



Зорица Завировска
Габријела Бошковска

ФИЗИКА

за VII разред
у основном образовању

ARS
studio

ФИЗИКА за VII разред у основном образовању

Автори:

Зорица Завировска
Габријела Бошковска

Рецензенти:

проф. др Даница Крстовска
проф. др Боце Митревски
Игор Николовски

Наслов оригинала

ФИЗИКА за VII одделение во основно образование
Зорица Завировска
Габријела Бошковска

Превод са македонског језика на српски језик

Изета Бабачић

Лектор: Аида Зуковић

Стручна редакција: Аида Петровска, Зорица Завировска

Уредник: Аида Петровска, Зорица Завировска

Компјутерска обрада, илустрације, корица и дизајн: Владимир Младеновски – АРС СТУДИО

Графичко и техничко уређивање: Владимир Младеновски – АРС СТУДИО

Штампа: Полиестердеј, ул. 1552, бр. 10, 1000 Скопље

Тираж: 25

Место и година издавања: Скопље, 2025. година

Издавач: АРС СТУДИО, Ул. Максим Горки бр. 31а-2, 1000 Скопље

Ауторска права: © АРС СТУДИО Скопље, 2025

Сва права задржана. Ниједан део ове књиге не може бити прештампан или умножен, нити коришћен у било ком облику или на било који електронски, механички или други начин који је сада познат или ће бити познат у будућности, укључујући фотокопирање и снимање, нити похрањен у било који систем за чување и поврат информација, без писмене дозволе издавача.

Одлуком о одобравању уџбеника из предмета Физика за VII разред у основном образовању бр. 26-829/3 од 26.8.2025, донетом од стране Националне комисије за уџбенике.

CIP - Каталогизација во публикација

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

372.8:53(075.2)=163.41

ЗАВИРОВСКА, Зорица

Физика : за VII разред у основном образовању / Зорица Завировска, Габријела Бошковска ; [превод са македонског језика на српски језик Изета Бабачић]. - Скопље : Арс студио, 2025. - 104, стр. : илустр. ; 30 см

Превод на делото: Физика за VII одделение во основно образование

ISBN 978-608-239-515-9

1. Бошковска, Габријела [автор]

COBISS.MK-ID 66843653

ПРЕДГОВОР

Уџбеник је израђен у складу с најновим наставним програмом за предмет ФИЗИКА за VII (седми) разред, који важи за школску 2025. годину. Садржај уџбеника пажљиво је усклађен с дидактичким и методичким смерницама програма, с циљем да ученицима омогући не само теоријско знање, већ и практичну примену наученог у свакодневном животу. Укључени су бројни примери из стварног живота који појашњавају физичку динамику околине, потичући критичко размишљање и развој научног интереса.

Уџбеник обухвата различите аспекте физике, који се истражују кроз занимљиве и креативне задатке, с више могућности решења. Ови задаци не само да развијају вештине решавања проблема, већ охрабрују ученике да размишљају на више начина и да експериментишу с различитим приступима у тражењу решења. Током учења, ученици ће се сусрести с предложеним симулацијама које олакшавају извођење демонстрација и експеримената, помажући им да практично разуму физичке концепте и законе.

Наставни материјал је подељен у три тематске целине које покривају кључне аспекте физике:

- ТЕМА 1 – ТЕЛА, ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ И ЊИХОВО МЕРЕЊЕ
- ТЕМА 2 – МЕЂУДЕЛОВАЊА ТЕЛА
- ТЕМА 3 – ПРИТИСАК

На крају сваке тематске целине налазе се додатна питања и задаци који потичу ученике да примене стечено знање и вештине. Ови задаци не само да тестирају њихово разумевање градива, већ их потичу и на даље истраживање, самостално учење и критичко размишљање.

Уџбеник је осмишљен тако да омогућава ученицима изражавање идеја и развој истраживачког духа, који је кључан за њихов даљи академски развој. Такођер, служи као алат који се може користити за додатна истраживања и истраживачке пројекте, који се могу прилагодити или заменити сличним, у складу с интересима и потребама ученика.

Скопље, 2025

Аутори

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР	3
Тема 1	
ТЕЛА, ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ И ЊИХОВО МЕРЕЊЕ	7
1.1	
УВОД У ФИЗИКУ	8
1.2	
ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ И ЊИХОВО МЕРЕЊЕ	11
1.2.1	
ВЕЛИЧИНЕ И ЈЕДИНИЦЕ МЕРЕ У СВАКОДНЕВНОМ ЖИВОТУ	15
1.3	
МЕРЕЊЕ ЗАПРЕМИНЕ	20
1.4	
МАСА И ИНЕРТНОСТ	24
1.5	
ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ	28
ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ	34
Тема 2	
МЕЂУДЕЛОВАЊА ТЕЛА	37
2.1	
СИЛА	38
2.1.1	
СЛАГАЊЕ СИЛА	41
2.1.2	
ВРСТЕ СИЛА И МЕРЕЊЕ СИЛЕ	44
2.2	
ЕЛАСТИЧНА СИЛА	47
2.3.	
ЗЕМЉИНА ТЕЖА И ТЕЖИНА	50

2.4.	СИЛА ТРЕЊА	55
2.5.	ТЕЖИШТЕ И РАВНОТЕЖА ТЕЛА	61
2.6.	ПОЛУГА И ЊЕНА ПРИМЕНА	63
	ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ 66	
Тема 3		
	ПРИТИСАК	69
3.1	СИЛА И ПРИТИСАК	70
3.1.1	ПРЕНОШЕЊЕ ПРИТИСКА. ПАСКАЛОВ ЗАКОН	73
3.1.2	ХИДРАУЛИЧНЕ МАШИНЕ	75
3.2.	ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК	77
3.3	АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК	81
3.4.	СИЛА ПОТИСКА	85
3.5.	ПЛИВАЊЕ, ТОЊЕЊЕ И ЛЕБДЕЊЕ ТЕЛА	89
	ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ	91
	ОДГОВОРИ	93



ТЕЛА, ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ И ЊИХОВО МЕРЕЊЕ

1.1.

УВОД У ФИЗИКУ

1.2.

ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ И ЊИХОВО МЕРЕЊЕ

1.2.1.

ВЕЛИЧИНЕ И ЈЕДИНИЦЕ МЕРЕ У СВАКОДНЕВНОМ ЖИВОТУ

1.3.

МЕРЕЊЕ ВОЛУМЕНА

1.4.

МАСА И ИНЕРТНОСТ

1.5.

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ

1.1

УВОД У ФИЗИКУ

Природа је скуп свих живих и неживих ствари које постоје на Земљи и у Васиони, независно од људске активности. Она обухвата биљке, животиње, воде, планине, ваздух и све природне појаве попут кише, ветра и сунчеве светлости.

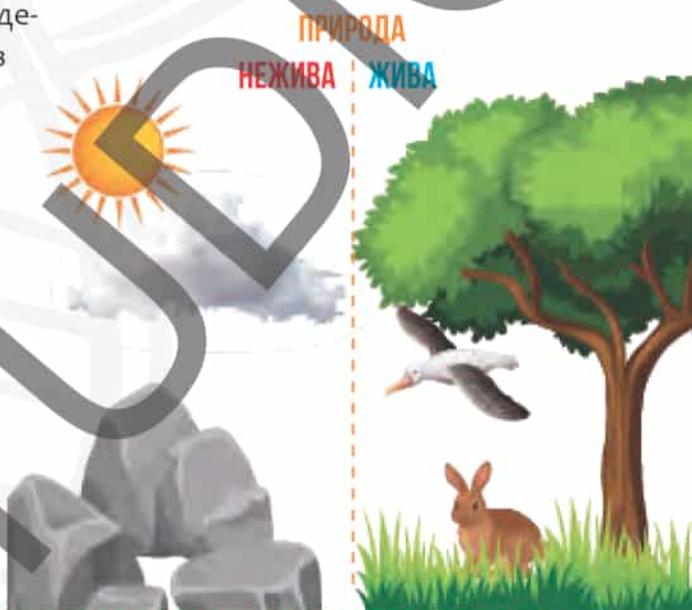
Још од давнина, људи су посматрали оно што се дешава око њих и покушавали разумеју. Временом, кроз стално посматрање, људи су почели да уче све више и више о природи. Тако је настала једна од најстаријих наука о природи – физика, која је добила име од грчке речи (φύσις, пхусис), што значи природа.

Физика је научна дисциплина која се бави проучавањем основних закона природе, посебно својстава материје, енергије и њихове међусобне интеракције. Да бисмо разумели неку појаву, потребно је испитати све услове под којима се она дешава, утврдити шта на њу утиче и схватити како су ти фактори међусобно повезани.

Сваки предмет или материјални објекат који

ПОЈМОВИ

- природне науке
- физика
- физичка појава
- физичко тело
- супстанца
- посматрање
- експеримент
- научна метода



Природне појаве су одувек биле занимљиве људима, а посебно оне које су утицале на њихов живот, као што су киша, грмљавина, дуга и др. Они су их посматрали и покушавали да их разуму. Из тог знања и тумачења развиле су се природне науке. **Природне науке су научне дисциплине које се баве проучавањем природе и природних појава.** Оне обухватају области као што су физика, хемија, биологија, астрономија и географија.

заузима простор и има масу називамо **физичко тело**. Оно може бити направљено од различитих материјала и може имати различите облике, величине и особине. Примери за физичка тела су: камен, лопта, дрво, аутомобил или чаша. Свако физичко тело може се проучавати према његовим физичким карактеристикама, као што су маса, запремина, густина и облик.

Физичке појаве су промене у природи које не узрокују промену састава материје. Код физичких појава материјали остају исти, али се може променити њихов облик, стање или кретање. Примери за физичке појаве су: топљење леда, испаравање воде, савијање метала или кретање аутомобила. Ове појаве не стварају нове супстанце, већ само мењају физичка својства постојећих. Физичка својства могу се посматрати и мерити помоћу инструмената, при чему супстанца остаје иста, с непромењеним идентитетом (маса, волумен, густина, температура, агрегатно стање, боја, мирис, растворљивост).

ПОДСЕТИТЕ СЕ:**Материја и супстанца**

Материја је све што постоји око нас. Има масу, заузима простор и непрестано се креће.

Материја не може нестати нити настати ни из чега, већ се само мења – на пример, лед се топи у воду, а вода испарава у пару.

Облици материје

Постоје два главна облика материје:

❶ **Супстанца** (материја од које су направљени сви предмети и жива бића.)

Супстанца може бити: чиста (вода, гвожђе, кисеоник) или смеша (ваздух, сок, слана вода). Свака врста супстанце има своје карактеристике: боју, мирис, укус или способност да се раствори у води.

❷ **Физичко поље** (простор у којем се преноси деловање између два тела која се не додирују.)

Примери физичких поља:

- Електрично поље – ситни папирчи се лепе за лењир протрљан о косу.
- Магнетно поље – Компас и Земљино магнетно поље.
- Гравитационо поље – Земља у орбити око Сунца.



Слика 1 - Кораци научног метода

За упознавање својстава тела и природе појава користи се научни метод. Научни метод подразумева постављање питања у вези са одређеним проблемом, посматрање и истраживање (прикупљање података), постављање хипотезе (теоријски одговор на питање, један од могућих одговора), осмишљавање експеримента који ће ту хипотезу потврдити или оповргнути, спровођење експеримента, анализа података добијених експериментом и, на крају, извођење закључка.

Посматрање је пажљиво опажање или праћење нечега што се дешава око нас како бисмо прикупили информације или научили нешто ново. То може бити гледање природних појава, попут раста биљака, кретања облака или понашања животиња. Посматрање је важан део учења и истраживања јер нам помаже да боље разумемо свет.

Када говоримо о посматрању, не мислимо само на гледање. Чулом слуха разликујемо различите звуке, чулом мириса можемо осетити мирисе супстанци које не можемо видети, а чулом додира осећамо тежину, текстуру и температуру предмета око нас.



Слика 2 - Природни појави

Посматрање природних појава у природним условима понекад нас може довести до погрешних закључака јер су те појаве краткотрајне и тешко се проучавају. Зато научници покушавају да створе те појаве у лабораторијама, како би их могли више пута поновити или учинити да трају дуже.

Процес проучавања тих природних појава, када их научници вештачки стварају у лабораторији или учионици, назива се експеримент.

Физика, при проучавању физичких појава, користи **експеримент** који је практична активност која се изводи да би се нешто испитало, доказало или открило нешто ново. Експериментима научници и ученици тестирају одређене идеје или теорије, посматрају како се нешто понаша или сазнају више о природним законима.

Пример експеримента је мешање боје с водом да би се видело како се раствара у зависности од температуре воде или мерење брзине испаравања воде. Експерименти се често изводе у лабораторијама или у

ЗАПАМТИТЕ:

- Природне науке су научне дисциплине које се баве проучавањем природе и природних појава.
- Физичке појаве су промене у природи које не узрокују промену састава материје.
- Вештачко стварање природне појаве у лабораторији назива се експеримент.
- Сви материјални предмети у природи називају се физичка тела.
- Материја од које су изграђена сва физичка тела назива се супстанца.

школама, али се могу изводити и код куће или у природи.

Физика је наука која се заснива на експериментима. Када научници спроводе експерименте, добијају резултате које анализирају и међусобно повезују. На тај начин настају физички закони и теорије које објашњавају како функционише свет око нас. Ти закони и теорије користе се за изградњу различитих уређаја и технологија које користимо у свакодневном животу, попут телевизора, фрижидера, телефона, рачунара и медицинских апарата.

Зато се физика назива експериментална (јер се заснива на експериментима), теоријска (јер користи теорије за објашњење појава) и променљива (јер се развија откривањем нових сазнања и спровођењем нових истраживања).

Физика је повезана с осталим природним наукама (хемија, биологија, географија итд.), као и с математиком, јер се помоћу ње описују природне појаве. Посебно је блиска са хемијом – науком која проучава атоме (хемијске елементе) и молекуле (хемијска једињења).

Открића у физици доприниела су развоју технике, али и обрнуто – Техничка открића су доприниела развоју физике.

ПИТАЊА:

- 1 Шта представља природа?
- 2 Која наука проучава природу и добила је име по грчкој речи?
- 3 Шта је физичко тело? Наведи један пример.
- 4 Шта је посматрање?
- 5 Шта су физичке појаве? Наведи два примера.
- 6 Која се чула користе при посматрању?
- 7 Објасни шта је експеримент и где се може изводити.
- 8 Опиши научни метод у неколико корака.
- 9 Зашто се физика назива експериментална, теоријска и променљива?
- 10 Како је физика повезана с другим наукама и технологијом?

ПОЈМОВИ

- физичка величина
- мерна јединица
- мерни инструмент
- основна физичка величина
- симбол/ознака
- дужина, метар (m)
- лењир
- метарска трака
- префикси мерних јединица
- грешке при мерењу



Слика 3 - Мерни инструменти

1.2

ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ И ЊИХОВО МЕРЕЊЕ

У свакодневном животу редовно вршимо различита мерења.

На пример, током школских прегледа мере нам се висина, маса, капацитет плућа, крвни притисак и број откуцаја срца.

Меримо време док путујемо од куће до школе, као и трајање школских часова и одмора.

Када идемо на пијацу, меримо масу воћа и поврћа које купујемо.

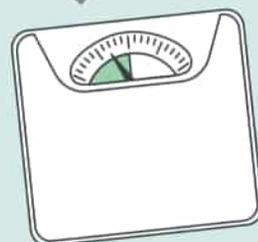
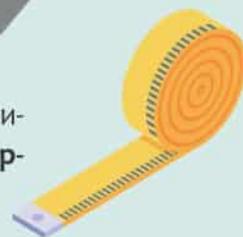
Меримо и количину воде која нам је потребна за кување супе или пудинга.

Физичке величине су особине тела или појава које се могу измерити, као што су дужина, маса, време, температура и многе друге. Мерењем тих величина можемо разумети и описати ствари око нас. Свака физичка величина има своју јединицу мере и инструмент којим се мери. Како би измерили неку величину, користимо одговарајући инструмент за мерење, као што су лењир, вага, сат или термометар.

Мерни инструмент је направа коју користимо да бисмо измерили физичке величине.

На пример:

За мерење дужине користимо **лењир** или **метарску траку**.



За мерење масе користимо **вагу** или **теразије**.

За мерење времена користимо **сат** или **хронометар**.



За мерење температуре користимо **термометар**.



Помоћу ових инструмената можемо тачно измерити различите физичке величине у свакодневном животу.

Једна физичка величина је измерена ако је упоређена с физичком величином исте врсте чија је величина узета као **јединица мере**.

Након извршеног мерења добијамо бројну вредност величине уз коју записујемо њену јединицу мере (3 kg, 9 m, 24°C). Тако записане вредности су заправо именовани бројеви.

Раније су се у различитим земљама користили различити системи мерења. На пример, Французи су користили метар као мерну јединицу, а Енглези фунте и инче. То је изазивало конфузију и било је тешко успоставити међународне стандарде за трговину и науку.

Физички величини, мерни единици и њихви ознаки

Физичка величина		Основна единица	
назив	ознака	назив	ознака
дужина	l	метар	m
маса	m	килограм	kg
време	t	секунда	s
Јачина електричне струје	I	ампер	A
Термодинамичка температуре	T	келвин	K
Количина супстанце	n	мол	mol
Интензитет светлости	I_v	кандела	cd

Тада су се, године, 1960, научници и инжењери из различитих земаља окупили на Генералној конференцији за мерење и тргову и успоставили Међународни систем јединица, познат као Le Système International d'Unités (SI) систем. Циљ је био да се има јединствен, унифициран систем који ће се користити у свим земљама.

У SI систему дефинише се 7 основних мерних јединица за различите физичке величине, а све остале величине и њихове мерне јединице изведене су из основних.

SI је веома важан систем јер омогућава уједначавање мерења у науци, индустрији и свакодневном животу, што олакшава комуникацију резултата на глобалном нивоу.

Систем је дизајниран да буде једноставан за кориштење и да се прилагођава кроз време како наука напредује.

Симбол је кратка ознака која се користи да би се приказала физичка величина или њена мерна јединица. Симболи су стандардизовани и користе се на глобалном нивоу како би се поједноставила комуникација у науци и технологији.

Пример:

v за брзину,

t за време,

m за масу.

Симбол за мерну јединицу је ознака која представља мерну јединицу за одређену физичку величину.

Пример:

m за метар (јединица за дужину),

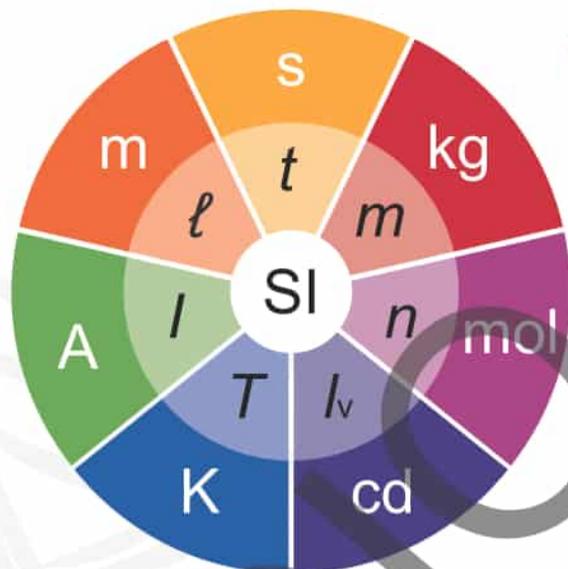
s за секунду (јединица за време),

kg за килограм (јединица за масу).

Симболи за мерне јединице нам помажу да изразимо величину измерених вредности на кратак, прецизан и разумљив начин. Без овог усаглашавања, било би тешко правилно разумети податке, посебно када се користе у различитим језицима и областима науке.



нано микро микро мили кило кило



Слика 4 - Основне величине и јединице у SI

Понекад бројеви могу бити веома велики или веома мали. Да би нам било лакше да их пишемо и разумемо, користимо префиксе. Префикси су скраћенице које стављамо испред мерних јединица да покажемо колико пута је нешто веће или мање.

На пример, уместо да кажемо 1 000 метара, можемо рећи 1 километар (km), уместо 1 000 000 метара, можемо рећи 1 мегаметар (Mm), уместо 0,001 метар, можемо рећи 1 милиметар (1 mm), уместо 0,000001 метар, можемо рећи 1 микрометар (μm).

Префикси у Међународном систему јединица

Вредност	Назив	Ознака	Вредност	Назив	Ознака
10^{-24}	јокто	y	10^{24}	јота	Y
10^{-21}	zepto	z	10^{21}	зета	Z
10^{-18}	ато	a	10^{18}	екса	E
10^{-15}	фемто	f	10^{15}	пета	P
10^{-12}	пико	p	10^{12}	тера	T
10^{-9}	нано	n	10^9	гига	G
10^{-6}	микро	μ	10^6	мега	M
10^{-3}	мили	m	10^3	кило	k
10^{-2}	центи	c	10^2	хекто	h
10^{-1}	деци	d	10^1	дека	da

Када нешто меримо, увек може доћи до мале грешке. Ниједно мерење није савршено тачно, али важно је да знамо зашто настају грешке и како их можемо смањити.

Врсте грешака:

Грубе (велике) грешке настају ако погрешно прочитамо број или погрешно запишемо резултат. Пример: Хтели да измеримо 12 cm, али смо грешком записали 21 cm.

Случајне грешке настају без намере да погрешимо, због малих покрета руке или инструмента. Пример: Ако више пута меримо дужину књиге, сваки пут можемо добити мало другачији резултат.

Систематске грешке настају ако мерни инструмент није исправан или ако увек меримо на погрешан начин. Пример: Ако је лењир оштећен и почиње од 0,5 cm уместо од 0 cm, сва мерења ће бити нетачна.

Како да смањимо грешке?

- Да pazимо како меримо и записујемо.
- Да користимо исправне инструменте.
- Да меримо више пута и да пронађемо просечну вредност.
- При читању вредности поглед треба да буде нормалан на скалу инструмента. (како бисмо избегли грешку при читавању).

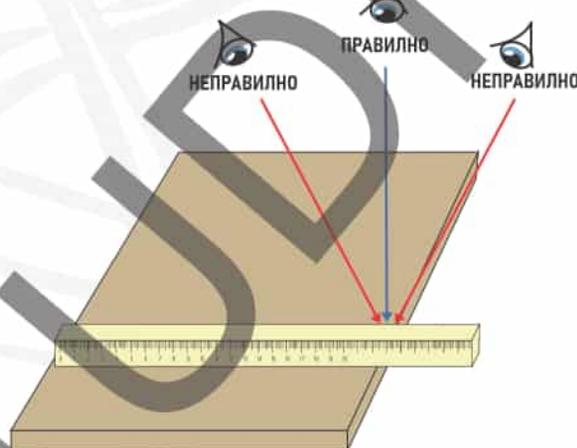
Наука нам помаже да будемо прецизнији, али увијек треба да запамтимо да не постоји потпуно тачно мерење.

ЗАПАМТИТЕ:

- Све што можемо измерити у природи назива се физичка величина.
- Мерни инструмент је направа коју користимо да бисмо измерили физичке величине.
- Једна физичка величина је измерена ако је упоређена с физичком величином исте врсте чија је величина узета као јединица мере.



Слика 5 - Правилно и неправилно постављање лењира при мерењу



Слика 6 - Правилно и неправилно гледање (положај људског ока) при мерењу лењиром

ПИТАЊА:

- 1 Шта је физичка величина?
- 2 Наведи три примера мерења физичких величина које обављамо у свакодневном животу.
- 3 Која је јединица мере за масу у SI систему?
- 4 Шта означава скраћеница SI?
- 5 Зашто се користе симболи за физичке величине и њихове јединице?
- 6 Шта је мерни инструмент? Наведи два примера.
- 7 Шта је префикс и зашто се користи? Наведи један пример.
- 8 Објасни како се добија „именовани број“. Наведи један пример.
- 9 Које су три главне врсте грешака при мерењу и како се могу смањити?
- 10 Зашто је створен SI систем и какав значај има данас?

1.2.1

ВЕЛИЧИНЕ И ЈЕДИНИЦЕ МЕРЕ У СВАКОДНЕВНОМ ЖИВОТУ

Већ си научио да је све што нас окружује састављено од тела и појава. Када желимо да упоредимо или опишемо та тела, често користимо речи као што су: „виши“, „тежи“, „топлији“ или „бржи“. За науку, такви описи нису довољни. Зато у физици користимо физичке величине које су мерљива својства тела и појава у природи.

Врло је важно да разликујемо физичку величину од јединице мере.

Већ знаш да својство тела или појаве које меримо представља физичка величина.

Мерна јединица је стандардизована и договорена величина за изражавање мерних вредности.

Пример:

Ако кажемо да једно паковање брашна има масу од 3 kg, тада: „маса“ је физичка величина, „kg“ је мерна јединица, а „3“ је бројна вредност.

У физици постоје:

а) Основне физичке величине – оне су независне, не изводе се из других.

Примери:

- дужина (l),
- маса (m),
- време (t),
- температура (T).



Слика 7 - Врсте метара



б) Изведене физичке величине – добијају се комбинацијом основних величина.

Примери:

- Брзина = $\frac{\text{дужина}}{\text{време}}$
- Симбол: v , мерна јединица: метар у секунди (m/s)
- Густина = $\frac{\text{маса}}{\text{волумен}}$
- Симбол: ρ , мерна јединица: kg/m³
- Површина = дужина · ширина
- Симбол: P , мерна јединица: квадратни метар (m²)
- Волумен = дужина · ширина · висина
- Симбол: V , мерна јединица: кубни метар (m³)

Физичке величине нам помажу да тачно опишемо тела и појаве. Мерне јединице нам омогућавају да дамо смислен бројчани израз тим мерењима. Ако научимо правилно да их користимо, моћи ћемо научно и јасно да комуницирамо и истражујемо све што се дешава око нас.

Да направимо неколико активности у којима ћемо мерити дужине на различите начине и бележити их у различитим мерним јединицама.

Мерење дужине предмета

Кораци:

- Узмите три предмета: књигу, оловку и гумицу.
- Одговарајућим мерним инструментом (лењир или метарска трака) измерите њихову дужину.
- Запишите измерене вредности у центиметрима (cm).
- Претворите их у основну мерну јединицу за дужину – метре (m).
- Табела за резултате:

предмет	дужина (cm)	дужина (m)
књига		
оловка		
гумица		

Формула за претварање:

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

Да бисте претворили центиметре у метре, множите са 0,01 или делите са 100.

Питања за размишљање:

- 1 Који предмет има највећу, а који најмању дужину?
- 2 Шта би се десило ако бисмо користили други мерни инструмент?
- 3 Може ли доћи до грешке при мерењу? Како је можемо смањити?
- 4 Запишите своје резултате и разговарајте о њима са својим школским друговима.

Мерење веома малих димензија без одговарајућег прибора

Када имамо потребу да измеримо веома мале димензије, а немамо одговарајући мерни инструмент (као што су шублер или микрометар), можемо искористити лењир, који је саставни дио сваког школског прибора.

Пример: **Мерење пречника (дијаметра) жице помоћу лењира**

Да бисмо измерили пречник жице, најбоље је да је савијемо у облик калема (спирале) тако да један завој буде непосредно поред следећег.

Кораци:

- 1 Направите десетак завоја (спирала) од жице, поредајући их близу једне до друге.
- 2 Лењиром измерите укупну дужину свих завоја заједно (L_s).
- 3 Ту укупну дужину поделите с бројем завоја (n) да бисте добили пречник жице (d): $d = L_s/n$
- 4 Поновите поступак три пута и израчунајте средњу вредност пречника.
- 5 Мерења унесите у табелу:

Шта меримо	мерење 1	мерење 2	мерење 3	ср. вр.
Укупна дужина 10 завоја (L_s)				
Пречник жице (d)				

Ова метода нам омогућава прецизније мерење, јер мерење више завоја смањује могућу грешку.

Упоредите добијене резултате с другим паровима и разговарајте о њима.



Слика 8 - спирала

Мерење растојања помоћу корака

Циљ: Да научимо како можемо мерити растојање користећи властите кораке као мерну јединицу.

Кораци за извођење активности:

1 Одреди дужину свог корака

- Измјери растојање од 5 метара помоћу метарске траке.
- Ходај уобичајеним кораком дуж тог растојања и преброј кораке.
- Израчунај дужину једног корака:

$$\text{дужина корака} = \text{укупно растојање} \div \text{бројем корака}$$

2 Измери растојање помоћу корака

- Одабери растојање, на пример, дужину учионице, ходника или игралишта.
- Ходај нормално и преброј кораке до краја растојања.
- Израчунај приближну дужину растојања множењем броја корака с дужином једног корака.

3 Упореди резултат

- Провери своје мерење правим мерењем метарском траком.
- Разговарај о томе зашто постоје разлике (већи или мањи кораци, нетачност при бројању итд.)
- Табела с мерењима:

Шта меримо	Бр. корака	Дужина корака у метрима	Измерена дужина у метрима
Дужину учионице			
Дужину ходника			

Питања за размишљање:

- 1 Да ли сви људи имају исту дужину корака?
- 2 Како се мења дужина корака када журиш или ходаш спорије? Истражуј.
- 3 Да ли је мерење помоћу корака довољно тачно? Образложи твој одговор.

Ова активност показује како можемо мерити без инструмената и како да проценимо дужину или растојање.

Од сенки до секунди

Присетимо се времена као једне од најважнијих физичких величина које свакодневно користимо. Време нам говори колико дуго траје нека појава или активност. Људи су одувек били заинтересовани за време – када излази сунце, када завршава дан, када долази зима или прољеће.

У прошлости, људи нису користили сатове као данас. Уместо тога, посматрали су сенке које баца Сунце. Тако су измислили **сунчани сат**, где је сенка приближно показивала колико је сати.

Касније, током времена су се појавили: пешчани сатови, у којима песак пада из једне посуде у другу, водени сатови, са капањем

воде; а данас користимо механичке, дигиталне и атомске сатове који мере време с великом прецизношћу.

У физици се време мери у секундама и означава се симболом t . Једна минута има 60 секунди, а један сат – 3600 секунди.

Примери из свакодневног живота:

Време трчања у трци, трајање школског часа, кување јајета, гледање филма, као и многе друге свакодневне активности чије трајање меримо – чак и приликом организације једног обичног дана, од устајања до одласка на спавање.

Дакле, време је физичка величина, коју меримо одговарајућим инструментом и бројну вредност записујемо заједно са јединицом мером.

Мерне јединице за време и њихове ознаке

ознака	име	величина у односу на s
h	сат	3600
min	минута	60
s	секунда	1
ms	милисекунда	$0,001 = 10^{-3}$
μs	микросекунда	$0,000001 = 10^{-6}$



Слика 9 - Сунчани сат

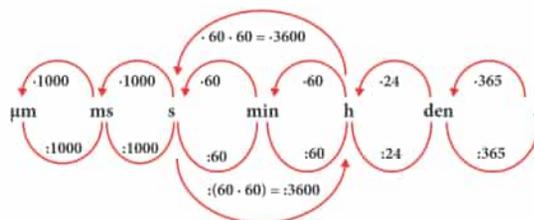
ЗАПАМТИТЕ:

- Дужина пута, растојање, висина, ширина и дебљина су различите врсте физичке величине „дужина“.
- Основна јединица мере за дужину је метар (m).
- Мерни инструменти за дужину су: метарска трака, лењир, шублер, микрометарски завртањ и др.
- Све физичке појаве одвијају се у одређеном времену (t).
- Време меримо различитим врстама сатова.
- Основна јединица мере за време је секунда (s).
- Време нам омогућава да сазнамо када је физичка појава почела (временски тренутак), колико је трајала (временски интервал) и када је завршила (временски тренутак).

ПИТАЊА:

- 1 Измери дебљину једне власи косе помоћу лењира. У којој мерној јединици ћеш записати резултат?
- 2 Измери дебљину једног листа из своје свеске. Запиши резултат.
- 3 Запиши основну мерну јединицу за дужину у:
 - a) центиметрима _____
 - б) милиметрима _____
 - в) километрима _____
- 4 Азра је висока 1,5 метара. Претвори њену висину у:
 - a) центиметре _____
 - б) милиметре _____
- 5 Петар живи на удаљености од 4,2 km од школе. Колико је то метара?
- 6 Одреди да ли се у следећим реченицама ради о временском тренутку или временском интервалу:
 - a) „Школски велики одмор траје 25 минута.“ _____
 - б) „Приредба почиње у 3 сата.“ _____
 - в) „Милка од куће до школе путује 20 минута.“ _____
 - г) „Седми час завршава у 13:25.“ _____
- 7 Претвори следеће временске вредности:
 - a) $360 \text{ s} = \text{_____ min}$
 - б) $2,3 \text{ h} = \text{_____ min}$
 - в) $45 \text{ min} = \text{_____ s}$
- 8 Претвори доле дате вредности:
 - a) 3 дана = _____ сати
 - б) 264 сата = _____ дана
 - в) 1 година = _____ сати
- 9 Објасни зашто је важно да знамо претварати мерне јединице у физици. Наведи један пример из свакодневног живота.
- 10 Изабери две физичке величине из свакодневног живота и запиши одговарајуће:
 - Симбол/ознака
 - Основна мерна јединица
 - Наведи пример када је користимо

Јединице мере за време



1.3

МЕРЕЊЕ ВОЛУМЕНА

Волумен је физичка величина која описује колико простора заузима неко тело, посуда или супстанца, без обзира у којем се агрегатном стању налази. Мерење волумена је веома важно у многим областима живота, као што су наука, инжењерство, кулинарство и многе друге. На пример, када сипате воду у чашу или када израчунавате колико течности стане у једну боцу, ви заправо мерите њихов волумен.

Свако тело заузима простор који се може измерити, било да је реч о течности, чврстом телу или гасу. Различити облици тела захтевају различите методе и алате за мерење и израчунавање њиховог волумена. За правилно мерење волумена потребно је користити одговарајући прибор и методе, који ће нам омогућити да добијемо тачне резултате.



Слика 10 - Тела са правилним геометријским обликом

Мерне јединице за волумен и њихове ознаке

ознака величина	име	величина у односу на m^3
m^3	кубни метар	1
dm^3	кубни дециметар	$0,001 = 10^{-3}$
cm^3	кубни центиметар	$0,000001 = 10^{-6}$
mm^3	кубни милиметар	$0,000000001 = 10^{-9}$

ПОЈМОВИ

- волумен
- кубни метар (m^3)
- литар (L)



КВАДАР

Тела у природи могу имати **правилан облик** (коцка, квадар, цилиндар, лопта) и **неправилан облик** (камен, кромпир, јабука, потковица, скулптура, кључ).

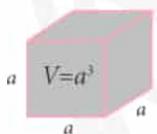
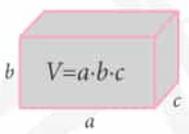


Слика 11 - Тела са неправилним геометријским обликом

Основна мерна јединица за волумен је **кубни метар (m^3)**, али се користе и друге мерне јединице. Јединице веће од кубног метра користе се ређе, док се мање јединице користе врло често, као што су кубни центиметар (cm^3) или кубни милиметар (mm^3).

Волумен течности се обично изражава у литрима (L) и милилитрима (mL).

Код тела с правилним геометриским обликом волумен се израчунава помоћу математичке формуле и своди се на мерење дужина. У случају коцке мери се дужина ивице, у случају квадра дужина страница, а у случају лопте радијус.

ГЕОМЕТРИСКО ТЕЛО		ВОЛУМЕН
КОЦКА		$V = a \cdot a \cdot a = a^3$
КВАДАР		$V = a \cdot b \cdot c$
ЛОПТА/СФЕРА		$V = \frac{4}{3} r^3 \pi$

АКТИВНОСТ 1

Прорачун волумена предмета правилног облика

Циљ активности: Да научимо како да израчунамо волумен предмета правилног облика (као што су гумица, свеска или ормар) користећи математичке формуле.

Материјали: Предмети правилног облика (гумица, свеска, ормар и слично), метарска трака, лењир.

Кораци активности:

- Изаберите предмет правилног облика – гумица, свеска или ормар.
- Измерите димензије предмета помоћу лењира.

дужина a

ширина b

висина c

Сва три предмета имају облик квадра па ћете користити формулу за волумен квадра:

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

Добијени резултат у cm^3 претворите у m^3 .

Да бисте претворили резултат у кубне метре, поделите га са 1 000 000 или помножите са 0,000001 m^3 ($1 \text{ cm}^3 = 0,000001 \text{ m}^3$). Унесите добијене резултате мерења и прерачуна, унесите у табелу.

Бр. мерења	a (cm)	b (cm)	c (cm)	V (cm^3)	V (m^3)
1					
2					
3					
средња вредност					

Мензура је лабораториска посуда која се користи за прецизно мерење волумена течности. Обично има градуисану скалу, што значи да је подељена на мале делове. Мензура је најчешће направљена од стакла или пластике и долази у различитим величинама, у зависности од потреба и примене.

Када се мери волумен течности, важно је обратити пажњу на начин посматрања течности у мензури. Да би се избегле грешке у

мерењу, важно је да при читавању резултата поглед буде нормалан на скали мензуре.

Мензура се може користити и за мерење волумена малих чврстих тела неправилног облика, али само ако се та тела не растварају у течности коју мерите (најчешће вода) и ако не плутају на њеној површини. Када се предмет стави у мензуру, ниво воде ће се подићи, а разлика у нивоу воде пре и после стављања предмета показује волумен тог предмета.

АКТИВНОСТ 2

Мерење волумена чврстих тела неправилног облика помоћу мензуре

Циљ активности: Научити како да измеримо волумен предмета неправилног геометриског облика.

ПОТРЕБНИ МАТЕРИЈАЛИ:

- Тело неправилног геометриског облика које се не раствара у води и има димензије које омогућавају да се стави у мензуру
- Мензура
- Вода
- Конац
- Кључ, комад пластелина, камен

Кораци:

Сипајте воду у мензуру (отприлике до половине), како бисте били сигурни да ће се тело у потпуности потопити.

Очитајте почетни волумен воде (V_1) на градуисаној скали мензуре.

Повежите тело концем и пажљиво га спустите у мензуру тако да потпуно потоне у воду.

Очитајте нови волумен воде (V_2) на градуисаној скали.

Израчунајте волумен тела помоћу разлике између два измерена волумена:
 $V = V_2 - V_1$

мерење	V_1 (вода) cm^3	V_2 (тело и вода) cm^3	V (тело) cm^3
Тело 1			
Тело 2			
Тело 3			

Један литар (1 L) једнак је волумену коцке чија ивица износи 1 дециметар (dm).

Објашњење:

- Дужина ивице коцке: **1 dm**
- Волумен коцке: $V = a^3 = (1 \text{ dm})^3 \Rightarrow V = 1 \text{ dm} \cdot 1 \text{ dm} \cdot 1 \text{ dm} = 1 \text{ dm}^3$
- Пошто је $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$, следи да је 1 литар једнак једном кубном дециметру ($1 \text{ L} = \text{dm}^3$).



ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАКА:

- 1 Колики простор заузима плакар чије су димензије: дужина 2 метра, ширина 80 центиметара и висина 18 дециметара?

РЕШЕНИЕ:

Дато:

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

Тражи се:

- $V - ?$

Како ћете пронаћи:

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

- 2 Колико литара воде је примио базен у облику квадра са дужином од 6 метара, ширином 4 метра и висином 2 метра, који је напуњен водом 20 центиметара испод врха?

РЕШЕЊЕ:

Дато:

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

Тражи се:

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

Како ћете пронаћи:

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

Знамо да је $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$, $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$, $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$

Одакле следи:

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

Један милилитар (1 mL) једнак је волумену коцке чија је ивица дуга 1 центиметар (1 cm).

Објашњење:

- Дужина ивице коцке: 1 cm
- Волумен коцке:
 $V = a^3 = (1 \text{ cm})^3 \Rightarrow$
 $V = 1 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} = 1 \text{ cm}^3$
- Пошто је $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$, следи да је 1 милилитар једнак једном кубном центиметру ($1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$).

ЗАПАМТИТЕ:

- Основна мерна јединица за волумен је кубни метар (m^3).
- Волумен течности се обично изражава у литрима (L) и милилитрима (mL).
- Код тела правилног геометриског облика, волумен се израчунава помоћу математичке формуле
- Мензура је посуда која се користи за мерење волумена течности.
- Један литар (1 L) дефинисан је као волумен једнак волумену коцке чија је ивица дуга један дециметар (dm).

ПИТАЊА:

- 1 Шта представља волумен?
- 2 Која је основна мерна јединица за волумен?
- 3 Којим прибором се најчешће мери волумен течности?
- 4 Колико милилитара има у једном литру?
- 5 Како се правилно читава волумен из мензуре да не дође до грешке?
- 6 Претвори:
 - a) $1 \text{ L} = \text{---} \text{ dm}^3$
 - b) $1 \text{ mL} = \text{---} \text{ cm}^3$
- 7 Која се метода користи за мерење волумена малих тела неправилног облика?
- 8 Израчунај волумен коцке чија је ивица 3 cm. Изрази у cm^3 и mL.
- 9 Коцка има ивицу дужине 1 dm. Израчунај њен волумен и напиши одговарајућу вредност у литрима.
- 10 Зашто је важно користити различите методе за мерење волумена код чврстих тела и течности? Објасни.

1.4



Слика 12 - Теразије Слика 13 - Дигитална вага

ПОЈМОВИ

- маса
- инертност/ тромост
- килограм (kg)
- тона (t)

МАСА И ИНЕРТНОСТ

Инертност је својство тела да се супростави промени стања. То значи да тело које мирује супроставља се промени да почне да се креће, а исто тако тело које се креће супроставља се томе да стане.

Објашњење:

Замисли да гураш једну празну кутију и једну кутију пуну књига.

Коју кутију ћеш лакше покренути?

- Празну кутију.

Зашто?

Зато што има мању масу и мању инертност.

Тело с већом масом има већу инертност – теже се покреће или зауставља.

Тело с мањом масом има мању инертност – лакше се покреће или зауставља.

Дакле:

Маса нам показује колико се тело „опире“ покретању или заустављању.

Примери из свакодневног живота:

- Многи од нас су се нашли у ситуацији да треба помоћи при гурању аутомобила. Велик аутомобил или камион тешко је покренути јер има велику масу и велику инертност. Мали аутомобил може погурати и једна особа.
- Вероватно си се возио у аутобусу. Када аутобус нагло заочи, твоје тело се нагиње напред јер жели наставити да се креће.

Када нагло убрза, тело ти се „лепи“ за седиште јер жели остати у мировању или се кретати равномерно праволинијски.

АКТИВНОСТИ

Направите неколико једноставних експеримената који ће вам помоћи да разумете појам инертности и како инерција утиче на кретање различитих предмета, у зависности од њихове масе и примењене силе. Можете се поделити у мале групе. Свака група нека изведе по једну активност, а затим поделите своја искуства и закључке с осталима. За то ће вам бити потребно: 1 чаша, 1 новчић, комад картона, картонски цилиндар од тоалет папира, оловка, пластична флаша с водом, крпа, дрвене коцке, лењир, колица, 2 квадра с различитим масама.

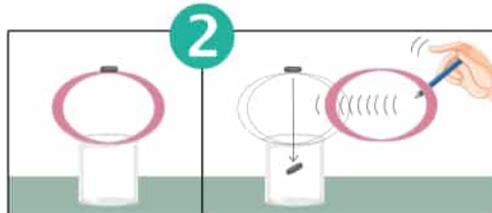
- 1 Поклопите чашу картоном. На картон ставите новчић. Нагло повуците или потисните картон.
Шта се десило?
- 2 На отвор чаше поставите картонски цилиндар! На цилиндар ставите новчић!

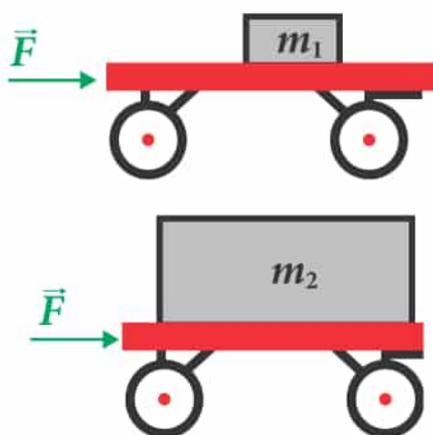


Уметните оловку у унутрашњост цилиндра и нагло је повуците!

Шта се десило?

- 3 Напуните пластичну флашу водом и поставите је на растрту крпу на клупи! Повуците крпу испод флаше.
Шта се десило?
- 4 На мала метална колица поставите квадрат (или друго тело) мање масе! Потисните колица руком или помоћу опруге! Затим повећајте терет с већом масом, али делујте истом силом!
Шта примећујете?
- 5 Дискутујте и изведите закључке! Како маса и инерција утичу на кретање предмета?
Шта сте научили о инерцији из ових експеримената?





Слика 14 - Колица са телима која имају различиту масу

Закључак:

Инертност је својство тела да се супротстави промени стања.

Маса је мера те инертности – што је маса већа, то је теже променити кретање тела.

Кроз бројне примере из свакодневног живота можемо описати инертност. На пример: празна пластична чаша се лакше помера него пластична чаша пуна воде или сока. Додавањем воде повећава се маса чаше, па се она теже помера. Тела с већом масом теже се померају, заустављају или мењају правац кретања, па кажемо да имају већу тромост или инерцију од тела с мањом масом. Исто смо закључили и из експеримента с колицима.

У свакодневном говору кажемо да је тело с већом масом „теже“ од оног које има мању масу. Међутим, у физици морамо бити пажљиви јер тежина није исто што и маса.

Замислите два предмета: једну лагану лопту и један тежак камен. Ако на оба тела делујемо истом силом, које ће се кретати брже? Лопта или камен?

Зашто је то тако?

У овом примеру такође долази до изражаја инертност тела. Инертност је особина тела да остане у стању мировања или да се креће истом брзином и у истом правцу, све док нешто не узрокује промену тог стања.

Колико ће се лако или тешко тело покренути зависи од његове масе. То значи да што је већа маса тела, то ће теже доћи до промене његовог кретања – тело има већу инертност или, како се често каже, већу „лењост“.

Зато кажемо да је маса мера инертности. На пример, ако покушате да померите једну столицу и један ормар, да ли ће вам то бити једнако лако? Одговор је НЕ! Ормар има већу масу и зато га је теже померити.

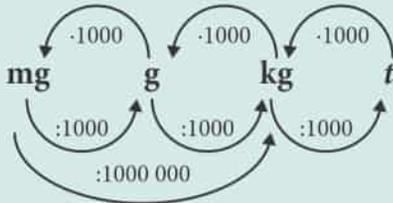
Масу означавамо са m , а меримо је мерним инструментом – вагом или теразијама. Маса не зависи од места на којем се мери и увек има исту вредност, без обзира на то да ли се налазите на Земљи или на некој другој планети.

Јединица мере за масу у SI је килограм (kg), а у пракси се користе и мање и веће мерне јединице, у зависности од потреба. За велике масе најчешће се користи тона (t) – јединица која је 1000 пута већа од килограма, а за мање масе грам (g) – јединица која је 1000 пута мања од килограма.

Мерне јединице за масу и њихове ознаке

ознака	име	Величина у односу на грам (g)
t	тон	1000000 = 10^6
kg	килограм	1000 = 10^3
hg	хектограм	100 = 10^2
dag	декаграм	10 = 10^1
g	грам	1
dg	дециграм	0,1 = 10^{-1}
cg	центиграм	0,01 = 10^{-2}
mg	милиграм	0,001 = 10^{-3}

Претварање из мањих у веће јединице мере за масу и обрнуто:



Исак Њутн (1642 – 1727) енглески физичар, математичар, астроном, филозоф природних наука.

АКТИВНОСТ 1

Да ли се маса тела мења када се мења његов облик?

Потребно: Вага, тегови, пластелин (једно паковање).

Кораци:

- Ставите комад пластелина на кухињску вагу и прочитајте његову масу!
- Промените облик пластелина!
- Поново извршите мерење!
- Дискусија: Шта примећујете?
- Да ли се маса пластелина променила када се мењао његов облик?

АКТИВНОСТ 2

Ако поделимо тело на више делова, дали ће се маса тела (систем од више делова) променити?

Потребно: Вага, тегови, пластелин (једно паковање).

Кораци:

- Ставите комад пластелина на кухињску вагу и прочитајте масу.
 - Разломите пластелин на мање комаде и поново измерите масу свих делова заједно.
- Дискусија: Шта примећујете?
Да ли се маса пластелина променила након разламања?

АКТИВНОСТ 3

Како одредити масу малих предмета?

Како да измерите масу малог предмета као што је шпенадла?

Да бисте одредили масу шпенадле, потребно је измерити масу већег броја истих шпенадли.

Потребно: електронска вага или аналогна вага с теговима, кутија са шпенадлама.

Кораци:

- Пре него што почнете с мерењем, проверите да ли вага показује 0 kg!
 - Поставите свих 100 шпенадли на вагу и прочитајте укупну масу свих шпенадли. Ту масу означимо као m_v .
- Затим поделите масу m_v са 100 и добит ћете m_1 (масу једне шпенадле).

ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАТАКА:

- 1 На један тас терезије постављамо кесу пуну јабука. Ако је вага у равнотежи, колика је маса јабука с кесом ако смо на други тас ставили тегове од 1 kg, 50 dag и 50 g?

Решење:

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

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

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

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

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

$$m = m_1 + m_2 + m_3$$

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

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

Кеса с јабукама има масу од 1,55 kg.

- 2 На један тас ваге стављен је тег од 10 килограма, а на други тас једна лубеница. Поред лубенице смо ставили тегове од 1 kg 500 g и 100 g да би вага била у равнотежи. Колика је маса лубенице?

Решење:

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

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

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

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

$$m_5 = m_2 + m_3 + m_4$$

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

$$m_1 = ?$$

$$m_1 = m_1 - m_5$$

$$m_1 = 10 \text{ kg} - 1,6 \text{ kg}$$

$$m_1 = 8,4 \text{ kg}$$

Лубеница има масу од 8,4 kg.

ЗАПАМТИТЕ:

- Инертност је својство тела да задрже стање мировања или равномјерног праволиниског кретања све док нека друга сила, односно неко друго тело, не делује на њих да промене то стање.
- Маса је мера за инертност.
- Јединица мјере за масу је килограм (kg).

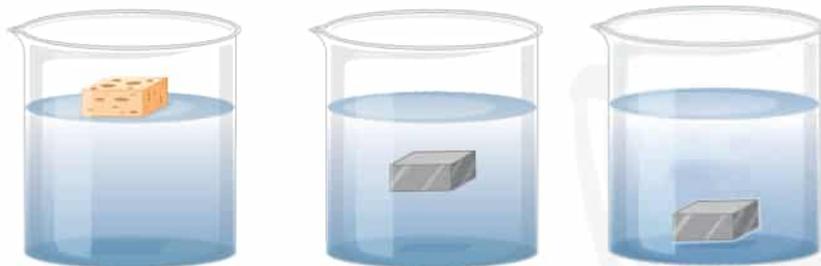
ПИТАЊА:

- 1 Шта представља инертност?
- 2 Која чаша се лакше помера – празна или напуњена водом? Објасни зашто.
- 3 Како реагује тело путника када аутобус нагло заочи? Зашто се то дешава?
- 4 Замисли да гураш два колица – једна с малом, а друга с великом масом. Ако делујеш истом силом, која ће се колица брже покренути? Објасни зашто.

Величина	Претвори у kg
2 t	
500 g	
75 dag	
1000 mg	

- 5 Попуните табелу с исправним претварањем јединица за масу.
- 6 Шта се дешава с масом тела када му променимо облик?
- 7 Колика је укупна маса коју ће показивати вага ако ставимо:

1 килограм брашна, 300 грама шећера и 20 декаграма соли?
- 8 У експерименту са колицима, прво смо ставили квадар са мањом масом, а затим квадар са већом масом. Деловали смо истом силом. Објасни зашто су се колица кретала спорије када је на њима био квадар са већом масом.
- 9 Маса једне кутије је 1,2 kg. Ако у њу ставимо три књиге од по 500 g, колика ће бити укупна маса кутије са књигама?
- 10 Ако имаш 100 шпенадле које заједно имају масу од 150 g, колика је маса једне шпенадле? Објасни како си израчунао/израчунала.



ПОЈМОВИ

- густина супстанце
- килограм по метру кубном (kg/m^3)
- грам по кубном сантиметру (g/cm^3)
- хомогено тело, хетерогено тело
- ареометар

1.5

ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ

Како да одредимо густину чврстог тела?

- а)** Чврсто тело са правилним геометриским обликом (пример: коцка или правоугаони квадар)

Потребно:

Вага да измеримо масу (m) тела.

Лењир за мерење димензија (дужина, ширина, висина)

Прорачун:

Пример:

Дрвени блок димензија: $2 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm} \cdot 4 \text{ cm}$ има масу 48 g.

Колика је густина дрвета од којег је направљен блок?

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

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

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

- б)** Чврсто тело са неправилним геометриским обликом (камен, комад метала...)

Потребно:

Вага и мензура с водом

Поступак:

Измери масу тела ($m = 26 \text{ g}$).

У мензурку стави одређену количину воде (пример: $V_1 = 50 \text{ mL}$).

Стави тело у мензурку.

Прочитај нову количину воде ($V_2 = 63 \text{ mL}$).

Волумен (V) тела је разлика између V_1 и V_2

$$V = V_2 - V_1$$

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

Израчунај густину.

Пример:

Маса = 26 g

Волумен = 13 cm^3

$$\rho = m/V$$

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

Закључак:

За правилне облике волумен се рачуна математички.

За неправилне облике волумен се добија експериментално.

У оба случаја, густина се добија као количник масе и запремине.

АКТИВНОСТ 1

Измерите масу једне гвоздене коцке са волуменом од 1 cm^3 , масу алуминиске коцке са волуменом од 1 cm^3 и масу дрвене коцке са волуменом од 1 cm^3 користећи вагу! Запишите резултате за сваку коцку и објасните разлике у маси између ових материјала!

Из уводне активности сте закључили да, иако три супстанце имају исти волумен, њихова маса није иста. То значи да волумени различитих материјала могу имати различиту масу.

Сличне закључке можете донети ако успоређујете волумене материјала с истом масом. На пример, ако измерите по 1 грам гвожђа, олова, шећера и воде, приметите да сви ти материјали, иако имају исту масу од 1 грам, имају различите волумене.

Зашто је ово важно?

Ове разлике су резултат различитих густина материјала. Густина је физичка

величина која представља однос између масе и волумена. Односно, густина је физичка величина која је карактеристична за сваку супстанцу и једнака је количнику њене масе и волумена.

Густина се означава малим грчким словом ρ (ро) из грчке азбуке.

$$\rho = m / V$$

Основна мерна јединица за густину је килограм по кубном метру (kg/m^3).

Густина се може изразити и у другим мерним јединицама, на пример: g/cm^3 , kg/L , g/mL итд.

АКТИВНОСТ 2

Одређивање густине чврстог тела: тело правилног облика и тело неправилног облика

Потребни материјали:

За сваку групу ученика:

1 лењир (или шублер), 1 вага, 1 мензура (100 mL), вода, чврсто тело правилног облика (дрвена коцка, метални коцкасти предмет...),

чврсто тело неправилног облика (камен, шкољка, метални комад. ..)

Ток активности:

- Одређивање густине тела правилног облика

Измерите димензије (дужину, ширину, висину) лењиром или шублером.

Израчунајте волумен:

$$V = \text{дужина} \cdot \text{ширина} \cdot \text{висина}$$

Измерите масу тела вагом.

Израчунајте густину:

$$\rho = m/V$$

Ученици записују сва мерења и прорачуне.

- Одређивање густине тела неправилног облика

Измерите масу тела.

У мензуру сипајте воду (пример: 50 mL).

Потопите тело у мензуру.

Забележите нови ниво воде.

Израчунајте волумен:

$$V = \text{крајњи волумен} - \text{почетни волумен}$$

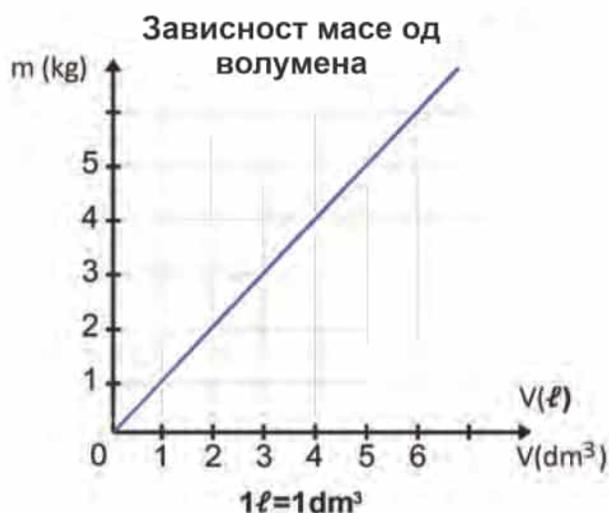
Израчунајте густину:

$$\rho = m/V$$

Ученици записују мерења и резултате у табелу.

тело	маса (g)	волумен (cm^3)	густина (g/cm^3)
правилна форма			
неправилна форма			

Можемо графички приказати зависност масе од запремине код одређене супстанце. На пример:



Дати графикон приказује однос између масе и волумена једне супстанце (конкретно воде). На хоризонталној оси (x-оси) приказан је волумен, измерен у дециметрима кубним (dm^3), док је на вертикалној оси (y-оси) приказана маса, изражена у килограмима (kg).

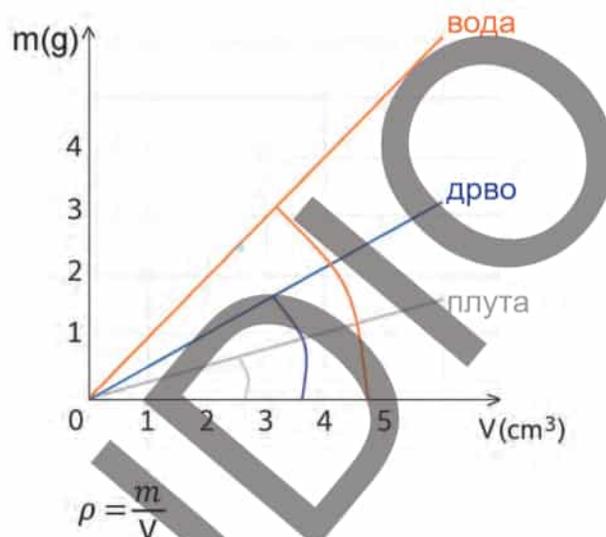
Линија на графикону је права и почиње из координатне тачке (0,0). То значи да када је волумен 0, тада је и маса 0. Ово је очекивано, јер ако нема супстанце – нема ни масе. Даље, како се волумен повећава, повећава се и маса. Ово показује да постоји права пропорционалност између масе и волумена (колико пута повећамо волумена - толико пута се повећава и маса).

У практичном смислу, то значи да што више супстанце имамо, то ће њена маса бити већа. На пример, ако узмемо запремину од 1 кубног центиметра неке супстанце и измеримо да има масу од 5 грама, тада ће 2 кубна центиметра те исте супстанце имати масу

Масата на вода и масло при исти волумени

Волумен (mL)	Маса воде (g)	Маса масла (g)
50	50	46
100	100	92
150	150	138
200	200	184

од 10 грама. Ова правилност нам омогућава да предвидимо колика ће бити маса за било који волумен, ако знамо густину.



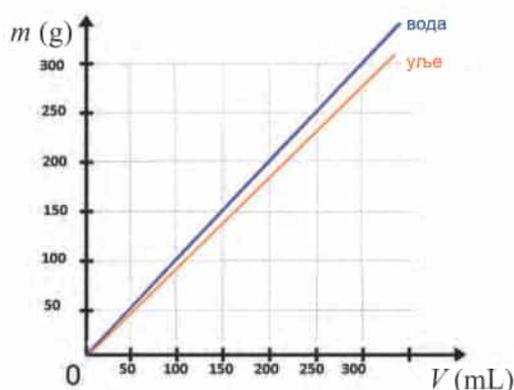
Како анализирати графикон:

- Дали графикон (линија) почиње од координатног почетка (0, 0)?
Ако је одговор да, то значи да при малом волумену (неколико капи воде или неколико зрна песка) и маса супстанце је мала и вага не може да је региструје.
- Облик графикона – да ли је права линија? Ако је одговор да (као у датом примеру), то показује да су маса и волумен право пропорционални (колико пута повећамо волумен толико пута се повећа и маса).
- Нагиб линије – показује густину супстанце. ($\rho = m/V$)
- Поређење графикона – ако има два или више графикона с различитим нагибима, већу густину има супстанца приказана стрмијом линијом (линијом која прави већи угао с осом на којој је представљена волумен).

Пример из свакодневног живота:

Замисли да пуниш две мензуре – једну с водом, а другу с уљем – и за исте наточене волумене мериш им масу.

Маса воде и уља приликом истих волумена



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

Закључак: Иако су волумени исти, маса воде је већа. То значи да је вода гушћа од уља, односно, има више масе у истом простору.

ПРИМЕР ПРЕТВАРАЊА ЈЕДИНИЦА МЕРЕ:

Претвори 1 g/cm^3 у kg/m^3 ?

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

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

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

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

Ако је тело **хомогено**, односно изграђено само од једне супстанце, тада је његова густина једнака густини те супстанце од које је изграђено. Тако ће густина гвозденог кључа бити једнака густини гвожђа.

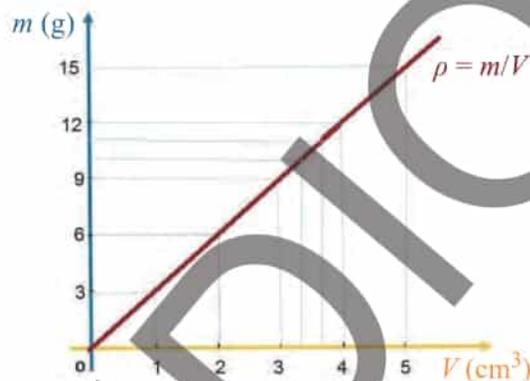


Слика 15 - Хомогено тело

Ако је тело **хетерогено**, односно изграђено од више различитих супстанци, његова се густина не може одредити само на основу густина тих супстанци. У таквим случајевима густина тела се израчунава тако што се укупна маса подели с укупним волуменом тог тела.

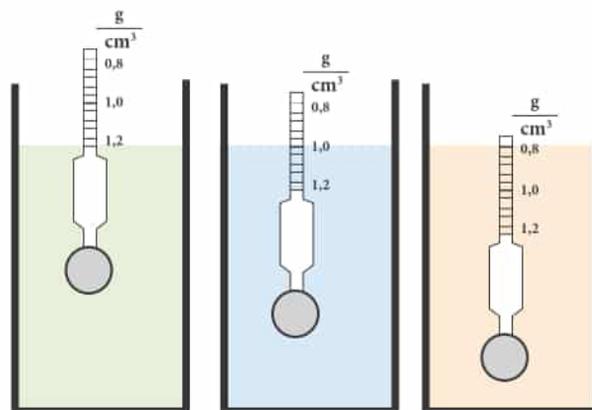
ВЕЖБА

Направи анализу датог графика и запиши шта се из њега може сазнати.



Слика 16 - Хетерогено тело

Ареометар је стаклени цилиндар испуњен ваздухом и мерном скалом. У доњем делу има проширени простор испуњен оловним зрнцима или живом, што му омогућава да плута у усправном положају (као пловак). Тело ареометра ураћа се у течност све док тежина истиснуте течности не буде једнака тежини ареометра. Зато ће се ареометар уронити дубље у течност мање густине. Густина течности се очитава на мерној скали.



Слика 17 - Мерење густине течности са ареометром

Густина супстанци у kg/m^3

супстанца	kg/m^3	супстанца	kg/m^3
кисеоник	1,43	коска	1850
плута	250	бетон	2200
дрво (јавор)	690	креда	2360
бензин	710	стакло	2600
буково дрво	750	гранит	2650
нафта	800	алуминиум	2700
мраз	917	железо	7800
путер	940	олово	11300
човеково тело	995	злато	19300
вода	1000	осмиум	22600

АКТИВНОСТ 3

Потребни материјали: провидна посуда с водом, коцка леда, мало боје (плава), бочица с топлом обојеном водом (црвена).

Ток активности:

- 1 Напуните провидну посуду с водом!
- 2 Сачекајте мало да се вода умири, а затим додајте једну коцку леда!
- 3 Капните неколико капи плаве боје на леда и посматрајте без тресења и додиривања воде! Шта се дешава?

- 4 У исту посуду с водом ставите малу бочицу с топлом обојеном водом (црвена) и пажљиво је положите да лежи на површини воде у провидној посуди! Шта примећујете?

Питања за размишљање:

- Какав закључак можете извести из ове активности?
- Шта нам показују различите боје и температура воде?

ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАТАКА:

- 1 Квадар од бакра има масу од 178 грама и волумен од 20 кубних центиметара. Одреди густину бакра!

Дато:

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

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

Тражи се: $\rho - ?$

Како ћемо пронаћи: $\rho = m/V$

Решење:

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

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

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

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

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

- 2 Стубови за кров једне куће направљени су од 5 букових греда, а свака од њих има масу од 1200 килограма. Израчунајте волумен свих 5 греда заједно!

Дато:

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

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

Тражи се: $V - ?$

Како ћемо пронаћи: $V = m/\rho$

Решење:

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

$$V = 8 \text{ m}^3$$

КО ЖЕЛИ ДА САЗНА ВИШЕ:

ДОПУНСКЕ ИНФОРМАЦИЈЕ О САДРЖАЈУ

У лето језеро је топлије, а загађење из околине остаје на површини. Међутим, када дође зима, горњи слојеви воде се хладе и постају тежи од топлијих слојева на дну. Они почињу да се спуштају надолу, а са дна се према горе подиже топлија вода. Тако се загађење меша кроз цело језеро.

Изазов: Вода је најгушћа на +4 °C. Размисли шта ће се десити са слојевима воде када температура падне испод ове вредности. Где ће остати лед и зашто рибе могу да преживе испод њега?



ЗАПАМТИТЕ:

- Густина је физичка величина која је карактеристична за сваку супстанцу и једнака је количнику њене масе и запремине. Означава се малим словом грчког алфавета ρ (ро).

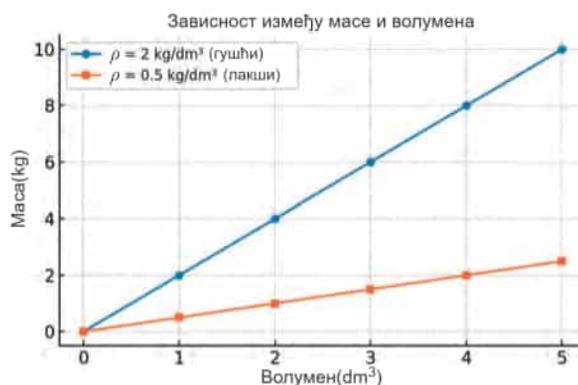
$$\rho = m / V$$

- Основна мерна јединица за густину назива се килограм по кубном метру (kg/m^3).
- Густина се може изражавати и у другим мерним јединицама, на пример: g/cm^3 .

ПИТАЊА:

- 1 Којим симболом се означава густина?
- 2 Која је основна мера за густину у SI систему?
- 3 Шта нам показује права линија на графикону маса - волумен?
- 4 Како добијамо волумен тела неправилног облика користећи мензурну? Опиши поступак.
- 5 Ако каменчић има масу од 26 g и у мензури повећа волумен са 50 mL на 63 mL, израчунај његову густину.
- 6 Зашто коцке са истом волуменом, направљене од различитих материјала, имају различите масе?
- 7 Маса воде за 100 mL је 100 g, а уља 92 g. Који материјал је гушћи и зашто?
- 8 На графикону зависности између масе и волумена, приказане су двије линије,

једна је стрмија од друге. Шта можемо закључити?



- 9 Објасни зашто не можемо израчунати густину хетерогеног тела само знајући густине материјала од којих је састављено.
- 10 Колика је маса стаклене плоче са дужином 2 метра, ширином 1,2 метра и дебљином 10 центиметара?

ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ:

1	Шта је густина?
2	Које су мерне јединице за густину?
3	Шта представља симбол ρ ?
4	Који уређаји се користе за мерење масе и волумена?
5	Како се израчунава волумен коцке?
6	Колика је густина тела са масом 10 g и запремином 5 cm ³ ?
7	Са скале ареометра, коју физичку величину читавамо?
8	Запиши релацију (формулу) којом су повезане величине m , V и ρ .
9	Да ли све супстанце имају исту густину? Образложи одговор.
10	Колика је густина воде у g/cm ³ ?
11	Чврсто тело неправилног облика има масу од 30 g. У мензуру са 100 mL воде, ниво се подигао на 115 mL. Колика је густина?
12	Претвори: 1 cm ³ = _____ mL
13	Претвори: 0,75 g/cm ³ = _____ kg/m ³
14	Дрвени блок има димензије 2 cm · 2 cm · 5 cm и масу 40 g. Израчунај густину.
15	Зашто се користе различите методе за израчунавање волумена за правилна и неправилна тела?

ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ:

16	Која супстанца има већу густину, вода или гвожђе?
17	Да ли ће парче леда стављено у чашу са водом пасти на дно чаше? Образложи одговор.
18	Израчунај волумен тела ако знаш да је $m = 60 \text{ g}$, $\rho = 3 \text{ g/cm}^3$.
19	Које тело ће имати већу масу: коцка од гвожђа или од дрвета истих димензија? Зашто?
20	Ако $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$, колико L има $0,5 \text{ m}^3$?
21	Ако треба да одредиш густину неког тела, које величине треба да ти буду познате?
22	Како можемо да знамо да ли је тело хомогено према густини?
23	Тело са масом 200 g има густину $2,5 \text{ g/cm}^3$. Израчунај његов запремину.
24	Објасни зашто је графикон маса–волумен права линија.
25	Тело са густином $\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$ ставимо у посуду са водом. Да ли ће тело плутати или потонути у води?
26	Вода и уље са истом запремином (150 mL) имају масе 150 g и 138 g редом. Одреди која од ове две супстанце има већу густину?
27	Колико литара воде можемо да налејемо у посуду у облику коцке са ивицом од 30 cm ?
28	Зашто различите супстанце са истом масом имају различите запремине?
29	Колика је маса воде запремине 16 литара воде? Податак за густину воде узми из табеле.
30	На интернету или у литератури потражи вредност густине људског тела. Да ли је људско тело хомогено или хетерогено? Образложи одговор.



МЕЂУДЕЛОВАЊА ТЕЛА

2.1. СИЛА

2.1.1. САБИРАЊЕ СИЛА

2.1.2. ВРСТЕ СИЛА И МЕРЕЊЕ СИЛЕ

2.2. ЕЛАСТИЧНА СИЛА

2.3. ЗЕМЉИНА ТЕЖА И ТЕЖИНА

2.4. СИЛА ТРЕЊА

2.5. ТЕЖИШТЕ И РАВНОТЕЖА ТЕЛА

2.6. ПОЛУГА И ЊЕНА ПРИМЕНА



ПОЈМОВИ

- међуделовање / интеракција
- вектор
- правац
- смер
- величина
- нападна тачка
- скаларне величине
- векторске величине
- сила
- гравитација
- електрична сила
- магнетна сила
- сила трења
- физичко поље
- њутн (N),
- компонета
- резултанта

2.1

СИЛА

АКТИВНОСТ 1

Пред вама се налазе неколико познатих предмета: лопта, балон, празна конзерва, ситни папирићи, неколико спајалица и магнет.

- Гурните руком лопту која мирује на клупи. Шта примећујете?
- Удрите руком о клупу. Шта сте осетили?
- Подигните конзерву на одређену висину, па је пустите. Шта се догодило?

- Надувајте балон и протрљајте га о рукав или косу, па га полако приближите ситним папирићима. Шта сте приметили?
- Полако примакните магнет спајалицама. Шта се десило?
- Која су тела међуделовала када су била у контакту, а која када су била удаљена?
- Шта мислите, зашто је то тако?

Из изведених активности закључујемо:

Тела у стању мировања не могу започети кретање док на њих не делује нека сила. Слично је и када су тела већ у покрету. Да би смањила брзину, зауставила се или променила кретање, потребно је дејство друге силе. Када на њих делује нека сила, тела не мењају само правац, већ могу да промене и смер кретања, као и величину која описује кретање, као и сам тип кретања. Узајамно дејство може бити непосредно или посредно. Непосредно дејство настаје када се тела додирују, односно када су у контакту, док посредно дејство настаје преко преносиоца, када су тела удаљена. Посредници

(преносиоци) сила су гравитационо поље, електрично поље и магнетно поље.

ПОДСЕТИТЕ СЕ:

Вектор је величина која се одликује правцем, смером и интензитетом (величином). Вектор се графички приказује као усмерена дуж, односно линија са стрелицом. **Правац** је одређен правом на којој лежи усмерена дуж, а **смер** је одређен стрелицом ка крајњој тачки.

Радите у паровима.

На катедри се налазе различити предмети: игла за плетење, папирни бродић, гумена лопта, аутић-играчка, пуна и празна лименка, празна пластична флаша, ластиш за косу, плишани медведић и опруга из хемиске оловке.

Пажљиво радите искључиво на површини своје клупе.

- Одаберите који предмет ће, под деловањем силе ваших руку, променити облик (форму) и више се никада неће вратити у првобитно стање.
- Који предмет ће променити облик (форму), али ће се вратити у првобитно стање након престанка деловања силе?
- Гурните пуну и празну лименку једнаком силом. Која од њих се брже и дуже котрља?
- Покрените аутић-играчку. Након неког времена ће се зауставити. Шта мислите, зашто се аутић зауставио?

Из изведене активности закључујемо да је: **Сила мера међусобног деловања између тела. Она је узрок промена у форми (облику), положају и брзини тела.**

Сила се мери помоћу уређаја који се зове **динамометар**. Означавамо је словом F , а изражава се у јединици њутн (N).

Њутн (N) је основна јединица за мерење силе.

Тело масе 102 g делује на подлогу силом од 1 N.

Често користимо и веће или мање мерне јединице од 1 N, а то су:

1 GN - гигањутн	$1000000000 \text{ N} = 10^9 \text{ N}$
1 MN - мегањутн	$1000000 \text{ N} = 10^6 \text{ N}$
1 kN - килоњутн	$1000 \text{ N} = 10^3 \text{ N}$
1 N - њутн	
1 mN - милињутн	$0,001 \text{ N} = 10^{-3} \text{ N}$
1 μN - микроњутн	$0,000001 \text{ N} = 10^{-6} \text{ N}$

Замисли да се налазиш у оваквој ситуацији: сам си, у непознатој земљи, на великом раскршћу. Читаш адресу до које желиш да стигнеш, проналазиш улицу, али се она протеже с обе стране раскрснице. Један дио улице води ка северу, а други ка југу. Питаш случајне пролазнике, али те не разуму. Тада се појављује један човек, погледа адресу на мапи и показује руком према северу и на који дио улице требаш ићи. Пет пута скупи и отпусти прсте обе руке – то значи да треба да идеш још 50 метара.



- Према тексту, препознајте и наведите главне карактеристике вектора.

АКТИВНОСТ 3

или:

- Колико далеко треба да одете од раскрснице до адресе, односно колика је удаљеност коју треба да пређете? (То је величина вектора.)
- Да ли треба да идете ка северу или ка југу? (То је смер – оно што вам је човек показао руком.)
- Улица којом ћете ићи. (То је смер.)

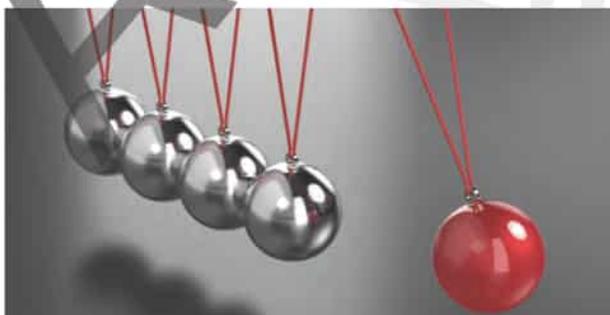
Силу најчешће дефинишемо као векторску величину која је потпуно одређена својом величином (интензитетом), правцем, смјером и нападном тачком.

Из ове дефиниције силу графички приказујемо као вектор. Дужина вектора представља интензитет, почетна тачка је нападна тачка, стрелица показује смер, а права на којој лежи вектор јесте правац.



Поред силе, и друге **векторске величине** попут брзине, убрзања и померања су векторске величине, јер су потпуно одређене својом величином, правцем и смером.

С друге стране, постоје и **скаларне величине**, које се одређују само помоћу бројчане вредности и мерне јединице (маса, дужина, време, површина и волумен).

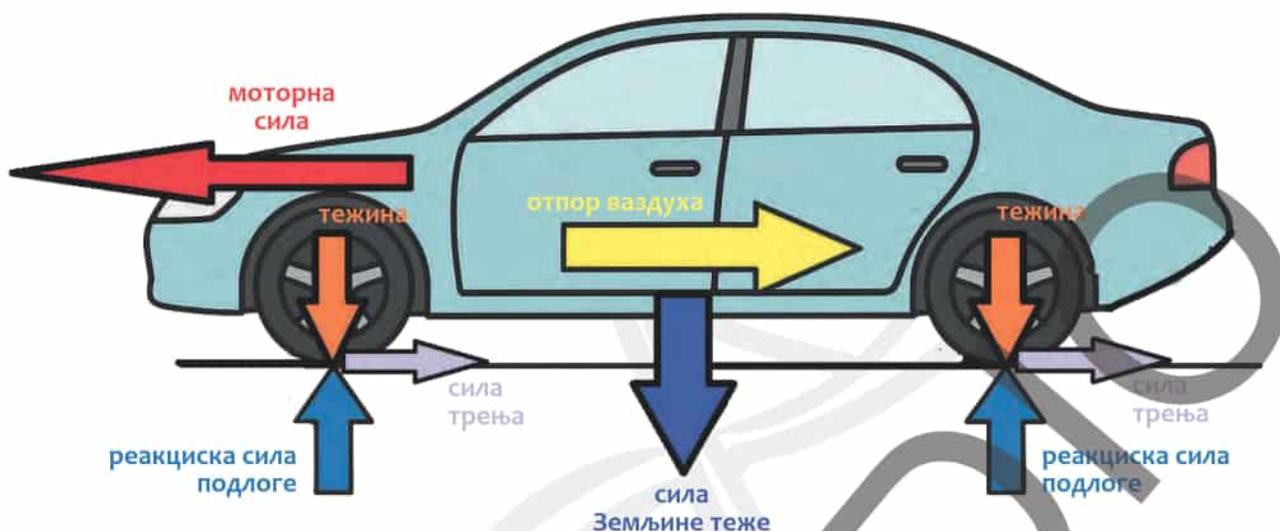


ЗАПАМТИТЕ:

- **Сила** је векторска величина која је потпуно одређена својом величином (интензитетом), правцем, смером и нападном тачком.
- **Динамометар** је уређај за мерење силе.
- **Њутн (N)** је основна јединица за мерење силе.
- **Међуделовање или интеракција** између тела је свприсутна у природи. Свако тело које врши притисак на друго, истовремено трпи силу од истог.
- **Скаларне величине** су оне које се одређују бројчаном вредношћу и мерном јединицом.
- **Векторске величине** су оне величине које су потпуно одређене својом величином (интензитет), правцем и смером.

ПИТАЊА:

- 1 Шта је сила?
- 2 Која је основна мерна јединица за силу?
- 3 Који примери из изведених активности показују непосредно међуделовање?
- 4 Која тела међусобно делују без додира (посредно)?
- 5 Објасни зашто празна лименка, када се пусти с висине, почиње да се креће.
- 6 Шта ће се десити с гуменом лоптом када је притиснемо, а затим пустимо?
- 7 Зашто исто тело (на пример, пластична флаша) може да промени и облик и положај?
- 8 Како се графички приказује сила?
- 9 Какво је међуделовање између човека и подлоге када он стоји на њој?
- 10 Које су скаларне, а које векторске величине?



Слика 1 - Врсте сила

2.1.1

СЛАГАЊЕ СИЛА

Када на једно тело истовремено делује више сила, оне се могу заменити једном силом која има исто дејство као све те заједно. Та сила се назива резултантна сила. Процес замене више сила једном силом назива се слагање сила.

Тело у физици је сваки предмет који има масу и заузима простор. То може бити мали предмет попут гумице, хемиске оловке, лопте или боце, али и већи објекти попут аутомобила,

столице или зграде. Чак се и људи, животиње и планете сматрају физичким телима.

У свакодневном животу, тела се ретко налазе у ситуацији да на њих делује само једна сила. Обично делује две или више сила – на пример, када гурамо сто, један ученик може гурати с једне стране, а други с друге. Свака сила која делује на тело назива се компонента, а њихов заједнички резултат представљамо као резултантну силу.



Слика 2 - Силе у равнотежи

Слагање колинеарних сила

- Рад у тимовима (групама)
- Потребан материјал:
- Конац (око 0,5–1 метар)
- Динамометар (по могућности два)
- Тежак предмет (на пр. дрвена кутија или мали сто)

а) Прва активност:

- 1 Поставите дрвену кутију/гајбу на равну површину.
- 2 Причврстите један крај конца за кутију, а други крај за динамометар.
- 3 Један ученик вуче динамометар силом од 5 N.
- 4 Други ученик се прикључује са другим динамометром и заједно вуку у смеру.
- 5 Први ученик вуче силом од 5 N, а други силом од 3 N.
- 6 Дискусија:
 - Да ли се кутија кретала брже када су обе силе биле комбиноване?
 - Шта ће се десити ако се трећи ученик укључи и повуче у истом смеру?

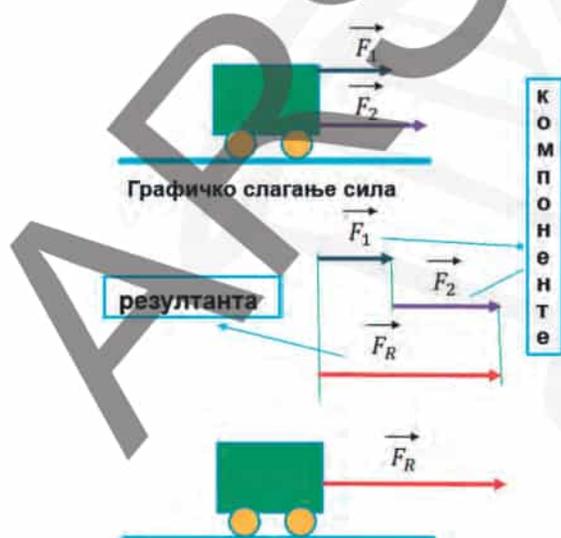
- Закључак: Када две или више сила делују у истом правцу и смеру, њихови интензитети се сабирају и укупна сила се повећава.

б) Друга активност:

- 1 Поставите дрвену кутију/гајбу на равну површину.
- 2 Причврстите један крај конца за кутију, а други за динамометар.
- 3 Причврстите још један крај конца с супротне стране кутије и вежите га за други динамометар.
- 4 Један ученик вуче динамометар силом од 5 N.
- 5 Други ученик вуче други динамометар у супротном смеру.
- 6 Први ученик вуче силом од 5 N, а други силом од 3 N.
- 7 Дискусија:
 - Како се кретала кутија када су две силе биле комбиноване?
 - Шта ће се десити ако трећи ученик повуче у смеру мање силе, са силом од 2 N?

Ако две силе делују у истом правцу и истом смеру (на пример, обе према десно), тада је њихова резултантна сила збир те две силе:

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



Слика 3 - Слагање сила са истим правцем и истим смером

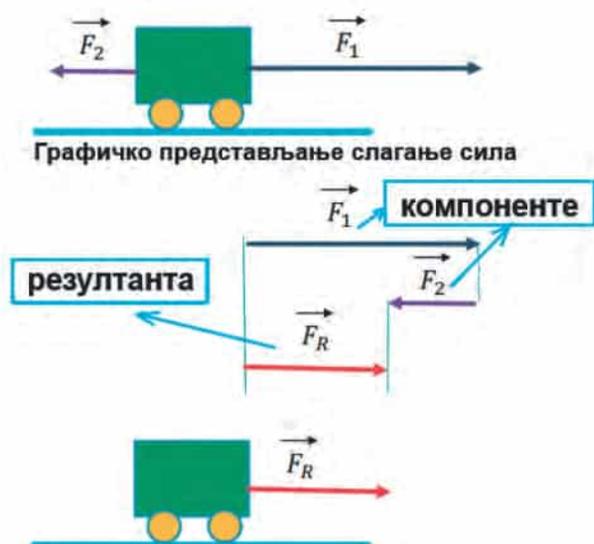
У овом случају, величина резултантне силе одређује се као збир величина двеју сила $F_R = F_1 + F_2$

Ако две силе делују у истом правцу, али у супротним смеровима (једна према десно, а друга према лево), тада ће резултантна сила бити разлика између њих, а смер ће бити исти као смер јаче силе $F_R = F_1 - F_2$.

На пример, ако једна сила износи 10 N, а друга 6 N, резултантна сила је 4 N и усмерена је у правцу веће силе.

Када на дато тело делују две силе које су једнаке по величини, али супротно усмерене, тада се њихово резултантно дејство поништава и тело мирује или се креће равномерно. У том случају, резултантна сила је нула:

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



Слика 4 - Слагање сила са истим правцем и супротним смером

У свим овим случајевима говоримо о слагању сила, односно више сила замењујемо једном – резултантном силом. На тај начин лакше можемо предвидети да ли ће се тело кретати, мировати или убрзавати.

Када приказујемо силе на цртежу, представљамо их као усмерене стрелице (векторе). Прво се нацрта једна сила, а затим се од њеног краја наставља са другом. Резултантна сила је стрелица која почиње на почетку прве силе, а завршава на крају посљедње стрелице.

Ако је резултантна сила већа од нуле, тело ће се кретати у смеру те силе. Ако је резултантна сила једнака нули, тело ће мировати или ће се кретати равномерном брзином (ако је већ било у покрету).

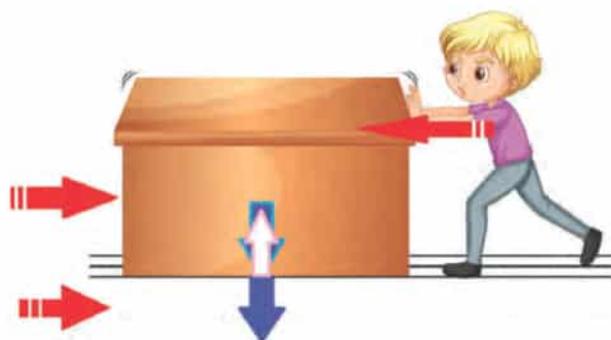
ЗАПАМТИТЕ:

- **Тело** је сваки предмет или материјални објекат који заузима простор и има масу (камен, дрво, оловка, чаша, аутомобил...).
- Постоје силе које делују на даљину (неконтактне / посредне силе) и силе које делују при непосредном контакту између тела (контактне / непосредне силе).
- **Компоненте** су силе које делују на тело и могу се заменити резултантом.

Ова правила нам помажу да разумемо зашто нека тела мирују, а нека се крећу – попут точка бицикла, стола који гурамо или лопте коју шутирамо.

ПИТАЊА:

- 1 Шта је резултантна сила?
- 2 Како се назива процес у којем се више сила замењује једном силом?
- 3 Који је смер резултантне силе ако обе силе делују у истом смеру и правцу?
- 4 Шта се дешава с телом ако на њега делују две једнаке силе у супротним смеровима?
- 5 Један ученик вуче силом од 40 N, а други силом од 30 N у истом правцу и смеру. Колика је резултантна сила?
- 6 Један ученик вуче силом од 60 N, а други у супротном смеру силом од 40 N. Колика је резултантна сила и у којем смеру?
- 7 Опиши како се графички приказује збир двеју сила које делују у истом смеру.
- 8 Ако тројица ученика вуку конопац: први са 40 N улево, други са 30 N удесно, а трећи са 20 N улево – колика је резултантна сила и у којем смеру?
- 9 Тело мирује. Вуче се с обе стране силама од по 45 N. Шта можемо закључити о смеру и интензитету тих сила?
- 10 Објасни зашто је важно користити динамометар при сабирању сила у стварним активностима.



2.1.2

ВРСТЕ СИЛА И МЕРЕЊЕ СИЛЕ

Сила је физичка величина која узрокује промене у стању тела, као што су убрзање, (промена брзине тела) или деформација.

Постоји више врста сила:

Непосредне или контактне силе делују када су тела у директном контакту, као што су сила трења, сила притиска или еластична сила.

Посредне су физичке интеракције између тела која нису у директном контакту, као што су гравитацијска, електрична и магнетска сила.

Гравитацијска сила дјелује између свих тела, привлачећи једно тело ка другом. Најчешће је повезујемо са Земљом, која привлачи сва тела ка свом центру.

Електрична сила јавља се између наелектрисаних тела а остварује се електричним пољем.

Магнетска сила јавља се између магнета или између магнета и предмета од магнета.

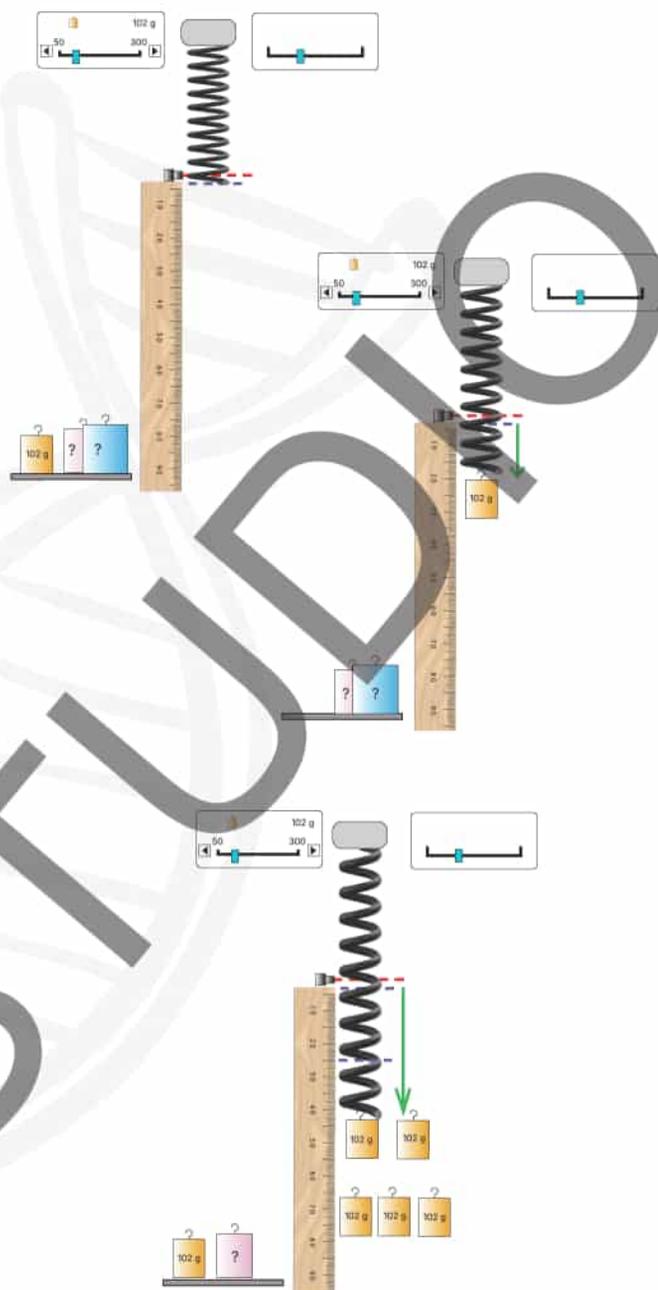
Еластична сила настаје када се неко тело деформише (на пр. растегне, стисне или савије), а затим се враћа у првобитни облик или величину када престане деловати сила на њега.

Сила трења јавља се када се две површине крећу или покушавају да се крећу једна у односу на другу. Ова сила делује супротно од смера кретања или спречава кретање.

Мерење силе

Силата се мери помоћу уређаја који се зову динамометри.

Динамометар функционише на принципу истезања еластичне опруге (спирале).



Слика 5 - Мерење динамометром

Када на динамометар делује нека вањска сила, на пример, када се окачи тег, она истезе опругу. Еластична сила опруге се тада супротставља тој вањској сили. Када се ове две силе изједначе, читава се вредност силе на скали динамометра.

Динамометри могу имати различите облике и користити се за мерење мањих или већих сила.

АКТИВНОСТ 1

Направите властити динамометар

Потребни материјали:

- Сталак за опругу
- Опруга (спирала)
- Лењир
- 5 тегова с куком по 100 g
- Предмети за мерење масе до 5 N (тела чију тежину ћете мерити)
- Оловка

Ток рада:

- На таблу или зид залепите лист папира. Поставите сталак тако да обесите једну еластичну опругу на њега.

- На папиру означите место где завршава опруга када није оптерећена – то ће бити почетна тачка за мерење истезања.
- Од те тачке, вертикално залепите лењир. Лењир ће вам служити за мерење колико се опруга истегла.
- На опругу закачите тег од 100 g
- Да би измерили истезање, направите цртицу поред лењира и запишите вредност као 1 N (1 њутн) на папиру.
- Поновите поступак додајући још 4 пута по 100 g, сваки пут мерећи истезање и уписујући вредности у припремљену табелу.

Табела 1:

м аса тегова (g)	дужина опруге l (cm)	истезање Δl (cm)
0		
100		
200		
300		
400		
500		

- Када измерите истезање са свих 5 тегова, поделите истезања на мање поделе како бисте повећали тачност вашег динамометра. Ово ће вам омогућити лакше мерење мањих тежина.
- Када завршите са скалом, скините све тегове и користите динамометар за мерење тежине других предмета.

- Да бисте измерили тежину предмета, закачите предмет на опругу и погледајте докле се опруга истегла. Запишите измерене вредности у припремљену табелу.

Табела 2:

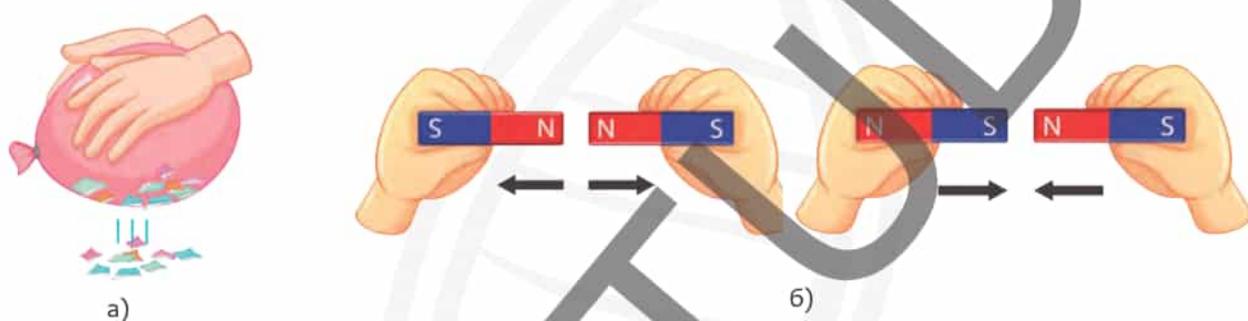
предмет	тежина G (N)
1	
2	
3	

Закључак:

Од једноставних материјала можете направити функционални динамометар којим можете мерити силе до 5 N.

ЗАПАМТИТЕ:

- **Електрична сила** описује интеракцију између наелектрисаних тела. Може бити привлачна (између + и -) или одбојна (између + и + или - и -).
- **Магнетна сила** се јавља при интеракцији између магнета или између магнета и гвозђа. Може бити привлачна или одбојна.
- **Сила трења** је сила која се супротставља кретању једног тела у односу на друго при непосредном контакту.
- **Динамометри** могу имати различите облике, а користе се за мерење мањих и већих сила.



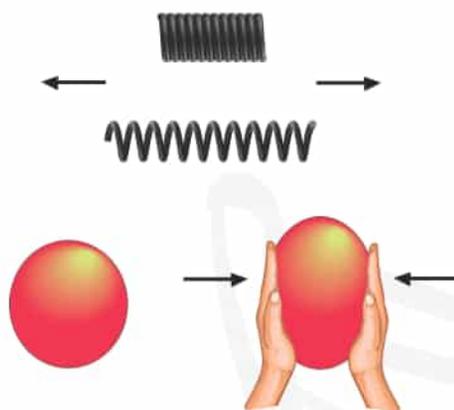
Слика 6 - Посредно деловање: а) узајамно деловање наелектрисаног балона са ситним папирићима
б) Међусобно деловање између два магнета (одбојно и привлачно)

ПИТАЊА:

- 1 Која сила се јавља када се магнет приближи гвозденом предмету?
- 2 Када се јавља сила трења?
- 3 Шта се дешава са опругом у динамометру када се додају тегови?
- 4 Која сила узрокује враћање опруге у почетни положај након што се тег уклони?
- 5 Наброји неколико посредних деловања сила.
- 6 Како функционише динамометар?
- 7 Зашто електрична сила може бити и привлачна и одбојна?
- 8 По чему се магнетска сила разликује од гравитационе силе?
- 9 Опиши како можеш направити скалу за динамометар користећи само тегове и опругу.
- 10 Када се чита вредност силе са скале динамометра?

ПОЈМОВИ

- еластичност
- пластичност
- еластична сила
- издужење
- Хуков закон
- коефициент еластичности



Слика 7 - Еластична тела: опруга, лопта

2.2

ЕЛАСТИЧНА СИЛА

АКТИВНОСТ 1

Испитивање еластичности материјала

На клупи имаш гумицу, опругу, пластелин, тегове или предмете различите масе и лењир.

■ Поступак:

- ❶ Испружи гумени ластич прстима и пусти га.
Да ли се вратио у првобитни облик?
- ❷ Закачи мали тег на опругу. Затим га уклони и посматрај шта се дешава с опругом. Затим закачи већи тег и понови поступак. Након тога, закачи још већи тег и посматрај шта ће се догодити.
Да ли се опруга увијек враћа на почетну дужину?
- ❸ Притисни грудву пластелина руком, а затим је пусти.
Да ли се сама вратила у првобитни облик?

Запиши своја запажања у припремљену табелу:

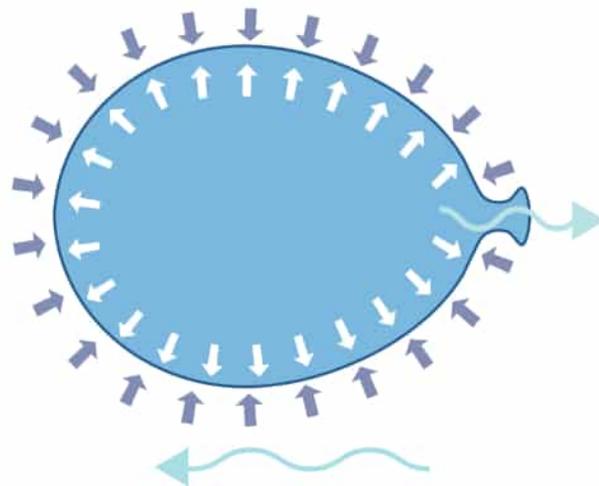
Табела 3:

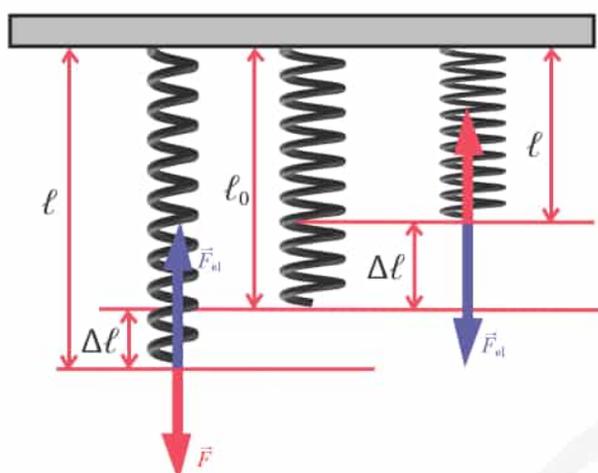
материјал	Враћа се у првобитни положај
гумени ластич	
опруга	
пластелин	

Еластична сила је сила која враћа облик тела након деловања неке силе.

Стисни лоптицу рукама, па је пусти. Истежи ластич, па пусти. Шта се дешава? Да ли се тела враћају у првобитни положај или не?

Може се закључити да, када се сила уклони, тело ће се вратити у свој првобитни облик – ако није пређена одређена граница. Ако се та граница пређе, тело губи еластична својства и не може се вратити у првобитни облик.





Слика 8 - Деформација еластичне опруге је пропорционална сили.

Ако сте се икада играли опругом из хемиске оловке, знате да када делујете малом силом, опруга се истегне, али се врати у почетни облик. Но, ако је превише истегнете, неће се вратити и деформиран ће се.

Тела која се не враћају у првобитни облик и волумен након престанка деловања вањских сила називају се **пластична тела**, а деформације које тада настају су **пластичне деформације**.

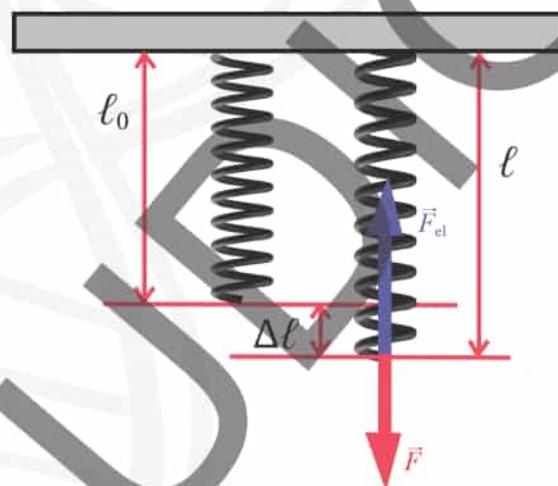
Када на еластично тело применимо силу, оно мења свој облик.

На пример, ако стиснемо (компримирамо) опругу, након престанка силе из наших руку, еластична сила ће је растегнути и вратити у првобитни облик.

Када рукама истегнемо ластич за вежбање и покушамо га задржати истегнутог, осетит ћемо напрезање у рукама и биће нам тешко да га држимо у том положају. Ластич настоји да се врати у свој првобитни облик, при чему се ствара сила која се супротставља нашој сили. Та сила се назива еластична сила.

Ако применимо малу силу, ластич ће се мало истегнути. Ако применимо већу силу, он ће се више истегнути и супротставити се истезању које вршимо.

Издужење је деформација еластичног тела изражена као разлика између његове дужине деловањем силе и његовог првобитног положаја. ($\Delta l = l - l_0$).



Слика 9 - Издужење ($\Delta l = l - l_0$)

l_0 – дужина пре оптерећења
 l – дужина при оптерећењу
 Δl – издужење

Дакле, што је сила којом делујемо на еластично тело већа, то ће издужење бити веће. Ову зависност силе од опруге испитивао је енглески физичар Роберт Хук, па се у његову част назива **Хуков закон**:

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

Где:

F_{el} је еластична сила,
 k је коефициент еластичности,
 Δl је истезање или сабијање опруге.

ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАКА:

- 1 Сила од 40 N истеже опругу за 2 cm. Колико ће се опруга истегнути када се на њу примени сила од 120 N?

Дато:

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

Тражи се: $\Delta \ell_2 = ?$

- 2 Када на еластичну опругу с коефицијентом еластичности од 200 N/m делује сила, она је истегне за 6 cm. Колико је велика та сила?

Дато:

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

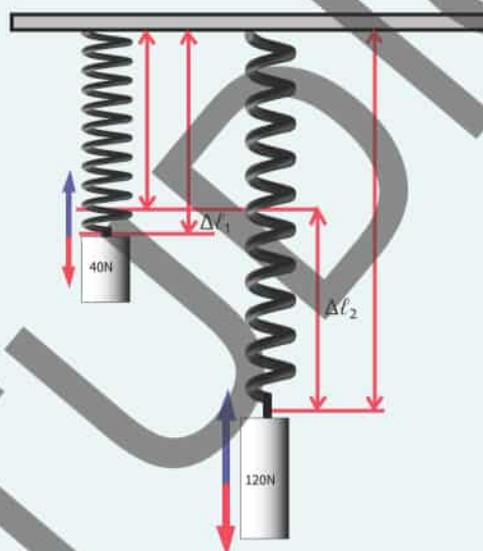
Како ћемо наћи:

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

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

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

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



ЗАПАМТИТЕ:

Еластична сила је сила којом се тело супротставља деформацији (истезању или сабијању) и враћа облик тела након деловања неке спољашне силе.

Еластична сила се рачуна према Хуковом закону:

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

где је

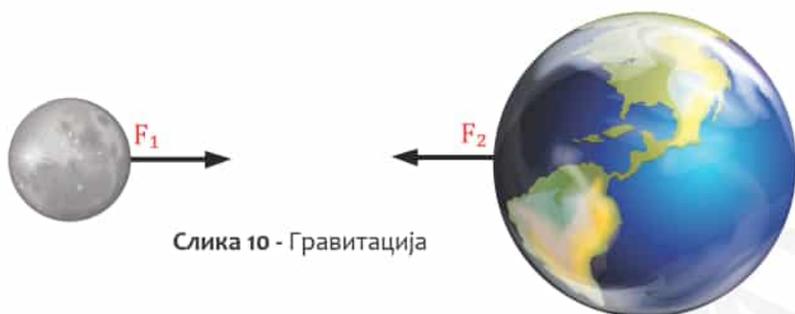
- F_{el} еластична сила,
- k коефицијент еластичности, који зависи од врсте материјала,
- $\Delta \ell$ је истезање или сабијање опруге.

За боље разумевање еластичних сила и Хуковог закона, посети PhET Гравитационску лабораторију:

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_all.html

ПИТАЊА:

- 1 Шта је еластична сила?
- 2 Када тело губи своја еластична својства?
- 3 Шта се дешава са ластичом када се истегне и потом пусти?
- 4 Шта представља издужење код еластичног тела?
- 5 Објасни разлику између еластичног и пластичног тела.
- 6 Како се израчунава издужење? Напиши формулу и објасни је.
- 7 Шта представља симбол k у Хуковом закону?
- 8 Како је усмерена еластична сила у односу на деформацију (издужење или сабијање) дате опруге?
- 9 Како се мења издужење (збијање) опруге ако се сила повећава, према Хуковом закону?
- 10 Ако имаш две опруге на које делујеш истом силом, једну с малом вредношћу k , а другу с великом вредношћу k – која ће се лакше истегнути и зашто?



Слика 10 - Гравитација

ПОЈМОВИ

- земљина тежина (P)
- тежина (G)
- маса (m)
- земљино убрзање (g)
- бестежинско стање
- реакциска сила

2.3.

ЗЕМЉИНА ТЕЖА И ТЕЖИНА

Сва тела се међусобно привлаче. Ова привлачна сила је позната као гравитација. Гравитационо привлачење постаје уочљиво када једно или оба тела имају велике масе и када су близу једно другоме. Земља има много већу масу од тела која су на њој или око ње, па је њено привлачење врло видљиво. На пример, гравитацију осећамо као силу која нас привлачи према Земљи.

Ова међусобна привлачност била је првобитно истраживана и описана од стране Исака Њутна. Гравитација је сила која игра кључну улогу у обликовању нашег света. Од кретања планета и месеца до свакодневних ситуација у којима се налазимо, гравитација утиче на све аспекте нашег живота. Сила којом Земља привлачи све што има масу чини гравитацију једном од најважнијих сила у свемиру. Гравитациону Земље најчешће називамо Земљина тежа, или једноставно тежа. То је сила којом Земља привлачи тела ка својој површини и делује на сва тела са масом која се налазе у близини Земље.

Земљина тежа је сила чији је вектор увек усмерен надоле, а њена величина се одређује релацијом:

$$P = m \cdot g$$

где је

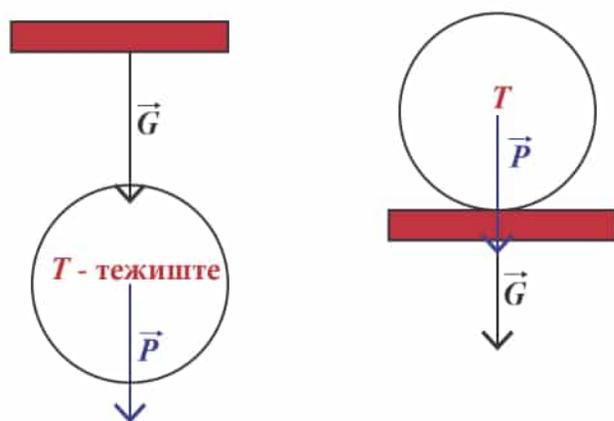
- P – Земљина тежа,
- m – маса тела,
- g – земљино (гравитационо) убрзање.

Примери дејства гравитације:

- 1 Када бацаш предмет с висине — било да је реч о камену или лопти — он ће пасти на тло због силе гравитације која привлачи сва тела према центру Земље.
- 2 Гравитација је такође та која држи Земљу на њеној орбити око Сунца.

Пошто тела на која Земља делује имају занемарљиву масу у односу на масу Земље, уместо да кажемо узајамна привлачност, кажемо да Земља привлачи тела, тј. да на тела делује само сила гравитације. Морамо имати на уму да свесно занемарујемо једну силу, иако она постоји и делује у исто време, односно тела привлаче Земљу силом која има исти правац и интензитет, али супротан смер.

Појам „гравитациона сила“ не односи се само на привлачење које Земља остварује над другим телима, већ на међусобно привлачење свих тела која имају масу. Ова сила делује без обзира на величину тела или удаљеност међу њих, и осећају је сва тела у свемиру.



Слика 11 - Тежина и земљина тежа

Како се гравитациона сила између два тела може видети и испитати, можете посетити PhET Гравитациону лабораторију:

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

ТЕЖИНА ТЕЛА (G)

Због гравитационе силе, тела имају тежину. Када се обесе или поставе на подлогу која их спречава да падну, тела делују на њу. Подлога пак делује на тела реакцијском силом исте јачине и правца, али супротног смера. Ове силе се не поништавају јер делују на два различита тела.

Тежина тела је сила којом тела делују на подлогу или на вешало, уколико су обешена.

Тежина тела и Земљина тежина су различити појмови. Сила Земљине тежине делује на тело, док тежина тела делује на подлогу или место вешања. Обе силе (тежина и Земљина тежа) имају исту величину (интензитет), правац и смер, а разликују се по нападној тачки. Нападна тачка Земљине тежине (P) налази се у тежишту тела, док се нападна тачка тежине тела налази на површини контакта с подлогом или у тачки вешања.

АКТИВНОСТ 1

Кутија за прибор у облику квадра. Подигните је на одређену висину и потом је пустите. Шта ће се десити и како ће се кутија понашати?

Исту кутију поставите на клупу, а затим је обесите на вешалицу у учионици. Покушајте да у својим белешкама векторски прикажете силе које делују на кутију у следећим случајевима:

- Када пада.
- Када стоји на клупи.
- Када је обешена.
- **Када пада** – Када кутија пада, на њу делује Земљина тежа. То је сила која је вуче надоле, према центру Земље. Нацртајте вектор усмерен према доле.
- **Када стоји на клупи** – Када кутија стоји на клупи, на њу делују две силе: Земљина тежа (која је вуче надоље због гравитације) и реакциска сила клупе (која је спречава да падне). Ове силе су једнаке по јачини, али супротно усмерене, па кутија мирује.
- **Када је обешена** – Када је кутија обешена на вешалицу, на њу делују две силе: Земљина тежа (која је вуче надоље) и сила конца (која је држи на место и делује нагоре). Те две силе су једнаке по величини и супротно усмерене, због чега кутија остаје обешена и не пада.

Тежина је сила и израчунава се према закону о сили ($F = m \cdot a$).

■ F – сила, m – маса, a – убрзање.

Замењујемо „ F “ са „ G “, а „ a “ са „ g “ и добијамо једначину за тежину:

■ $G = m \cdot g$

■ G – тежина, m – маса, g – Земљино убрзање.

Из ове једначине $G = m \cdot g$, види се да је тежина право пропорционална маси. Маса тела је постојана без обзира где се налази. На пример, предмет масе 1 kg има исту масу без разлике да ли је на Земљи и на Месецу.

Тежина датог тела се може променити у зависност од гравитационе силе док његова маса остаје непромењена.

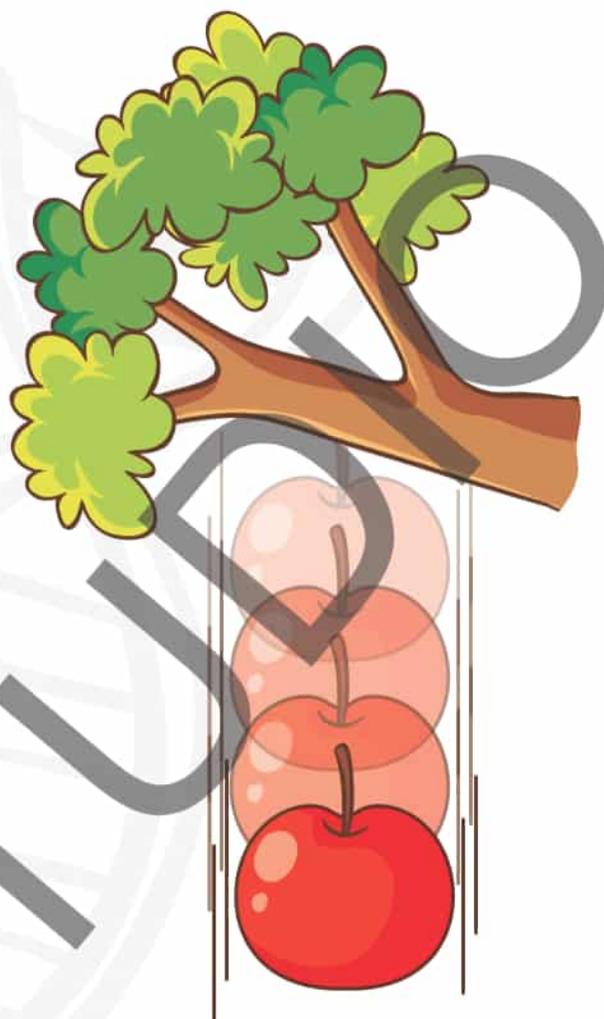
Не сва места на површини Земље су једнако удаљена од њеног центра, па се зато разликује и интензитет силе Земљине теже. На половима Земље (који су најближе центру Земље), привлачна сила је највећа. Ходањем ка екватору, та сила се умањује (екватор је најудаљенији од центра Земље).

Свако тело које се креће само под дејством Земљине теже налази се у бестежинском стању. Сва тела која се налазе у вештачким сателитима који круже око Земље налазе се у бестежинском стању. Она се крећу по одређеној орбити око Земље и налазе се у сталном слободном паду ка Земљи. Космонаути у бродовима лебде и лако се крећу у свим правцима.

Око Земље постоји гравитационо поље. Ово поље је разлог што Земља привлачи сва тела гравитационом силом. Гравитационо поље има своју јачину.

Јачина гравитационог поља је векторска величина и обележава се са G_p .

$$G_p = P/m$$



Слика 12 - Земљина тежа привлачи сва тела ка центру Земље.

Јединицу мере за гравитационо поље налазимо ако заменимо у формули за гравитационо поље:

P основном јединицом мере за силу 1 N и m основном јединицом мере за масу 1 kg.

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

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

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

$$G_p = g$$

Убрзање при слободном паду на Земљи је приближно 10 m/s^2 .

Гравитациона сила Земље на масу од 1 kg износи приближно 10 N.

На половима, $G_p = 9,83 \text{ N/kg}$, на екватору $G_p = 9,78 \text{ N/kg}$, а на средњој географској ширини $G_p = 9,81 \text{ N/kg}$ (g приближно 10 m/s^2 .)



АКТИВНОСТ 2

Потребан прибор:

- динамометар
- тег
- конач
- маказе
- сталак

Ток рада:

- 1 На сталак окачите школски динамометар, а на динамометар помоћу конач, закачите тег.
- 2 Шта примећујете? (дискусија)
- 3 Затим, маказама пресечите конач и посматрајте шта се дешава с динамометром док пада.
- 4 Шта примећујете? (дискусија)
- 5 Закључак.

Објашњење:

- 1 Посматрамо динамометар на којем је закачен тег и дискутујемо.
- 2 У овој фази треба приметити како динамометар мери тежину тег. То се манифестује као деформација опруге унутар динамометра.
- 3 Овде ће се десити ситуација слободног пада тег и динамометра, и важно је обратити пажњу на промену у понашању динамометра у том стању.
- 4 Треба уочити да, када тег и динамометар падају, динамометар показује вредност нулу.
- 5 Закључак треба да објасни разлику у понашању динамометра када је тег закачен и када је у слободном паду. Треба поменути да динамометар мери силу (тежину) која делује на њега, али када он и тег падају, нема силе која га деформише, зато показује вредност нулу, односно налази се у бестежинском стању.



ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАКА:

- 1) Колика је тежина тела масе 40 kg?
(Земљино убрзање од $9,81 \text{ m/s}^2$ заокружи на 10 m/s^2)

Дато:

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

- 2) Камен масе 62 kg на Месецу има тежину 104 N.

- a) Колико износи убрзање слободног пада на Месецу?

- б) Колико је камен тежак на Земљи?

Дато:

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

- a) $G_m = m \cdot g_m$

$$g_m = G_m / m$$

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

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

- б) $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$$G = m \cdot g$$

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

ЗАПАМТИТЕ:

- Сила којом Земља привлачи сва тела која су на њој или у њеној близини назива се гравитациона сила Земље, а такођер је називамо Земљина тежа или једноставно тежа.
- Тежина тела је сила којом тела делују на подлогу или на вешало, уколико су обешена.
- Нападна тачка земљине тежине (P) налази се у тежишту тела, док се нападна тачка тежине налази на подлози или у вешало.
- Тежина се одређује релацијом $G = m \cdot g$ (G – тежина, m – маса, g – Земљино убрзање).

ПИТАЊА:

- 1) Шта је гравитација?
- 2) Шта је тежина?
- 3) Како се одређује тежина датог тела?
- 4) Зашто кажемо да тело има и масу и тежину, а не само једно од њих?
- 5) Зашто предмети падају на земљу када их пустимо с неке висине?
- 6) Шта се дешава с тежином тела ако га преместимо са Земље на Месец?
- 7) Зашто је тежина једног тела различита на екватору и на половима?
- 8) Објасни разлику између Земљине теже и тежине тела.
- 9) Зашто кажемо да је тежина промењива, а маса непромењива величина?
- 10) Тело има тежину од 4 N. Колику масу има тело?



ПОЈМОВИ

- сила трења
- коефицијент трења
- трење при клизању
- трење при котрљању

2.4.

СИЛА ТРЕЊА

Код чврстих тела постоје три врсте сила трења:

- сила трења при клизању,
- сила трења при котрљању,
- сила трења при мировању.

Сила трења при мировању већа је од силе трења при клизању или котрљању. Зато, да бисмо покренули кретање, морамо применити већу силу, а кад тело почне да се креће, сила трења се смањује.

Примери дејства сила трења:

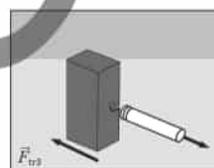
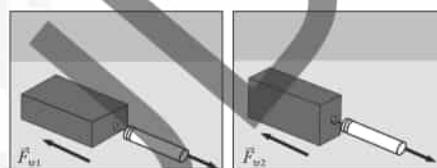
Када искључимо мотор у покрету аутомобила, без притискања кочница, он ће након неког времена стати.

Након кратког времена стане и шутнута лопта, одгурнути камен или било који други чврсти предмет.

Ако исто учинимо на леду, сва поменута тела ће стати, али ће прећи веће удаљености.

Узрок успоравања и заустављања ових тела јесте сила трења.

Сила трења се јавља када се једно чврсто тело креће по површини другог чврстог тела и увек је усмерена супротно смеру кретања.



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

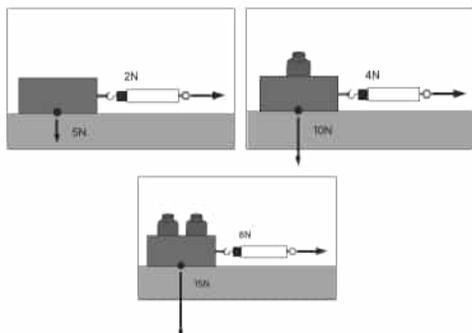
Мерење силе трења при клизању

Тело у облику квадра налази се на хоризонталној површини, на клупи. На њега је закачен динамометар, помоћу којег тело може да се вуче паралелно са подлогом. Ако вучна сила износи нула, тада је и сила трења нула. Чим се почне вући, односно примени вучна сила, јавља се и сила трења.

Када се величина (интензитет) силе трења и вучне силе изједначе, тело се креће једнолико и праволинијски, односно константном брзином. У том стању силе су у равнотежи, а њихову вредност можемо очитати на динамометру.

Мерења показују да сила трења датог тела не зависи од величине његове контактне површине са подлогом. Тело у облику квадра се може помицати на три различите стране, али је у сва три случаја сила трења иста.

Од чега зависи сила трења приликом клизања?



Слика 13 - Сила трења се повећава повећавањем тежине

Ако на квадрату ставимо један тег и вучемо динамометром видећемо да динамометар показује већу силу. Затим додајемо још један тег, вучемо и примећујемо да се сила коју показује динамометар повећала.

Шта се може закључити на основу резултата наведених експеримената - извршених мерења?

Експерименти показују да однос између величине (интензитета) силе трења F_{tr} (прочитане на динамометру) и величине (интензитета) нормалне силе G (која представља тежину тела и тега) остаје исти у свим случајевима.

Сила трења се одређује према релацији

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

где је:

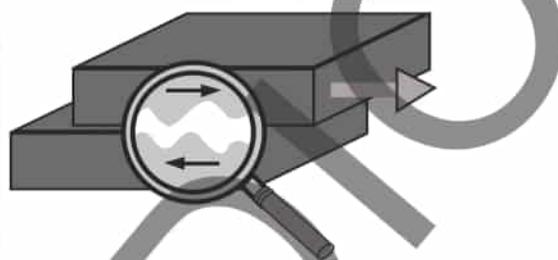
μ (ми) је коефицијент трења,

F_r је реакциска сила.

Величина (интензитет) силе трења при клизању једнака је производу коефицијента трења и величини (интензитета) нормалне силе којом тело притиска површину.

Сила трења усмерена је супротно од смера кретања тела.

Коефицијент трења (μ) овиси о материјалним својствима тела и подлоге, као и о њиховој хrapавости. Његова се вредност одређује експериментално и представља неименовани број, који је мањи од један.



Слика 14 - Испупчења и удубљења на додирним површинама тела

Свако тело, без обзира на његову глаткоћу, има микроскопске испупчења и удубљења. Када се тело креће, испупчења његове површине улазе у удубљења подлоге и обрнуто. Та међусобна неравнина ствара отпор који се манифестира као сила трења.

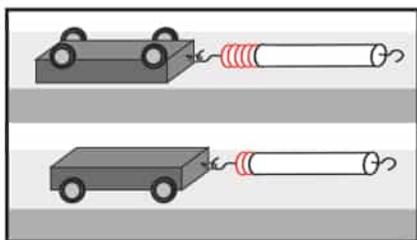
Што је већа тежина тела, испупчења дубље улазе у удубљења подлоге, што доводи до повећања силе трења.

Сила трења при клизању може се смањити подмазивањем контактних површина различитим уљима. У том случају трење више не настаје изравно међу два чврста површина, него међу слојевима уља, који ублажавају неравнине и олакшавају кретање.

Поред трења при клизању, постоји и трење при котрљању

Сила трења при котрљању знатно је мања од силе трења при клизању за иста тела. На пример, пуно је лакше помакнути намештај на котачићима по поду него без котачића. Зато се користе котачићи, куглични и ваљчасти лежајеви — они смањују силу трења и олакшавају померање тешких предмета.

Сила трења при котрљању мања је од силе трења при клизању за исто тело. То лако можемо демонстрирати на примеру квадрa на котачићима – видећемо да се квадар лакше креће када је постављен на котачиће него када је окренут на страну без котача.



Слика 15 - Силе трења приликом котрљања

Трење може бити корисно и штетно

Трење је понекад **корисно**, па чак и неопходно. Без трења људи (и животиње) не би могли ходати. Тела у мировању не би могла започети кретање, нити би се она која су већ у покрету могла зауставити без силе трења. Кочнице на аутомобилима и другим превозним средствима не би могле функционирати без трења. Захваљујући трењу, разни предмети могу се чврсто држати у руци – без трења би клизили, попут мокрог сапуна.

Међутим, постоје и ситуације када је трење **штетно**. Оно троши гумене гуме и обућу, отупљује ножеве и маказе, оштећује осовину котача и електромоторе, а на ненамазаном и неодржаваном бициклу педале се тешко окрећу.

ЗАПАМТИТЕ:

Сила трења се јавља при кретању чврстог тела по површини другог чврстог тела и увек је усмерена супротно од смера кретања.

$$F_{\text{тр}} = \mu F_{\text{р}}$$

где је:

μ (μ) коефицијент трења,

$F_{\text{р}}$ је реакциска сила.

АКТИВНОСТ 1

Направи аутомобил на зрачни погон од отпада (предлог: пластична боца, балон, штапићи за ражњиће, пластични чепови, лепак и селотејп).

- Постави стазу од теписона у учионици.
- Пустите аутомобил да се креће по стази.
- Измери пут који је аутомобил прешао.
- Пустите аутомобил да се креће по плочицама у учионици.
- Измери пут који је аутомобил прешао.
- Успореди дужине пређених путања по теписону и по плочицама.
- Шта примећујеш? Зашто је то тако?

Подлога	Дужина пута (m) три мерења	средња дужина
Теписон		
Плочице		

ПИТАЊА:

- 1 Шта је сила трења?
- 2 Које су три врсте сила трења код чврстих тела?
- 3 У ком правцу је усмерена сила трења у односу на кретање?
- 4 Зашто шутнута лопта стане након неког времена, а да је не зауставимо?
- 5 Шта се дешава са силом трења када тело почне да се креће?
- 6 Када се тело креће константном брзином, шта то значи за силу трења и вучну силу?
- 7 Од чега зависи величина силе трења при клизању?
- 8 Зашто сила трења не зависи од величине додирне површине?
- 9 Како можемо смањити силу трења при клизању?
- 10 Зашто је лакше померати намештај на котачићима него без котачића?

Контактне површине	Коефицијент трења приликом мировања μ_m	Коефицијент трења приликом кретања μ_1
Гвожђе/гвожђе	1,1	0,15
Стакло/стакло	0,94	0,4
Кожа/дрво- даб	0,61	0,52
Гума/сухи бетон	1	0,7
Гума/влажан бетон	0,7	0,5
Дрво-даб/дрво-даб паралелна влакна	0,6	0,5
Бакар/гвожђе	1	0,3
Челик/мраз	0,1	0,06
Челик/сухи челик	0,8	0,4



Слика 16 - Силе трења

ИНТЕРЕСАНТЕ ЧИЊЕНИЦЕ:

Приликом слободног пада, тела на почетку падају убрзано, све док се сила земљине тежине не изједначи са силом отпора ваздуха. Након изједначења ових двеју сила, тела падају равномерном брзином.

Ово објашњење помаже разумети зашто се нека животиња при паду с веће висине не повреди. На пример, веверица, мачка или миш који падну с високог стабла неће се повредити. Човек би, пак, пао с истог стабла и био повређен.

Споменуте животиње имају малу масу и силе отпора ваздуха и земљине тежине изедначе се за врло кратко време. Човек, има много већу масу, па та висина није довољна за силе отпора средине и Земљине теже да се изедначе..

Знајући ове чињенице, многи се данас рекреативно баве падобранством, што омогућује спуштање с великих висина уз помоћ падобрана. Иако је реч о екстремном спорту са одређеним ризицима, уз правилну обуку и опрему може се сигурно извести уз минимализирање опасности.

АКТИВНОСТ 2

Како угао косе равни утиче на пут који прелази лоптица?

Циљ:

Да се посматра како угао под којим је постављена раван утиче на пређени пут (дужину) када се лоптица пушта из исте почетне тачке.

Материјали:

- Глатка површина (даска, картон, даска дуга 1 m или више)
- Књиге/кутије за подизање једног краја
- Мерна трака за мерење пута
- Мала лоптица (тениска)
- Табела за бележење
- Угаоник

Поступак:

Подигни раван на малу висину (10 cm од пода). То ће бити најмањи угао. Пустите лоптицу са самог врха равни.

Пустите је увек из исте почетне тачке (са врха равни).

Измери колики пут ће прећи по поду након што се спусти са косе равни, до места где ће да стане.



Запиши резултат.

Промени угао и подигни раван више на 20 cm, затим на 30 cm.

Поновите мерења за сваки угао, увек са истом лоптицом и са истог места.

Увек мери пут од краја равни до места где се лоптица зауставља.

Висина подизања (cm)	Приближни угао (°)	Пут који пролази лопта (m)
10	5	
20	10	
30	15	
40	20	

(Можеш да користиш само висину и да упоређујеш, чак и без да знаш тачан угао.)

ПИТАЊА:

- 1 Када лопта прелази најдужи пут?
- 2 Шта мислите, зашто се то дешава?
- 3 Нацртај графикон (угао на x-оси, пут на y-оси) и анализирај зависност.

а)

Циљ: Истраживање утицаја ваздуха и површине падобрана на време пада.

Материјали:

- Лаган материјал за „падобран“ (пластична кеса или тканина)
- Конци (12 једнаке дужине ~30 см)
- Три мала идентична тега или играчке
- Селотејп
- Штоперица

Корази:

Направи три падобрана различитих димензија.

Исеци квадрате 20 см · 20 см, 30 см · 30 см, 40 см · 40 см, или кругове пречника 20 см, 30 см и 40 см од лаганог материјала.

На сваки угао или унакрсно код круга залепи по један конач.

Све конце вежи у једну тачку и закачи мали тег или играчку.

Тестирај пад:

Са безбедне висине (степенице, балкон или клупа), пусти најмањи падобран. Измери време потребно да падне на земљу. Понови бар три пута.

Уради исто са преостала два падобрана и забележи мерења у датој табели.

Направи графикон површина – време пада. На х-осу представи површину падобрана, а на у-осу време потребно за пад.

На какав закључак те наводе добијени резултати?

б)

Циљ: Истраживање утицаја ваздуха и материјала (тежине) падобрана на време пада.

Материјали:

- Три врсте материјала за „падобран“ (пластична кеса, папир и тканина)
- Конци (12 једнаке дужине ~30 см)
- Три мала идентична тега или играчке
- Селотејп
- Штоперица

Корази:

Направи три падобрана истих димензија, али од различитих материјала. Исеци квадрате 30 см · 30 см или кругове пречника 30 см од различитих материјала.

На сваки угао или унакрсно код круга залепи по један конач. Све конце вежи у једну тачку и закачи мали тег или играчку.

Тестирај пад:

Са безбедне висине (степенице, балкон или клупа), пусти падобран од најлона. Измери време потребно да падне на земљу. Понови бар три пута.

Уради исто са остала два падобрана и забележи мерења у табели.

Направи графикон материјал (тежина) – време пада.

На х-оси представи материјал, а на у-оси време за које падобрани падну.

На какав закључак те наводе добијени резултати?



Слика 18 - Падобрани

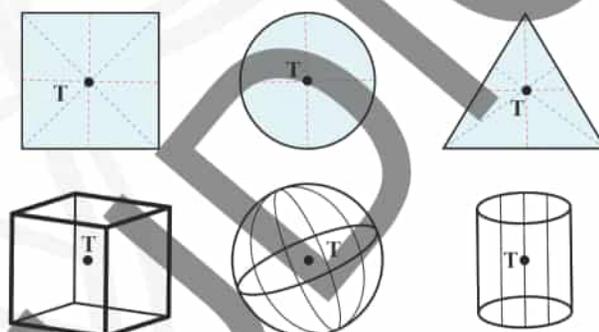
Падобрани	Време трајања (s) три мерења	Брзина (m/s)
P ₁		
P ₂		
P ₃		
Најлон		
Папир		
Тканина		

2.5.

ТЕЖИШТЕ И РАВНОТЕЖА ТЕЛА

Нападна тачка Земљине тежине назива се центар масе тела или тежиште тела, и означава се словом **T**.

Код хомогених тела са правилним геометријским обликом тежиште се налази у геометријском центру, а код тела са неправилним геометријским обликом тежиште се одређује експериментално.



Слика 19 - Тежиште хомогених тела са правилним геометријским обликом

ПОЈМОВИ

- тежиште
- равнотежан положај
- стабилна равнотежа
- лабилна равнотежа
- индиферентна равнотежа
- тачка ослонца
- површина ослонца

АКТИВНОСТ 1

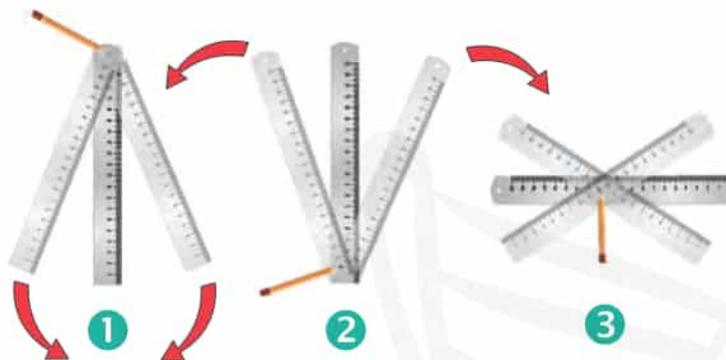
Исеци комад картона у неправилном геометријском облику. На рубу картона, на две различите тачке, направи рупице и провуци кроз њих два конца дужине 20 см. Супротне крајеве конаца завежи тако да се могу окачити на сталак. Окачи картон на један конац и нацртај правац којим конац пада преко картона. Исто понови и са другим концем. Пресек тих праваца означава тежиште тела направљеног од картона.

Тежиште није увек унутар материјала од којег је тело направљено; може бити и изван материјала. На пример: кошаркашка лопта, ногометна лопта, прстен, обруч, кутија за ципеле и др.

АКТИВНОСТ 2

Исеците комад картона у облику правоугаоника и одредите му тежиште повлачењем дијагонала. На пресеку дијагонала, где се налази тежиште, направите једну рупицу кроз коју ћете моћи провући цилиндрични оловку. Исту такву рупицу направите непосредно испод тежишта, одмах поред мањег руба.

- 1 Провуците оловку кроз рупицу уз руб и поставите правоугаоник тако да виси на оловци. Помичите правоугаоник лево и десно и проматрајте како се понаша.
- 2 Затим га окрените нагоре тако да рупица с оловком остане доље. Помичите правоугаоник и проматрајте како се понаша.
- 3 Провуците оловку кроз рупицу у тежишту правоугаоника, помичите правоугаоник око оловке и проматрајте како се понаша.



Слика 20 - Врсте равнотеже: 1 стабилна, 2 лабилна, 3 индиферентна

Из спроведене активности можемо закључити да:

- 1 Ако се оловка налази изнад тежишта T и ако га помакнете лево или десно, видећемо да се оно увек враћа у првобитни положај. То значи да је тело у стабилном равнотежном положају.
- 2 Ако се оловка налази испод тежишта T и ако га помакнете лево или десно, видећемо да се оно неће вратити у првобитни положај. То значи да је тело у стабилном лабилном положају.
- 3 Ако се оловка налази у тежишту T , померањем, тело увек остане у исти положај у који га оставимо. То значи да је тело у индиферентном равнотежном положају.

Када тело стоји на подлози, оно се ослања на више тачака. Спајањем свих потпорних тачака, добијамо потпорну површину. Тело је

у стабилној равнотежи све док вертикала из његовог тежишта (тежишна линија) пролази унутар потпорне површине.

Ову тврдњу можемо демонстрирати паралелопипедом на зглобовима. Паралелопипед ће бити у стабилном равнотежном положају све док тежишна линија пролази унутар потпорне површине. Чим тежишна линија изађе изван потпорне површине, паралелопипед је у нестабилном положају и он ће се преврнути.

ПИТАЊА:

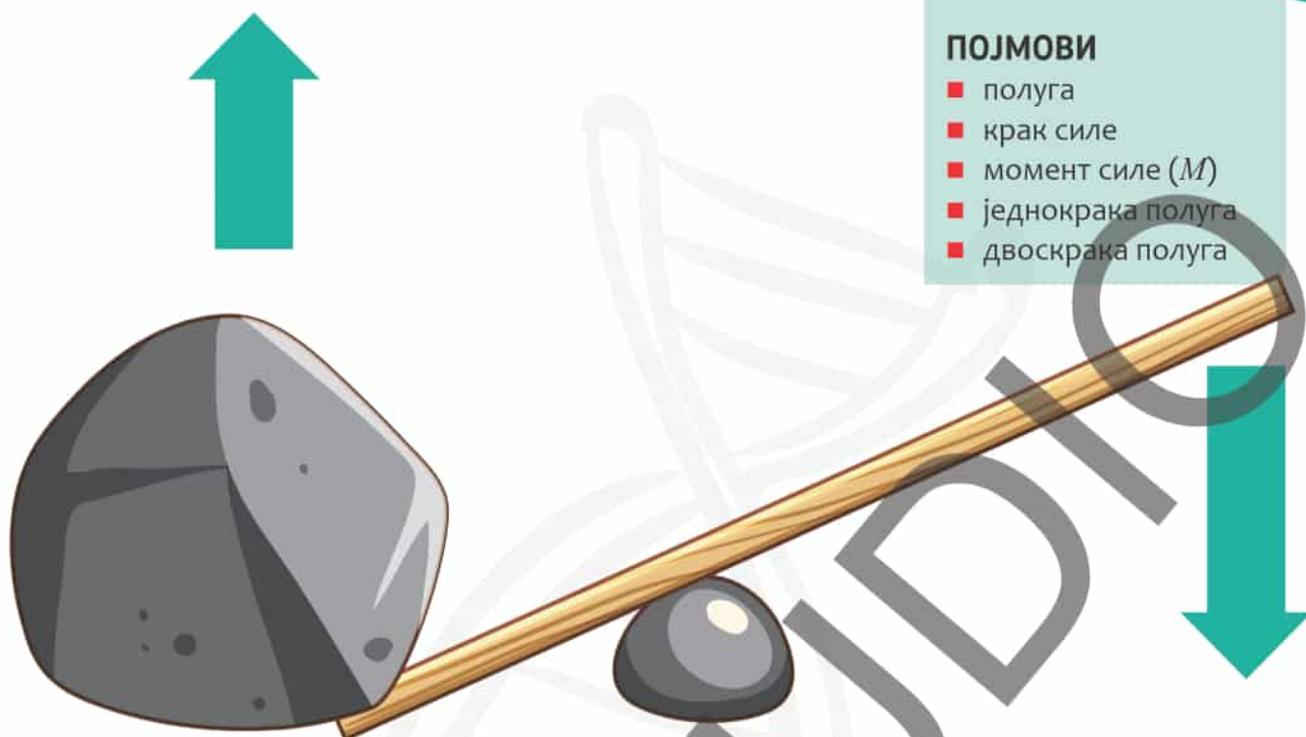
- 1 Како се назива нападна тачка Земљине теже на неко тело?
- 2 Где се налази тежиште код хомогеног тела правилног геометријског облика?
- 3 Шта представља потпорна површина тела?
- 4 Како можемо експериментално одредити тежиште тела неправилног геометријског облика?
- 5 Какав је равнотежни положај тела када је обешено о осу која је изнад тежишта тела?
- 6 Какав је равнотежни положај тела када је обешено о осу која је испод тежишта тела?
- 7 Какав је равнотежни положај тела када је обешено о осу која је у тежишту тела?
- 8 Шта се дешава ако тежишна линија изађе ван потпорне површине?
- 9 Где може да се налази тежиште шупљег тела као што је кошаркашка лопта?
- 10 У каквом је стању тело ако тежишна линија пролази кроз потпорну површину?

ЗАПАМТИТЕ:

- Нападна тачка Земљине теже назива се тежиште тела.
- Стабилност тела зависи од положаја тежишта у односу на подлогу, величине површине додира и тежине тела.
- Тело је у стабилном равнотежном положају ако се након померања увек враћа у првобитан положај.
- Тело је у лабилном равнотежном положају ако се након померања не враћа се у првобитан положај.
- Тело је у индиферентном равнотежном положају ако након померања остаје у положају у који смо га померили.

ПОЈМОВИ

- полуга
- крак силе
- момент силе (M)
- једнокрака полуга
- двоскрака полуга



Слика 21 - Двоскрака полуга

2.6.

ЛОСТ И ЊЕГОВА ПРИМЕНА

Полуга представља свако тврдо тело које се може окретати око једне непомичне тачке ослонца, при чему на њега делују две силе које настоје изазвати окретање. Најстарији записи о полузи потичу из III века п.н.е. у делима Архимеда.

Архимед је у једној прилици изјавио: „Дајте ми тачку ослонца и довољно дугачку полугу и помакнут ћу Земљу.“

Свакодневно користимо полугу на више начина. Отварамо и затварамо врата кваком, режемо папир маказама, савијамо жицу клештима, отварамо боце или конзерве кључем, меримо масе на ваги, заустављамо аутомобил притиском на кочницу и др. Сви наведени предмети (квака, маказе, клешта, кључ, кочница) су полуге – једноставне машине које нам омогућавају да применом мале силе савладамо знатно већу силу.

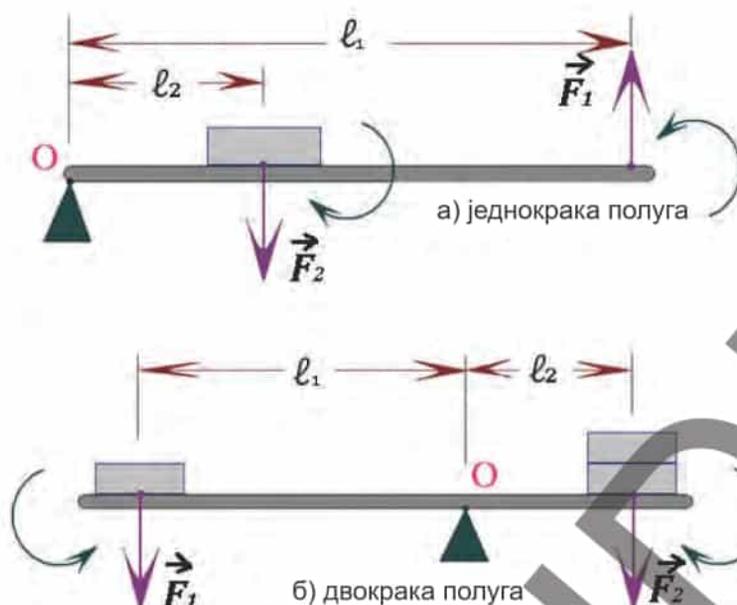


Полуге из свакодневног живота

АКТИВНОСТ 1

Покушајте једним прстом отворити врата притискајући кваку. Прво притисните близу осовине, затим на средини кваке, па на крају кваке.

- Шта сте приметили?
- Када вам је било најлакше отворити врата?
- Зашто је то тако?



Слика 22 - Полуга у равнотежи

Према положају потпорне тачке (или осе), полуге се деле на:

Двостране (двокраке) када се потпорна тачка или оса налази између две крајње тачке полуге.

Једностране (једнокраке) када се потпорна тачка или оса налази на једном од њених крајева.

Према дужини кракова, двостране (двокраке) полуге могу бити:

Равнокраке - када су два крака исте дужине.

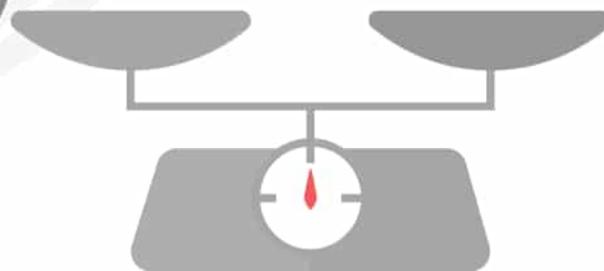
Разнокраке - када су два крака различите дужине).

Свака полуга поседује потпору или ослонац (O), место на којем је наслонена. Крак силе (l_1) представља нормално растојање од ослонца до места деловања (нападна тачка) силе. Крак терета (l_2) представља нормално растојање од ослонца до места деловања (нападне тачке) терета.

Из закона полуге можемо израчунати потребну силу да савладамо одређени отпор (терет) ако знамо растојање терета

од ослонца и растојање на којем сила делује од ослонца.

Ако на полугу делује више сила, биће у равнотежи када збир момената са једне стране ослонца буде једнак збиру момената са друге стране ослонца.



Слика 23 - Равнокрак лост

Равнотежа полуге се постиже када се моменти силе на обе краке изедначе.

Закон о равнотежи полуге гласи:

$$M_1 = M_2, F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2.$$

где је

l крак силе, а M момент силе.

АКТИВНОСТ 1

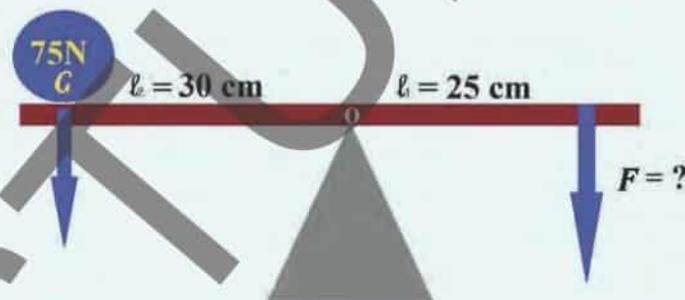
- Узмите дужи лењир, наслоните га на оловку и направите полуку.
- На различитим удаљеностима од ослонца (оловке) редајте гомилице новчића и доводите полуку у стање равнотеже. Прочитајте удаљеност сваке гомилице новчића од ослонца, а затим измерите масу сваке гомилице.
- Одредите тежину сваке гомилице новчића и израчунајте моменте силе.

ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАКА:

- 1 Да се израчуна коликом силом треба деловати на растојању од 25 cm од ослонца полуке да би се довела у равнотежу, ако је на растојању од 30 cm од ослонца постављен терет тежак 75 N.

Дато:

- $G = 75 \text{ N}$
- $l_2 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$
- $l_1 = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$
- $F = ?$
- $M_1 = M_2$
- $F \cdot l_1 = G \cdot l_2$
- $F = G \cdot \frac{l_2}{l_1}$
- $F = 75 \cdot \frac{0,3 \text{ Nm}}{0,25 \text{ m}}$
- $F = 90 \text{ N}$



ЗАПАМТИТЕ:

- Свако чврсто тело које може да се окреће око непокретне тачке ослонца или осе, а на њега делују најмање две силе које изазивају, називамо полуку.
- Полука је у равнотежи када је момент силе који делује са једне стране полуке једнак моменту силе који делује са друге стране полуке, односно:

$$M_1 = M_2$$

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$$

Полугама се можемо упознати и проучити их у PhET лабораторији за равнотежу: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_all.html

ПИТАЊА:

- 1 Шта је полука?
- 2 Који антички научник је први описао принцип полуке?
- 3 Која врста полуке је квака?
- 4 Шта представља тачка ослонца код полуке?
- 5 Када је најлакше отворити врата кваком: кад притискамо близу ослонца или на крају кваке?
- 6 Какве врсте полука постоје?
- 7 Шта представља крак силе код полуке?
- 8 Када је једна полука у равнотежи?
- 9 Шта представља момент силе (M)?
- 10 Како гласи закон о равнотежи полуке?

ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ:

1	Шта дејство силе може да изазове на непокретно тело?
2	Каква величина је сила и како се одређује?
3	Шта означава дужина вектора којим представљамо силу?
4	Која је основна мерна јединица за силу и које су веће јединице које се користе?
5	Који инструмент се користи за мерење силе?
6	Које су посредне, а које непосредне силе?
7	Када се јавља електрична, а када магнетна сила?
8	Зашто дато тело мирује иако на њега делује више сила?
9	Како без мерења можемо одредити да ли су две силе уравнотежене?
10	Шта се дешава са телом ако на њега делују две једнаке силе у супротним правцима?
11	У ком правцу ће се кретати тело када силе које делују на њега нису једнаке и делују у супротним правцима?
12	Да ли може на једно тело да делује само једна једина сила (а не резултанта више сила)? Објасни зашто.
13	Зашто користимо графичко представљање при слагању сила?
14	Зашто гумица (ластик) не враћа увек свој првобитни облик након дугог истезања?
15	Како гласи Хуков закон и шта се може закључити из њега?
16	Како се одређује сила која делује на тела која се налазе на њеној површини?

ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ:

17	Која је разлика између појмова маса и тежина
18	Како ћеш израчунати масу тела ако знаш да му је тежина 30 N ?
19	Зашто предмет са истом масом може да има различиту тежину на различитим планетама?
20	Које силе делују на тело док га гураш по поду?
21	Од чега зависи сила трења при клизању?
22	Зашто кретање неког тела по хоризонталној површини није бесконачно (на пример шутирана лопта)?
23	Како се мења сила потребна за померање датог тела по подлози са већом храпавошћу?
24	Како бисмо измерили коефицијент трења помоћу динамометра и тега?
25	Зашто су нека тела стабилна када их поставимо на подлогу, а нека се преврћу?
26	Како промена ослоне површине утиче на стабилност тела?
27	Наведи неке примере примене полуге.
28	Шта је једнокрака, а шта двокрака полуга?
29	Када је двострана полуга равнокрака, а када разнокрака?
30	Како можемо да демонстрирамо равнотежни и неравнотежни положај полуге помоћу телескопског држача и тегова?



ПРИТИСАК

3.1. СИЛА И ПРИТИСАК

3.1.1. ПРЕНОШЕЊЕ ПРИТИСКА. ПАСКАЛОВ ЗАКОН

3.1.2. ХИДРАУЛИЧНЕ МАШИНЕ

3.2. ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК

3.3. АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК

3.4. СИЛА ПОТИСКА

3.5. ПЛИВАЊЕ, ТОЊЕЊЕ И ЛЕБДЕЊЕ ТЕЛА

3.1

СИЛА И ПРИТИСАК

Притисак је једна од основних физичких величина и представља појам који врло често срећемо у свакодневном животу. Сигурно сте приметили да, када ходате по снегу у обичним чизмама, више пропадате него када ходате на скијама. Зашто је то тако? Зато што скије имају већу површину, па се тежина тела распоређује на ширу површину, чиме се притисак смањује.

Слично је и када пишемо оловком. Ако је врх оловке наоштрена, површина која додирује папир је мала, па се ствара већи притисак и линија коју остављамо је тамнија и дубља. Али ако је врх туп, површина додира је већа, притисак се смањује – па је линија слабија и плића.

Притисак се не јавља само код чврстих тела – он се појављује и код течности и гасова. Срећемо га у различитим областима, као што су медицина, техника и метеорологија.

На пример, када ронимо на већу дубину, осећамо да је теже кретати се. То се дешава зато што хидростатички притисак расте с дубином – што смо дубље, то је притисак који делује на нас већи.

Притисак можете лако схватити кроз једноставан и занимљив експеримент са шприцом.

Узмите један празан шприц и извуците његов покретни део – клип. Затим прстом затворите доњи отвор шприца, тако да унутра не може да уђе нити да изађе ваздух. Покушајте сада да померите клип назад – ка затвореном делу. Приметићете да је то тешко, чак и ако примените силу. Зашто се то дешава?

Када се клип шприца гурне унутра, ваздух у њему се сабија (компресује), односно смањује му се запремина. Са смањењем запремине, притисак ваздуха се повећава. Због тога унутрашњи притисак постаје већи од спољашњег атмосферског притиска и унутрашњи ваздух врши већи притисак на зидове и клип. Тако се

ПОЈМОВИ

- притисак
- паскал (Pa)
- бар (bar)



Слика 1 - Разлика између силе и притиска

ствара сила која се супротставља гурању. Ова сила је резултат разлике између унутрашњег притиска и спољашњег атмосферског притиска. Зато, када пустимо клип, он се враћа назад – све док се притисци не изједначе.

Овај експеримент показује како гасови (у овом случају ваздух) реагују на промене запремине и како се ствара и преноси притисак у затвореном простору.

Да бисте лакше и боље разумели шта представља притисак, урадићете неколико занимљивих и једноставних експеримената. Кроз њих ћете открити како се мења притисак код чврстих тела, у зависности од површине преко које тело врши притисак и тежине самог тела.

Закључићете да притисак зависи право пропорционално од силе која делује на дату површину: ако је сила већа, онда је и притисак већи. При истој сили, ако је површина мања, притисак је већи, а ако је већа – притисак је мањи. Дакле, притисак је обрнуто пропорционалан површини на коју делује сила.

Ово ће вам помоћи да разумете зашто неки предмети лакше пропадају у мек материјал, док други остају на површини.

На клупи имате више предмета: даску са једним закуцаним ексером, даску са више ексера, надуване идентичне балоне, песак, пластичну посуду, две идентичне шоље за чај, циглу у облику квадрата.

АКТИВНОСТ 1

Прво поставите надувани балон на дрвену даску с једним закуцаним ексером. Делујте силом на балон. Хоће ли балон пући? Затим поставите други балон на дрвену даску с више закуцаних ексера. Делујте истом силом на балон као у претходном случају. Хоће ли балон сада пући?

Објасните шта се догађа.



АКТИВНОСТ 2



Пред вама налази се плитка пластична посуда, песок и две идентичне шоље за чај. У посуду ставите слој песка и поравнајте га. На поравнати слој песка поставите обе идентичне шоље за чај. Једну шољу напуните додатним теретом (на пр. песком или водом). Упоредите дубину отисака које остављају обе шоље у песку. Шта примећујете, који је отисак већи?

АКТИВНОСТ 3

На клупи имате плитку пластичну посуду с песком и бетонску циглу у облику квадра. У посуду ставите слој песка и поравнајте га. На поравнати песок поставите бетонску циглу и равналом измерите дубину отиска који оставља. Поступак поновите тако да при сваком следећем покушају мењате величину површине на коју цигла делује. Упоредите дубине сваког од отисака остављених на песку.



Из активности можете закључити да притисак зависи од силе и од површине.

Притисак се повећава повећањем силе, а смањује се повећањем површине на коју та сила делује. Односно, притисак је пропорционалан величини силе која га ствара, а обрнуто пропорционалан површини на коју та сила делује.

На пример, ако истом силом делујемо на мању површину, као што је случај с оштрим ножем, створићемо већи притисак него када бисмо деловали тупим ножем, који има већу површину сечења. Зато оштар нож лакше сече.

Овај принцип срећемо у многим свакодневним ситуацијама – од избора обуће за снег (где широка површина скија смањује притисак и спречава пропадање у снегу), до кухињских алата и примене притиска у различитим техничким решењима.

Притисак је физичка величина која описује деловање силе на неку површину и има важну улогу у практичној примени у животу.

Зависност притиска, добијена из ових закључака, ако изразимо једначином, гласи:

$$p = \frac{F}{S} \text{ притисак} = \frac{\text{сила}}{\text{површина}}$$

- Притисак означавамо малим словом p (мерна јединица је паскал (**Pa**)).
- F је нормална сила која делује на површину (мерна јединица је њутн (**N**)).
- S је површина на коју сила делује (мерна јединица је квадратни метар (m^2)).

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

ИНТЕРЕСАНТЕ ЧИЊЕНИЦЕ:

Веће јединице од паскала су:

hPa, kPa, MPa, bar.

Хектопаскал hPa, 1 hPa = 100 Pa

Килопаскал kPa, 1 kPa = 1 000 Pa

Мегапаскал MPa, 1 MPa = 1 000 000 Pa

Може да се користи и јединица bar (бар)

1 bar = 100 000 Pa = 10^5 Pa

ЗАПАМТИТЕ:

- Притисак је физичка величина која карактерише деловање силе на неку површину.
- Симбол којим се означава притисак је слово p .
- Притисак се израчунава према једначини

$p = \frac{F}{S}$ и закључује се да је притисак бројчано једнак сили која делује нормално на јединицу површине.

- Основна мерна јединица за притисак у SI систему је паскал (Pa).

ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАТАКА:

- 1 Претвори следеће вредности притиска у наведене јединице:

- 0,5 MPa у Pa
- 200 kPa у MPa

Решење:

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

- 2 Ајфелова кула у Паризу има тежину од 90 MN, а ослања се на површину од 450 m^2 . Одредити притисак куле на Земљу!

Дато:

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

Тражи се:

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

Решење:

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



- 3 Марија треба да пришије дугме на кошуљу. Коликом силом врх игле делује нормално на површину тканине, ако је површина игле $0,12 \text{ mm}^2$. А притисак игле на тканину е $1,5 \text{ MPa}$?

Дато:

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

Тражи се:

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

Решење:

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

Хајде да вежбамо!

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

ПИТАЊА:

- 1 Колико паскала има у 1 kPa?
- 2 Шта је притисак и која је његова јединица мера у SI систему?
- 3 Напиши једначину за израчунавање притиска.
- 4 Како притисак зависи од силе која нормално делује на површину?
- 5 Како се мења притисак ако смањимо површину на коју делује сила?
- 6 Зашто танке потпетице женских ципела стварају већи притисак на под од спортских ципела?
- 7 Зашто скије мање пропадају када ходамо по снегу?
- 8 Ана је ставила кутију тешку 200 N на под. Површина дна кутије је $0,5 \text{ m}^2$. Колики притисак кутија врши на под?
- 9 Хидраулични лифт ствара притисак од 5000 Pa, а површина клипа је $0,1 \text{ m}^2$. Израчунај силу којом дизалица подиже аутомобиле.
- 10 Ученик силом од 400 N седи на столицу. Површина која додирује под је $0,2 \text{ m}^2$. Израчунај притисак који ствара столица на под?

ПОЈМОВИ

- флуиди
- сила притиска
- Паскалов законом
- хидрауличне машине

3.1.1

ПРЕНОШЕЊЕ ПРИТИСКА.
ПАСКАЛОВ ЗАКОН

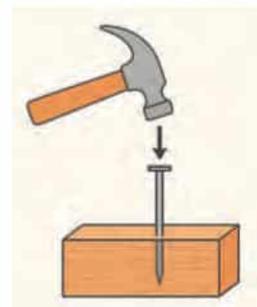
Слика 2 - Преношење притиска на ексер и на балон

АКТИВНОСТ 1

На клупи имате дрвену даску, железни ексер и чекић. Ударите чекићем по ексеру како бисте га закуцали у дрвену површину. При томе ексер придржавате једном руком. Хоћете ли нешто осетити у руци? Шта мислите, како се притисак преноси од главе према врху ексера?

Закључак

Притисак код чврстих тела преноси се само у правцу и смеру силе.



Преношење притиска код чврстих тела

Када на једно чврсто тело делује сила, притисак који се ствара на месту где се сила примењује преноси се кроз цело тело. Ово је могуће зато што су честице у чврстим телима чврсто повезане међусобно и могу да преносе силу даље.

Чврста тела не мењају много облик, али могу пренети притисак с једног места на друго. На пример, када ударимо чекићем по ексеру, сила од чекића преноси се кроз ексер до површине у коју треба ући. Тако се притисак преноси кроз чврсто тело од места удара до његовог краја, односно у правцу и смеру силе.

Преношење притиска код чврстих тела најчешће се користи у алатима и машинама.

– као што су клинови, полуге, одвијачи или хидрауличне машине које имају металне делове који преносе силу.

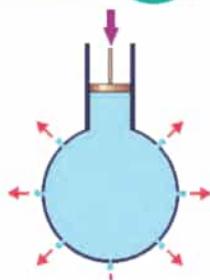
Течности и гасови се разликују од чврстих тела по томе што је густина честица много мања, па је и растојање међу њима много веће, силе међуделовања између њих су знатно слабије, па се њихове честице могу лакше кретати. Кажемо да оне могу тећи. Супстанце које могу тећи називају се **флуиди**.

У затвореним течностима и гасовима јављају се силе притиска. Оне се преносе кроз читав волумен флуида и сила притиска свуда је иста. Силе притиска делују нормално на зидове посуде у којој се флуид налази.

Преношење притиска код течности и гасова

АКТИВНОСТ 2

На клупи имате Паскалову лопту, на којој су са стране направљени отвори једнаке величине. Напуните је водом. При померању клипа приметите да из сваког отвора лопте истече једнак млаз воде.



- Шта то показује?

Из активности се може закључити да се код течности (и гасова) деловање спољашње силе преноси једнако у свим правцима.

Деловање спољашње силе кроз флуиде преноси се једнако у свим смеровима – овај закључак је познат као **Паскалов закон**.

АКТИВНОСТ 3

За ову активност потребно вам је пластична флаша и игла. На пластичној флаши, са стране, направите више малих отвора (иглом) на различитим висинама. Сипајте воду у флашу и затворите је чепом. Ручком извана притисните флашу и приметит ћете да вода истиче кроз све отворе. Према Паскаловом закону, притисак који се ствара на неку течност у затвореном суду се преноси једнако у свим правцима. Зато вода излази кроз све отворе, без обзира на њихов положај.



АКТИВНОСТ 4

Истражи о Блезу Паскалу!



ЗАПАМТИТЕ:

- Супстанце које могу тећи називају се флуиди.
- Паскалов закон: Притисак у затвореним течностима и гасовима преноси се једнако у свим правцима.

ПИТАЊА:

- 1 Које се супстанце називају флуидима?
- 2 Која је најважнија карактеристика флуида?
- 3 Зашто течности немају свој облик?
- 4 Како гласи Паскалов закон?
- 5 Где се користи Паскалов закон?
- 6 Објасни Паскалов закон на примеру из свакодневног живота.
- 7 У којим условима гуме камиона имају већу површину додира са путем:
 - а) при промени притиска у гумама?
 - б) када је камион празан или натоварен?
- 8 Притисак у фудбалској лопти износи 200 kPa, а у одбојкашкој лопти 300 kPa. У којој лопти се ствара већи притисак? Колико пута?
- 9 Јелена жели да направи хербаријум. Да би пресовала биљке употребила је књиге са укупном тежином од 80 N. Коликим притиском делују књиге на хоризонталну подлогу ако је додирна површина 0,08 m²? Резултат изрази у kPa.
- 10 Течност се налази у цилиндру под притиском од 400 kPa. Одредите силу којом течност делује на клип који затвара цилиндар, ако клип има површину 250 cm².

3.1.2

ХИДРАУЛИЧНЕ МАШИНЕ

На основу Паскаловог закона у техници су конструисане хидрауличне машине.



Слика 3 - Багер



Слика 4 - Дампер

Најпознатије хидрауличне машине су хидраулична преса, хидраулична дизалица и хидраулична кочница.

Хидраулична преса је машина која користи хидростатички притисак за обраду метала, пластике, гуме, дрвета, праха и других материјала. Може се користити за цеђење уља, сокова, као и за паковање.

Дакле, поред индустријске употребе, хидрауличне пресе се користе и у свакодневном животу.

Код хидрауличних машина, када се делује мањом силом на клип мање површине, тада се на клипу веће површине ствара већа сила.



Слика 5 - Хидраулична преса

ПРИМЕР НА РЕШЕНА ЗАДАЧА:

Хидраулична преса има мали клип са површином $S_1 = 0,02 \text{ m}^2$ и велики клип са површином $S_2 = 1 \text{ m}^2$. Ако се на мали клип примени сила $F_1 = 500 \text{ N}$, израчунај силу F_2 коју ствара велики клип.

Хидраулична преса се састоји од цилиндра различитих величина и ради по Паскаловом закону, који каже да се притисак у течности преноси једнако у свим правцима. Због тога је притисак у оба цилиндра једнак: $p_1 = p_2$. Према томе важи релација:

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

Одатле следи да је сила на великом клипу:

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

Сада уносимо бројеве:

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

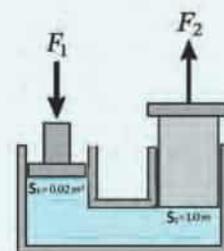
$$F_2 = 500 \text{ N} \cdot 50$$

Решење:

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

Закључак:

Видимо да са малом силом која делује на мали клип хидрауличне пресе можемо остварити много већу силу на великом клипу, у овом примеру сила је увећана 50 пута.

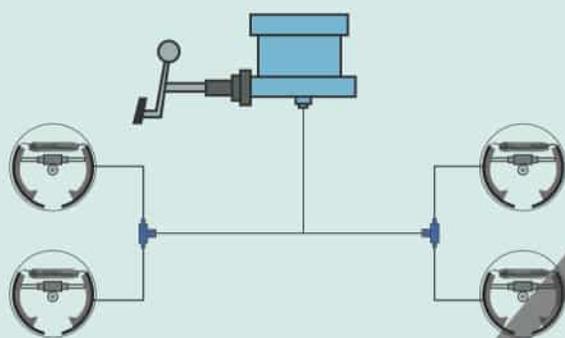


Слика 6 - Хидраулична преса

Хидраулична дизалица је још један практичан пример примене Паскаловог закона. Користи се за подизање тешких терета, најчешће при поправци возила (аутомобила).

Притиском на ручицу смањује се волумен течности у затвореној посуди, при чему се ствара притисак. Овај притисак се подједнако преноси у свим правцима кроз течност и делује на већи клип, који подиже терет постављен на њега.

Најчешће је срећемо као аутомобилску дизалицу – неопходан алат у сваком аутомобилу.



Овај притисак се равномерно преноси кроз течност и стиже до кочница на свим точковима, при чему се активирају кочници дискови. Иако возач примењује малу силу, преко хидрауличног система се ствара довољно велики притисак да се заустави цело возило.

Захваљујући томе, хидраулична кочница омогућава: брзо и сигурно кочење, равномерно деловање на све точкове и већу сигурност при војњи.

Хидраулична кочница код возила такође представља уређај чији рад се заснива на Паскаловом закону. Када возач притисне кочницу, сила се преноси кроз течност (кочиону/глицеринску течност у затвореном хидрауличном систему).

Овај притисак се равномерно преноси кроз течност и стиже до кочница на свим точковима, при чему се активирају кочници дискови. Иако возач примењује малу

ЗАПАМТИТЕ:

- Машине које раде на принципу Паскаловог закона називају се **хидрауличне машине**.
- Најпознатије хидрауличне машине су: хидраулична преса, хидраулична дизалица и хидраулична кочница.

ПИТАЊА:

- 1 Шта је хидраулична машина?
- 2 На којем принципу раде хидрауличне машине?
- 3 Како се преноси притисак у хидрауличном систему?
- 4 Наведи три примера хидрауличних машина.
- 5 Зашто се малом силом примењеном на мали клип у хидрауличном систему може подићи велики терет на већем клипу?
- 6 Зашто се у хидрауличним системима користе течности, а не гасови?
- 7 Објасни како функционише аутомобилска хидраулична кочница.
- 8 У хидрауличном систему, на малом клипу површине $0,02 \text{ m}^2$ примењује се сила од 200 N . Колики притисак се ствара?
- 9 У хидрауличној преси, површина малог клипа је $0,01 \text{ m}^2$, а великог клипа $0,5 \text{ m}^2$. Ако на мали клип делује сила од 150 N , колика сила делује на велики клип?
- 10 Велики клип у хидрауличној преси има површину од $0,4 \text{ m}^2$ и на њега делује сила од 800 N . Колики је притисак?

3.2.

ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК

Земљина тежа делује на сва тела која се налазе на површини Земље.

Деловање Земљине теже на течности изазива одређени притисак у мирној течности, јер горњи слојеви молекула течности делују на доње слојеве. Овај притисак који настаје унутар течности и преноси се кроз молекуле течности у свим правцима подједнако назива се хидростатички притисак.

Притисак који се јавља у течности у мировању као резултат њене тежине назива се хидростатички притисак.

ПОЈМОВИ

- Хидростатички притисак
- манометар

Да бисмо видели зашто настаје и како делује хидростатички притисак, извест ћемо неколико демонстрација кроз ваше активности.

Потребно је:

- најлонска кесица са зип затварачем,
- штапић за ражањ,
- 4 пластичне боце,
- гвоздени ексер (шајка),
- танко гумено црево,
- картон, две цеви за сок без савијања,
- два мања балона,
- детерџент.

АКТИВНОСТ 1



Напуните најлонску кесу водом и добро је затворите (зип кеса). Прободите кесу са две стране штапићем за ражањ. Извадите штапић и приметићете да вода истиче кроз рупице. Затворите отворе на кеси са два прста. Нека један ученик стане на столицу, отвори оба отвора и пусти кесу да слободно пада.

- Да ли током пада вода истиче кроз отворе?

АКТИВНОСТ 2

Испитајте зависност хидростатичког притиска од висине течног стуба. За то узмите пластичну боцу и са стране, помоћу гвозденог ексера, направите три једнака отвора на различитим висинама. Боцу напуните водом.

Пазите! Пре него што напуните боцу водом, залепите отворе самољепљивом траком (селотејпом).

- Шта примећујете – из којег отвора излази највећи млаз воде?





АКТИВНОСТ 3

На пластичној боци са стране направите отворе на истој висини. Испод боце поставите картон. Боцу напуните водом. Шта примећујете о млазовима воде који излазе из отвора? Повуците картон испод боце какав облик је оставила вода?

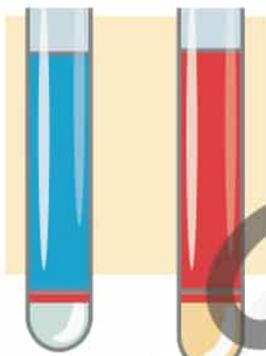
АКТИВНОСТ 4

На две пластичне боце уклоните дно, и на сваком поклопцу направите по један мали отвор. Кроз отвор уметните танко црево тако да буде добро причвршћено за поклопац.

У једном поклопцу поставите црево дужине око 70 см, а у другом поклопцу црево дужине око 10 см. Обе боце напуните истом количином воде и причврстите их на исту висину, са поклопцима и цевима окренутим према доле. Један ученик држи црева затворена да спречи цурење воде.

- Затим отворите обе цеви истовремено и приметите шта се дешава.
- Која боца ће се брже испразнити?

АКТИВНОСТ 5



Испитајте како хидростатички притисак зависи од густине течности. За то, у две идентичне, пластичне и провидне цеви, затворене на доњем крају балоном, до исте висине ставите течности различите густине. У једној цеви ставите воду, а у другој течни детерџент за судове, чија је густина већа од густине воде. Упоредите деформацију мембрана на дну цеви.

Примећујете да је мембрана у цеви са детерџентом више растегнута/ издужена и закључујете да на њу делује већи хидростатички притисак.

ЗАКЉУЧАК

Из активности се може закључити да:

- хидростатички притисак је последица деловања тежине воде на зидове кесе. (Током пада кесе вода не цури кроз отворе јер се налази у бестежинском стању, односно хидростатички притисак је једнак нули);
- на већој дубини у течностима хидростатички притисак је већи;
- хидростатички притисак на истој дубини је једнак у свим правцима;
- боца са дужим цревом се празни брже;
- на отвору дужег црева делује већи хидростатички притисак због веће висине течног стуба;
- Хидростатички притисак зависи од густине течности. Гушћа течност ствара већи притисак на истој висини, па се мембрана на дну више деформише када се користи течност са већом густином. То потврђује да, за исту висину, хидростатички притисак расте са повећањем густине течности.

Израчунавање хидростатичког притиска

Ако погледамо активност број 2 јавља се неколика питања!

Из ког отвора на суду вода излази са највећом силом и како се то објашњава хидростатичким притиском?

Шта мислите, има ли дубина утицаја на величину притиска?

Шта би се догодило ако користимо густу течност као што је мед или уље?

Закључак из активности:

- Притисак је већи на већој дубини;
- Ако је течност гушћа, онда је притисак већи;
- Притисак не зависи од површине, већ од дубине и густине:

На основу ових закључака, коришћењем њихових одговарајућих симбола, може се извести релација за хидростатички притисак:

p (притисак) зависи право пропорционално од:

1. ρ (густина течности)
2. g (Земљино убрзање)
3. h (дубина, висина воденог стуба)

Па хидростатички притисак у течностима може да се израчуна релацијом:

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

Хидростатички притисак на дну суда (flashe) је право пропорционалан густини течности и висини течног стуба.

Хидростатички парадокс!!!

Из једначине за притисак можемо да уочимо да хидростатички притисак не зависи од запремине течности у неком суду већ само од дубине (висине течног стуба).

Ова појава може да се докаже ако се измери притисак на дну судова који имају исту површину на дну, а различит облик.

Притисак на дну је једнак у сва три суда када се напуне до исте висине, иако садрже различиту количину течности. Ова појава изгледа невероватно и зато се назива *хидростатички парадокс*.

За боље разумевање хидростатичког притиска, посетите PhET лабораторију на линку: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/under-pressure>

ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАТАКА:

- 1 Најдубље место Земљине коре је најдубља тачка Тихог океана, названа Маријански ров, која је дубока $h = 11000$ m. Израчунај хидростатички притисак на морском дну, при густини морске воде

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

Дато:

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

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

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

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 Хидростатички притисак на најдубљем месту Охридског језера је $p = 2825,28$ kPa. Израчунај највећу дубину Охридског језера ако је густина воде $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, а Земљино убрзање g .

Дато:

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

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

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

$$h - ? \quad p = \rho \cdot g \cdot h \text{ следува } h = \frac{p}{\rho \cdot g}$$

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

МАНОМЕТРИ

Уређаји за мерење притиска затворених флуида називају се **манометри**.

Манометри могу бити течни или метални.



Слика 7 - Манометар са течношћу

Манометар са течношћу се састоји од стаклене цеви у облику слова „U“ (потковица), која је напуњена течношћу. Један крај ове цеви је повезан са гуменим цревом, које је повезано са посудом у којој се налази гас чији притисак треба да се измери. Под утицајем притиска, течност у левом краку цеви опада, док се у десном краку подиже.

Течност ће се стабилизovati када притисак гаса у посуди изједначи притисак течности у десном краку манометра. Што је већи притисак гаса, то ће се течност више подићи у десном краку.

Притисак гаса може се израчунати на основу висине течности у слободном краку манометра.

ЗАПАМТИТЕ:

- Притисак који се јавља у мирној течности као резултат њене тежине назива се хидростатички притисак.
- Хидростатички притисак на истој дубини у течности је једнак са свих страна.
- Хидростатички притисак на дну посуде је пропорционалан густини течности и висини течног стуба.

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

Метални манометар се састоји од металне цеви која је савијена и затворена на једном крају. Други крај је повезан са посудом у којој се налази гас чији притисак треба да се измери. Затворени крај је повезан са казаљком преко механизма за пренос. Када притисак гаса расте, цев се шири, а та промена се преноси кроз механизам до казаљке, која се помера. Вредност притиска се очитива на скали испод казаљке.



Слика 8 - Метални манометар

ПИТАЊА:

- 1 Којом формулом се описује хидростатички притисак?
- 2 Да ли хидростатички притисак зависи од густине течности?
- 3 На којој дубини је хидростатички притисак већи?
- 4 Која течност ће створити већи хидростатички притисак на истој дубини?
- 5 Шта је хидростатички притисак и од чега зависи?
- 6 Зашто рониоци осећају већи притисак на већим дубинама?
- 7 Како би се променио хидростатички притисак ако се вода замени уљем са мањом густином?
- 8 Израчунај хидростатички притисак на дубини од 3 метра у води.
- 9 Колики ће бити хидростатички притисак на 7 метара дубине у течности густине 1200 kg/m^3 , ако је гравитационо убрзање $g = 9,81 \text{ m/s}^2$?
- 10 Ако је хидростатички притисак $25\,000 \text{ Pa}$, а густина течности 1000 kg/m^3 , на којој је дубини измерен?

ПОЈМОВИ

- атмосфера
- атмосферски притисак
- нормални атмосферски притисак
- барометар

3.3

АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК

Атмосфера је омотач ваздуха који окружује Земљу. Иако је ваздух лаган, он има масу, а самим тим и тежину. Та тежина ваздуха која притиска на површину Земље и на све што се на њој налази назива се атмосферски притисак.

Атмосферски притисак је заправо притисак који ваздух врши на површину Земље и на наша тела – али ми га не осећамо зато што и унутрашњост нашег тела врши притисак.

Атмосферски притисак се мери барометром, а његова стандардна вредност на нивоу мора износи 1013 hPa (хектопаскала) или 760 mmHg (милиметара живиног стуба).

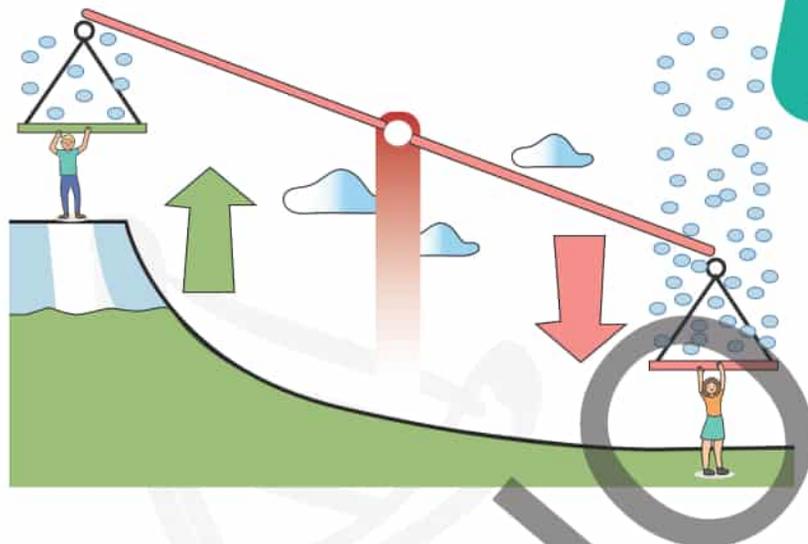
Када се пењемо на планину, изнад нас има све мање ваздуха, па се атмосферски притисак смањује. Због тога осећамо промену у ушима при наглој промени надморске висине.

Хајде да направимо неколико занимљивих експеримената:

За овај час на клупама имате:

- Чаше за воду
- лист папира
- прехранбену боју
- сок
- пластичне сламчице за сок
- тањир
- свећу.

Притисак који се јавља у ваздуху због његове тежине назива се атмосферски притисак.



АКТИВНОСТ 1

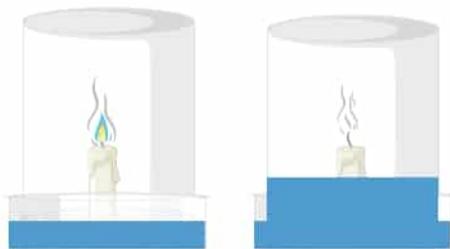
Напуните чашу водом до врха. На чашу ставите лист папира и полако је окрените, држећи чашу за дно. Шта примећујете? Хоће ли вода исцурити?



АКТИВНОСТ 2

Напуните чашу водом обојеном прехранбеном бојом или соком, ставите пластичну сламку за сок и брзо је извучите.

- Да ли се вода задржава у сламци? Затим затворите прстом горњи отвор сламке пре него што је извучете из воде.
- Да ли се сада вода задржава у сламци?



У тањир ставите воду обојену прехранбеном бојом. На воду поставите свећу, запалите је и оставите да гори кратко време. Затим прекријте свећу чашом. Шта примећујете? Хоће ли свећа наставити да гори и шта се дешава са водом у тањиру?

ПИТАЊА:

- На лист папира делује (ваздушни) атмосферски притисак који је већи од притиска воде у чаши и не дозвољава води да исцури из чаше;
- У другом случају атмосферски притисак који делује на доњи отвор већи је од притиска ваздуха и воде у цевчици и на тај начин спречава истицање воде из цевчице;
- На воду која је ван чаше делује атмосферски притисак, који је много већи од притиска који врши ваздух унутар чаше, због чега се вода увлачи у унутрашњост чаше.

ИЗАЗОВ

- Дизајнирајте и израдите најједноставнији модел дозатора за воду (користите притом пластичну боцу са поклопцем и пластичну цев).

За боље разумевање деловања атмосферског притиска на тела, посетите PhET лабораторију: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/under-pressure>

ИСТРАЖЕТЕ!

- Који научник је први истраживао атмосферски притисак и како?
- Колика је вредност нормалног атмосферског притиска?
- Који научник је измислио барометар и како је његовим експериментом било доказано постојање атмосферског притиска?

Мерење атмосферског притиска

Атмосферски притисак се мења у зависности од надморске висине и количине водене паре у ваздуху. На већим надморским висинама атмосферски притисак је нижи, јер ваздух постаје ређи и има мању густину.

Да израчунамо: Колики ће бити нормалан атмосферски притисак ако је једнак хидростатичком притиску живиног стуба од $h = 760 \text{ mm}$ при густини живе

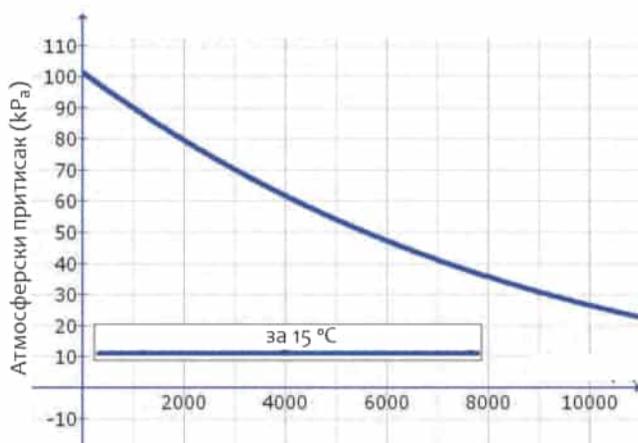
$$\rho_{Hg} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Нормалан атмосферски притисак израчунаћемо по формули за хидростатички притисак:

$$\begin{aligned} p_o = \rho \cdot g \cdot h &= 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,76 \text{ m} \\ &= 101\,325 \text{ Pa} \approx 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Атмосферски притисак зависи од висине на којој се мери и мења се са променом температуре и струјањем ваздуха.

Из следећег графика може се закључити да се атмосферски притисак са повећањем надморске висине смањује.



Слика 9 - надморска висина (м)

Инструменти за мерење атмосферског притиска називају се барометри.

Постоје две врсте барометара: барометри са живом и метални барометри звани анероиди.

Средњи годишњи притисак мерен на нивоу мора називамо нормалним атмосферским притиском p_0

Тада се жива у цевчици подиже до висине $h = 76 \text{ cm}$.

Изражен у паскалима износи $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$

КО ЖЕЛИ ДА САЗНА ВИШЕ:

Из историје физике Евангелиста Торичели (1608-1647)

Италијански физичар и математичар. Године 1643. извео је свој познати експеримент којим је одредио величину атмосферског притиска.

Торичели је користио стаклену цев (епрувету) дугу 1 m са попречним пресеком од 1 cm^2 . Цев је напунио живом, затворио је прстом, окренуо и отвор потопио у ширу посуду пуну живе. Када је скинуо прст, само се мала количина живе излила у посуду. У цеви је остао стуб висине 76 cm, а изнад њега је формиран празан простор (вакуум) од 24 cm. Када би се цев нагнула, висина живиног стуба није се мењала – увек је остајала иста. Према Торичелију, атмосферски притисак делује на слободну површину живе у посуду, а према Паскаловом закону, притисак се подједнако преноси у свим правцима, делујући и одоздо нагоре у цеви, спречавајући живу да исцури у посуду. Торичели је закључио да тежина течног стуба (хидростатички притисак) у цеви уравнотежује атмосферски притисак који делује на живу у широј посуду. На овај начин је израчунао величину атмосферског притиска.

ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАКА:

- 1 До које висине ће се попети водени стуб у цеви са попречним пресеком 1 cm^2 да би био у равнотежи са атмосферским притиском?

За израчунавање висине до које ће се попети водени стуб у цеви, користићемо формулу која повезује притисак са висином воденог стуба.

- Дато: $S = 1 \text{ cm}^2$
- Тражи се: $h = ?$

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

са заменом познатих вредности:

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

Барометар

Барометар са живом заснован је на Торичелијевом експерименту. Жива се више не користи због токсичности и безбедносних разлога.

Код живиног барометра, стаклена цев је савијена и проширена на крају, и напуњена живом. Атмосферски притисак делује на отворени крај слободне површине живе и изједначава се са хидростатичким притиском живиног стуба. Ваздушни притисак делује на живу у посуду и подиже је нагоре у уску стаклену цев. Што је притисак већи, жива се више подиже. На цеви је означена скала са које се директно читава вредност ваздушног притиска.

У пракси се чешће користи метални барометар назван Анероид. Он се састоји од металне кутије из које је извучен ваздух и која има валовити поклопац. Када ваздух делује на површину поклопаца, он се стеже. Ово савијање преноси се на еластичну опругу која је повезана са механизмом преноса и казаљком која се помера лево или десно у зависности од величине притиска. Испод казаљке се налази скала са које се читава вредност притиска.



Слика 10 - Анероид

ИСТРАЖУЈ!

Поделите се у парове и истражите на интернету принцип рада **балона на топли ваздух**.



ЗАПАМТИТЕ:

- Слој ваздуха којим је Земља окружена назива се атмосфера. Атмосферски притисак зависи од надморске висине и присуства водене паре у ваздуху. На већој надморској висини атмосферски притисак је мањи због ређега ваздуха.
- Инструменти за мерење атмосферског притиска називају се барометри.
- Висина живиног стуба у Торичелијевој цеви при нормалном притиску износи $h = 0,76 \text{ m}$ што одговара притиску од $p_0 = 101\,325 \text{ Pa} \approx 10^5 \text{ Pa}$

ПИТАЊА:

- 1 Шта је атмосферски притисак?
- 2 Којим инструментом се мери атмосферски притисак?
- 3 Где је атмосферски притисак највећи?
- 4 Како се мења атмосферски притисак са висином?
- 5 Зашто се хелијумски балон диже у ваздух?
- 6 Зашто осећамо „пуцање“ у ушима када се возимо авионом или на високој планини?
- 7 Зашто нам ваздушни притисак не деформише тело, иако је огroman?
- 8 Израчунај силу коју атмосферски притисак од $101\,325 \text{ Pa}$ јврши на површину од $0,5 \text{ m}^2$.
- 9 Ако је површина $0,2 \text{ m}^2$, колика сила делује на њу при притиску од $100\,000 \text{ Pa}$?
- 10 Израчунај површину ако знаш да је сила атмосферског притиска $50\,000 \text{ N}$, а притисак $100\,000 \text{ Pa}$.

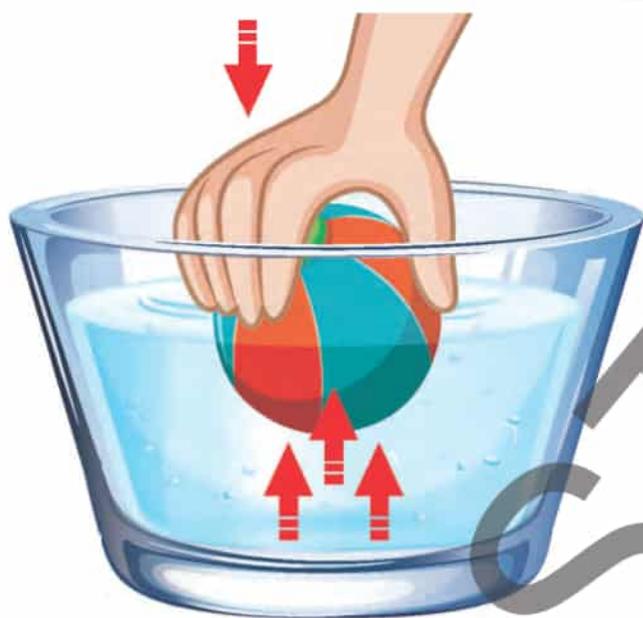


Атмосферски притисак је веома важна величина у метеорологији. Он је један од основних података за израду временске прогнозе. Ако је притисак смањен, може се очекивати облачно и кишовито време, а када је притисак нешто виши од нормалног, време је лепо.

ПОЈМОВИ

- сила потиска / Архимедова сила

3.4.

СИЛА
ПОТИСКА

Слика 11 - Притисак на тело потопљено у течности

Сила којом течност истискује (гура) тела уроњена у њу назива се сила потиска.

Да направимо неколико интетесантних експеримената:

АКТИВНОСТ 1

На сталак поставите вешалицу за веш. Са обе стране вешалице, на једнакој удаљености од ослонца, привезите тегове једнаке масе концем. Добијате полуку која је у равнотежи. Један тег потпуно потопите у посуду са водом и равнотежа се нарушава.



Анегдота о Архимеду и круни краља Хиерона

Једна од најпознатијих анегдота о Архимеду повезана је са његовом сарадњом са краљем Хијероном. Краљ му је поверио задатак да утврди да ли је његова круна направљена од чистог злата или је златар преварио и додао друге метале.

Архимед се нашао пред великим изазовом: није могао директно да измери запремину круне неправилног облика, па самим тим није могао да израчуна њену густину на уобичајен начин. Дуго је размишљао како да реши проблем, све док једног дана, док се купао у кади, није приметио да се ниво воде подиже када он уђе у њу. Овај тренутак му је дао генијалну идеју – могао је да измери запремину круне преко количине истиснуте воде!

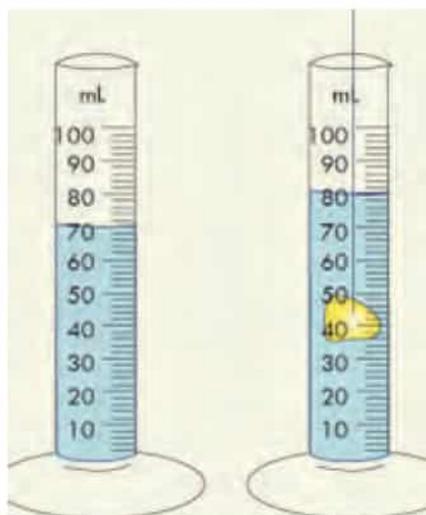
Архимед је искористио свој принцип за практично решавање проблема, који каже да тело потопљено у течност привидно губи од своје тежине онолико колико тежи истиснута течност.

Помоћу ове методе Архимед је успео да измери запремину круне, а затим да израчуна њену густину и да утврди да није направљена од чистог злата.

У тренутку открића, Архимед је узбуђено повикао „Еурека!“, што значи „Пронашао сам!“. Према легенди, био је толико одушевљен открићем да је истрчао из каде и, не обазирјући се на то што је наг, трчао улицама Сиракузе.

Ова прича је један од најпознатијих примера како наука може доћи до неvjероватних открића на потпуно неочекиваним местима.

АКТИВНОСТ 2



Помоћу динамометра измерите тежину датог тела (на пример, камен). Већу посуду са бочним отвором напуните водом до висине отвора. Тело потпуно потопите у воду, при чему воду која истече кроз отвор сакупљајте у пластичну чашу. Измерите тежину тела потопљеног у воду.

Шта примећујете? Да ли се његова тежина смањује? Затим измерите тежину исцеђене воде и покушајте уочити везу између тежине тела у ваздуху, тежине тела у води и тежине истиснуте воде.

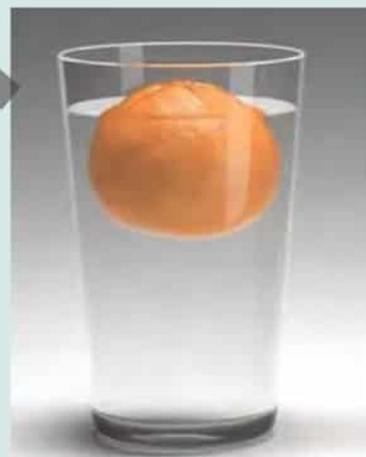
АКТИВНОСТ 3

Откријте узрок појаве силе потиска

Користећи претходно стечена знања о притиску и хидростатичком притиску, направите поређење између величине силе притиска која делује на горњу, доњу и бочне површине тела урођеног у течност.

ИСТРАЖИВАЊЕ!

Објасните шта се дешава!



ЗАКЉУЧАК

Из активности се може закључити да:

- вода делује силом на потопљени тег вертикално нагоре и смањује његову тежину;
- сила потиска која делује на потопљено тело у течности једнака је по величини тежини истиснуте течности.

За боље разумевање Архимедовог принципа, посетите PhET лабораторију:
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/buoyancy>

Потисак ћемо најбоље разумети и израчунати ако уронимо тело правилног геометријског облика у воду. На тело делују силе хидростатичког притиска са свих страна. Силе које делују хоризонтално су уравнотежене јер су на истој висини, док су вертикалне силе различите.

Сила потиска је резултат хидростатичког притиска и делује вертикално нагоре.

Јавља се као разлика сила притиска на доњој и горњој површини тела потопљеног у течност.

Она није крајња (резултантна) сила на тело, већ само једна од сила која делује на потопљено тело.

Сила потиска (Архимедова сила) једнака је тежини течности коју тело истискује. Израчунава се према следећој једначини:

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

- где је ρ густина течности,
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, је гравитационо убрзање на том месту,
- V - је запремина потопљеног тела.

ЗАПАМТИТЕ:

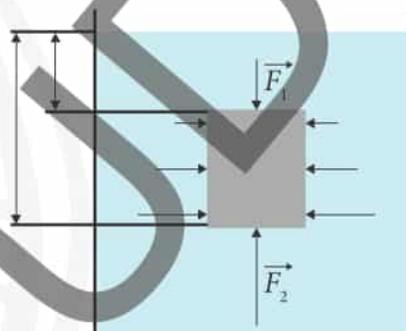
- Сила која подиже тела потопљена у течност и настоји да их избаци из ње назива се сила потиска.
- Сила потиска која делује на потопљено тело у течности једнака је по величини тежини истиснуте течности.
- Архимедов закон: сила потиска (Архимедова сила) једнака је тежини течности коју тело истискује.
- Тежина истиснуте течности израчунава се према једначини:

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

ЗАКЉУЧАК

На тело уроњено у течност са свих страна делују силе хидростатичког притиска. Силе притиска које делују на бочне површине тела су уравнотежене, а сила потиска настаје као разлика сила притиска на доњој и горњој површини тела уроњеног у течност и увијек делује вертикално нагоре.

Сила која подиже тела уроњена у течност и настоји да их избаци из ње назива се сила потиска.



ПИТАЊА:

- 1 Која сила се назива Архимедова или сила потиска?
- 2 На која тела делује Архимедова сила?
- 3 Како је усмерена Архимедова сила?
- 4 Да ли величина Архимедове силе зависи од масе тела?
- 5 Од којих величина зависи јачина силе потиска?
- 6 Ако је Архимедова сила једнака тежини тела, да ли ће тада тело потонути?
- 7 Објасни на примерима случај када тело плива, када тоне и када мирује у течности.
- 8 Тело је потпуно потопљено у воду и има запремину од $0,002 \text{ m}^3$. Колика је Архимедова сила?
- 9 Тело је потопљено у слану воду густине $\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$. Волумен дела тела који је у течности је $0,005 \text{ m}^3$. Израчунај Архимедову силу којом течност делује на тело? ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
- 10 Колико износи Архимедова сила која делује на тело потопљено у течност густине 1000 kg/m^3 . Волумен потопљеног дела је $0,0025 \text{ m}^3$. Земљино убрзање је $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

ПРИМЕРИ РЕШЕНИХ ЗАДАКА:

- ❶ Колика сила потиска делује на тело са запремином $V = 1 \text{ m}^3$ које се налази у води густине $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Дато:

- $V = 1 \text{ m}^3, \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Тражи се: $F - ? F = \rho \cdot g \cdot V$
- **Решење:**

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

КО ЖЕЛИ ДА САЗНА ВИШЕ:



Слика 12 - Архимед (287 - 212 год. пр.н.е)

Архимед је један од највећих умова у историји науке. Његова открића и изуми имали су огроман утицај на развој математике, физике и инжењерства. Његово познато откриће, Архимедов закон, помаже нам да разумемо зашто неки предмети пливају, а други тону. Његови иновативни изуми за одбрану града Сиракузе, попут катапулта и смртоносног зрачења које је користио за уништавање непријатељских бродова, показују његову креативност и стратегију. Иако нису сви ти уређаји потврђени историјским записима, и даље се сматрају вероватним за своје време. Архимед је оставио неизбрисив траг у науци, а његово дело и открића се и данас проучавају и поштују. Архимедов закон, који каже да на сваки предмет уроњен у течност делује сила потиска једнака тежини истиснуте течности, основни је принцип за разумевање пловности. Ово откриће објашњава зашто

бродови могу пловити океанима иако су много тежи од воде, и зашто неки предмети тону док други остају на површини. Такође је развио математику до нових висина, прецизно израчунавајући површине и запремине сложених геометријских облика. Његово разумевање броја π (пи) и иновације у областима механике дали су му статус једног од највећих математичара и научника свих времена.

Дело Архимеда и данас инспирише истраживаче и инжењере. Сваки његов изум и откриће нуде основу за даљи напредак у науци и технологији.

3.5.

ПОЈМОВИ

- плива
- тоне
- лебди

ПЛИВАЊЕ, ТОЊЕЊЕ И ЛЕБДЕЊЕ ТЕЛА

Пливање:

Код тела која пливају, један део тела је потопљен у течност, а други дио се налази изнад површине течности. Она остају да пливају јер је потисна сила већа од Земљине тежине.

Лебдење:

Кад тело лебди, оно је потпуно потопљено у течност, али не дотиче дно. Налази се на дубини испод површине, али додирују дно, где је потисна сила једнака Земљиној тежи.

Тоњење:

Кад тело тоне, оно се постепено креће према дну све док не дотакне дно посуде или водене површине. То се догађа када је Земљина тежа која делује на тело већа од потиска који тело прима од течности.

На вашим клупама налазе се следећи предмети: посуда за воду, лименка дијеталне кока коле и лименка обичне кока коле, мандарина, кувано јаје, пластична боца, сламка за сок, спајалица.

АКТИВНОСТ 1



У посуду с водом стављате лименку дијеталне Кока-коле (без шећера) и обичне Кока-коле (са шећером).

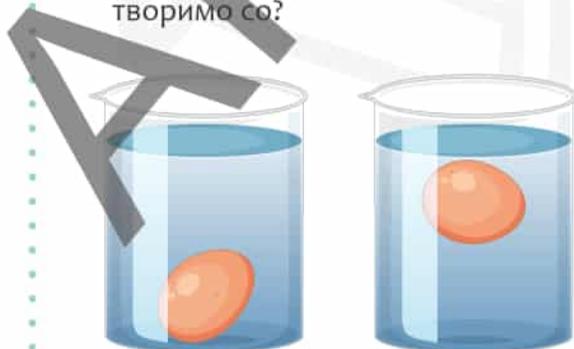
Предвидите!!!

- Која лименка ће потонути, а која ће пливати?
- Затим се експеримент понавља с мандарином и водом. У воду се ставља мандарина с кором.
- Шта примећујете, да ли она плива? Потом се мандарина огули и поново стави у воду.
- Шта се тада дешава с њом?

АКТИВНОСТ 2

У посуду с водом стављате кувано јаје. Шта примећујете?

- Шта има већу густину, јаје или вода? Шта ће се догодити ако у воду растворимо со?



ЗАКЉУЧАК

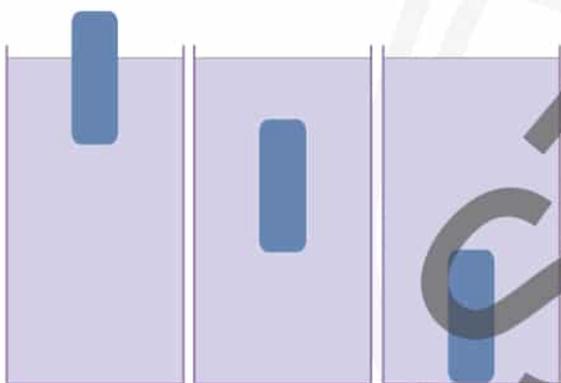
Из активности можемо да закључимо:

- лименка кока-коле са шећером ће потонути, а лименка без шећера ће плутати;
- у другом случају Архимедова сила је мања од Земљине теже;
- кувано јаје тоне у води;
- густина јајета је већа од густине воде;
- ако се у воду дода со, она повећава густину воде, што резултира већом потисном силом на тело. Архимедова сила се повећава и јаје ће испливати на површину.

Треба да направите модел подморнице.

За ту сврху пластичну боцу напуните до врха водом. У улози подморнице може се употребити пластична сламка за сок с флексибилним савитком. Пластичну сламку савијте на месту савијања и маказама одрежите дужи део сламке тако да добијете два једнака крака. Узмите једну већу металну спајалицу. Затим се један крај спајалице уметне у један крај сламке, а други крај спајалице у други крај сламке. Овако припремљена подморница ставља се у боцу с водом коју затворите чепом. Плива ли подморница? Један ученик притисне боцу обема рукама и подморница почне тонути, креће се према доле, вода улази у њу и њена средња густина постаје већа од густоће воде. Након престанка вањске притисне, подморница се креће према горе, према површини воде.

На тело које је уроњено у текућину, осим Архимедове силе која делује окомито према горе, делује и сила Земљине теже, вертикално према доле.

ЗАПАМТИТЕ:

Слика 13 - Тело које плива, лебди, тоне

- На тело које је потопљено у течност, осим Архимедове силе (силе потиска) F_A која делује вертикално нагоре, делује и сила Земљине теже P , вертикално надоле.
- Ако је сила Земљине теже мања од силе потиска, тада подморница (тело) плива $F_A > P$.
- Ако сила потиска има исту величину као и Земљина тежа, тада тело лебди $F_A = P$.
- Ако је сила Земљине теже већа од силе потиска, тада ће тело тонути $F_A < P$.
- Ако тело потопимо у течност, оно ће остати у положају где су све силе које делују на њега у равнотежи.

ПИТАЊА:

- 1 Од чега зависи величина потисне силе (Архимедове силе)?
- 2 Када тело плива у води?
- 3 Када ће тело потонути?
- 4 Шта значи ако тело мирује потопљено на некој дубини?
- 5 Како се потисна сила мења ако је тело потпуно потопљено под воду?
- 6 Зашто дрво плива на води, а метална кугла тоне?
- 7 Зашто метални брод не тоне, а мали метални предмет тоне?
- 8 Тело запремине $0,003 \text{ m}^3$ је потопљено у води. Израчунај потисну силу.
- 9 Тело има тежину од 40 N , а потисна сила је 50 N . Хоће ли тело пливати или потонути?
Одговор: _____
- 10 Тело истискује $1,5$ литре воде. Колика је потисна сила?
($1 \text{ литар} = 0,001 \text{ m}^3$)

За боље разумевање када тело плива, лебди или тоне, посетите PhET лабораторију:
<https://phet.colorado.edu/en/simulations/buoyancy-basics>

ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ:

1	Како се дефинише физичка величина притисак?
2	Која је основна мерна јединица за притисак у SI систему?
3	Напиши формулу за израчунавање притиска.
4	Који инструмент се користи за мерење атмосферског притиска?
5	Да ли ваздух врши притисак?
6	Шта је хидростатички притисак?
7	Објасни појам потисне силе (потиска).
8	Да ли све течности стварају потисак?
9	Шта се дешава са притиском када га меримо на већој дубини у води?
10	Шта се дешава са телом када је потисна сила једнака Земљиној тежи?
11	Зашто су планинарима потребне боце са кисеоником на великим висинама?
12	Објасни својим речима како ради подморница користећи појам потиска.
13	Објасни Архимедов принцип и наведи како се израчунава потисна сила.
14	Да ли је атмосферски притисак исти на врху планине и на морском нивоу? Образложи одговор.
15	Од којих физичких величина зависи хидростатички притисак?

ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ:

16	Које врсте штикли (потпетица) стварају већи притисак и зашто?
17	Како делује потисак на тело потопљено у течност?
18	Да ли тежина тела утиче на то да ли ће плутати или тонати?
19	Ако два предмета истог облика имају различиту густину, да ли ће плутати исто?
20	Како се мења потисак ако течност има већу густину?
21	Израчунај притисак ако сила од 300 N делује нормално на површину од 0,5 m ² .
22	Одреди силу која делује на површину од 2 m ² и ствара притисак $p = 50 \text{ Pa}$.
23	Израчунај силу потиска ако предмет истисне 2 l воде.
24	Израчунај хидростатички притисак у језеру на дубини од 4 m.
25	Израчунај силу која врши притисак од 250 Pa на површину од 0,5 m ² .
26	У хидрауличном систему на мали клип примењује се сила од 80 N, а његова површина је 4 cm ² . Велики клип треба да створи силу од 600 N. Колика је површина великог клипа?
27	Предмет тежи 50 N у ваздуху, а сила потиска је 30 N. Колика је његова тежина у води?
28	Колики је притисак на 10 m дубине у сланој води ($\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$)?
29	Предмет у ваздуху тежи 80 N, а када је потпуно потопљен у воду сила потиска је 90 N. Да ли ће предмет у води плутати?
30	До које највеће висине може да се испумпа вода навише у цеви? ($p = 101325 \text{ Pa}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

1.1 УВОД У ФИЗИКУ

- 1 Природа је збир свих живих и неживих тела, објеката и појава који постоје на Земљи и у Васиони, независно од људске активности.
- 2 Физика, од грчке речи „физис“ што значи природа.
- 3 Сваки предмет који има масу и заузима простор је физичко тело. Пример: камен, лопта.
- 4 Посматрање је пажљиво праћење појава око нас како би се сакупили информације и стекла нова знања.
- 5 Промене у природи које не мењају састав материје. Примери: топљење леда, савијање жице, ломљење стакла.
- 6 Слух, вид, мирис, додир.
- 7 Експеримент је практична активност за испитивање или доказивање појаве. Може се изводити у лабораторији, школи, код куће или у природи.
- 8 Постављање питања, посматрање, постављање хипотезе, осмишљавање и спровођење експеримента, анализа резултата, доношење закључка.
- 9 Физика се назива експериментална (јер се заснива на експериментима), теоријска (јер користи теорије за објашњавање појава) и примењена (јер се њена открића и закони користе у технологији и у свакодневном животу).
- 10 Физика користи знања из математике, других природних наука и технологије; открића из физике воде до развоја уређаја, а техничка открића доприносе напретку физике.

1.2 ФИЗИЧКЕ ВЕЛИЧИНЕ И ЊИХОВО МЕРЕЊЕ

- 1 Физичка величина је својство тела (или појаве) које можемо измерити.
- 2 Висина, маса воћа, трајање школског часа.
- 3 Килограм (kg).
- 4 Le Système International d'Unités (SI), Међународни систем мерних јединица.
- 5 Ради поједностављене и унифициране комуникације у науци и технологији.
- 6 Направа која се користи за мерење физичких величина. Примери: лењир, термометар.
- 7 Префикс је скраћеница коју стављамо испред мерних јединица да бисмо показали колико је пута бројна вредност већа или мања од основне јединице. Пример: километар (km) = 1000 метара.
- 8 Бројна вредност добијена мерењем и записана заједно са јединицом мере. Пример: 7 kg, 11 m, 37°C.
- 9 Врсте грешака:
Грубе грешке: због погрешног читања или писања.
Случајне грешке: због малих покрета или нестабилности.
Систематске грешке: због неисправног инструмента или методе.
Смањују се пажњом, исправним инструментима и вишеструким мерењима.
- 10 Створен је из практичних разлога ради унифицираног система мерења међу свим земљама. Омогућава лакшу и прецизнију комуникацију у науци, индустрији и свакодневном животу.

1.2.1 ВЕЛИЧИНЕ И ЈЕДИНИЦЕ МЕРЕ У СВАКОДНЕВНОМ ЖИВОТУ

- 1 У милиметрима (mm) или микрометрима (μm).
- 2 У милиметрима (mm).
- 3 а) $1\text{ m} = 100\text{ cm}$
б) $1\text{ m} = 1000\text{ mm}$
в) $1\text{ m} = 0,001\text{ km}$
- 4 а) 150 cm
б) 1500 mm
- 5 $4,2\text{ km} = 4200\text{ m}$
- 6 а) временски интервал
б) временски тренутак
в) временски интервал
г) временски тренутак
- 7 а) 6 min
б) 138 min
в) 2700 s
- 8 а) 72 часа
б) 11 дана
в) 8760 часова
- 9 Да бисмо могли тачно да упоређујемо и меримо. Пример: ако желимо да знамо колико нам треба времена да стигнемо до школе, морамо да разумемо разлику између минута и часова.
- 10 а) Време (t), минута (min), трајање школског часа.
б) Маса (m), килограм (kg), мерење масе брашна.

1.3 МЕРЕЊЕ ВОЛУМЕНА

- 1 Физичка величина која описује величину простора који заузима једно тело, течност или гас.
- 2 Кубни метар (m^3).
- 3 Помоћу мензуре.
- 4 1000 mL .
- 5 Правац посматрања треба да буде нормалан на скалу мензуре.
- 6 а) $1\text{ L} = 1\text{ dm}^3$
б) $1\text{ mL} = 1\text{ cm}^3$

7 Стављање тела у мензур са водом и мерење разлике у нивоу.

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

Пошто је $1\text{ cm}^3 = 1\text{ mL} \Rightarrow V = 27\text{ mL}$

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

10 Зато што чврста тела могу имати неправилан облик и не могу се увек применити формуле, док се волумен течности мери посудама. Различита агрегатна стања захтевају различите мерне уређаје и методе за тачне резултате.

1.4 МАСА И ИНЕРТНОСТ

1 Инертност је својство тела да се супротстављају промени стања. То значи да тело које мирује пружа отпор промени да се покрене, а тело које се креће супротставља се заустављању.

2 Празна чаша се лакше покреће зато што има мању масу, па тиме и мању инертност, односно мање се супротставља промени стања.

3 Тело путника се креће напред јер жели да задржи стање кретања – то је последица инертности.

4 Колица са мањом масом ће се брже покренути јер имају мању инертност и лакше мењају своје стање.

5 Величина Претворено у kg

$$2\text{ t} \quad 2000\text{ kg}$$

$$500\text{ g} \quad 0,5\text{ kg}$$

$$75\text{ dag} \quad 7,5\text{ kg}$$

$$1000\text{ mg} \quad 0,001\text{ kg}$$

6 Маса тела остаје иста – само му се мења облик, али не и волумен.

7 Укупно: $1,0\text{ kg} + 0,3\text{ kg} + 0,2\text{ kg} = 1,5\text{ kg}$

8 Зато што већа маса значи већу инертност – тело се теже покреће истом силом.

$$9 \quad 1,2\text{ kg (кутија)} + 3 \cdot 0,5\text{ kg (књиге)} = 1,2\text{ kg} + 1,5\text{ kg} = 2,7\text{ kg}$$

$$10 \quad 150\text{ g} / 100 = 1,5\text{ g (Свака спајалица има масу од 1,5 g)}$$

ОДГОВОРИ - ТЕМА 1

1.5 ОДРЕЂИВАЊЕ ГУСТИНЕ

- 1 Густина се означава грчким словом ρ .
- 2 Килограм по кубном метру (kg/m^3).
- 3 Постоји права пропорционалност – колико се повећава волумен, толико се повећава и маса.
- 4 Мери се почетна волумен воде, затим се тело ставља у мензурку и мери се нова волумен. Волумен тела је разлика између две запремине.
- 5 $m=26 \text{ g}$; $V = 63 - 50 = 13 \text{ cm}^3$; $\rho = m / V$;
 $\rho = 26 / 13 = 2 \text{ g}/\text{cm}^3$
- 6 Зато што различити материјали имају различиту густину.
- 7 Вода је гушћа јер за исту запремину има већу масу.
- 8 Стрмија линија представља зависност масе од запремине супстанце са већом густином.
- 9 Зато што густина хетерогеног тела зависи од укупне масе и запремине, а не само од појединих компоненти.
- 10 $V = a \cdot b \cdot c$; $V = 2 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,24 \text{ m}^3$;
 $\rho = 2600 \text{ kg}/\text{m}^3$; $m = \rho \cdot V \Rightarrow m = 624 \text{ kg}$

ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ:

- 1 Густина је физичка величина која показује масу тела (или супстанце) у јединици запремине.
- 2 g/cm^3 , kg/m^3 , g/mL , kg/L
- 3 Символ ρ (ро) је слово из грчке азбуке којим означавамо физичку величину густина.
- 4 Маса: вага. Волумен: мензура, мерна чаша. У одређеним случајевима за мерење користимо и математичке изразе, односно формуле.
- 5 Волумен = страница \cdot страница \cdot страница
 $V = a \cdot a \cdot a$ $V = a^3$
- 6 $\rho = 10 / 5 = 2 \text{ g}/\text{cm}^3$
- 7 На скали ареометра читавамо густину течности.
- 8 $\rho = m / V$; количник масе и запремине даје густину.
- 9 Не, свака супстанца има своју карактеристичну густину.
- 10 $1 \text{ g}/\text{cm}^3$
- 11 $m=30 \text{ g}$; $V = 115 - 100 = 15 \text{ cm}^3$; $\rho = m / V$;
 $\rho = 30 / 15 = 2 \text{ g}/\text{cm}^3$
- 12 1 mL
- 13 $750 \text{ kg}/\text{m}^3$
- 14 $V = (2 \cdot 2 \cdot 5) \text{ cm}^3 = 20 \text{ cm}^3$; $m=40 \text{ g}$;
 $\rho = 40 / 20 = 2 \text{ g}/\text{cm}^3$
- 15 Зато што се волумен тела правилног геометријског облика може израчунати формулом, а тела неправилног облика помоћу мензуре.
- 16 Зато што гвожђе има већу густину од воде, а дрво мању густину од воде.
- 17 Не, зато што је његова густина $0,917 \text{ g}/\text{cm}^3$, односно мања од густине воде.
- 18 $m = 60 \text{ g}$, $\rho = 3 \text{ g}/\text{cm}^3$
 $V = m / \rho$, $V = 60 / 3 = 20 \text{ cm}^3$
- 19 Гвожђе, зато што има већу густину.
 $20 : 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ L}$;
 $0,5 \cdot 1000 \text{ L} = 500 \text{ L}$
- 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 Маса и волумен.
- 22 Ако има исту густину кроз цело тело.
- 23 $m = 200 \text{ g}$, $\rho = 2,5 \text{ g}/\text{cm}^3$, $V = ?$
 $V = m / \rho$, $V = 200 / 2,5 = 80 \text{ cm}^3$
- 24 Јер су маса и волумен право пропорционалне, односно већа волумен супстанце има већу масу.
- 25 Тело ће плутати зато што му је густина мања од густине воде.
- 26 Вода
- 27 27 литара
- 28 Зато што имају различиту густину.
- 29 16 kg
- 30 $\rho \approx 0,999 \text{ g}/\text{cm}^3$. Људско тело је хетерогено. Сви органи и ткива немају исту густину.

2.1 СИЛА

- 1 Физичка (векторска) величина која изазива промене у облику, положају или брзини тела.
- 2 Њутн (N)
- 3 Када гураш лопту руком или удариш клупу.
- 4 Балон са папирићима (електрична сила), магнет са спајалицама (магнетна сила).
- 5 Због дејства гравитационе силе (посредно међудејство).
- 6 Промениће облик, али ће се затим вратити у првобитно стање. Ово је познато као еластична деформација.
- 7 Зато што сила може истовремено да изазове промену и облика и кретања тела.
- 8 Линија са стрелицом, односно усмерени одсечак. Дужина линије представља величину, стрелица смер, права је правац, а почетна тачка је нападна тачка.
- 9 Човек делује на подлогу својом тежином, а подлога делује на њега силом реакције.
- 10 Скалари: имају само величину (нпр. маса = 5 kg).
Вектори: имају величину, правац и смер (нпр. сила = 10 N ка југу).

2.1.1 СЛАГАЊЕ СИЛА

- 1 Резултанта је сила која има исто дејство као све силе које делују на тело заједно.
- 2 Слагање сила.
- 3 Исти као смер појединачних сила.
- 4 Тело остаје у равнотежи (резултанта је 0).

- 5 $F_R = 40 \text{ N} + 30 \text{ N} = 70 \text{ N}$
- 6 $F_R = 60 \text{ N} - 40 \text{ N} = 20 \text{ N}$, у смеру веће силе (60 N).
- 7 Постављањем другог вектора тако да почиње од краја првог, а резултанта се добија од почетка првог до краја другог.
- 8 Укупна сила улево: $40 + 20 = 60 \text{ N}$; сила удесно: 30 N. $F_r = 60 - 30 = 30 \text{ N}$, смер улево.
- 9 Силе су једнаке и у супротним смеровима, резултанта је 0, тело је у равнотежи.
- 10 Динамометар омогућава тачно мерење величине сила, што је потребно за правилно израчунавање резултанте.

2.1.2 ВРСТЕ СИЛА И МЕРЕЊЕ СИЛЕ

- 1 Магнетна сила.
- 2 Када се две површине крећу једна преко друге. Сила трења постоји и када су површине у контакту без релативног кретања, али постоји покушај кретања.
- 3 Продужава се.
- 4 Еластична сила.
- 5 Електрична сила, магнетна сила, гравитациона сила.
- 6 Динамометар мери силу на основу издужавања опруге изазваног том силом, а вредност се читава на скали.
- 7 Зато што делује на наелектрисана тела која могу имати исти набој (одбојна сила) или различит набој (привлачна сила).
- 8 Магнетна сила делује само на одређене материјале (као што је гвожђе), а гравитациона сила делује на сва тела са масом.

- 9 Мери се колико се издужује опруга при додавању тегова познате масе (на пр. $102 \text{ g} = 1 \text{ N}$), обележава се свако издужавање на папиру и тако се прави скала.
- 10 Када се спољна сила којом делујемо на динамометар изједначи са еластичном силом која делује на опругу динамометра.

2.2 ЕЛАСТИЧНА СИЛА

- 1 Еластична сила је сила која враћа облик телу након дејства неке спољашње силе.
- 2 Када се пређе граница еластичности, тело се више не враћа у првобитни облик и постаје пластично.

3 Гумица се враћа у свој првобитни облик због еластичне силе.

4 Издужавање је разлика између дужине тела под оптерећењем и његове почетне дужине..

$$\text{Формула: } \Delta l = l - l_0$$

5 Еластично тело се враћа у првобитни облик након престанка силе, док се пластично тело не враћа и остаје деформисано.

6 Формула: $\Delta l = l - l_0$

Објашњење: Δl је издужавање, l је дужина под оптерећењем, а l_0 је почетна дужина.

7 k је константа еластичности која показује колико отпор пружа тело при деформацији – већа вредност значи да је тело круће и теже се издужује.

8 У смеру супротном од смера деформације опруге.

9 Што је сила већа, то је и издужавање (или сабијање) опруге веће.

10 Опруга са мањом вредношћу k лакше ће се издужити, јер је мање крута и даје мањи отпор на примењену силу.

2.3 ЗЕМЉИНА ТЕЖА И ТЕЖИНА

1 Гравитација је привлачна сила која постоји између свих тела која имају масу.

2 Сила којом тело делује на подлогу ако мирује у односу на Земљу или затеже конач када је обешено.

3 $G = m \cdot g$

4 Маса је стална (непроменљива) величина, а тежина је сила која зависи од гравитације, па може да се мења.

5 Зато што маса одређује инертност тела, а тежина гравитационо међудејство на подлогу или конач ако је тело обешено.

6 Тежина ће се смањити зато што је гравитација на Месецу мања.

7 Зато што је екватор даље од центра Земље, па је гравитациона сила тамо мања него на половима.

8 Земљина тежа је сила којом Земља делује на тело, док је тежина сила којом тело делује на подлогу.

9 Зато што је маса својство тела (не зависи од положаја или стања тела), а тежина је условљена гравитационим међудејством и зависи од положаја и стања тела.

10 $m = G / g = 4 \text{ N} / 10 \text{ m/s}^2 = 0,4 \text{ kg}$ или 400 g .

2.4 СИЛА ТРЕЊА

1 Сила трења јавља се када су две површине у додиру и крећу се или покушавају да се крећу једна преко друге.

2 Трење при миру, трење при клизању, трење при котрљању.

3 У смеру супротном од смера кретања тела.

4 Због дејства силе трења која спречава њено кретање и на тај начин га успорава.

ОДГОВОРИ - ТЕМА 2

- 5 Мало се смањује када тело почне да се креће. Сила трења при клизању мања је од силе трења при миру.
- 6 Те две силе имају исту величину, а супротне смерове.
- 7 Сила трења при клизању зависи од реакционе силе и коефицијента трења.
- 8 Зато што су неправилности (удубљења и избочине) на површинама присутне без обзира на величину површине.
- 9 Подмазивањем контактних површина уљем.
- 10 Зато што је сила трења при котрљању много мања од силе трења при клизању.

2.5 ТЕЖИШТЕ И РАВНОТЕЖА ТЕЛА

- 1 Тежиште тела (означава се са Т).
- 2 У њиховом геометријском центру.
- 3 Површина добијена спајањем свих тачака на које се тело ослања на подлогу.
- 4 Окачањем тела о два различита конца и исцртавањем њихових праваца (тежишних линија); тежиште је у пресеку тих праваца.
- 5 У стабилној равнотежи. Тело се враћа у почетни положај након померања.
- 6 У лабилној равнотежи. Тело се не враћа у почетни положај.
- 7 У индиферентној равнотежи. Тело остаје у положају у који је померено.
- 8 Тело губи равнотежу и пада.
- 9 Ван материјала тела (у празнини).
- 10 У стабилној равнотежи.

2.6 ЛОСТ И НЕГОВА ПРИМЕНА

- 1 Полука је чврсто тело које може да се окреће око непокретне тачке (тачке ослонца) и на које делују две супротно усмерене силе.

- 2 Архимед.
- 3 Једнострана (једнокрака) полука.
- 4 Тачка око које се полука окреће.
- 5 На крају кваке, јер је крак силе већи.
- 6 Према положају тачке ослонца, полука може бити једнокрака или двокрака.
- 7 Нормално растојање од тачке ослонца до тачке у којој делује сила.
- 8 Када су моменти сила са обе стране тачке ослонца полуге једнаки.
- 9 Производ силе и крака силе:
 $M = F \cdot \ell$
- 10 $M_1 = M_2$, односно $F_1 \cdot \ell_1 = F_2 \cdot \ell_2$

ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ

- 1 Сила, када делује на непокретно тело, може да га покрене или деформише, посебно ако није довољно велика да га покрене.
- 2 Сила је векторска величина и одређена је правцем, смером и величином.
- 3 Величину силе.
- 4 Њутн (N). Веће јединице мере су килоњутн, хектоњутн, гигањутн.
- 5 Динамометар.
- 6 Посредне силе су оне које се јављају између тела која нису у директном контакту. Непосредне силе су оне које постоје само када постоји директан физички додир између тела која међусобно делују.
- 7 Електрична сила постоји између наелектрисаних тела или између наелектрисаног и неутралног тела. Магнетна сила јавља се између магнета или између магнета и гвожђа.
- 8 Зато што су силе у равнотежи (њихово резултантно дејство на тело се поништава).
- 9 Ако тело мирује или се креће константном брзином, тада су уравнотежене.

ОДГОВОРИ - ТЕМА 2

- 10 Тело мирује.
- 11 Креће се у смеру веће силе.
- 12 Не.
- 13 Ради боље визуелне представе и лакшег одређивања резултантне силе.
- 14 Зато што губи еластична својства.
- 15 $F_{el} = k \cdot \Delta l$. Може се закључити да је еластична сила пропорционална деформацији тела.
- 16 $P = m \cdot g$
- 17 Маса је својство тела (не зависи од стања и положаја тела), а тежина је условљена гравитационим међудејством и зависи од положаја и стања тела.
- 18 $m = G / g \Rightarrow m = 30 \text{ N} / 9,81 \text{ m/s}^2 \Rightarrow m \approx 3,06 \text{ kg}$.
- 19 Зато што је гравитационо убрзање различито.
- 20 Контактна сила гурања или вуче коју примењујемо на тело и сила трења.
- 21 Од реакционе силе и коефицијента трења.
- 22 Сила трења између тела и подлоге.
- 23 Повећава се.
- 24 Мерењем силе потребне за равномерно вучење и дељењем са реакционом силом (коефицијент $\mu = F / F_T$).
- 25 Ако тежишна линија пролази кроз ослону површину, тело је стабилно; ако пролази ван ослоне површине, тело се преврће.
- 26 Већа ослона површина даје већу стабилност.
- 27 Отварање и затварање врата са квакама, сечење папира маказама, савијање жице клештима, отварање флаша или конзерви кључем, мерење производа на ваги, кочење аутомобила притиском на кочницу.
- 28 Једнокрака полуга је када се тачка ослонца или оса налази на једном од крајева полуге. Двокрака полуга је када се тачка ослонца или оса налази између два краја полуге.
- 29 Равнокрака – када оба крака имају једнаку дужину. Разнокрака – када оба крака имају различиту дужину.
- 30 Када исте тегове поставимо на исто растојање од тачке ослонца, полуга је у равнотежи. Ако тегове поставимо на неједнако растојање од тачке ослонца, онда је полуга у неравнотежи.

3.1 СИЛА И ПРИТИСАК

- 1 kPa = 1000 Pa
- Притисак је сила која делује на јединицу површине. Његова SI јединица је паскал (Pa), где је $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.
- $p = F / S$ (притисак = нормална сила / површина)
- Притисак се повећава када се повећа сила која нормално делује на површину и обрнуто.
- Притисак се повећава ако се смањи површина на коју делује сила.
- Зато што танке штикле имају мању површину, па је притисак већи.
- Зато што скије имају већу површину, притисак је мањи и мање пропадају.
- $p = 400 \text{ Pa}$
- $F = 500 \text{ N}$
- $F = 400 \text{ N}, S = 0.2 \text{ m}^2, p = 2000 \text{ Pa}$

3.1.1 ПРЕНОШЕЊЕ ПРИТИСКА. ПАСКАЛОВ ЗАКОН

- Супстанце које могу да теку то су течности и гасови.
- Врше притисак једнако у свим смеровима.
- Зато што су њихове честице слабо повезане и крећу се слободно.
- Притисак се кроз флуиде преноси у свим смеровима подједнако.
- У хидрауличним системима као што су кочнице, дизалице, пресе.
- Када притиснемо педалу на аутомобилу, течност преноси притисак до кочница и активира их.
- а) При смањењу притиска у гумама, оне се више деформишу, што доводи до повећања површине додир са путем.
б) При истом притиску у гумама, натоварен камион има већу тежину, што изазива већу деформацију гума и тиме већу површину додир са путем.

- а) Већи притисак има у одбојкашкој лопти.
б) Притисак је 1,5 пута већи него у фудбалској лопти.
- $1P = F/S = G/S, p = 1000 \text{ Pa} = 1 \text{ kPa}$
- $F = 10000 \text{ N} = 10 \text{ kN}$

3.1.2 ХИДРАУЛИЧНЕ МАШИНЕ

- Машина која користи течност за преносење и повећање силе.
- На принципу Паскаловог закона.
- Притисак се преноси у свим смеровима подједнако кроз течност.
- Кочнице на аутомобилу, хидрауличне дизалице, хидрауличне пресе.
- Зато што се притисак не мења, а већа површина великог клипа повећава силу.
- Течности не могу да се компримују, док се гасови лако сабијају.
- Када се притисне педала, течност преноси притисак до кочница, које активирају кочионе плочице и заустављају возило.
- $p = 10000 \text{ Pa}$
- $p = 15000 \text{ Pa}, F = 7500 \text{ N}$
- $p = 2000 \text{ Pa}$

3.2 ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК

- Притисак који се јавља у мирној течности услед њене тежине назива се хидростатички притисак и он зависи од густине течности и од дубине.
- $p = \rho \cdot g \cdot h$
- Да, зависи – повећава се са густином.
- Зато што притисак у течности расте са дубином.
- Течност са већом густином, зато што притисак зависи право пропорционално од густине течности.
- Зато што притисак расте са дубином, па на већим дубинама вода врши већи притисак.

ОДГОВОРИ - ТЕМА 3

7 Притисак ће се смањити.

8 $p = 29400 \text{ Pa}$

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

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

3.3 АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК

1 То је притисак који ваздух врши на Земљину површину.

2 Атмосферски притисак се мери барометром.

3 Атмосферски притисак је највећи на нивоу мора.

4 Атмосферски притисак се смањује са повећањем висине.

5 Балон пун хелијума се подиже зато што је хелијум лакши од ваздуха, па ваздух ствара већи притисак испод њега и потискује га нагоре.

6 Разлика у атмосферском притиску изазива неравнотежу између притиска у средњем уху и спољашњег притиска, што изазива осећај „пуцања“ у ушима.

7 Ваздушни притисак не деформише наше тело зато што је унутрашњи притисак у телу једнак спољашњем.

8 $F = 50662,5 \text{ N}$

9 $F = 20000 \text{ N}$

10 $S = 0,5 \text{ m}^2$

3.4 СИЛА ПОТИСКА

1 Архимедова сила је потиска сила која делује на тело потопљено у течност или гас.

2 Архимедова сила делује на сва тела делимично или потпуно потопљена у течност или гас.

3 Архимедова сила је усмерена нагоре.

4 Не, величина Архимедове силе не зависи од масе тела, већ од његовог запремине и од густине течности.

5 Архимедова сила зависи од:

- Запремине потопљеног дела тела
- Густине течности у којој је тело потопљено
- Гравитације ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

6 Не, ако је Архимедова сила једнака тежини тела, онда тело лебди.

7 Тело плива: када је потиска сила већа од тежине тела (пример: дрвена гранчица у води).

■ Тело тоне: када је потиска сила мања од тежине тела (пример: камен у води).

■ Тело мирује у течности: када је потиска сила једнака тежини тела (пример: подморница у равнотежи).

8 $F_a = 19,6 \text{ N}$

9 $F_a = 50,52 \text{ N}$

10 $F_a = 24,53 \text{ N}$

3.5 ПЛИВАЊЕ, ТОНЕЊЕ И ЛЕБДЕЊЕ ТЕЛА

1 Потиска сила (Архимедова) је сила којом течност делује на тело потопљено у њу. Она зависи од густине течности и запремине потопљеног дела тела.

2 Тело плива када је потиска сила једнака његовој тежини.

3 Тело тоне када је потиска сила мања од његове тежине.

4 Тело лебди када је потиска сила једнака тежини тела.

5 Потиска сила зависи од запремине потопљеног тела и густине течности. Ако се ове величине не мењају, потиска сила остаје иста.

6 Дрво има мању густину од воде, а метална лопта већу.

7 Метални брод не тоне јер има велику запремину и малу просечну густину (због ваздуха унутра), док мали метални предмет тоне зато што му је густина већа од густине воде.

8 $F_a = 29,43 \text{ N}$

9 $F_a > G$, тело ће пливати.

10 $1,5 \ell = 0,0015 \text{ m}^3$

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

ТЕМАТСКО ПОНАВЉАЊЕ

- 1 Притисак је физичка величина која показује колико велика сила делује на јединицу површине.
- 2 У SI систему, притисак се мери у паскалима (Pa).
- 3 Формула за притисак је: $p = F / S$
(притисак = сила / површина).
- 4 Атмосферски притисак се мери барометром.
- 5 Да, ваздух врши притисак и то се назива атмосферски притисак.
- 6 Хидростатички притисак је притисак који течност врши на тела у њој због своје тежине.
- 7 Потисна сила је нагоре усмерена сила коју течност врши на потопљено тело.
- 8 Да, све течности стварају потисак.
- 9 Када се повећава дубина у води, притисак се повећава.
- 10 Када је потисна сила једнака Земљиној тежи, тада тело лебди у течности. Оно не тоне нити излази потпуно изнад површине, већ остаје у стању равнотеже у течности – услов описан Архимедовим законом.
- 11 На висинама има мањи атмосферски притисак и мање кисеоника, па су потребне боце.
- 12 Подморница пуни или празни резервоаре са водом, мењајући потисну силу да би потонула или испливала.
- 13 Према Архимедовом принципу, на свако тело потопљено у течност делује нагоре усмерена потисна сила једнака тежини течности коју тело истискује.
- 14 Не, атмосферски притисак је већи на морском нивоу, а мањи на планинском врху због мање количине ваздуха изнад нас.
- 15 На хидростатички притисак утичу: дубина, густина течности и гравитација.
- 16 Високе и танке штикле стварају већи притисак јер је њихова површина контакта са подлогом врло мала, а притисак је обрнуто пропорционалан површини.
- 17 Потисак делује нагоре и зависи од запремине потопљеног дела и густине течности.
- 18 Да, тежина утиче – ако је већа од потисне силе, тело тоне.
- 19 Не, тело са мањом густином ће боље пливати.
- 20 Ако течност има већу густину, потисак ће бити већи.
- 21 $p = 600 \text{ Pa}$
- 22 $F = 100 \text{ N}$
- 23 $1 \text{ l} = 0.001 \text{ m}^3 \rightarrow 2 \text{ l} = 0,002 \text{ m}^3$
па потисна сила износи $F_a = 19,62 \text{ N}$
- 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 $90 \text{ N} > 80 \text{ N}$, $F_a > G$ Да, тело ће пливати.
- 30 $h \approx 10,33 \text{ m}$

ARCS STUDIO



ARRS STUDIO