavimo jedan teg i vučemo dinamometrom vidjet ćemo da dinamometar pokazuje veću silu. Zatim dodajemo još jedan teg, vučemo i primjećujemo da se sila koju pokazuje dinamometar povećala.

Šta se može zaključiti na osnovu rezultata navedenih eksperimenata - izvršenih mjerenja?

Eksperimenti pokazuju da odnos između veličine (intenziteta) sile trenja F_{tr} (pročitane na dinamometru) i veličine (intenziteta) normalne sile G (koja predstavlja težinu tijela i tega) ostaje isti u svim slučajevima.

Sila trenja se određuje prema relaciji.

$$F_{tr} = \mu F_r$$

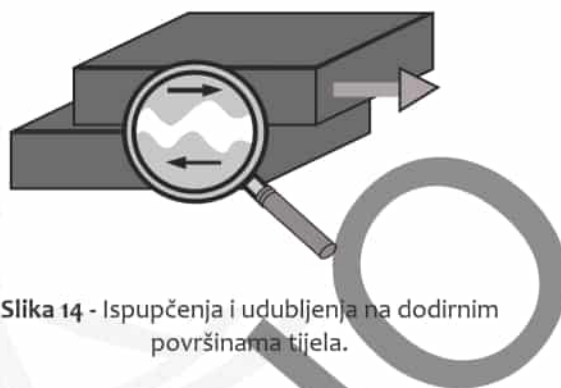
gdje je:

μ (μ) je koeficijent trenja,
 F_r e reakcijska sila

Velicina (intenzitet) sile trenja pri klizanju jednaka je proizvodu koeficijenta trenja i veličini (intenziteta) normalne sile kojom tijelo pritiska površinu.

Sila trenja usmjerena je suprotno od smjera kretanja tijela.

Koeficijent trenja (μ) ovisi o materijalnim svojstvima tijela i podloge, kao i o njihovoj hrapavosti. Njegova se vrijednost određuje eksperimentalno i predstavlja neimenovani broj, koji je manji od jedan.



Slika 14 - Ispupčenja i udubljenja na dodirnim površinama tijela.

Svako tijelo, bez obzira na njegovu glatkoću, ima mikroskopske ispupčenja i udubljenja. Kada se tijelo kreće, ispupčenja njegove površine ulaze u udubljenja podloge i obrnuto. Ta međusobna neravnina stvara otpor koji se manifestira kao sila trenja.

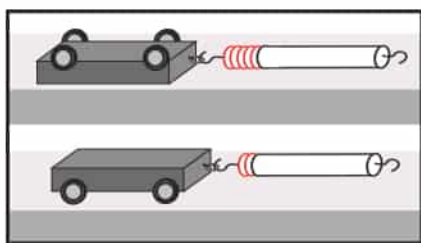
Što je veća težina tijela, ispupčenja dublje ulaze u udubljenja podloge, što dovodi do povećanja sile trenja.

Sila trenja pri klizanju može se smanjiti podmazivanjem kontaktnih površina različitim uljima. U tom slučaju trenje više ne nastaje izravno među dvjema čvrstim površinama, nego među slojevima ulja, koji ublažavaju neravnine i olakšavaju kretanje.

Pored trenja pri klizanju, postoji i trenje pri kotrljanju.

Sila trenja pri kotrljanju znatno je manja od sile trenja pri klizanju za iste materijale. Primjerice, puno je lakše pomaknuti namještaj na kotačićima po podu nego bez kotačića. Zato se koriste kotačići, kuglični i valjkasti ležajevi — oni smanjuju silu trenja i olakšavaju pomicanje teških predmeta.

Sila trenja pri kotrljanju manja je od sile trenja pri klizanju za isto tijelo. To lako možemo demonstrirati na primjeru kvadra na kotačićima — vidjet ćemo da se kvadar lakše kreće kada je postavljen na kotačiće nego kada ih nema.



Slika 15 – Sile trenja prilikom kotrljanja

Trenje može biti korisno i štetno

Trenje je ponekad korisno, pa čak i neophodno. Bez trenja ljudi (i životinje) ne bi mogli hodati. Tijela u mirovanju ne bi mogla započeti kretanje, niti bi se ona koja su već u pokretu mogla zaustaviti bez sile trenja. Kočnice na automobilima i drugim prijevoznim sredstvima ne bi mogle funkcionirati bez trenja. Zahvaljujući trenju, razni predmeti mogu se čvrsto držati u ruci – bez trenja bi klizili, poput mokrog sapuna.

Međutim, postoje i situacije kada je trenje štetno. Ono troši gumene gume i obuću, otupljuje noževe i škare, oštećuje osovinu kotača i elektromotore, a na nenamazanom i neodržavanom biciklu pedale se teško okreću.

ZAPAMTITE:

Sila trenja se javlja pri kretanju čvrstog tijela po površini drugog čvrstog tijela i uvijek je usmjerena suprotno od smjera kretanja.

$$F_{tr} = \mu F_r$$

gdje je:

μ (mi) koeficijent trenja,

F_r je reakcijska sila.

AKTIVNOST 1

Napravi automobil na zračni pogon od otpada (prijedlog: plastična boca, balon, štapići za ražnjiće, plastični čepovi, lijevak i selotejp).

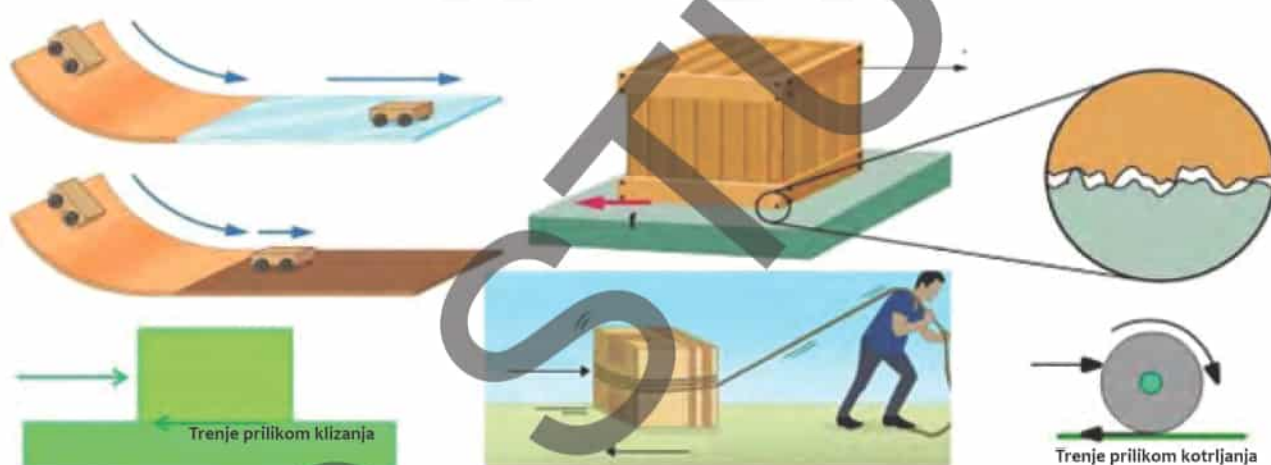
- Postavi stazu od tepisona u učionici.
- Pusti automobil da se kreće po stazi od tepiha.
- Izmjeri put koji je automobil prešao.
- Pusti automobil da se kreće po pločicama u učionici.
- Izmjeri put koji je automobil prešao.
- Usporedi dužine prijedjenih putanja po tepisonu i po pločicama.
- Šta primjećuješ? Zašto je to tako?

Podloga	Dužina puta (m) tri mjerenja	srednja dužina
Tepison		
Pločice		

PITANJA:

- 1 Šta je sila trenja?
- 2 Koje su tri vrste sila trenja kod čvrstih tijela?
- 3 U kom pravcu je usmjerena sila trenja u odnosu na kretanje?
- 4 Zašto šutnuta lopta stane nakon nekog vremena, a da je ne zaustavimo?
- 5 Šta se dešava sa silom trenja kada tijelo počne da se kreće?
- 6 Kada se tijelo kreće konstantnom brzinom, šta to znači za silu trenja i vučnu silu?
- 7 Od čega zavisi veličina sile trenja pri klizanju?
- 8 Zašto sila trenja ne zavisi od veličine dodirne površine?
- 9 Kako možemo smanjiti silu trenja pri klizanju?
- 10 Zašto je lakše pomicati namještaj na kotačima nego bez kotačica?

Kontaktne površine	Koeficijent trenja prilikom mirovanja μ_m	Koeficijent trenja prilikom kretanja μ_1
Željezo/željezo	1,1	0,15
Staklo/staklo	0,94	0,4
Koža/drvo – dab	0,61	0,52
Guma/suhi beton	1	0,7
Guma/vlažan beton	0,7	0,5
Drvo–dab/drvo–dab paralelna vlakna	0,6	0,5
Bakar/željezo	1	0,3
Čelik/mraz	0,1	0,06
Čelik/suhi čelik	0,8	0,4



Slika 16 – Sile trenja

INTERESANTNE ČINJENICE:

Prilikom slobodnog pada, tijela na početku padaju ubrzano, sve dok se sila zemljine težine ne izjednači sa silom otpora zraka. Nakon izjednačenja ovih dviju sila, tijela padaju ravnomjernom brzinom.

Ovo objašnjenje pomaže razumjeti zašto se neka životinja pri padu s veće visine ne ozlijedi. Na primjer, vjeverica, mačka ili miš koji padnu s visokog stabla neće se povrijediti. Čovjek bi, pak, pao s istog stabla i bio ozlijeđen.

Spomenute životinje imaju malu masu i sile otpora zraka i zemljine težine izjednače se za vrlo kratko vrijeme. Čovjek, ima mnogo veću masu, pa ta visina nije dovoljna za sile otpora sredine i Zemljine težine.

Znajući ove činjenice, mnogi se danas rekreativno bave padobranstvom, što omogućuje spuštanje s velikih visina uz pomoć padobrana. Iako je riječ o ekstremnom sportu sa određenim rizicima, uz pravilnu obuku i opremu može se sigurno izvesti uz minimaliziranje opasnosti.

AKTIVNOST 2

Kako ugao kose ravni utječe na put koji prelazi loptica?

Cilj:

Da se posmatra kako ugao pod kojim je postavljena ravan utječe na pređeni put (dužinu) kada se loptica pušta iz iste početne tačke.

Materijali:

- Glatka površina (daska, karton, daska duga 1 m ili više)
- Knjige/kutije za podizanje jednog kraja
- Mjerna traka za merenje puta
- Mala loptica (teniska)
- Tabela za bilježenje
- Ugaonik

Postupak:

Podigni ravan na malu visinu (10 cm od poda). To će biti najmanji ugao. Pusti lopticu sa samog vrha ravni. Pusti je uvijek iz iste početne tačke (sa vrha ravni).

Izmjeri koliki put će prijeći po podu nakon što se spusti sa kose ravni, do mjesta gdje će da stane.



Zapiši rezultat.

Promjeni ugao i podigni ravan više na 20 cm, zatim na 30 cm.

Ponovi mjerenja za svaki ugao, uvijek sa istom lopticom i sa istog mjesta.

Uvijek mjeri put od kraja ravni do mjesta gdje se loptica zaustavlja.

Visina podizanja (cm)	Približni ugao (°)	Put koji prolazi lopta (m)
10	5	
20	10	
30	15	
40	20	

(Možeš upoređivati samo visinu, čak i kada ne znaš tačan ugao.)

PITANJA:

- 1 Kada lopta prelazi najduži put?
- 2 Šta mislite, zašto se to dešava?
- 3 Nacrtaj grafikon (ugao na x-osi, put na y-osi) i analiziraj zavisnost.

a)

Cilj: Istraživanje uticaja vazduha i površine padobrana na vrijeme pada.

Materijali:

- Lagan materijal za „padobran“ (plastična kesa ili tkanina)
- Konci (12 jednake dužine ~30 cm)
- Tri mala identična tega ili igračke
- Selotejp
- Štoperica

Koraci:

Napravi tri padobrana različitih dimenzija. Izreži kvadrate 20 cm × 20 cm, 30 cm × 30 cm, 40 cm × 40 cm ili krugove prečnika 20 cm, 30 cm i 40 cm od laganog materijala. Na svaki ugao ili unakrsno kod kruga zalijepi po jedan konac.

Sve konce veži u jednu tačku i zakači mali teg ili igračku.

Testiraj pad:

Sa sigurne visine (stepenice, balkon ili klupa), pusti najmanji padobran.

Izmjeri vrijeme potrebno da padne na zemlju. Ponovi bar tri puta. Uradi isto sa preostala dva padobrana i zabilježi mjerenja u datoj tabeli.

Napravi grafikon površina – vrijeme pada.

Na x-osu predstavi površinu padobrana, a na y-osu vrijeme potrebno za pad.

Na kakav zaključak te navode dobijeni rezultati?

b)

Cilj: Istraživanje utjecaja zraka i materijala (težine) padobrana na vrijeme pada.

Materijali:

- Tri vrste materijala za „padobran“ (plastična kesa, papir i tkanina)
- Konci (12 jednake dužine ~30 cm)
- Tri mala identična tega ili igračke
- Selotejp
- Štoperica

Koraci:

Napravi tri padobrana istih dimenzija, ali od različitih materijala.

Izreži kvadrate 30 cm × 30 cm ili krugove prečnika 30 cm od različitih materijala.

Na svaki ugao ili unakrsno kod kruga zalijepi po jedan konac.

Sve konce veži u jednu tačku i zakači mali teg ili igračku.

Testiraj pad:

Sa sigurne visine (stepenice, balkon ili klupa), pusti padobran od najlona.

Izmjeri vrijeme potrebno da padne na zemlju. Ponovi barem tri puta.

Uradi isto sa ostala dva padobrana i zabilježi mjerenja u tabeli.

Napravi grafikon materijal (težina) – vrijeme pada.

Na x-osi predstavi materijal, a na y-osi vrijeme za koje padobrani padnu.

Na kakav zaključak te navode dobijeni rezultati?



Slika 18 – Padobrani

Padobrani	Vrijeme padanja (s) tri mjerenja			Brzina (m/s)
veliki P ₁				
srednji P ₂				
mali P ₃				
najlon				
papir				
platno				

2.5.

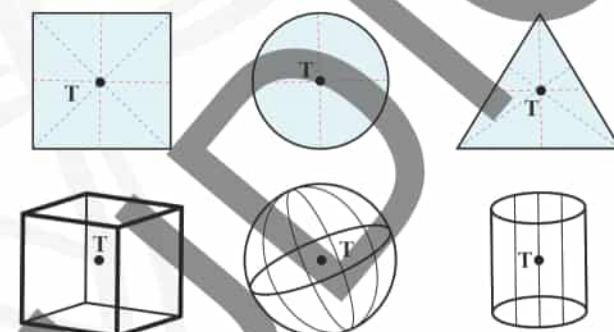
TEŽIŠTE I RAVNOTEŽA TIJELA

Napadna tačka Zemljine težine naziva se centar mase tijela ili težište tijela, i označava se slovom **T**.

Kod tijela pravilnog geometrijskog oblika, izrađenih od istog materijala jednake homogenosti, njihovo težište nalazi se u geometrijskom središtu. Kod tijela nepravilnog geometrijskog oblika, težište se određuje eksperimentalno.

POJMOVI

- težište
- ravnotežan položaj
- stabilna ravnoteža
- labila ravnoteža
- indiferentna ravnoteža
- tačka oslonca
- površina oslonca



Slika 19 – Težište homogenih tijela sa pravilnim geometrijskim oblikom

AKTIVNOST

1

Isjeci komad kartona u nepravilnom geometrijskom obliku. Na rubu kartona, na dvije različite tačke, napravi rupice i provuci kroz njih dva konca dužine 20 cm. Suprotne krajeve konaca zaveži tako da se mogu okačiti na stalak. Okači karton na jedan konac i nacrtaj pravac kojim konac pada preko kartona. Isto ponovi i sa drugim koncem. Presjek tih pravaca označava težište tijela napravljenog od kartona.

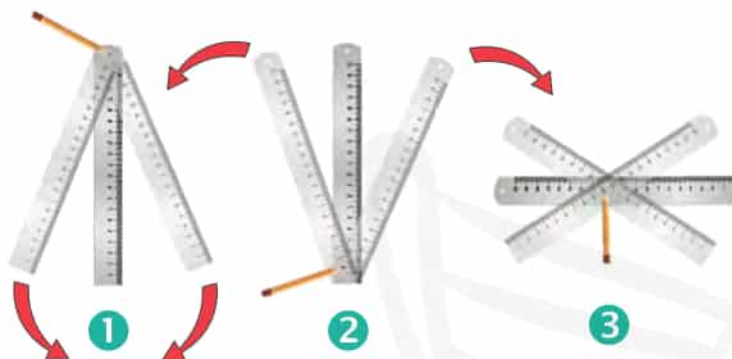
Težište nije uvijek unutar materijala od kojeg je tijelo napravljeno; može biti i izvan materijala. Na primjer: košarkaška lopta, nogometna lopta, prsten, обруč, kutija za cipele i dr.

AKTIVNOST

2

Iscijecite komad kartona u obliku pravougaonika i odredite mu težište povlačenjem dijagonala. Na presjeku dijagonala, gdje se nalazi težište, napravite jednu rupicu kroz koju ćete moći provući cilindrični olovku. Istu takvu rupicu napravite neposredno ispod težišta, uz uži rub.

- ❶ Provucite olovku kroz rupicu uz rub i postavite pravougaonik tako da visi na olovci. Pomičite pravougaonik lijevo i desno i promatrajte kako se ponaša.
- ❷ Zatim ga okrenite nagore tako da rupica s olovkom ostane dolje. Pomičite pravougaonik i promatrajte kako se ponaša.
- ❸ Provucite olovku kroz rupicu u težištu pravougaonika, pomičite pravougaonik oko olovke i promatrajte kako se ponaša.



Slika 20 – Vrste ravnoteže: 1 stabilna, 2 labilna, 3 indiferentna

Iz sprovedene aktivnosti možemo zaključiti da:

- 1 Ako se osa (olovka) nalazi iznad težišta T , i ako se pomakne lijevo ili desno vidjet ćemo da se ono uvijek vraća u prvobitni položaj. To znači da je tijelo u ravnotežnom položaju.
- 2 Ako se osa (olovka) nalazi ispod težišta T i ako ga pomaknete lijevo ili desno, videt ćemo da se ono neće vratiti u prvobitni položaj. To znači da je tijelo u stabilnom labilnom položaju.
- 3 Ako se osa (olovka) nalazi u težištu T , pomjeranjem, tijelo uvijek ostanje u istom položaju u koji ga ostavimo. To znači da je tijelo u indiferentnom ravnotežnom položaju.

Kada tijelo stoji na podlozi, ono se oslanja na više tačaka. Spajanjem svih tih tačaka dobijamo potpurnu površinu. Kroz tu potpurnu površinu prolazi vertikala spuštena iz njegovog težišta.

ZAPAMTITE:

- Napadna tačka na koju djeluje Zemljina težina naziva se težište tijela.
- Stabilnost tijela zavisi od položaja težišta u odnosu na podlogu, veličine površine dodira i težine tijela.
- Tijelo je u stabilnom ravnotežnom položaju ako se nakon pomjeranja uvijek vraća u prvobitni položaj.
- Tijelo je u labilnom ravnotežnom položaju ako se nakon pomjeranja ne vraća u prvobitni položaj.
- Tijelo je u indiferentnom ravnotežnom položaju ako nakon pomjeranja ostaje u položaju u koji smo ga pomjerali.

Tijelo je u stabilnoj ravnoteži sve dok vertikala iz njegovog težišta (težišna linija) prolazi unutar potporne površine.

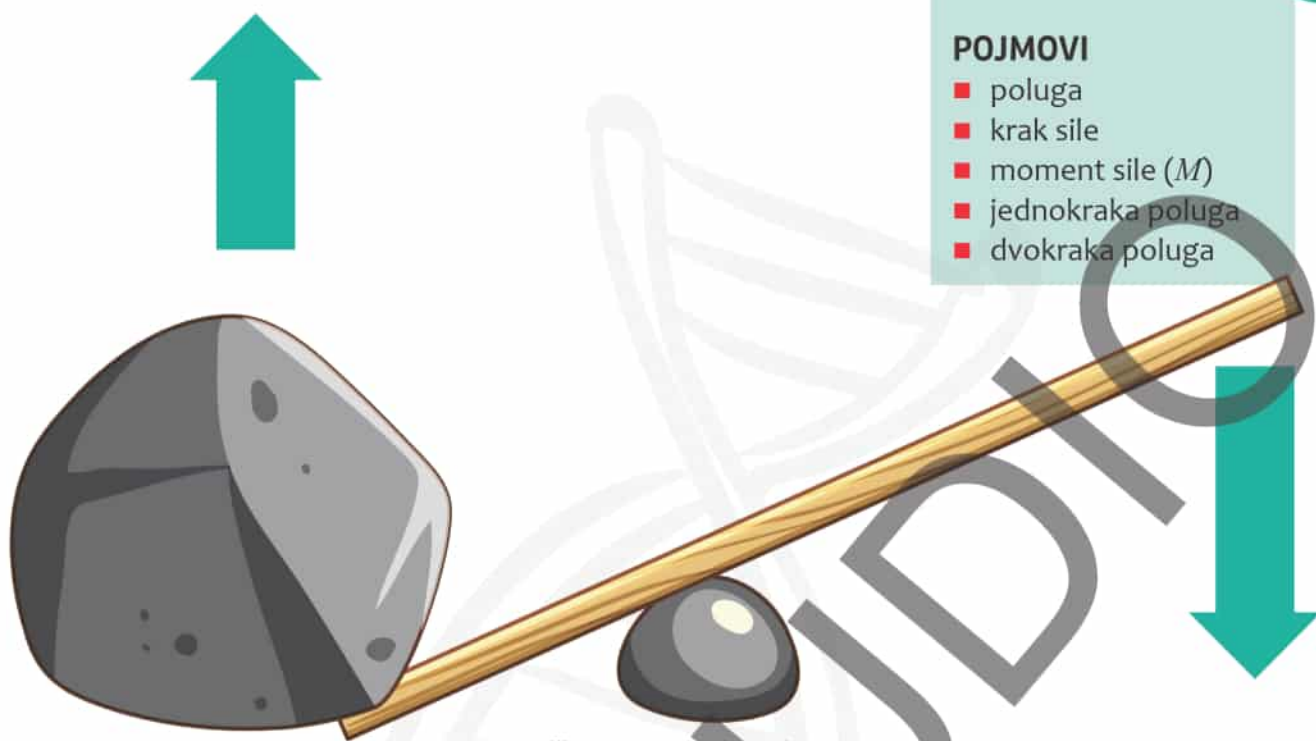
Ovu tvrdnju možemo demonstrirati paralelopipedom sa zglobovima. Paralelopiped će biti u stabilnom ravnotežnom položaju sve dok težišna linija prolazi unutar potporne površine. Čim težišna linija izađe izvan potporne površine, paralelopiped će se prevrnuti.

PITANJA:

- 1 Kako se naziva napadna tačka Zemljine teže na neko tijelo?
- 2 Gdje se nalazi težište kod homogenog tijela pravilnog geometrijskog oblika?
- 3 Šta predstavlja potporna površina tijela?
- 4 Kako možemo eksperimentalno odrediti težište tijela nepravilnog geometrijskog oblika?
- 5 Kakav je ravnotežni položaj tijela kada je obješeno o osu koja je iznad težišta tijela?
- 6 Kakav je ravnotežni položaj tijela kada je obješeno o osu koja je ispod težišta tijela?
- 7 Kakav je ravnotežni položaj tijela kada je obješeno o osu koja je u težištu tijela?
- 8 Šta se dešava ako težišna linija izađe van potporne površine?
- 9 Gdje može da se nalazi težište šupljeg tijela kao što je košarkaška lopta?
- 10 U kakvom je stanju tijelo ako težišna linija prolazi kroz potpurnu površinu?

POJMOVI

- poluga
- krak sile
- moment sile (M)
- jednokraka poluga
- dvokraka poluga



Slika 21 – Dvokraka poluga

2.6.

POLUGA I NJENA PRIMJENA

Poluga predstavlja svako tvrdo tijelo koje se može okretati oko jedne nepomične tačke (oslonca), pri čemu na njega djeluju dvije sile koje nastoje izazvati suprotno okretanje. Poluga je jedna od šest jednostavnih mašina opisanih od strane renesansnih naučnika, a najstariji zapisi o poluzi potiču iz III vijeka p.n.e. u djelima Arhimeda.

Arhimed je u jednoj prilici izjavio: „Dajte mi oslonac i dovoljno dugačku polugu i pomaknut ću Zemlju.“

Svakodnevno koristimo polugu na više načina. Otvaramo i zatvaramo vrata kvakom, režemo papir makazama, savijamo žicu kliještima, otvaramo boce ili konzerve ključem, mjerimo mase na vagi, zaustavljamo automobil pritiskom na kočnicu i dr.

Svi navedeni predmeti (kvaka, makaze, kliješta, ključ, kočnica) su poluge – jednostavne mašine koje nam omogućavaju da primenom male sile savladamo znatno veću silu.



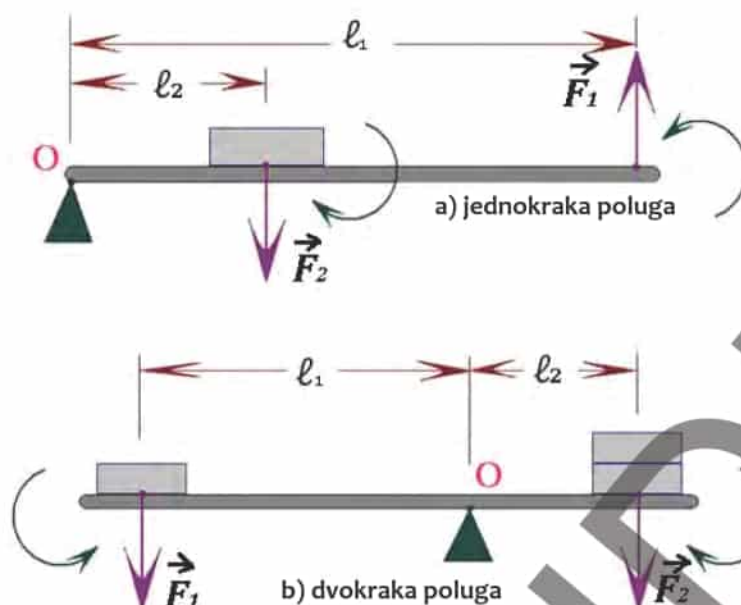
Poluge iz svakodnevnog života

AKTIVNOST

1

Pokušajte jednim prstom otvoriti vrata pritiskajući kvaku. Prvo pritisnite blizu osovine, zatim na sredini kvake, pa na kraju kvake.

- Šta ste primijetili?
- Kada vam je bilo najlakše otvoriti vrata?
- Zašto je to tako?



Slika 22 – Poluga u ravnoteži

Prema položaju potporne tačke (ili ose), poluge se dijele na:

Dvostrane (dvokrake) – kada se potporna tačka ili osa nalazi između dvije krajnje tačke poluge.

Jednostrane (jednokrake) – kada se potporna tačka ili osa nalazi na jednom od njenih krajeva.

Prema dužini krakova, dvostrane (dvokrake) poluge mogu biti:

Ravnokrake – kada su oba kraka iste dužine.

Raznokrake – kada su dva kraka različite dužine.

Svaka poluga posjeduje potporu ili oslonac (O), mjesto na kojem je naslonjena.

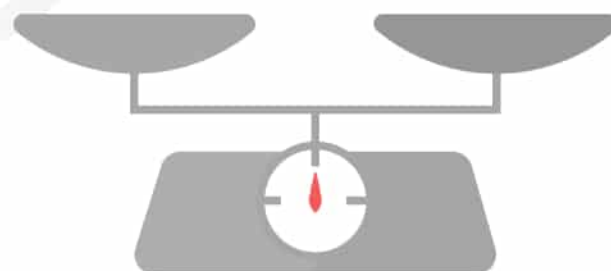
Krak sile (ℓ_1) predstavlja normalno rastojanje od oslonca do mjesta djelovanja (napadne tačke) sile.

Krak tereta (ℓ_2) predstavlja normalno rastojanje od oslonca do mjesta djelovanja (napadne tačke) tereta.

Iz zakona poluge možemo izračunati kolika nam je sila potrebna da savladamo određeni otpor (teret) ako znamo na kojem rastojanju je postavljen teret od oslonca i na kojem rastojanju od oslonca djelujemo silom.

Ako na polugu djeluje više sila, onda će ona biti u ravnoteži kada je zbir momenata sila sa jedne strane oslonca jednak zbiru momenata sila sa druge strane oslonca.

Ako na polugu djeluje više sila, biće u ravnoteži kada zbir momenata sa jedne strane oslonca bude jednak zbiru momenata sa druge strane oslonca.



Слика 23 - Равномокрак лост

Ravnoteža poluge se postiže kada se momenti sile na oba kraka izjednače.

Zakon o ravnoteži poluge glasi:

$$M_1 = M_2, \quad F_1 \cdot \ell_1 = F_2 \cdot \ell_2.$$

gdje je

ℓ krak sile, a M moment sile.

AKTIVNOST 1

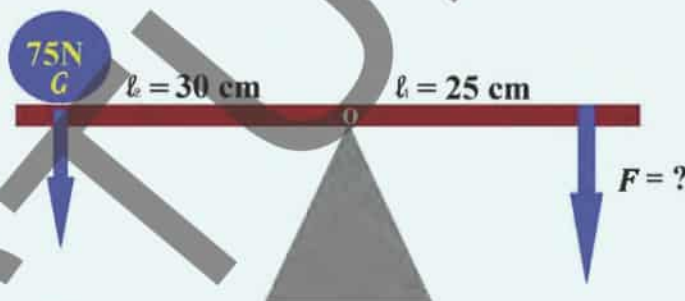
- Uzmite duži lenjir, naslonite ga na cilindričnu olovku i napravite polugu.
- Na različitim udaljenostima od oslonca (olovke) redajte gomilice novčića i dovodite polugu u stanje ravnoteže. Pročitajte udaljenost svake gomilice novčića od oslonca, a zatim izmjerite masu svake gomilice.
- Odredite težinu svake gomilice novčića i izračunajte sile.

PRIMJERI RIJEŠENIH ZADATAKA:

- 1 Da se izračuna kolikom silom treba djelovati na rastojanju od 25 cm od oslonca poluge da bi se dovela u ravnotežu, ako je na rastojanju od 30 cm od oslonca postavljen teret težak 75 N.

Dato:

- $G = 75 \text{ N}$
- $\ell_2 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$
- $\ell_1 = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$
- $F = ?$
- $M_1 = M_2$
- $F \cdot \ell_1 = G \cdot \ell_2$
- $F = G \cdot \frac{\ell_2}{\ell_1}$
- $F = 75 \cdot \frac{0,3 \text{ Nm}}{0,25 \text{ m}}$
- $F = 90 \text{ N}$



ZAPAMTITE:

- Svako čvrsto tijelo koje može da se okreće oko nepokretne tačke oslonca ili ose, a na njega djeluju najmanje dvije sile koje izazivaju pomeranje, nazivamo poluga.
- Poluga je u ravnoteži kada je moment sile koji djeluje sa jedne strane poluge jednak momentu sile koji djeluje sa druge strane poluge, odnosno:

$$M_1 = M_2$$

$$F_1 \cdot \ell_1 = F_2 \cdot \ell_2$$

Polugama se možemo upoznati i proučiti ih u PhET laboratoriji za ravnotežu: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_all.html

PITANJA:

- 1 Šta je poluga?
- 2 Koji antički naučnik je prvi opisao princip poluge?
- 3 Koja vrsta poluge je kvaka?
- 4 Šta predstavlja potpora kod poluge?
- 5 Kada je najlakše otvoriti vrata kvakom: kad pritiskamo blizu potpore ili na kraju kvake?
- 6 Kakve vrste poluga postoje?
- 7 Šta predstavlja krak sile kod poluge?
- 8 Kada je jedna poluga u ravnoteži?
- 9 Šta predstavlja moment sile (M)?
- 10 Kako glasi zakon o ravnoteži poluge?

TEMATSKO PONAVLJANJE:

1.	Šta može izazvati dejstvo sile na nepokretno tijelo?
2.	Kakva veličina je sila i kako je određena?
3.	Šta označava dužina vektora kojim predstavljamo silu?
4.	Koja je osnovna mjerna jedinica za silu i koje su veće jedinice koje se koriste?
5.	Koji instrument se koristi za mjerenje sile?
6.	Koje su posredne, a koje neposredne sile?
7.	Kada se javlja električna, a kada magnetska sila?
8.	Zašto dato tijelo miruje iako na njega djeluje više sile?
9.	Kako može bez mjerenja da se odredi da li su dvije sile uravnotežene?
10.	Šta se dešava sa tijelom ako na njega djeluju dvije jednake sile u suprotnim pravcima?
11.	U kom pravcu će se kretati tijelo kada sile koje djeluju na njega nisu jednake i djeluju u suprotnim pravcima?
12.	Da li može na jedno tijelo djelovati samo jedna jedina sila (a ne rezultanta više sile)? Objasni zašto.
13.	Zašto koristimo grafičko predstavljanje pri slaganju sile?
14.	Zašto gumica (lastik) ne vraća uvijek svoj prvobitni oblik nakon dugog istezanja?
15.	Kako glasi Hukov zakon i šta se može zaključiti iz njega?
16.	Kako se određuje sila koja djeluje na tijela koja se nalaze na njenoj površini?

TEMATSKO PONAVLJANJE:

17.	Koja je razlika između pojmova masa i težina?
18.	Kako ćeš izračunati masu tijela ako znaš da mu je težina 30 N?
19.	Zašto predmet sa istom masom može imati različitu težinu na različitim planetama?
20.	Koje sile djeluju na tijelo kada ga guraš po podlozi?
21.	Od čega zavisi sila trenja pri klizanju?
22.	Zašto kretanje nekog tijela po horizontalnoj površini nije beskonačno (na primjer šutirana lopta)?
23.	Kako se mijenja sila potrebna za pomjeranje datog tijela po podlozi sa većom hrapavošću?
24.	Kako bismo izmjerili koeficijent trenja pomoću dinamometra i tega?
25.	Zašto su neka tijela stabilna kada ih postavimo na podlogu, a neka se prevrću?
26.	Kako promjena potporne površine utiče na stabilnost tijela?
27.	Navedi neke primjere primjene poluge.
28.	Šta je jednokraka, a šta dvokraka poluga?
29.	Kada je dvostrana poluga ravnokraka, a kada raznokraka?
30.	Kako možemo demonstrirati ravnotežni i neravnotežni položaj poluge pomoću teleskopskog držača i tegova?



PRITISAK

3.1. SILA I PRITISAK

3.1.1. PRENOŠENJE PRITISKA. PASKALOV ZAKON

3.1.2. HIDRAULIČNE MAŠINE

3.2. HIDROSTATIČKI PRITISAK

3.3. ATMOSFERSKI PRITISAK

3.4. SILA POTISKA

3.5. PLIVANJE, TONJENJE I LEBDENJE TIJELA

3.1

SILA I PRITISAK

Pritisak je jedna od osnovnih fizičkih veličina i predstavlja pojam koji vrlo često srećemo u svakodnevnom životu. Sigurno ste primijetili da, kada hodate po snijegu u običnim čizmama, više propadate nego kada hodate na skijama. Zašto je to tako? Zato što skije imaju veću površinu, pa se težina tijela raspoređuje na širu površinu, čime se pritisak smanjuje.

Slično je i kada pišemo olovkom. Ako je vrh olovke naoštren, površina koja dodiruje papir je mala, pa se stvara veći pritisak i linija koju ostavljamo je tamnija i dublja. Ali ako je vrh tup, površina dodira je veća, pritisak se smanjuje – pa je linija slabija i plića.

Pritisak se ne javlja samo kod čvrstih tijela – on se pojavljuje i kod tečnosti i gasova. Srećemo ga u različitim oblastima, kao što su medicina, tehnika i meteorologija.

Na primjer, kada ronimo na veću dubinu, osjećamo da je teže kretati se. To se dešava zato što hidrostatski pritisak raste s dubinom – što smo dublje, to je pritisak koji djeluje na nas veći.

Pritisak možete lako shvatiti kroz jednostavan i zanimljiv eksperiment sa špricom.

Uzmite jednu praznu špricu i izvucite njen pomični dio – klip. Zatim prstom zatvorite donji otvor šprice, tako da unutra ne može ući niti izaći vazduh. Pokušajte sada pomaknuti klip unazad – prema zatvorenom dijelu. Primjetit ćete da je to teško, čak i ako primijenite silu. Zašto se to događa?

Kada se klip šprica gurne unutra, zrak u njemu se sabija (kompresuje), odnosno smanjuje mu se volumen. Sa smanjenjem volumena, pritisak zraka se povećava. Zbog toga unutrašnji pritisak postaje veći od spoljašnjeg atmosferskog pritiska i unutrašnji zrak vrši veći pritisak na zidove i klip. Tako se stvara sila koja se suprotstavlja guranju. Ova sila je rezultat

POJMOVI

- pritisak
- paskal (Pa)
- bar (bar)



Slika 1 – Razlika između sile i pritiska

razlike između unutrašnjeg pritiska i spoljašnjeg atmosferskog pritiska. Zato, kada pustimo klip, on se vraća nazad – sve dok se pritisci ne izjednače.

Ovaj eksperiment pokazuje kako gasovi (u ovom slučaju zrak) reaguju na promjene volumena i kako se stvara i prenosi pritisak u zatvorenom prostoru.

Da biste lakše i bolje razumjeli šta predstavlja pritisak, uradićete nekoliko zanimljivih i jednostavnih eksperimenata. Kroz njih ćete otkriti kako se mijenja pritisak kod čvrstih tijela, u zavisnosti od površine preko koje tijelo vrši pritisak i težine samog tijela.

Zaključićete da pritisak zavisi pravo proporcionalno od sile koja djeluje na datu površinu: ako je sila veća, onda je i pritisak veći. Pri istoj sili, ako je površina manja, pritisak je veći, a ako je veća – pritisak je manji. Dakle, pritisak je obrnuto proporcionalan površini na koju djeluje sila.

Ovo će vam pomoći da razumijete zašto neki predmeti lakše propadaju u mek materijal, dok drugi ostaju na površini.

Na klupi imate više predmeta: dasku sa jednim zakucanim ekserom, dasku sa više eksera, naduvane identične balone, pijesak, plastičnu posudu, dvije identične šolje za čaj, ciglu u obliku kvadra.

AKTIVNOST

1

Prvo postavite napuhani balon na drvenu dasku s jednim zakucanim ekserom. Djelujte silom na balon. Hoće li balon pući? Zatim postavite drugi balon na drvenu dasku s više zakucanih eksera. Djelujte istom silom na balon kao u prethodnom slučaju. Hoće li balon sada pući?

Objasnite šta se događa.



AKTIVNOST

2



Pred vama se nalazi plitka plastična posuda, pijesak i dvije identične šolje za čaj. U posudu stavite sloj pijeska i poravnajte ga. Na poravnati sloj pijeska postavite obje identične šolje za čaj. Jednu šolju napunite dodatnim tere-
tom (npr. pijeskom ili vodom). Upoređite dubinu otisaka koje ostavljaju obje šolje u pijesku. Šta primjećujete? Koji je otisak veći?

AKTIVNOST

3

Na klupi imate plitku plastičnu posudu s pijeskom i betonsku ciglu u obliku kvadra. U posudu stavite sloj pijeska i poravnajte ga. Na poravnati pijesak postavite betonsku ciglu i ravna-
lom izmjerite dubinu otiska koji ostavlja. Postupak ponovite tako da pri svakom sljedećem pokušaju mijenjate veličinu površine na koju se djeluje. Uporedite dubine svakog od otisaka ostavljenih na pijesku.



Iz aktivnosti možete zaključiti da pritisak zavisi od sile i od površine.

Pritisak se povećava povećanjem sile, a smanjuje se povećanjem površine na koju ta sila djeluje.

Odnosno, pritisak je proporcionalan veličini sile koja ga stvara, a obrnuto proporcionalan površini na koju ta sila djeluje.

Na primjer, ako istom silom djelujemo na manju površinu, kao što je slučaj s oštrim nožem, stvorimo veći pritisak nego kada bismo djelovali tupim nožem, koji ima veću površinu sječenja. Zato oštar nož lakše siječe.

Ovaj princip srećemo u mnogim svakodnevnim situacijama – od izbora obuće za snijeg (gdje široka površina skija smanjuje pritisak i sprječava propadanje), do kuhinjskih alata i primjene pritiska u različitim tehničkim rješenjima.

Pritisak je fizička veličina koja opisuje djelovanje sile na neku površinu i ima važnu ulogu u praktičnoj primjeni u životu.

Zavisnost pritiska, dobijena iz ovih zaključaka, ako izrazimo jednačinom, glasi:

$$p = \frac{F}{S} \text{ pritisak} = \frac{\text{sila}}{\text{površina}}$$

- Pritisak označavamo malim slovom **p** (mjerna jedinica mu je paskal (**Pa**)).
- **F** je sila koja djeluje na površinu (mjerna jedinica je njutn (**N**)).
- **S** je površina na koju sila djeluje (mjerna jedinica je kvadratni metar (**m²**)).

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2}$$

ZANIMLJIVE ČINJENICE:

Veće jedinice od paskala su:

hPa, kPa, MPa, bar.

Hektopaskal hPa, 1 hPa = 100 Pa

Kilopaskal kPa, 1 kPa = 1 000 Pa

Megapaskal MPa, 1 MPa = 1 000 000 Pa

Može da se koristi i jedinica bar (bar)

1 bar = 100 000 Pa = 10⁵ Pa

ZAPAMTITE:

- Pritisak je fizička veličina koja karakteriše djelovanje sile na neku površinu.
- Simbol kojim se označava pritisak je slovo p .
- Pritisak se izračunava prema jednačini

$p = \frac{F}{S}$ i zaključuje se da je pritisak brojčano jednak sili koja djeluje normalno na jedinicu površine.

- Osnovna mjerna jedinica za pritisak u SI sistemu je paskal (Pa).

PRIMJERI RIJEŠENIH ZADATAKA:

- 1 Pretvori sljedeće vrijednosti pritiska u navedene jedinice:

- 0,5 MPa u Pa
- 200 kPa u MPa

Rješenje:

- $0,5 \text{ MPa} = 0,5 \cdot 1\,000\,000 \text{ Pa} = 500\,000 \text{ Pa}$ ($1 \text{ MPa} = 1\,000\,000 \text{ Pa}$)
- $200 \text{ kPa} = 200 \text{ kPa} \cdot 0,001 \text{ MPa} = 0,2 \text{ MPa}$ ($1 \text{ kPa} = 0,001 \text{ MPa}$).

- 2 Ajfelova kula u Parizu ima težinu od 90 MN, a oslanja se na površinu od 450 m^2 . Odrediti pritisak kule na Zemlju!

Dato:

- $S = 450 \text{ m}^2$, $G = F = 90 \text{ MN}$

Traži se:

- $p = ?$ $p = \frac{F}{S}$

Rješenje:

- $p = \frac{F}{S} = \frac{90\,000\,000 \text{ N}}{450 \text{ m}^2} = 200\,000 \text{ Pa}$
 $= 200 \text{ kPa}$



- 3 Marija treba da prišije dugme na košulju. Kolikom silom vrh igle djeluje normalno na površinu tkanine, ako je površina igle $0,12 \text{ mm}^2$, a pritisak igle na tkaninu 1,5 MPa?

Dato:

- $S = 0,12 \text{ mm}^2$, $p = 1,5 \text{ MPa}$

Traži se:

- $F = ?$ $F = p \cdot S$

Rješenje:

- $F = p \cdot S = 1\,500\,000 \text{ Pa} \cdot 0,0000012 \text{ m}^2$
 $F = 0,18 \text{ N}$

Hajde da vježbamo!

MPa	kPa	Pa
		200 000
1,5		
	6,2	
		53000
0,03		

PITANJA:

- Koliko paskala ima u 1 kPa?
- Šta je pritisak i koja je njegova mjerna jedinica u SI sistemu?
- Napiši jednačinu za izračunavanje pritiska.
- Kako pritisak zavisi od sile koja normalno djeluje na površinu?
- Kako se mijenja pritisak ako smanjimo površinu na koju djeluje sila?
- Zašto tanke potpetice ženskih cipela stvaraju veći pritisak na pod od sportskih cipela?
- Zašto skije manje propadaju kada hodamo po snijegu?
- Ana je stavila kutiju tešku 200 N na pod. Površina dna kutije je $0,5 \text{ m}^2$. Koliki pritisak kutija vrši na pod?
- Hidraulični lift stvara pritisak od 5000 Pa, a površina klipa je $0,1 \text{ m}^2$. Izračunaj silu kojom dizalica podiže automobile.
- Učenik silom od 400 N sjedi na stolici. Površina koja dodiruje pod je $0,2 \text{ m}^2$. Izračunaj pritisak koji stolica stvara na pod.

POJMOVI

- fluidi
- sila pritiska
- Paskalov zakon
- hidraulične mašine

3.1.1

PRENOŠENJE PRITISKA. PASKALOV ZAKON



Slika 2 – Prenošenje pritiska na ekser i na balon

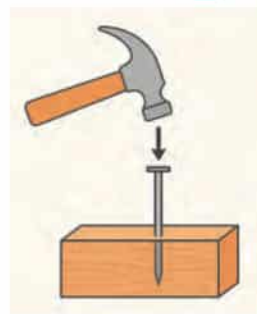
AKTIVNOST

1

Na klupi imate drvenu dasku, željezni ekser i čekić. Uđrite čekićem po eksere kako biste ga zakucali u drvenu površinu. Pri tome ekser pridrđavate jednom rukom. Hoćete li nešto osjetiti u ruci? Šta mislite, kako se pritisak prenosi od glave prema vrhu eksere?

Zaključak

Pritisak kod čvrstih tijela prenosi se samo u pravcu i smjeru sile.



Prenošenje pritiska kod čvrstih tijela

Kada na jedno čvrsto tijelo djeluje sila, pritisak koji se stvara na mjestu gdje se sila primjenjuje prenosi se kroz cijelo tijelo. Ovo je moguće zato što su čestice u čvrstim tijelima čvrsto povezane međusobno i mogu dalje prenositi silu.

Čvrsta tijela ne mijenjaju mnogo oblik, ali mogu prenijeti pritisak s jednog mjesta na drugo. Naprimjer, kada udarimo čekićem po eksere, sila od čekića prenosi se kroz ekser do površine u koju treba ući. Tako se pritisak prenosi kroz čvrsto tijelo od mjesta udara do njegovog kraja, odnosno u pravcu i smjeru sile.

Prenošenje pritiska kod čvrstih tijela najčešće se koristi u alatima i mašinama. – kao što su

klinovi, poluge, odvijači ili hidraulične mašine koje imaju metalne dijelove koji prenose silu.

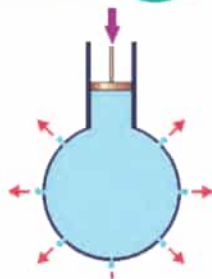
Tečnosti i gasovi se razlikuju od čvrstih tijela po tome što je gustina čestica mnogo manja, pa je i rastojanje među njima mnogo veće, sile međudjelovanja među njima su znatno slabije, pa se njihove čestice mogu lakše kretati. Kažemo da one mogu teći. Supstance koje mogu teći nazivaju se **fluidi**.

U zatvorenim tečnostima i gasovima javljaju se sile pritiska. One se prenose kroz čitav volumen fluida i sila pritiska svuda je ista. Sile pritiska djeluju normalno na zidove posude u kojoj se fluid nalazi.

Prenošenje pritiska kod tečnosti i gasova

AKTIVNOST 2

Na klupi imate Paskalovu kuglu na kojoj su sa strane napravljeni otvori jednake veličine. Napunite je vodom. Pri pomicanju klipa primijetiti ćete da iz svakog otvora kugle istječe jednak mlaz vode.



- Šta to pokazuje?

Iz aktivnosti se može zaključiti da se kod tečnosti (i gasova) djelovanje spoljašnje sile prenosi jednako u svim pravcima.

Djelovanje spoljašnje sile kroz fluide prenosi se jednako u svim smjerovima – ovaj zaključak je poznat kao **Paskalov zakon**.

AKTIVNOST 3

Za ovu aktivnost potrebno vam je plastično flaša i igla.

Na plastičnoj flaši, sa strane, napravite više malih otvora (iglom) na različitim visinama. Sipajte vodu u flašu i zatvorite je čepom. Rukom izvana pritisnite flašu i primijetiti ćete da voda istječe kroz sve otvore. Prema Paskalovom zakonu, pritisak koji se stvara na neku tečnost u zatvorenom sudu prenosi se jednako u svim pravcima. Zato voda izlazi kroz sve otvore, bez obzira na njihov položaj.



AKTIVNOST 4

Istraži o Blezu Paskalu!



ZAPAMTITE:

- Supstance koje mogu teći nazivaju se fluidi.
- Paskalov zakon: Pritisak u zatvorenim tečnostima i gasovima prenosi se jednako u svim pravcima.

PITANJA:

- 1 Koje supstance se nazivaju fluidima?
- 2 Koja je najvažnija karakteristika fluida?
- 3 Zašto tečnosti nemaju svoj oblik?
- 4 Kako glasi Paskalov zakon?
- 5 Gdje se koristi Paskalov zakon?
- 6 Objasni Paskalov zakon na primjeru iz svakodnevnog života.
- 7 U kojim uslovima gume kamiona imaju veću površinu dodira sa putem:
 - a) pri promjeni pritiska u gumama?
 - b) kada je kamion prazan ili natovaren?
- 8 Pritisak u fudbalskoj lopti iznosi 200 kPa, a u odbojkaškoj lopti 300 kPa. U kojoj lopti se stvara veći pritisak? Koliko puta?
- 9 Jelena želi da napravi herbarijum. Da bi presovala biljke, upotrijebila je knjige sa ukupnom težinom od 80 N. Kolikim pritiskom djeluju knjige na horizontalnu podlogu ako je dodirna površina 0,08 m²? Rezultat izrazi u kPa.
- 10 Tečnost se nalazi u cilindru pod pritiskom od 400 kPa. Odredite silu kojom tečnost djeluje na klip koji zatvara cilindar, ako klip ima površinu 250 cm².

3.1.2

HIDRAULIČNE MAŠINE

Na osnovu Paskalovog zakona u tehnici su konstruisane hidraulične mašine.



Slika 3 – Bager



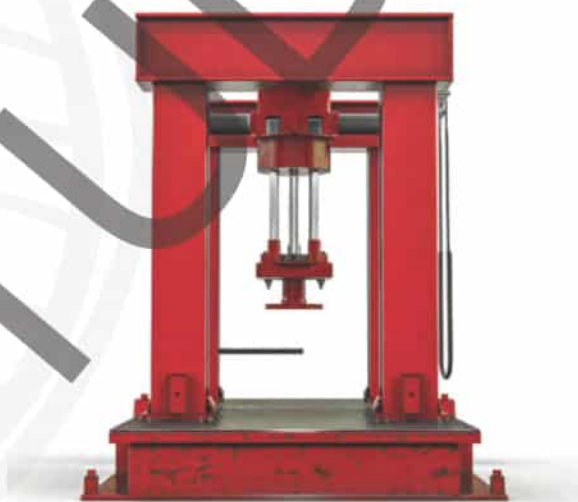
Slika 4 – Damber

Najpoznatije hidraulične mašine su *hidraulična presa*, *hidraulična dizalica* i *hidraulična kočnica*.

Hidraulična presa je mašina koja koristi hidrostatički pritisak za obradu metala, plastike, gume, drveta, praha i drugih proizvoda. Može se koristiti za ceđenje ulja, sokova, kao i za pakovanje.

Dakle, pored industrijske upotrebe, hidraulične prese se koriste i u svakodnevnom životu.

Kod hidrauličnih mašina, kada se djeluje manjom silom na klip manje površine, tada se na klipu veće površine stvara veća sila.



Slika 5 – Hidraulična presa

PRIMJER RIJEŠENOG ZADATAKA:

Hidraulična presa ima mali klip sa površinom $S_1 = 0,02 \text{ m}^2$ i veliki klip sa površinom $S_2 = 1 \text{ m}^2$. Ako se na mali klip primeni sila $F_1 = 500 \text{ N}$, izračunaj silu F_2 koju stvara veliki klip.

Rješenje: Hidraulična presa se sastoji od cilindra različitih veličina i radi po Paskalovom zakonu, koji kaže da se pritisak u tečnosti prenosi jednako u svim pravcima. Zbog toga je pritisak u oba cilindra jednak: $p_1 = p_2$. Prema tome važi relacija:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

Odatle slijedi da je sila na velikom klipu:

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1}$$

Sada unosimo brojeve:

$$F_2 = 500 \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{0,02 \text{ m}^2}$$

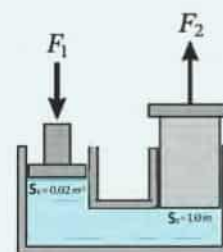
$$F_2 = 500 \text{ N} \cdot 50$$

Rješenje:

$$F_2 = 25000 \text{ N}$$

Zaključak:

Vidimo da sa malom silom koja djeluje na mali klip hidraulične prese možemo da stvorimo mnogo veću silu na velikom klipu, u ovom primjeru sila je uvećana 50 puta.



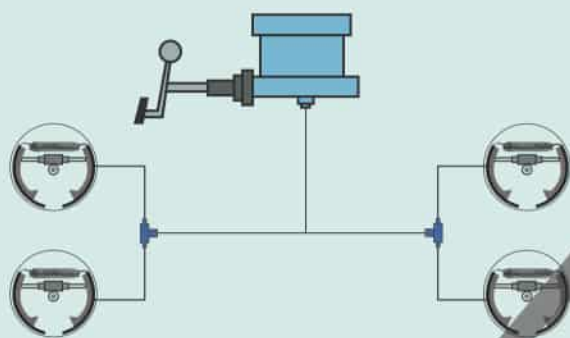
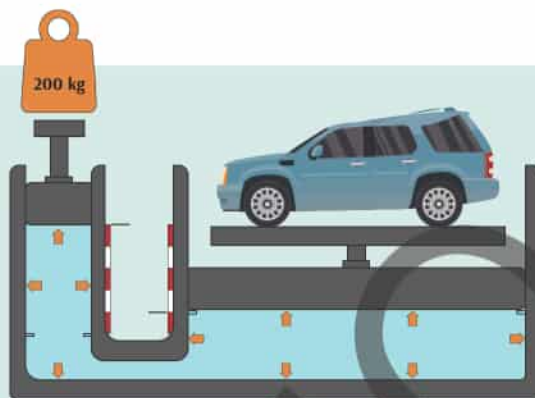
Slika 6 – Hidraulična presa

Hidraulična dizalica je još jedan praktičan primjer primjene Paskalovog zakona.

Koristi se za podizanje teških tereta, najčešće pri popravci vozila (automobila).

Pritiskom na ručicu smanjuje se volumen tečnosti u zatvorenoj posudi, pri čemu se stvara pritisak. Ovaj pritisak se podjednako prenosi u svim pravcima kroz tečnost i djeluje na veći klip, koji podiže teret postavljen na njega.

Najčešće je srećemo kao automobilsku dizalicu – neophodan alat u svakom automobilu.



Hidraulična kočnica kod vozila takođe predstavlja uređaj čiji rad se zasniva na Paskalovom zakonu. Kada vozač pritisne kočnicu, sila se prenosi kroz tečnost (kočionu/glicerinsku tečnost u zatvorenom hidrauličnom sistemu).

Ovaj pritisak se ravnomjerno prenosi kroz tečnost i stiže do kočnica na svim točkovima, pri čemu se aktiviraju kočioni diskovi. Iako vozač primjenjuje malu silu, preko hidrauličnog sistema se stvara dovoljno veliki pritisak da se zaustavi cijelo vozilo.

Zahvaljujući tome, hidraulična kočnica omogućava: brzo i sigurno kočenje, ravnomjerno djelovanje na sve točkove i veću sigurnost pri vožnji.

ZAPAMTITE:

- Mašine koje rade na principu Paskalovog zakona nazivaju se hidraulične mašine.
- Najpoznatije hidraulične mašine su: hidraulična presa, hidraulična dizalica i hidraulična kočnica.

PITANJA:

- 1 Šta je hidraulična mašina?
- 2 Na kojem principu rade hidraulične mašine?
- 3 Kako se prenosi pritisak u hidrauličnom sistemu?
- 4 Navedi tri primjera hidrauličnih mašina.
- 5 Zašto se malom silom primijenjenom na mali klip u hidrauličnom sistemu može podići veliki teret na većem klipu?
- 6 Zašto se u hidrauličnim sistemima koriste tečnosti, a ne gasovi?
- 7 Objasni kako funkcioniše automobilska hidraulična kočnica.
- 8 U hidrauličnoj sistemu, na malom klipu površine $0,02 \text{ m}^2$ primjenjuje se sila od 200 N . Koliki pritisak se stvara?
- 9 U hidrauličnoj presi, površina malog klipa je $0,01 \text{ m}^2$, a velikog klipa $0,5 \text{ m}^2$. Ako na mali klip djeluje sila od 150 N , kolika sila djeluje na veliki klip?
- 10 Veliki klip u hidrauličnoj presi ima površinu od $0,4 \text{ m}^2$ i na njega djeluje sila od 800 N . Koliki je pritisak?

3.2.

HIDROSTATIČKI PRITISAK

POJMOVI

- hidrostatički pritisak
- manometer

Znamo da Zemljina teža djeluje na sva tijela koja se nalaze na površini Zemlje.

Djelovanje Zemljine teže na tečnosti izaziva određeni pritisak u mirnoj tečnosti, jer gornji slojevi molekula tečnosti djeluju na donje slojeve. Ovaj pritisak koji nastaje unutar tečnosti i prenosi se kroz molekule tečnosti u svim pravcima podjednako naziva se hidrostatički pritisak.

Pritisak koji se javlja u tečnosti u mirovanju kao rezultat njene težine naziva se hidrostatički pritisak.

Da bismo vidjeli zašto nastaje i kako djeluje

hidrostatički pritisak, izvešćemo nekoliko demonstracija kroz vaše aktivnosti.

Potrebno je:

- najlonska kesica sa zip zatvaračem,
- štapić za ražanj,
- 4 plastične boce,
- željezni ekser (šajka),
- tanko gumeno crijevo,
- karton, dvije cijevi za sok bez savijanja,
- dva manja balona,
- deterdžent.

AKTIVNOST

1



Napunite najlonsku kesu vodom i dobro je zatvorite (zip kesa).

Probodite kesu sa dvije strane štapićem za ražanj. Izvadite štapić i primijetite da voda istječe kroz rupice.

Zatvorite otvore na kesi s dva prsta.

Neka jedan učenik stane na stolicu, otvori oba otvora i pusti kesu da slobodno pada.

- Da li tokom pada voda ističe kroz otvore?

AKTIVNOST

2

Ispitajte zavisnost hidrostatičkog pritiska od visine tečnog stuba. Za to uzmite plastičnu bocu i sa strane, pomoću željeznog eksersa, napravite tri jednaka otvora na različitim visinama.

Bocu napunite vodom.

Pazite! Prije nego što napunite bocu vodom, zalijepite otvore samoljepljivom trakom (selotejpom).

- Šta primjećujete – iz kojeg otvora izlazi najveći mlaz vode?





AKTIVNOST

3

Na plastičnoj boci sa strane napravite otvore na istoj visini. Ispod boce postavite karton. Bocu napunite vodom. Šta primjećujete o mlazovima vode koji izlaze iz otvora? Povucite karton ispod boce kakav oblik je nacrtala voda?

AKTIVNOST

4

Na dvije plastične boce uklonite dno, i na svakoj čepu napravite po jedan mali otvor. Kroz otvor umetnite tanku cijev tako da bude dobro pričvršćena za čep. U jednom čepu postavite cijev dužine oko 70 cm, a u drugom cijev dužine oko 10 cm.

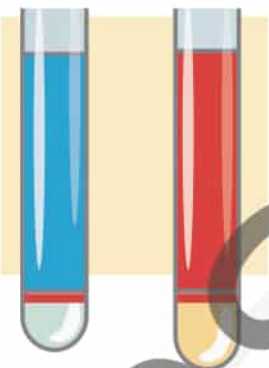
Objе boce napunite istom količinom vode i pričvrstite ih na istu visinu, sa čepovima i cijevima okrenutim prema dolje.

Jedan učenik drži cijevi zatvorenim da spriječi curenje vode.

- Zatim otvorite obje cijevi istovremeno i primijetite šta se dešava.
- Koja boca će se brže isprazniti?

AKTIVNOST

5



Ispitajte zavisnost hidrostatičkog pritiska od gustine tečnosti. Za to, u dvije identične, plastične i providne cijevi, zatvorene na donjem kraju balonom, do iste visine stavite tečnosti različite gustine. U jednoj cijevi stavite vodu, a u drugoj tečni deterdžent za sudove, čija je gustina veća od gustine vode. Uporedite deformaciju membrana na dnu cijevi.

Primjećujete da je membrana u cijevi sa deterdžentom više rastegnuta/izdužena i zaključujete da na nju djeluje veći hidrostatički pritisak.

ZAKLJUČAK

Iz aktivnosti se može zaključiti da:

- hidrostatički pritisak je posljedica djelovanja težine vode na zidove kese. (Tokom pada kese, voda ne curi kroz otvore jer se nalazi u beztežinskom stanju, odnosno hidrostatički pritisak je jednak nuli);
- na većoj dubini u tečnostima hidrostatički pritisak je veći;
- hidrostatički pritisak na istoj dubini je jednak u svim pravcima;
- boca sa dužom cijevi se prazni brže;
- na otvoru duže cijevi djeluje veći hidrostatički pritisak zbog veće visine tečnog stuba;
- Hidrostatički pritisak zavisi od gustine tečnosti. Gušća tečnost stvara veći pritisak na istoj visini, pa se membrana na dnu više deformiše kada se koristi tečnost sa većom gustinom. To potvrđuje da, za istu visinu, hidrostatički pritisak raste sa povećanjem gustine tečnosti.

Izračunavanje hidrostatičkog pritiska

Ako pogledamo aktivnost broj 2, javljaju se nekoliko pitanja:

Iz kog otvora na suduposudi

Šta mislite, da li dubina ima utjecaja na veličinu pritiska?

Šta bi se dogodilo ako koristimo gustu tečnost kao što je med ili ulje?

Zaključak iz aktivnosti:

- Pritisak je veći na većoj dubini;
- Ako je tečnost gušća, onda je pritisak veći;
- Pritisak ne zavisi od površine, već od dubine i gustine.

Na osnovu ovih zaključaka, korištenjem njihovih odgovarajućih simbola, može se izvesti relacija za hidrostatički pritisak:

p (pritisak) zavisi pravo proporcionalno od:

1. ρ (gustina tečnosti)
2. g (Zemljino ubrzanje)
3. h (dubina, visina vodenog stuba)

Dakle, hidrostatički pritisak u tečnostima može da se izračuna relacijom:

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Hidrostatički pritisak na dnu suda (flaše) je pravo proporcionalan gustini tečnosti i visini tečnog stuba.

Hidrostatički paradoks!!!

Iz jednačine za pritisak možemo da uočimo da hidrostatički pritisak ne zavisi od volumena tečnosti u nekom sudu, već samo od dubine (visine tečnog stuba).

Ova pojava može da se dokaže ako se izmjeri pritisak na dnu sudova koji imaju istu površinu na dnu, a različit oblik.

Pritisak na dnu je jednak kod sva tri suda kada se napune do iste visine, iako sadrže različitu količinu tečnosti. Ova pojava izgleda nevjerovatno i zato se naziva *hidrostatički paradoks*.

Za bolje razumijevanje hidrostatičkog pritiska, posjetite PhET laboratoriju na linku: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/under-pressure>

PRIMJERI RJEŠENIH ZADATAKA:

1. Najdublje mjesto Zemljine kore je najdublja tačka Tihog Okeana, nazvana Marijanski rov, koja je duboka $h=11\,000$ m. Izračunaj hidrostatički pritisak na morsko dno, čija je gustina morske vode

$$\rho = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Dato:

$$\blacksquare g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$\blacksquare h = 11000 \text{ m};$$

$$\blacksquare \rho = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3};$$

$p = ?$

$$p = \rho \cdot g \cdot h = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 11000 \text{ m} = 111147300 \text{ Pa} \approx 111 \text{ MPa}$$

2. Hidrostatički pritisak na najdubljem mjestu Ohridskog jezera je $p = 2825,28 \text{ kPa}$. Izračunaj najveću dubinu Ohridskog jezera ako je gustina vode $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a Zemljino ubrzanje g .

Dato:

$$\blacksquare g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

$$\blacksquare \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3};$$

$$\blacksquare p = 2825,28 \text{ kPa}$$

$$h = ? \quad p = \rho \cdot g \cdot h \rightarrow h = \frac{p}{\rho \cdot g}$$

$$h = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{2825,28 \cdot 10^3 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{2825,28 \cdot 10^3}{9810} \text{ m} = 288 \text{ m}$$

MANOMETRI

Uređaji za mjerenje pritiska zatvorenih fluida nazivaju se **manometri**.

Manometri mogu biti tečni ili metalni.



Slika 7 - Manometar sa tečnošću

Manometar sa tečnošću se sastoji od staklene cijevi u obliku slova „U“ (potkovica), koja je napunjena tečnošću. Jedan kraj ove cijevi je povezan sa gumenim crijevom, koje je povezano sa posudom u kojoj se nalazi gas čiji pritisak treba da se izmjeri.

Pod utjecajem pritiska, tečnost u lijevom kraku cijevi opada, dok se u desnom kraku podiže.

Tečnost će se stabilizovati kada pritisak gasa u posudi izjednači pritisak tečnosti u desnom kraku manometra. Što je veći pritisak gasa, to će se tečnost više podići u desnom kraku.

Pritisak gasa može se izračunati na osnovu visine tečnosti u slobodnom kraku manometra.

ZAPAMTITE:

- Pritisak koji se javlja u mirnoj tečnosti kao rezultat njene težine naziva se hidrostatski pritisak.
- Hidrostatski pritisak na istoj dubini u tečnosti je jednak sa svih strana.
- Hidrostatski pritisak na dnu posude je proporcionalan gustini tečnosti i visini tečnog stuba.

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Metalni manometar se sastoji od metalne cijevi koja je savijena i zatvorena na jednom kraju. Drugi kraj je povezan sa posudom u kojoj se nalazi gas čiji pritisak treba da se izmjeri. Zatvoreni kraj je povezan sa kazaljkom preko mehanizma za prenos. Kada pritisak gasa raste, cijev se širi, a ta promjena se prenosi kroz mehanizam do kazaljke, koja se pomjera. Vrijednost pritiska se očitava na skali ispod kazaljke.



Slika 8 – Metalni manometar

PITANJA:

- 1 Kojom formulom se opisuje hidrostatski pritisak?
- 2 Da li hidrostatski pritisak zavisi od gustine tečnosti?
- 3 Na kojoj dubini je hidrostatski pritisak veći?
- 4 Koja tečnost će stvoriti veći hidrostatski pritisak na istoj dubini?
- 5 Šta je hidrostatski pritisak i od čega zavisi?
- 6 Zašto ronci osjećaju veći pritisak na većim dubinama?
- 7 Kako bi se promijenio hidrostatski pritisak ako se voda zamijeni uljem sa manjom gustinom?
- 8 Izračunaj hidrostatski pritisak na dubini od 3 metra u vodi.
- 9 Koliki će biti hidrostatski pritisak na 7 metara dubine u tečnosti gustine 1200 kg/m^3 ?
- 10 Ako je hidrostatski pritisak $25\,000 \text{ Pa}$, a gustina tečnosti 1000 kg/m^3 , na kojoj je dubini izmjeren?

POJMOVI

- atmosfera
- atmosferski pritisak
- normalni atmosferski pritisak
- barometar

3.3

ATMOSFERSKI PRITISAK

Atmosfera je omotač vazduha koji okružuje Zemlju. Iako je vazduh lagan, on ima masu, a samim tim i težinu. Ta težina vazduha koja pritiska na površinu Zemlje i na sve što se na njoj nalazi naziva se **atmosferski pritisak**.

Atmosferski pritisak je zapravo pritisak koji vazduh vrši na površinu Zemlje i na naša tijela – ali mi ga ne osjećamo zato što i unutrašnjost našeg tijela vrši pritisak nazad.

Atmosferski pritisak se mjeri barometrom, a njegova standardna vrijednost na nivou mora iznosi 1013 hPa (hektopaskala) ili 760 mmHg (milimetara živinog stuba).

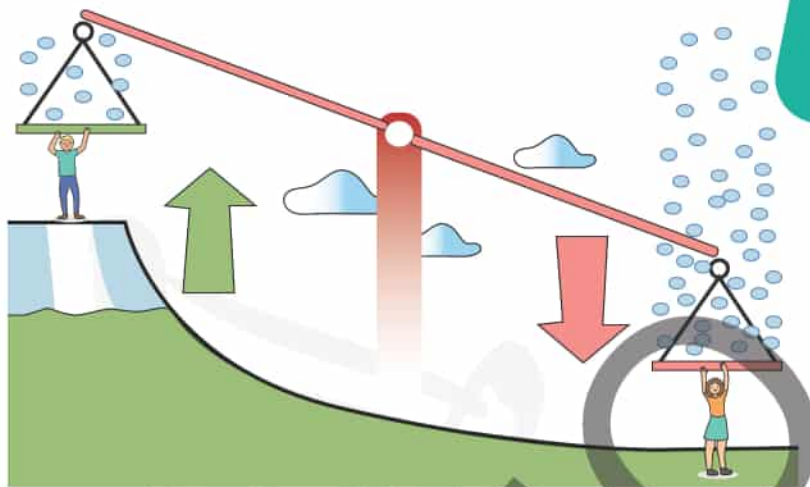
Kada se penjemo na planinu, iznad nas ima sve manje vazduha – zbog toga atmosferski pritisak opada. Zato nam se zatvaraju uši kad se vozimo liftom ili avionom.

Da napravimo nekoliko zanimljivih eksperimenata.

Za ovaj čas na klupama imate:

- Čaše za vodu
- list papira
- prehrambenu boju
- sok
- plastične slamčice za sok
- tanjir
- svijeću

Pritisak koji se javlja u vazduhu zbog njegove težine naziva se atmosferski pritisak.



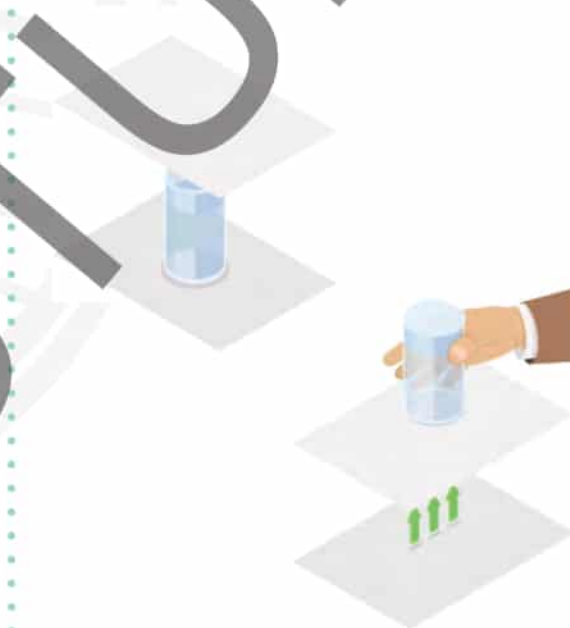
AKTIVNOST

1

Napunite čašu vodom do vrha.

Na čašu stavite list papira i polako je okrenite, držeći čašu za dno.

Šta primjećujete? Hoće li voda iscuriti?



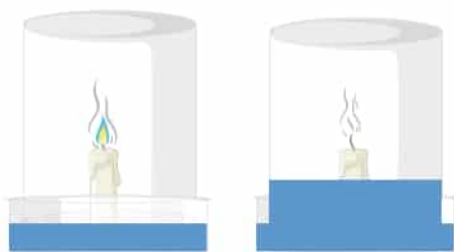
AKTIVNOST

2

Napunite čašu vodom obojenom prehrambenom bojom ili sokom, stavite plastičnu slamčicu za sok i brzo je izvucite.

■ Da li se voda zadržava u slamčici? Zatim zatvorite prstom gornji otvor slamčici prije nego što je izvučete iz vode.

■ Da li se sada voda zadržava u slamčici?



U tanjir stavite vodu obojenu prehrambenom bojom. Na vodu postavite svijeću, zapalite je i ostavite da gori kratko vrijeme. Zatim prekrijte svijeću čašom. Šta primjećujete? Hoće li svijeća nastaviti da gori i šta se dešava sa vodom u tanjiru?

ZAPAMTITE:

- Na list papira djeluje (vazdušni) atmosferski pritisak koji je veći od pritiska vode u čaši i ne dozvoljava da voda iscuri iz čaše;
- U drugom slučaju, atmosferski pritisak koji djeluje na donji otvor je veći od pritiska vazduha i vode u cijevi i na taj način sprečava curenje vode iz cijevi.
- Na vodu izvan čaše djeluje atmosferski pritisak, koji je mnogo veći od pritiska koji vrši vazduh unutar čaše, zbog čega se voda uvlači u unutrašnjost čaše;

IZAZOV

- Dizajnirajte i izradite najjednostavniji model dozatora za vodu (koristite pri tom plastičnu bocu sa čepom i plastičnu cijev).

Mjerenje atmosferskog pritiska

Atmosferski pritisak se mijenja u zavisnosti od nadmorske visine i količine vodene pare u vazduhu. Na većim nadmorskim visinama atmosferski pritisak je niži, jer vazduh postaje rjeđi i ima manju gustinu.

Izračunajmo: Kolika će biti normalna vrijednost atmosferskog pritiska ako je jednaka hidrostatičkom pritisku živinog stuba visine $h=760$ mm za gustinu žive

$$\rho_{Hg} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Normalni atmosferski pritisak ćemo izračunati prema formuli za hidrostatički pritisak:

$$p_o = \rho \cdot g \cdot h = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,76 \text{ m}$$

$$= 101\,325 \text{ Pa} \approx 10^5 \text{ Pa}$$

Atmosferski pritisak zavisi od visine na kojoj se mjeri i mijenja se uslijed promjene temperature i strujanja vazduha.

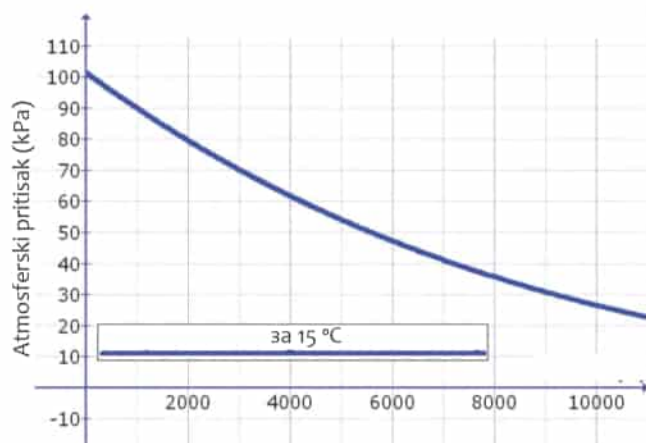
Za bolje razumijevanje djelovanja atmosferskog pritiska na tijela, posjetite PhET laboratoriju:

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/under-pressure>

ISTRAŽITE!

- Koji je naučnik izmjerio atmosferski pritisak i kako?
- Kolika je vrijednost normalnog atmosferskog pritiska?
- Koji naučnik je izmislio barometar i kako je njegovim eksperimentom bilo dokazano postojanje atmosferskog pritiska?

Iz sljedećeg grafikona može se zaključiti da se atmosferski pritisak sa povećanjem nadmorske visine smanjuje.



Slika 9 – nadmorska visina (m)

Instrumenti za mjerenje atmosferskog pritiska nazivaju se **barometri**.

Postoje dvije vrste barometara: barometri sa živom i metalni barometri zvani **aneroidi**.

Srednji godišnji pritisak meren na nivou mora nazivamo normalnim atmosferskim pritiskom p_0

Tada se živa u cijevčiću podiže do visine $h = 76$ cm.

Izražen u paskalima iznosi $p_0 = 10^5$ Pa

KO ŽELI DA SAZNA VIŠE:

Iz historije fizike Evangelista Toričeli (1608–1647)

Italijanski fizičar i matematičar. Godine 1643. izveo je svoj poznati eksperiment kojim je odredio veličinu atmosferskog pritiska.

Toričeli je koristio staklenu cijev (epruvetu) dugu 1 m sa poprečnim presjekom od 1 cm^2 . Cijev je napunio živom, zatvorio je prstom, okrenuo i otvor potopio u širu posudu punu žive. Kada je skinuo prst, samo je mala količina žive istalila u posudu. U cijevi je ostao stub visine 76 cm, a iznad njega je formiran prazan prostor (vakuum) od 24 cm. Kada bi se cijev nagnula, visina živinog stuba nije se mijenjala – uvijek je ostajala ista. Prema Toričeliju, atmosferski pritisak djeluje na slobodnu površinu žive u posudi, a prema Paskalovom zakonu, pritisak se podjednako prenosi u svim pravcima, djelujući i odozdo nagore u cijevi, sprečavajući živu da iscure u posudu.

Toričeli je zaključio da težina tečnog stuba (hidrostatički pritisak) u cijevi uravnotežuje atmosferski pritisak koji djeluje na živu u široj posudi. Na ovaj način je izračunao veličinu atmosferskog pritiska.

PRIMJERI RJEŠENIH ZADATAKA:

- 1 Do koje visine će se popeti vodeni stub u cijevi sa poprečnim presjekom 1 cm^2 , da bi bio u ravnoteži sa atmosferskim pritiskom?

Za izračunavanje visine do koje će se popeti vodeni stub u cijevi, koristićemo formulu koja povezuje pritisak sa visinom vodenog stuba.

■ Dato: $S = 1 \text{ cm}^2$

■ Traži: $h = ?$

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{p}{\rho \cdot g}$$

sa zamjenom poznatih vrijednosti:

$$h = \frac{p}{\rho \cdot g} = \frac{101\,325 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{101\,325}{9810} \text{ m} = 10,33 \text{ m}$$

Barometri

Barometar sa živom zasnovan je na Toričelijevom eksperimentu. Živa se više ne koristi zbog toksičnosti i bezbednosnih razloga.

Kod barometra, cijev je savijena i proširena na kraju, i napunjena živom. Atmosferski pritisak djeluje na otvoreni kraj slobodne površine žive i izjednačava se sa hidrostatičkim pritiskom živinog stuba. Pritisak vazduha pritiska živu u posudi i pomjera je nagore u usku staklenu cijev, što je veće što je pritisak veći. Na cijevi je označena skala sa koje se direktno očitava vrijednost vazdušnog pritiska.

U praksi se više koristi metalni barometar nazvan Aneroid. On se sastoji od metalne kutije iz koje je izvučen vazduh i koja ima valoviti poklopac. Kada vazduh djeluje na površinu poklopca, on se steže. Ovo savijanje prenosi se na elastičnu oprugu koja je povezana sa mehanizmom prenosa i kazaljkom koja se pomjera lijevo ili desno u zavisnosti od veličine pritiska. Ispod kazaljke se nalazi skala sa koje se očitava vrijednost pritiska.



Slika 10 - Aneroid

ISTRAŽUJ!

Podijelite se u parove i istražite na internetu princip rada balona na topli vazduh.



ZAPAMTITE:

- Sloj vazduha kojim je Zemlja okružena naziva se atmosfera.
- Atmosferski pritisak zavisi od nadmorske visine i prisustva vodene pare u vazduhu.
- Na većoj nadmorskoj visini atmosferski pritisak je manji zbog rjeđeg vazduha.
- Instrumenti za mjerenje atmosferskog pritiska nazivaju se barometri.
- Visina živinog stuba u Toričelijevoj cijevi pri normalnom pritisku iznosi $h = 0,76$ m što odgovara pritisku od $p_0 = 101\,325$ Pa $\approx 10^5$ Pa

PITANJA:

- 1 Šta je atmosferski pritisak?
- 2 Kojim instrumentom se mjeri atmosferski pritisak?
- 3 Gdje je atmosferski pritisak najveći?
- 4 Kako se mijenja atmosferski pritisak sa visinom?
- 5 Zašto se helijumski balon diže u vazduh?
- 6 Zašto osjećamo „pucanje“ u ušima kada se vozimo avionom ili na visokoj planini?
- 7 Zašto nam vazdušni pritisak ne deformiše tijelo, iako je ogroman?
- 8 Izračunaj silu koju atmosferski pritisak od $101\,325$ Pa vrši na površinu od $0,5$ m².
Napomena: 1 atmosfera = $101\,325$ Pa
- 9 Ako je površina $0,2$ m², kolika sila djeluje na nju pri pritisku od $100\,000$ Pa?
- 10 Izračunaj površinu ako znaš da je sila atmosferskog pritiska $50\,000$ N, a pritisak $100\,000$ Pa.

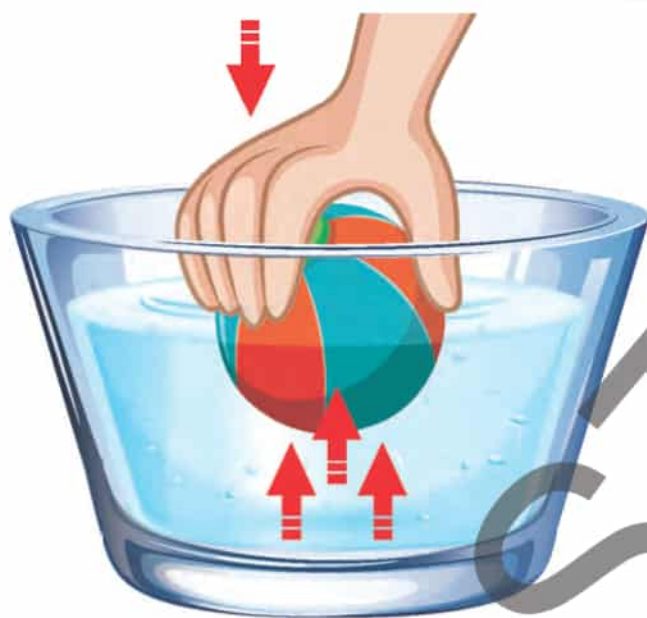


Barometarski pritisak je veoma važna veličina u meteorologiji. On je jedan od osnovnih podataka za izradu vremenske prognoze. Ako je pritisak smanjen, može se očekivati oblačno i kišovito vrijeme, a kada je pritisak nešto viši od normalnog, vrijeme je lijepo.

POJMOVI

- sila potiska / Arhimedova sila

3.4.

SILA
POTISKA

Slika 11 – Pritisak na tijelo potopljeno u tečnosti

Sila kojom tečnost istiskuje (gura) tijela uronjena u nju naziva se sila potiska.

Da napravimo nekoliko zanimljivih eksperimenata.

AKTIVNOST

1

Na stativ postavite mjesto za vješalicu za odjeću. Sa obje strane vješalice, na jednakoj udaljenosti od oslonca, privežite tegove jednake mase koncem. Dobijate polugu koja je u ravnoteži. Jedan teg potpuno potopite u posudu sa vodom i ravnoteža se narušava.

EUREKA!



Anegdota o Arhimedu i kruni kralja Hierona

Jedna od najpoznatijih anegdota o Arhimedu vezana je za njegovu saradnju s kraljem Hieronom. Kralj mu je povjerio zadatak da utvrdi da li je njegova kruna izrađena od čistog zlata ili je zlatara prevario i dodao druge metale.

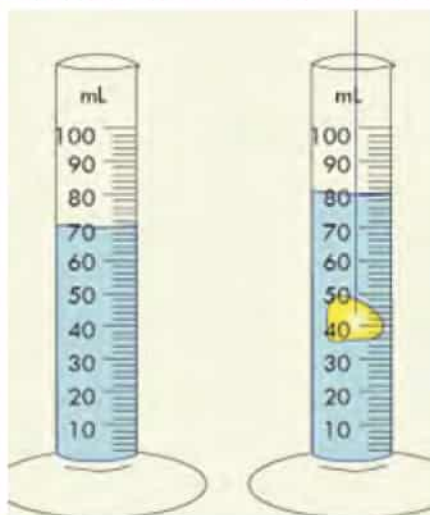
Arhimed se suočio sa velikim izazovom: nije mogao da izmjeri volumen nepravilnog oblika krune, pa nije mogao ni izračunati njenu gustinu na uobičajen način. Dugo je razmišljao kako da riješi problem, sve dok jednog dana, dok se kupao u kadi, nije primijetio da nivo vode raste kada on ulazi u nju. Ovaj trenutak mu je dao genijalnu ideju – mogao je izmjeriti zapreminu krune preko količine istjerane vode!

Arhimed je iskoristio svoj princip za praktično rješavanje problema, koji kaže da tijelo potopljeno u tečnost prividno gubi od svoje težine onoliko koliko teži istisnuta tečnost. Ovom metodom, Arhimed je uspio izmjeriti volumen krune, zatim izračunati njenu gustinu i utvrditi da nije napravljena od čistog zlata.

U trenutku otkrića, Arhimed je uzviknuo „Eureka!“, što znači „Pronašao sam!“. Prema legendi, bio je toliko oduševljen otkrićem da je istrčao iz kade i, zaboravivši da je go, trčao ulicama Sirakuze.

Ova priča je jedan od najpoznatijih primjera kako nauka može doći do nevjerojatnih otkrića na potpuno neočekivanim mjestima.

AKTIVNOST 2



Pomoću dinamometra izmjerite težinu datog tijela (na primjer, kamen). Veću posudu sa bočnim otvorom napunite vodom do visine otvora. Tijelo potpuno potopite u vodu, pri čemu vodu koja istječe kroz otvor sakupljate u plastičnu čašu. Izmjerite težinu tijela potopljenog u vodu.

Šta primjećujete? Da li se njegova težina smanjuje? Zatim izmjerite težinu iscijedene vode i pokušajte uočiti vezu između težine tijela u vazduhu, težine tijela u vodi i težine istisnute vode.

AKTIVNOST 3

Otkrijte uzrok pojave sile potiska

Koristeći prethodno stečena znanja o pritisku i hidrostatičkom pritisku, napravite poređenje između veličine sile pritiska koja djeluje na gornju, donju i bočnu površinu tijela uronjenog u tečnost.

ISTRAŽIVANJE!

Objasnite šta se dešava!



ZAKLJUČAK

Iz aktivnosti se može zaključiti da:

- voda djeluje silom na potopljeni teg vertikalno nagore i smanjuje njegovu težinu;
- sila potiska koja djeluje na potopljeno tijelo u tečnosti jednaka je po veličini težini istisnute tečnosti.

Za bolje razumijevanje Arhimedovog principa, posjetite PhET laboratoriju:
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/buoyancy>

Potisak ćemo najbolje razumjeti i izračunati ako uronimo tijelo pravilnog geometrijskog oblika u vodu. Na tijelo sa svih strana djeluju sile pritiska. Sile koje djeluju horizontalno su uravnotežene jer su na istoj visini, dok su vertikalne sile različite.

Sila potiska je rezultat hidrostatičkog pritiska i djeluje vertikalno nagore.

Се јавува како разлика на силите на притисок на долната и горната површина на телото потопено во течнosta.

Ona nije ukupna (rezultantna) sila na tijelo, već samo jedna od sila koja djeluje na potopljeno tijelo.

Sila potiska (Arhimedova sila) jednaka je težini tečnosti koju tijelo istiskuje. Izračunava se prema sljedećoj jednačini:

$$F_a = \rho \cdot g \cdot V$$

- gdje je ρ gustina tečnosti,
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, je gravitaciono ubrzanje na tom mjestu,
- V je volumen potopljenog tijela.

ZAPAMTITE:

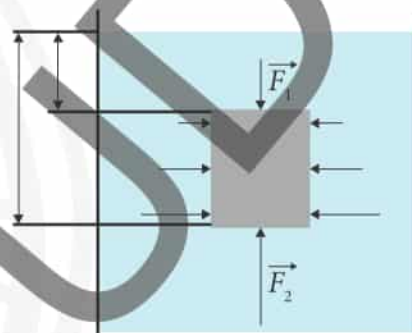
- Sila koja podiže tijela potopljena u tečnost i nastoji da ih izbaci iz nje naziva se sila potiska.
- Sila potiska koja djeluje na potopljeno tijelo u tečnosti jednaka je po veličini težini istisnute tečnosti.
- Arhimedov zakon: sila potiska (Arhimedova sila) jednaka je težini tečnosti koju tijelo istiskuje.
- Težina istisnute tečnosti izračunava se prema jednačini:

$$F_a = \rho \cdot g \cdot V$$

ZAKLJUČAK

Na tijelo uronjeno u tečnost sa svih strana djeluju sile hidrostatičkog pritiska. Sile pritiska koje djeluju na bočne površine tijela su uravnotežene, a sila potiska nastaje kao razlika sila pritiska na donjoj i gornjoj površini tijela uronjenog u tečnost i uvijek djeluje vertikalno nagore.

Sila koja podiže tijela uronjena u tečnost i nastoji da ih izbaci iz nje naziva se sila potiska.



PITANJA:

- 1 Koja sila se naziva Arhimedova ili sila potiska?
- 2 Na koja tijela djeluje Arhimedova sila?
- 3 Kako je usmjerena Arhimedova sila?
- 4 Da li veličina Arhimedove sile zavisi od njegove mase?
- 5 Od kojih veličina zavisi jačina sile potiska?
- 6 Ako je Arhimedova sila jednaka težini tijela, da li će tada tijelo potonuti?
- 7 Objasni primjerima slučaj kada tijelo pliva, kada tone i kada miruje u tečnosti.
- 8 Tijelo je potpuno potopljeno u vodu i ima zapreminu od $0,002 \text{ m}^3$. Kolika je Arhimedova sila?
- 9 Tijelo je potopljeno u slanu vodu gustine $\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$. Volumen dijela tijela koji je u tečnosti je $0,005 \text{ m}^3$. Izračunaj Arhimedovu silu kojom tečnost djeluje na tijelo? ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
- 10 Koliko iznosi Arhimedova sila koja djeluje na tijelo potopljeno u tečnost gustine 1000 kg/m^3 . Volumen potopljenog dijela je $0,0025 \text{ m}^3$. Zemljino ubrzanje je $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

PRIMJERI RJEŠENIH ZADATAKA:

- ❶ Kolika sila potiska djeluje na tijelo volumena $V = 1 \text{ m}^3$ koje se nalazi u vodi gustine $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Dato:

- $V = 1 \text{ m}^3, \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Traži se: $F = ? F = \rho \cdot g \cdot V$
- **Rešenje:**

$$F = \rho \cdot g \cdot V = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m}^3 = 9810 \text{ N}.$$

KO ŽELI DA SAZNA VIŠE:



Slika 12 - Arhimed (287 - 212 год. пр.н.е)

Arhimed je jedan od najvećih umova u historiji nauke. Njegova otkrića i izumi imali su ogroman utjecaj na razvoj matematike, fizike i inženjerstva. Njegovo poznato otkriće, Arhimedov zakon, pomaže nam da razumijemo zašto neki predmeti plutaju, a drugi tonu. Njegovi inovativni izumi za odbranu grada Sirakuze, poput katapulta i smrtonosnih zraka sunčeve svjetlosti, koji su navodno za uništavanje neprijateljskih brodova, pokazuju njegovu kreativnost i strategiju. Iako nisu svi ti uređaji potvrđeni historijskim zapisima, i dalje se smatraju nevjerovatnim za svoje vrijeme. Arhimed je ostavio neizbrisiv trag u nauci, a njegovo djelo i otkrića se i danas proučavaju i poštuju. Arhimedov zakon, koji kaže da na svaki predmet urođen u tečnost djeluje sila potiska jednaka težini istisnute tečnosti, osnovni je princip za razumijevanje plovnosti. Ovo otkriće objašnjava zašto

brodovi mogu ploviti okeanima iako su mnogo teži

od vode, i zašto neki predmeti tonu dok drugi ostaju na površini. Takođe je razvio matematiku do novih visina, precizno izračunavajući površine i volumena složenih geometrijskih oblika. Njegovo razumijevanje broja π (pi) i inovacije u oblastima mehanike dali su mu status jednog od najvećih matematičara i naučnika svih vremena.

Djelo Arhimeda i danas inspiriše istraživače i inženjere. Svaki njegov izum i otkriće nude osnovu za dalji napredak u nauci i tehnologiji.

3.5.

POJMOVI

- pliva
- tone
- lebdi

PLIVANJE, TONJENJE I LEBDENJE TIJELA

Plivanje:

Kod tijela koja plivaju, jedan dio tijela je potopljen u tečnost, a drugi dio se nalazi iznad površine tečnosti. Ona ostaju plivati jer je potisna sila veća od Zemljine težine.

Lebdenje:

Kad tijelo lebdi, ono je potpuno potopljeno u tekućinu, ali ne dotiče dno. Nalazi se na dubini ispod površine, ali ne dodiruje dno, gdje je potisna sila jednaka Zemljinoj težini.

Tonjenje:

Kad tijelo tone, ono se postepeno kreće prema dnu sve dok ne dotakne dno posude ili vodene površine. To se događa kada je Zemljina težina koja djeluje na tijelo veća od potiska koji tijelo prima od tečnosti. Na vašim klupama nalaze se sljedeći predmeti: posuda za vodu, limenka dijetalne koka kola i limenka obične koka kole, mandarina, kuhano jaje, plastična boca, slamka za sok, spajalica.

AKTIVNOST 1



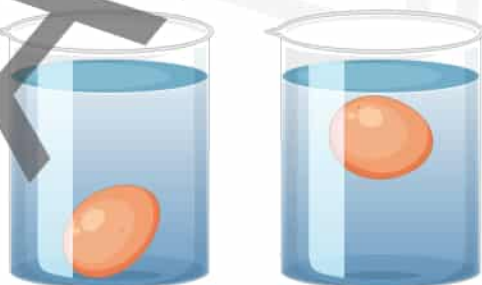
U posudu s vodom stavljate limenku dijetalne koka kole (bez šećera) i obične koka kole (sa šećerom). **Predvidite!**

- Koja limenka će potonuti, a koja će plutati?
- Zatim se eksperiment ponavlja s mandarinom i vodom. U vodu se stavlja mandarina s korom.
- Šta primjećujete, da li ona pliva? Potom se mandarina oguli i ponovo stavi u vodu.
- Šta se tada događa s njom?

AKTIVNOST 2

U posudu s vodom stavljate kuhano jaje.

- Šta primjećujete?
- Koja ima veću gustinu, jaje ili voda? Šta će se dogoditi ako u vodu stavimo soli?



ZAKLJUČAK

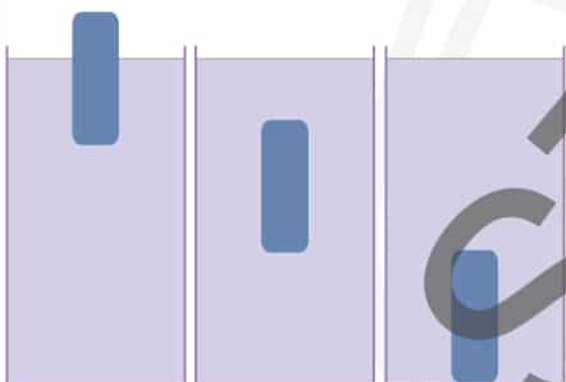
Iz aktivnosti možemo da zaključimo:

- limenka koka-kole sa šećerom će potonuti, a limenka bez šećera će plutati;
- u drugom slučaju Arhimedova sila je manja od Zemljine težine;
- kuhano jaje tone u vodi;
- gustina jajeta je veća od gustine vode;
- ako se u vodu doda so, ona povećava gustinu vode, što rezultira većom potisnom silom na tijelo. Arhimedova sila se povećava i jaje će isplivati na površinu.

Treba da izradite model podmornice.

Za tu svrhu plastičnu bocu napunite do vrha vodom. U ulozu podmornice može se upotrijebiti plastična slamka za sok s fleksibilnim savitkom. Plastičnu slamku savijte na mjestu savijanja i makazama odrežite duži dio slamke tako da dobijete dva jednaka kraka. Uzmite jednu veću metalnu spajalicu. Pri tom se jedan kraj spajalice umetne u jedan kraj slamke, a drugi kraj spajalice u drugi kraj slamke. Ovako pripremljena podmornica stavlja se u bocu s vodom koju zatvorite čepom. Pluta li podmornica? Jedan učenik pritisne bocu objema rukama i podmornica počne tonuti, kreće se prema dolje, voda ulazi u nju i njezina srednja gustoća postaje veća od gustoće vode. Nakon prestanka vanjske prisile, podmornica se kreće prema gore, prema površini vode.

Na tijelo koje je uronjeno u tečnost, osim Arhimedove sile koja djeluje okomito prema gore, djeluje i sila Zemljine teže, vertikalno prema dolje.

ZAPAMTITE:

Slika 13 – Tijelo koje pliva, lebdi, tone

- Na tijelo uronjeno u tečnost, osim Arhimedove sile koja djeluje vertikalno prema gore, djeluje i sila Zemljine težine, vertikalno prema dolje.
- Ako je sila Zemljine teže manja od sile potiska, tada podmornica (tijelo) pliva $F_A > P$.
- Ako sila potiska ima istu veličinu kao i Zemljina teža, tada tijelo lebdi. $F_A = P$.
- Ako je sila Zemljine teže veća od sile potiska, tada će tijelo tonuti $F_A < P$.
- Ako tijelo potopimo u tečnost, ono će ostati u položaju gdje su sve sile koje djeluju na njega u ravnoteži.

PITANJA:

- 1 Od čega zavisi veličina potisne sile (Arhimedove sile)?
- 2 Kada tijelo pliva u vodi?
- 3 Kada će tijelo potonuti?
- 4 Šta znači ako tijelo miruje potopljeno na nekoj dubini?
- 5 Kako se potisna sila mijenja ako je tijelo potpuno potopljeno pod vodu?
- 6 Zašto drvo pliva na vodi, a metalna kugla tone?
- 7 Zašto metalni brod ne tone, a mali metalni predmet tone?
- 8 Tijelo volumena $0,003 \text{ m}^3$ je potopljeno u vodi. Izračunaj potisnu silu.
- 9 Tijelo ima težinu od 40 N , a potisna sila je 50 N . Hoće li tijelo plutati ili potonuti? Odgovor: _____
- 10 Tijelo istiskuje $1,5$ litre vode. Kolika je potisna sila? ($1\text{L} = 0,001 \text{ m}^3$)

Za bolje razumijevanje kada tijelo pliva, lebdi ili tone, posjetite PhET laboratoriju:
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/buoyancy-basics>

TEMATSKO PONAVLJANJE

1.	Kako se definiše fizička veličina pritisak?
2.	Koja je osnovna merna jedinica za pritisak u SI sistemu?
3.	Napiši formulu za izračunavanje pritiska.
4.	Koji instrument se koristi za merenje atmosferskog pritiska?
5.	Da li vazduh vrši pritisak?
6.	Šta je hidrostatički pritisak?
7.	Objasni pojam potisne sile (potiska).
8.	Da li sve tečnosti stvaraju potisak?
9.	Šta se dešava sa pritiskom kada ga merimo na većoj dubini u vodi?
10.	Šta se dešava sa tijelom kada je potisna sila jednaka Zemljinoj težini?
11.	Zašto su planinarima potrebne boce sa kiseonikom na velikim visinama?
12.	Objasni svojim riječima kako radi podmornica koristeći pojam potiska.
13.	Objasni Arhimedov princip i navedi kako se izračunava potisna sila.
14.	Da li je atmosferski pritisak isti na vrhu planine i na morskom nivou? Obrazloži odgovor.
15.	Od kojih fizičkih veličina zavisi hidrostatički pritisak?

TEMATSKO PONAVLJANJE

16.	Koje potpetice stvaraju veći pritisak?
17.	Kako potisak djeluje na tijelo potopljeno u tečnost?
18.	Da li težina tijela utiče na to hoće li tijelo plivati ili tonuti?
19.	Ako dva predmeta iste forme imaju različitu gustinu, hoće li plivati jednako?
20.	Kako se mijenja potisak ako tečnost ima veću gustinu?
21.	Izračunaj pritisak ako sila od 300 N djeluje normalno na površinu od 0,5 m ² .
22.	Kolika sila djeluje na površinu od 2 m ² da bi se stvorio pritisak $P = 50 \text{ Pa}$?
23.	Izračunaj potisnu silu ako predmet istiskuje 2 L vode.
24.	Izračunaj hidrostatski pritisak na dubini od 4 m.
25.	Kolika je sila ako je pritisak 250 Pa, a površina 0,5 m ² ?
26.	U hidrauličkom sistemu, na mali klip se primjenjuje sila od 80 N, a njegova površina je 4 cm ² . Veliki klip treba da stvori silu od 600 N. Kolika je površina velikog klipa?
27.	Predmet teži 50 N u vazduhu, a potisna sila je 30 N. Kolika je njegova težina u vodi?
28.	Koliki je pritisak na dubini od 10 m u slanoj vodi ($\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$)?
29.	Predmet u vazduhu teži 80 N, a kada je potpuno uronjen u vodu potisna sila je 90 N. Hoće li plivati?
30.	Do koje najveće visine može da se ispumpa voda nagore u cijev? ($p = 101325 \text{ Pa}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

1.1 UVOD U FIZIKU

1. Priroda je zbir svih živih i neživih tijela, objekata i pojava koja postoje na Zemlji i u svemiru, nezavisno od ljudske aktivnosti.
2. Fizika, od grčke riječi „fisis“ što znači priroda.
3. Svaki predmet koji ima masu i zauzima prostor je fizičko tijelo. Primjeri: kamen, lopta.
4. Posmatranje je pažljivo praćenje pojava oko nas kako bi se sakupile informacije i stekla nova znanja.
5. Promjene u prirodi koje ne mijenjaju sastav materije. Primjeri: topljenje leda, savijanje žice, lomljenje stakla.
6. Čula: sluh, vid, miris, dodir.
7. Eksperiment je praktična aktivnost za ispitivanje ili dokazivanje pojave. Može se izvesti u laboratoriju, školi, kod kuće ili u prirodi.
8. Koraci u znanstvenom istraživanju: postavljanje pitanja, promatranje, formuliranje hipoteze, dizajniranje i izvođenje eksperimenta, analiza rezultata, donošenje zaključka.
9. Fizika se naziva eksperimentalna (jer se zasniva na eksperimentima), teorijska (jer koristi teorije za objašnjavanje pojava) i primijenjena (jer se njena otkrića i zakoni koriste u tehnologiji i u svakodnevnom životu).
10. Fizika koristi znanja iz matematike, drugih prirodnih nauka i tehnologije; otkrića iz fizike vode do razvoja uređaja, a tehnička otkrića doprinose napretku fizike.

1.2 FIZIČKE VELIČINE I NJIHOVO MJERENJE

1. Fizička veličina je svojstvo tijela (ili pojave) koje možemo izmjeriti.
2. Visina, masa voća, trajanje školskog časa.
3. Kilogram (kg).
4. Le Système International d'Unités (SI), Međunarodni sistem mjernih jedinica.
5. Radi pojednostavljenosti i unificirane komunikacije u nauci i tehnologiji.
6. Naprava koja se koristi za mjerenje fizičkih veličina. Primjeri: lenjir, termometar.
7. Prefiks je skraćunica koju stavljamo ispred mjernih jedinica da bismo pokazali koliko je puta brojna vrijednost veća ili manja od osnovne jedinice. Primjer: kilometar (km) = 1000 metara.
8. Brojna vrijednost dobijena mjerenjem i zapisana zajedno sa jedinicom mjere. Primjeri: 7 kg, 11 m, 37°C.
9. Vrste grešaka:
 Grube greške: zbog pogrešnog čitanja ili pisanja.
 Slučajne greške: zbog malih pokreta ili nestabilnosti.
 Sistematske greške: zbog neispravnog instrumenta ili metode.
 Smanjuju se pažnjom, ispravnim instrumentima i višestrukim mjerenjima.
10. Stvoren je iz praktičnih razloga radi unificiranog sistema mjerenja među svim zemljama. Omogućava lakšu i precizniju komunikaciju u nauci, industriji i svakodnevnom životu.

1.2.1 VELIČINE I MJERNE JEDINICE U SVAKODNEVICI

1. U milimetrima (mm) ili mikrometrima (μm).
2. U milimetrima (mm).
3. a) $1\text{ m} = 100\text{ cm}$
b) $1\text{ m} = 1000\text{ mm}$
c) $1\text{ km} = 1000\text{ m}$
4. a) 150 cm
b) 1500 mm
5. $4,2\text{ km} = 4200\text{ m}$
6. a) vremenski interval
b) vremenski trenutak
c) vremenski interval
d) vremenski trenutak
7. a) 6 min
b) 138 min
c) 2700 s
8. a) 72 sata
b) 11 dana
c) 8760 sati
9. Da bismo mogli tačno uspoređivati i mjeriti. Na primjer: ako želimo znati koliko će nam vremena trebati da stignemo do škole, moramo razumjeti razliku između minuta i časova.
10. a) Vrijeme – t, sekunda (s), trajanje sata.
b) Masa – m, kilogram (kg), mjerenje brašna.

1.3 MJERENJE VOLUMENA

1. Fizička veličina koja opisuje veličinu prostora koji zauzima jedno tijelo, tečnost ili gas.
2. Kubni metar (m^3).
3. Pomoću menzure.
4. 1000 mL .
5. Pravac posmatranja treba da bude normalna skalu menzure.
6. a) $1\text{ L} = 1\text{ dm}^3$
b) $1\text{ mL} = 1\text{ cm}^3$

7. Stavljanje tijela u menzuru s vodom i mjerenje promjene nivoa.

$$8 \quad V = a^3 = 3 \cdot 3 \cdot 3 = 27\text{ cm}^3$$

Pošto je $1\text{ cm}^3 = 1\text{ mL} \Rightarrow V = 27\text{ mL}$

$$9 \quad V = 1\text{ dm} \cdot 1\text{ dm} \cdot 1\text{ dm} = 1\text{ dm}^3 = 1\text{ L}$$

10. Zato što čvrsta tijela mogu imati nepravilan oblik i ne mogu se uvijek primijeniti formule, dok se volumen tečnosti mjeri posudama. Različita agregatna stanja zahtevaju različite mjerne uređaje i metode za tačne rezultate.

1.4 MASA I INERTNOST

1. Inertnost je svojstvo tijela da se suprotstavljaju promjeni stanja. To znači da tijelo koje miruje pruža otpor promjeni da se pokrene, a tijelo koje se kreće suprotstavlja se zaustavljanju.
2. Prazna čaša se lakše pokreće zato što ima manju masu, pa time i manju inertnost, odnosno manje se suprotstavlja promjeni stanja.
3. Tijelo putnika nastavlja kretanje prema naprijed jer teži zadržati stanje kretanja – to je posljedica inertnosti.
4. Kolica s manjom masom će se kretati brže, jer imaju manju inertnost i lakše mijenjaju svoje stanje.
5. Veličina $\rightarrow$ Pretvoreno u kg

2 t	2000 kg
500 g	0,5 kg
75 dag	7,5 kg
1000 mg	0,001 kg
6. Masa tijela ostaje ista – samo mu se mijenja oblik, ali ne i volumen.
7. Ukupno: $1,0\text{ kg} + 0,3\text{ kg} + 0,2\text{ kg} = 1,5\text{ kg}$
8. Zato što veća masa znači veću inertnost – tijelo se teže pokreće istom silom.
9. $1,2\text{ kg (kutija)} + 3 \cdot 0,5\text{ kg (knjige)} = 1,2\text{ kg} + 1,5\text{ kg} = 2,7\text{ kg}$
10. $150\text{ g} / 100 = 1,5\text{ g}$ (Svaka spajalica ima masu od $1,5\text{ kg}$)

ODGOVORI - TEMA 1

1.5 ODREĐIVANJE GUSTINE

- 1 Gustina se označava grčkim slovom ρ .
- 2 Kilogram po kubnom metru (kg/m^3).
- 3 Postoji prava proporcionalnost – koliko se povećava volumen, toliko se povećava i masa.
- 4 Mjeri se početna volumen vode, zatim se tijelo stavlja u menzuru i mjeri se nova volumen. Volumen tijela je razlika između dva volumena.
- 5 $m=26 \text{ g}$; $V = 63 - 50 = 13 \text{ cm}^3$; $\rho = m / V$;
 $\rho = 26 / 13 = 2 \text{ g/cm}^3$
- 6 Zato što različiti materijali imaju različitu gustinu.
- 7 Voda je gušća jer za isti volumen ima veću masu.
- 8 Strmija linija predstavlja zavisnost mase od volumena supstance sa većom gustinom.
- 9 Zato što gustina heterogenog tijela zavisi od ukupne mase i volumena, a ne samo od pojedinih komponenti.
- 10 $V = a \cdot b \cdot c$; $V = 2 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,24 \text{ m}^3$;
 $\rho = 2600 \text{ kg/m}^3$; $m = \rho \cdot V \Rightarrow m = 624 \text{ kg}$

TEMATSKO PONAVLJANJE:

- 1 Gustina je fizička veličina koja pokazuje masu tijela (ili supstance) u jedinici volumena.
- 2 g/cm^3 , kg/m^3 , g/mL , kg/L
- 3 Simbol ρ (ro) je slovo iz grčke azbuke kojim označavamo fizičku veličinu gustina.
- 4 Masa: vaga. Volumen: menzura, mjerna čaša. U određenim slučajevima za mjerenje koristimo i matematičke izraze, odnosno formule.
- 5 Volumen = stranica · stranica · stranica;
 $V = a \cdot a \cdot a$ $V = a^3$
- 6 $\rho = 10 / 5 = 2 \text{ g/cm}^3$
- 7 Na skali areometra očitavamo gustinu tečnosti.
- 8 $\rho = m / V$; količnik mase i volumena daje gustinu.

- 9 Ne, svaka supstanca ima svoju karakterističnu gustinu.
- 10 1 g/cm^3
- 11 $m=30 \text{ g}$; $V = 115 - 100 = 15 \text{ cm}^3$; $\rho = m / V$;
 $\rho = 30 / 15 = 2 \text{ g/cm}^3$
- 12 1 mL
- 13 750 kg/m^3
- 14 $V = (2 \cdot 2 \cdot 5) \text{ cm}^3 = 20 \text{ cm}^3$; $m=40 \text{ g}$;
 $\rho = 40 / 20 = 2 \text{ g/cm}^3$
- 15 Zato što se volumen tijela pravilnog geometrijskog oblika može izračunati formulom, a tijela nepravilnog oblika pomoću menzure.
- 16 Zato što gvožđe ima veću gustinu od vode, a drvo manju gustinu od vode.
- 17 Ne, zato što je njegova gustina $0,917 \text{ g/cm}^3$, odnosno manja od gustine vode.
- 18 $m = 60 \text{ g}$, $\rho = 3 \text{ g/cm}^3$
 $V = m / \rho$, $V = 60 / 3 = 20 \text{ cm}^3$
- 19 Gvožđe, zato što ima veću gustinu.
 $20 : 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ L}$;
 $0,5 \cdot 1000 \text{ L} = 500 \text{ L}$
- 20 $1 \text{ m}^3 = 10 \text{ dm} \cdot 10 \text{ dm} \cdot 10 \text{ dm} = 1000 \text{ dm}^3$
 $0,5 \text{ m}^3 = 500 \text{ L}$
- 21 Masa i volumen.
- 22 Ako ima istu gustinu kroz cijelo tijelo.
- 23 $m = 200 \text{ g}$, $\rho = 2,5 \text{ g/cm}^3$, $V = ?$
 $V = m / \rho$, $V = 200 / 2,5 = 80 \text{ cm}^3$
- 24 Jer su masa i volumen pravo-proporcionalne, odnosno veća volumen supstance ima veću masu.
- 25 Tijelo će plutati zato što mu je gustina manja od gustine vode.
- 26 Voda
- 27 27 litara
- 28 Zato što imaju različitu gustinu.
- 29 16 kg
- 30 $\rho \approx 0,995 \text{ g/cm}^3$. Ljudsko tijelo je heterogeno. Svi organi i tkiva nemaju istu gustinu.

2.1 SILA

- 1 Fizička (vektorska) veličina koja izaziva promjene u obliku, položaju ili brzini tijela.
- 2 Njutn (N).
- 3 Kada guraš loptu rukom ili udariš klupu.
- 4 Balon sa papirićima (električna sila), magnet sa spajalicama (magnetna sila).
- 5 Zbog dejstva gravitacione sile (posredno međudejstvo).
- 6 Promijeniće oblik, ali će se zatim vratiti u prvobitno stanje. Ovo je poznato kao elastična deformacija.
- 7 Zato što sila može istovremeno da izazove promjenu i oblika i kretanja tijela.
- 8 Linija sa strelicom, odnosno usmjereni odsečak. Dužina linije predstavlja veličinu, strelica smjer, prava je pravac, a početna tačka je napadna tačka.
- 9 Čovjek djeluje na podlogu svojom težinom, a podloga djeluje na njega silom reakcije.
- 10 Skalari: imaju samo veličinu (npr. masa = 5 kg).
Vektori: imaju veličinu, pravac i smjer (npr. sila = 10 N ka jugu).

2.1.1 SLAGANJE SILA

- 1 Rezultanta je sila koja ima isto dejstvo kao sve sile koje djeluju na tijelo zajedno.
- 2 Slaganje sile.
- 3 Isti kao smjer pojedinačnih sile.
- 4 Tijelo ostaje u ravnoteži (rezultanta je 0).
- 5 $F_R = 40 \text{ N} + 30 \text{ N} = 70 \text{ N}$

- 6 $F_R = 60 \text{ N} - 40 \text{ N} = 20 \text{ N}$, u smjeru veće sile (60 N).
- 7 Postavljanjem drugog vektora tako da počinje od kraja prvog, a rezultanta se dobija od početka prvog do kraja drugog.
- 8 Ukupna sila ulijevo: $40 + 20 = 60 \text{ N}$; sila udesno: 30 N . $F_r = 60 - 30 = 30 \text{ N}$, smjer ulevo.
- 9 Sile su jednake i u suprotnim smjerovima, rezultanta je 0, tijelo je u ravnoteži.
- 10 Dinamometar omogućava tačno mjerenje veličine sile, što je potrebno za pravilno izračunavanje rezultante.

2.1.2 VRSTE SILA I MJERENJE SILE

- 1 Magnetna sila.
- 2 Kada se dve površine kreću jedna preko druge. Sila trenja postoji i kada su površine u kontaktu bez relativnog kretanja, ali postoji pokušaj kretanja.
- 3 Produžava se.
- 4 Elastična sila.
- 5 Električna sila, magnetna sila, gravitaciona sila.
- 6 Dinamometar mjeri silu na osnovu izdužavanja opruge izazvanog tom silom, a vrednost se očitava na skali.
- 7 Zato što djeluje na naelektrisana tijela koja mogu imati isti naboj (odbojna sila) ili različit naboj (privlačna sila).
- 8 Magnetna sila djeluje samo na određene materijale (kao što je gvožđe), a gravitaciona sila djeluje na sva tijela sa masom.

- 9 Mjeri se koliko se izdužuje opruga pri dodavanju tegova poznate mase (na pr. $102 \text{ g} = 1 \text{ N}$), obilježava se svako izdužavanje na papiru i tako se pravi skala.
- 10 Kada se spoljna sila kojom djelujemo na dinamometar izjednači sa elastičnom silom koja djeluje na oprugu dinamometra.

2.2 ELASTIČNA SILA

- 1 Elastična sila je sila koja vraća oblik tijelu nakon dejstva neke spoljašnje sile.
- 2 Kada se pređe granica elastičnosti, tijelo se više ne vraća u prvobitni oblik i postaje plastično.
- 3 Gumica se vraća u svoj prvobitni oblik zbog elastične sile.
- 4 Izdužavanje je razlika između dužine tijela pod opterećenjem i njegove početne dužine. Formula: $\Delta l = l - l_0$
- 5 Elastično tijelo se vraća u prvobitni oblik nakon prestanka sile, dok se plastično tijelo ne vraća i ostaje deformisano.
- 6 Formula: $\Delta l = l - l_0$
Objašnjenje Δl je izdužavanje, l je dužina pod opterećenjem, a l_0 je početna dužina.
- 7 k je konstanta elastičnosti koja pokazuje koliko otpor pruža tijelo pri deformaciji – veća vrijednost znači da je tijelo kruće i teže se izdužuje.
- 8 U smjeru suprotnom od smjera deformacije opruge.
- 9 Što je sila veća, to je i izdužavanje (ili sabijanje) opruge veće.
- 10 Opruga sa manjom vrijednošću k lakše će se izdužiti, jer je manje kruta i daje manji otpor na primijenjenu silu.

2.3 ZEMLJINA TEŽA I TEŽINA

- 1 Gravitacija je privlačna sila koja postoji između svih tijela koja imaju masu.
- 2 Sila kojom tijelo djeluje na podlogu ako miruje u odnosu na Zemlju ili zateže konac kada je obješeno.
- 3 $G = m \cdot g$
- 4 Masa je stalna (nepromjenljiva) veličina, a težina je sila koja zavisi od gravitacije, pa može da se mijenja.
- 5 Zato što masa određuje inercnost tijela, a težina gravitaciono međudejstvo na podlogu ili konac ako je tijelo obešeno.
- 6 Težina će se smanjiti zato što je gravitacija na Meseu manja.
- 7 Zato što je ekvator dalje od centra Zemlje, pa je gravitaciona sila tamo manja nego na polovima.
- 8 Zemljina teža je sila kojom Zemlja djeluje na tijelo, dok je težina sila kojom tijelo djeluje na podlogu.
- 9 Zato što je masa svojstvo tijela (ne zavisi od položaja ili stanja tijela), a težina je uslovljena gravitacionim međudejstvom i zavisi od položaja i stanja tijela.
- 10 $m = G / g = 4 \text{ N} / 10 \text{ m/s}^2 = 0,4 \text{ kg}$ или 400 g.

2.4 SILA TRENJA

- 1 Sila trenja javlja se kada su dvije površine u dodiru i kreću se ili pokušavaju da se kreću jedna preko druge.
- 2 Trenje pri mirovanju, trenje pri klizanju, trenje pri kotrljanju.
- 3 U smjeru suprotnom od smjera kretanja

tijela.

- 4 Zbog dejstva sile trenja koja sprečava njeno kretanje i time ga usporava.
- 5 Malo se smanjuje kada tijelo počne da se kreće. Sila trenja pri klizanju manja je od sile trenja pri miru.
- 6 Te dvije sile imaju istu veličinu, a suprotne smjerove.
- 7 Sila trenja pri klizanju zavisi od reakcione sile i koeficijenta trenja.
- 8 Zato što su nepravilnosti (udubljenja i izbočine) na površinama prisutne bez obzira na veličinu površine.
- 9 Podmazivanjem kontaktnih površina uljem.
- 10 Zato što je sila trenja pri kotrljanju mnogo manja od sile trenja pri klizanju.

2.5 TEŽIŠTE I RAVNOTEŽA TIJELA

- 1 Težište tijela (označava se sa T).
- 2 U njihovom geometrijskom centru.
- 3 Površina dobijena spajanjem svih tačaka na koje se tijelo oslanja na podlogu.
- 4 Obešanjem tijela o dva različita konca i iscrtavanjem njihovih pravaca (težišnih linija); težište je u preseku tih pravaca.
- 5 U stabilnoj ravnoteži. Tijelo se vraća u početni položaj nakon pomeranja.
- 6 U labilnoj ravnoteži. Tijelo se ne vraća u početni položaj.
- 7 U indiferentnoj ravnoteži. Tijelo ostaje u položaju u koji je pomjereno.
- 8 Tijelo gubi ravnotežu i pada.
- 9 Van materijala tijela (u praznini).

- 10 U stabilnoj ravnoteži.

2.6 POLUGA I NJENA PRIMJENA

- 1 Poluga je čvrsto tijelo koje može da se okreće oko nepokretne tačke (tačke oslonca) i na koje djeluju dvije suprotno usmjerene sile.
- 2 Arhimed.
- 3 Jednostrana (jednokraka) poluga.
- 4 Tačka oko koje se poluga okreće.
- 5 Na kraju kvake, jer je krak sile veći.
- 6 Prema položaju tačke oslonca, poluga može biti jednokraka ili dvokraka.
- 7 Normalno rastojanje od tačke oslonca do tačke u kojoj djeluje sila.
- 8 Kada su momenti sila sa obe strane tačke oslonca poluge jednaki.
- 9 Proizvod sile i kraka sile:

$$M = F \cdot \ell$$
- 10 $M_1 = M_2$, odnosno $F_1 \cdot \ell_1 = F_2 \cdot \ell_2$

TEMATSKO PONAVLJANJE

- 1 Sila, kada djeluje na nepokretno tijelo, može da ga pokrene ili deformiše, posebno ako nije dovoljno velika da ga pokrene.
- 2 Sila je vektorska veličina i određena je pravcem, smjerom i veličinom.
- 3 Veličinu sile.
- 4 Njutn (N). Veće jedinice mjere su kilonjutn, hekonjutn, giganjutn.
- 5 Dinamometar.
- 6 Posredne sile su one koje se javljaju između tijela koja nisu u direktnom kontaktu.

ODGOVORI - TEMA 2

Neposredne sile su one koje postoje samo kada postoji direktan fizički dodir između tijela koja međusobno djeluju.

- 7 E7. Električna sila javlja se između naelektrisanih tijela ili između naelektrisanog i neutralnog tijela. Magnetna sila javlja se između magneta ili između magneta i gvožđa.
- 8 Zato što su sile u ravnoteži (njihovo rezultantno dejstvo na tijelo se poništava).
- 9 Ako tijelo miruje ili se kreće konstantnom brzinom, tada su uravnotežene.
- 10 Tijelo miruje.
- 11 Kreće se u smjeru veće sile.
- 12 Ne.
- 13 Radi bolje vizuelne predstave i lakšeg određivanja rezultantne sile.
- 14 Zato što gubi elastična svojstva.
- 15 $F_{el} = k \cdot \Delta l$. Može se zaključiti da je elastična sila proporcionalna deformaciji tijela.
- 16 $P = m \cdot g$
- 17 Masa je svojstvo tijela (ne zavisi od stanja i položaja tijela), a težina je uslovljena gravitacionim međudejstvom i zavisi od položaja i stanja tijela.
- 18 $m = G / g \Rightarrow m = 30 \text{ N} / 9,81 \text{ m/s}^2 \Rightarrow m \approx 3,06 \text{ kg}$.
- 19 Zato što je gravitaciono ubrzanje različito.
- 20 Kontaktna sila guranja ili vuče koju primjenjujemo na tijelo i sila trenja.
- 21 Od reakcione sile i koeficijenta trenja.
- 22 Sila trenja između tijela i podloge.
- 23 Povećava se.
- 24 Mjerenjem sile potrebne za ravnomerno

vučenje i deljenjem sa reakcionom silom (koeficijent $\mu = F / F_r$).

- 25 Ako težišna linija prolazi kroz oslonu površinu, tijelo je stabilno; ako prolazi van oslone površine, tijelo se prevrće.
- 26 Veća oslona površina daje veću stabilnost.
- 27 Otvaranje i zatvaranje vrata sa kvakama, rezanje papira makazama, savijanje žice kliještima, otvaranje flaša ili konzervi ključem, mjerenje proizvoda na vagi, kočenje automobila pritiskom na kočnicu.
- 28 Jednokraka poluga je kada se tačka oslonca ili osa nalazi na jednom od krajeva poluge. Dvokraka poluga je kada se tačka oslonca ili osa nalazi između dva kraja poluge.
- 29 Ravnokraka – kada oba kraka imaju jednaku dužinu. Raznokraka – kada oba kraka imaju različitu dužinu.
- 30 Kada iste tegove postavimo na isto rastojanje od tačke oslonca, poluga je u ravnoteži. Ako tegove postavimo na nejednako rastojanje od tačke oslonca, onda je poluga u neravnoteži.

3.1 SILA I PRITISAK

- 1 $1 \text{ kPa} = 1000 \text{ Pa}$
- 2 Pritisak je sila koja djeluje na jedinicu površine. Njegova SI jedinica je paskal (Pa), gde je $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.
- 3 $p = F / S$ (pritisak = normalna sila / površina)
- 4 Pritisak se povećava kada se poveća sila koja normalno djeluje na površinu i obrnuto.
- 5 Pritisak se povećava ako se smanji površina na koju djeluje sila.
- 6 Zato što tanke štikle imaju manju površinu, pa je pritisak veći.
- 7 Zato što skije imaju veću površinu, pritisak je manji i manje propadaju.
- 8 $p = 400 \text{ Pa}$
 $F = 500 \text{ N}$
- 10 $F = 400 \text{ N}$, $S = 0,2 \text{ m}^2$, $p = 2000 \text{ Pa}$

3.1.1 PRENOŠENJE PRITISKA. PASKALOV ZAKON

- 1 Supstance koje mogu da teku to su tečnosti i gasovi.
- 2 Vrše pritisak jednako u svim smjerovima.
- 3 Zato što su njihove čestice slabo povezane i kreću se slobodno.
- 4 Pritisak se kroz fluide prenosi u svim smjerovima podjednako.
- 5 U hidrauličnim sistemima kao što su kočnice, dizalice, prese.
- 6 Kada pritisnemo pedal na automobilu, tečnost prenosi pritisak do kočnica i aktivira ih.
- 7 a) Pri smanjenju pritiska u gumama, one se više deformišu, što dovodi do povećanja površine dodira sa putem.
b) Pri istom pritisku u gumama, natovaren kamion ima veću težinu, što izaziva veću deformaciju guma i time veću površinu dodira sa putem.

- 8 a) Veći pritisak ima u odbojkaškoj lopti.
b) Pritisak je 1,5 puta veći nego u fudbalskoj lopti.
- 9 $1P = F/S = G/S$, $p = 1000 \text{ Pa} = 1 \text{ kPa}$
- 10 $F = 10000 \text{ N} = 10 \text{ kN}$

3.1.2 HIDRAULIČNE MAŠINE

- 1 Mašina koja koristi tečnost za prenošenje i povećanje sile.
- 2 Na principu Paskalovog zakona.
- 3 Pritisak se prenosi u svim smjerovima podjednako kroz tečnost.
- 4 Kočnice na automobilu, hidraulične dizalice, hidraulične prese.
- 5 Zato što se pritisak ne mijenja, a veća površina velikog klipa povećava silu.
- 6 Tečnosti ne mogu da se komprimuju, dok se gasovi lako sabijaju.
- 7 Kada se pritisne pedala, tečnost prenosi pritisak do kočnica, koje aktiviraju kočione pločice i zaustavljaju vozilo.
- 8 $p = 10000 \text{ Pa}$
- 9 $p = 15000 \text{ Pa}$, $F = 7500 \text{ N}$
- 10 $p = 2000 \text{ Pa}$

3.2 HIDROSTATIČKI PRITISAK

- 1 Pritisak koji se javlja u mirnoj tečnosti uslijed njene težine naziva se hidrostatički pritisak i on zavisi od gustine tečnosti i od dubine.
- 2 $p = \rho \cdot g \cdot h$
- 3 Da, zavisi – povećava se sa gustinom.
- 4 Zato što pritisak u tečnosti raste sa dubinom.
- 5 Tečnost sa većom gustinom, zato što pritisak zavisi pravo-proporcionalno od gustine tečnosti.
- 6 Zato što pritisak raste sa dubinom, pa na većim dubinama voda vrši veći pritisak.
- 7 Pritisak će se smanjiti.
- 8 $p = 29400 \text{ Pa}$

ODGOVORI - TEMA 3

9 $P = 82404 \text{ Pa} \approx 82,4 \text{ kPa}$

10 $h \approx 2,55 \text{ m}$

3.3. ATMOSFERSKI PRITISAK

- 1 To je pritisak koji vazduh vrši na Zemljinu površinu.
- 2 Atmosferski pritisak se mjeri barometrom.
- 3 Atmosferski pritisak je najveći na nivou mora.
- 4 Atmosferski pritisak se smanjuje sa povećanjem visine.
- 5 Balon pun helijuma se podiže zato što je helijum lakši od vazduha, pa vazduh stvara veći pritisak ispod njega i potiskuje ga nagore.
- 6 Razlika u atmosferskom pritisku izaziva neravnotežu između pritiska u srednjem uhu i spoljašnjeg pritiska, što izaziva osjećaj „pucanja“ u ušima.
- 7 Vazdušni pritisak ne deformiše naše tijelo zato što je unutrašnji pritisak u tijelu jednak spoljašnjem.
- 8 $F = 50662,5 \text{ N}$
- 9 $F = 20000 \text{ N}$
- 10 $S = 0,5 \text{ m}^2$

3.4. SILA POTISKA

- 1 Arhimedova sila je potisna sila koja djeluje na tijelo potopljeno u tečnost ili gas.
- 2 Arhimedova sila djeluje na sva tijela djelimično ili potpuno potopljena u tečnost ili gas.
- 3 Arhimedova sila je usmjerena nagore.
- 4 Ne, veličina Arhimedove sile ne zavisi od mase tijela, već od njegovog volumena i od gustine tečnosti.
- 5 Arhimedova sila zavisi od:
 - Volumena potopljenog dijela tijela

- Gustine tečnosti u kojoj je tijelo potopljeno
- Gravitacije ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

6. Ne, ako je Arhimedova sila jednaka težini tijela, onda tijelo lebdi.
7. Tijelo pliva: kada je potisna sila veća od težine tijela (primjer: drvena grančica u vodi).
- Tijelo tone: kada je potisna sila manja od težine tijela (primjer: kamen u vodi).
- Tijelo miruje u tečnosti: kada je potisna sila jednaka težini tijela (primjer: podmornica u ravnoteži).
- 8 $F_a = 19,6 \text{ N}$
- 9 $F_a = 50,52 \text{ N}$
- 10 $F_a = 24,53 \text{ N}$

3.5 PLIVANJE, TONJENJE I LEBDENJE TIJELA

- 1 Potisna sila (Arhimedova) je sila kojom tečnost djeluje na tijelo potopljeno u nju. Ona zavisi od gustine tečnosti i volumena potopljenog dijela tijela.
- 2 Tijelo pliva kada je potisna sila jednaka njegovoj težini.
- 3 Tijelo tone kada je potisna sila manja od njegove težine.
- 4 Tijelo lebdi kada je – potisna sila jednaka je težini.
- 5 Potisna sila zavisi od volumena potopljenog tijela i gustine tečnosti. Ako se ove veličine ne mijenjaju, potisna sila ostaje ista.
- 6 Drvo ima manju gustinu od vode, a metalna lopta veću.
- 7 Metalni brod ne tone jer ima veliki volumen i malu prosječnu gustinu (zbog vazduha unutra), dok mali metalni predmet tone zato što mu je gustina veća od gustine vode.
- 8 $F_a = 29,43 \text{ N}$
- 9 $F_a > G$, Tijelo će plivati.
- 10 $1,5 \ell = 0,0015 \text{ m}^3$

$$F_a = 14,715 \text{ N}$$

TEMATSKO PONAVLJANJE

- 1 Pritisak je fizička veličina koja pokazuje koliko velika sila djeluje na jedinicu površine.
- 2 U SI sistemu, pritisak se mjeri u paskalima (Pa).
- 3 Formula za pritisak je: $p = F / S$ (pritisak = sila / površina).
- 4 Atmosferski pritisak se mjeri barometrom.
- 5 Da, vazduh vrši pritisak i to se naziva atmosferski pritisak.
- 6 Hidrostatički pritisak je pritisak koji tečnost vrši na tijela u njoj zbog svoje težine.
- 7 Potisna sila je nagore usmjerena sila koju tečnost vrši na potopljeno tijelo.
- 8 Da, sve tečnosti stvaraju potisak.
- 9 Kada se povećava dubina u vodi, pritisak se povećava.
- 10 Kada je potisna sila jednaka Zemljinoj težini, tada tijelo lebdi u tečnosti. Ono ne tone niti izlazi potpuno iznad površine, već ostaje u stanju ravnoteže u tečnosti – uslov opisan Arhimedovim zakonom.
- 11 Na visinama ima manji atmosferski pritisak i manje kiseonika, pa su potrebne boce.
- 12 Podmornica puni ili prazni rezervoare sa vodom, mijenjajući potisnu silu da bi potonula ili isplivala.
- 13 Prema Arhimedovom principu, na svako tijelo potopljeno u tečnost djeluje nagore usmjerena potisna sila jednaka težini tečnosti koju tijelo istiskuje.
- 14 Ne, atmosferski pritisak je veći na morskom nivou, a manji na planinskom vrhu zbog manje količine vazduha iznad nas.
- 15 Na hidrostatički pritisak utiču: dubina, gustina tečnosti i gravitacija.
- 16 Visoke i tanke štikle stvaraju veći pritisak jer je njihova površina kontakta sa podlogom vrlo mala, a pritisak je obrnuto proporcionalan površini.
- 17 Potisak deluje nagore i zavisi od volumena potopljenog dijela i gustine tečnosti.
- 18 Da, težina utiče – ako je veća od potisne sile, tijelo tone.
- 19 Ne, tijelo sa manjom gustinom će bolje plivati.
- 20 Ako tečnost ima veću gustinu, potisak će biti veći.
- 21 $p = 600 \text{ Pa}$
- 22 $F = 100 \text{ N}$
- 23 $1 \text{ l} = 0,001 \text{ m}^3 \rightarrow 2 \text{ l} = 0,002 \text{ m}^3$
pa potisna sila će iznositi $F_a = 19,62 \text{ N}$
- 24 $p = 39240 \text{ Pa}$
- 25 $F = 125 \text{ N}$
- 26 $S_2 = 0,003 \text{ m}^2$
- 27 $F_r = 20 \text{ N}$
- 28 $p = 101043 \text{ Pa}$
- 29 $90 \text{ N} > 80 \text{ N}$, $F_a > G$ Da, tijelo će plivati.
- 30 $h \approx 10,33 \text{ m}$

ARS STUDIO

ARS STUDIO